Istòria Naturau dera Evolucion dera Cernalha Aranesa

Dr. Óscar J. Arribas

Conselh Generau d'Aran

Istòria Naturau dera Evolucion dera Cernalha Aranesa, *Iberolacerta aranica*

Dr. Óscar J. Arribas

Istòria Naturau dera Evolucion dera Cernalha Aranesa, *Iberolacerta aranica* (Arribas,1993)

Conselh Generau d'Aran

Istòria Naturau dera Evolucion dera Cernalha Aranesa, *Iberolacerta aranica* (Arribas,1993)

Dr. Óscar J. Arribas

An intervengut en aguest libre per encargue deth Departament de Cultura e Ensenhament deth Conselh Generau d'Aran:

Revidara de Ròsa M. Salgueiro Pujós

Revision de Manuèla Ané Brito

Montatge fotografic dera portada de Sonia Fontà Monge

Foto portada:

Era foto ei emplaçada en camin que i a entre era Baronia de Les e era capèla de Sant Blai. En cariòt i a dues tistalles deth baron e era baronessa a on i metien eth sòn garròt quan gessien a passejar, cedides per autor.
Era tor dera Baronia qu'apareish ena part dera dreta dera imatge ei propietat deth Sr. Walter Ankli.

Edite: Conselh Generau d'Aran.

I.S.B.N.: 84-89940-81-9.

Depaus legau: HU-19/2006.

Estampat en: Gráficas Alós. Huesca.
C/ Agricultura, naves 1 y 2 - 22006 Huesca.

Ei defenuda era reproduccion totau o en part d'aguesta òbra per quaussevolh procediment sens prealabla autorizacion dera casa editora.

ENSENHADOR

– PROLÒG 7

– BLÒC 1: METUDA EN ESCENA: ORIGEN E EVOLUCION DERA CERNALHA ARANESA..... 9

– ETH NÒSTE PERSONATGE: ERA CERNALHA ARANESA 9

– GENETICA: CAMPANT ENES INTIMITATS DERA VIDA..... 18

– BLÒC 2: UN ESCENARI: CLIMA E VEGETACION ENES DARRÈRI 2,5 MILIONS D´ANS. UA ISTÒRIA DETH PAISATGE ARANÉS..... 29

– PAISATGES PLIOCENS: ES PIRINÈUS TROPICAUS (5-1,65 MILIONS D´ANS).. 29

– PLEISTOCEN INFERIOR (1,65-078 MILIOMS D´ANS)..... 32

– PLEISTOCEN MEJAN (780 000 – 130 000 ANS) 34

– EL PLEISTOCEN SUPERIOR (130 000- ACT) 35

– OLOCEN: ETH FINAU DERA GLACIACION. 41

– BLÒC 3 : UN TIPE DE VIDA: BIOLOGIA E ECOLOGIA DERA CERNALHA ARANESA..... 49

– METODOLOGIA D´ESTUDI 49

– REPRODUCCION 68

– BLÒC 4: DESCUBÈRTA, ESTUDI E CONSERVACION ERA DESCUBÈRTA E ESTUDI DERA CERNALHA ARANESA. 107

– FACTORS QUE MENACEN AS INDIVIDUS DIRÈCTAMENT. 128

– APENDIX 1: FICHA TECNICA DERA CERNALHA ARANESA: IBEROLACERTA ARANICA (ARRIBAS, 1993)..... 135

– REFERÉNCIES SUGGERIDES 141

– FÒTOS Y FIGURES 145

– HISTÒRIA NATURAL I EVOLUCIÓ DE LA SARGANTANA ARANESA, IBEROLACERTA ARANICA 209

– HISTORIA NATURAL Y EVOLUCIÓN DE LA LAGARTIJA ARANESA, IBEROLACERTA ARANICA 329

PROLÒG

Eth present libe ei eth frut de catorze ans d´estudi sus es cernalhes dera nauta montanha des Pirinèus, e especiaument dera cernalha aranesa, damb era que prení coneishement (sense saber encara çò qu´ère en vertat) a començaments de juriòl d´aqueth ja luenhant 1989).

È procurat qu´es pagines que seguissen siguen lo mès divolgatiues possibles, encara que non tostemp ac è hèt, pr´amor que soent es tèmes, especiaument es anatomics o plan tecnics, coma es genetics, filogenetics, eca, escapen totaument ath coneishement e ath lenguatge deth gran public. Demori qu´es nòtes esclaridores e comentaris entercaladi, compensen çò de complèxe deth tèxte en bères seccions damb eth valor scientific e er interès patrimoniau dera informacion contenguda.

Es fotografies sagen representar era màger quantitat possible d´exemplares dera qu´ei era protagonista d´aguest libe, atau coma representar as autes dues espècies de cernalhes dera nauta montanha des Pirinèus e as autes dues espècies de cernalhes mès abondoses ena Val d´Aran entà comparar-les. Part des figures provien dera tèsis doctorau der autor e an segut publicades en diuèrses revistes (Herpetozoa e eth Butll.Soc.Cat. Herpetol., atau arregraïm a H.Grillitsch e X. Rivera respectiuament peth sòn consentiment entà reprodusir-les aciu), e era sua màger an segut hèdes dempús entad aguest libre. Cau tier en compde qu´a diferéncia des aspèctes anatomics e taxonomics, es donades de biologia son ena sua màger part inedites e an segut tractades entà obtier es resultats que s´expausen.

Nombroses persones an collaborat o ajudat en diuèrsi grads, damb informacion, comentaris, o en tot acompanhar en bères visites o zònes d´estudi. Son fòrça ans e fòrça persones en visites puntuaus, podem mencionar a (per orde alfabetic) Marc Alonso, Rocio Baquero, Pedro Galán, Jesús García, E García Nieto, Antoni Margalida, José Melero, Carmen Naranjo, Santi Palazón, Sergi Pla, María Teixidó, Lluís Toldrà. Tanben era guarderia dera Val ajudèc bèri viatges a proporcionar transpòrt o informacion, entre es que cau citar a Antonio Carrasco, Joan Castet, Antonio Cuito, Enrique Larruy e J.MªVergés. Possiblament desbremba a molta gent, mès demori que sàpien disculpar-le.

Finaument ei obligat mencionar es ajudes recebudes des administracions competentes ena conservacion d´aguestes cernalhes, era Generalitat de Catalonha (Departament d´agricultura, Ramadaria e Pesca prumèr e Mèdi Ambient dempús) personificada en sòn Cap de Servici de Proteccion dera Fauna, eth Dr. Jordi Ruiz Olmo; e posteriorament ath Conselh Generau d´Aran (Servicis d´Agricultura, Ramadaria e Mèdi Ambient a qui voi arregraïr er interès e er impuls entà portar a tèrme era presenta publicacion, que demoram que sigue un prumèr pas, un còrpus de referéncia coma partida entà portar endauant era conservacion d´aguesta espècia.

Entà finir, hèsqui un cridament ar orgulh des aranesi entà conservar eth representant mès autentic e exclusiu dera sua fauna, er emblèma viu dera qualitat e exclusivitat deth mèdi naturau aranés. A diferéncia deth patrimòni culturau e artistic enes que s´a d´invertir sòs entara sua conservacion, es espècies que constituïssen patrimòni naturau se redusissen soletes e non sonque se consèrven senon que s´incrementen sonque damb deishar-les tranquilles, en tot tornar cent per un des esfòrci que se hèn entara sua conservacion.

Demori qu´eth present libre e er interès des aranesi de neishença e de devocion, contribuïsque ara preservacion dera espècia aumens pendent dus milions d´ans.

DR.OSCAR J. ARRIBAS

Zoològ

BLÒC 1:

Metuda en escena: Origen e evolucion dera Cernalha Aranesa

Eth Nòste personatge: Era Cernalha Aranesa

Fòrça persones ac traparàn estonant sénter parlar d´un libre dedicat a ua cernalha. Entath gran public es cernalhes son animaus umils e plan abondosi. Precisaments per aguest hèt d´èster tan conpiscus e abondants, un madeish sage a non valorar cap aquerò que non ei pas estonant.

Es lacertids son un grop particularment prolific en espècies: ath torn de 230, atribusides a uns 27 genres e distribusides per Euràsia e Africa. Bères espècies abiten tanben ièrles, coma era Grana Bretanha, Canàries, Madeira, grana part des archipèlags mediterranèus, Socotra, Ceilan, Sumatra, Borneo, Java, Taiwan, Japon e Sajalin; encara manquen en autes coma per exemple Madagascar.

Se tracte d´un grop molt diversificat referent a numerò d´espècies e abitats. Pòden víuer des des desèrts enquiàs tucs des montanhes, tant en tèrra coma entre era vegetacion tapida o grimpant entre es arrocàs. Eth sòn tamanh oscile entre es 33mm de *Ophisops beddomii* e es 1200 mm de bèri fosils pleistocens canaris.

Son diürns e depenen dera energia deth solei o dera calor ambientau entara sua activitat. S´alimenten basicament d´artropòds; mès bères formes granes s´an adaptat a consumir vegetaus, especiaument en condicions de superpoblacion coma es que se dan enes mèdis insulars. Son generaument ovipars; mès se balhe era retencion de ueus en oviducte, çò qu´en bères formes s´arrevire en ovoviparitat (p.ex. en *Zootoca vivipara*).

En generau, se tracte d´ua familha morfologicament conservadora, eth sòn exit evolutiu ei ena sua capacitat d´adaptacion. Era sua grana diversificacion a de relacionar-se damb era sua baisha vagilitat e capacitat de colonizacion. Se produsís tot soent era especiacion alopatrida, e era diferenciacion en taxons diuèrsi laguens ua linha que se da damb relatiua rapidesa. Eth sòn extrèm conservadurisme morfologic que les pòrte a adoptar solucions similares dauant problèmes ambientaus parièrs, atau coma era estasis morfologica en linhes que divergien hè fòrça temps e que presenten un naut nivèu d´omoplasia, dificulten en grana mesura er establiment des vertadères relacions filogenetiques entre es diuèrsi taxons.

Semble qu´es lacertids son encara en expansion e en tot colonizar naui horats ecologics, en tot adaptar-se as rapids cambis hèdi en paisatge pera accion des èssers umans.

Auem de díder, de totes manères, que tipes de cernalhes n´i a moltes. De hèt, pertanhen a molti genres diuèrsi que se repartissen, aumens, 22 espècies que viuen ena Peninsula Iberica. Era cernalha aranesa pertanh ath genre *Iberolacerta* que, coma veiram de contunh, amasse tres espècies qu´abiten es montanhes deth N. e Centre dera Peninsula (*Iberolacerta monticola, I. cyreni e I. martinezricai*),ues autes tres enes Pirinèus (*I. aranica, I. aurelioi e I. bonnali*) (fòto1 ara 9) e ua enes Aups centraus e es montanhes Dinariques d´Eslovènia e Croàcia (*I. horvathi*).

Era cernalha aranesa, coma veiram mès endauant ei ua espècia plan estonanta. De hèt, es madeishi avatars dera istòria des darrèri milions d´ans qu´an amiat ara sua aparicion en un parçan tan concrèt coma es montanhes dera Val d´Aran, son es reponsables dera sua raresa estonanta, pr´amor pes sòns peculiars requeriments, non a podut pas extener-se a d´auti lòcs quan es condicions li èren favorables.

Mos trapam donques dauant ua relíquia, ua jòia viua que cau respectar e conservar entàs generacions que vieràn, e son es auantpassadi per dret, qu´ abiten aguestes tèrres abantes de qu´eth prumèr èsser uman arribèsse en eres.

Qué ei ua espècia e coma se forme?

Serà bon abantes d´encetar aguest passeg pera vida dera cernalha aranesa e particularament dera sua evolucion, explicar bèri tèrmes de forma preliminara.

Toti auem era idia de çò qu´ei ua espècia ena Natura. Distinguim gossets, gats, audèths diuèrsi, eca., mès era nòsta idia se complique quan trapam animaus que son vertadères espècies e son indistinguibles per dehòra, aumens entà nosati. Parièr passe quan per exemple es dus sèxes d´ua madeisha espècia animau presenten aspèctes plan disparièrs, o quan existissen diferéncies fòrça notables entre es adults e joeni d´un animau. Totes eres son situacions que meten a espròva era nòsta solidesa deth concèpte espècia. Totun, non còste pas convéncer a degun qu´es espècies son entitats reaus ena Natura e en nòste entorn. Eth can e era canha an canhòts. Eth pardal e era pardala encara deth sòn aspècte netament diferènt an pardalets. Atau, donques era espècia ei ua entitat reau, de hèt, e deishant de costat discosions filosofiques prohondes, ei lèu era unica entitat reau per dessús der individu.

Encara que, de concèptes d´espècia n´i a molti: un concèpte tipologic (per aspèctes o associacion a un « exemplar tipe » sus çò que se basèc era descripcion originau dera espècia per part d´un scientific) dilhèu non mos permitirie pas méter en madeish sac a mascles e femelhes de pardals o a poths e garies, mès òc eth concèpte biologic d´espècia. Eth concèpte biologic d´espècia ditz qu´ua espècia ei ua comunautat reproductiua, ei a díder, ua sèria d´individus, generaument semblanti enter eri, que posquen reprodusir-se liurament entre eri e balhar lòc a mès individus, en tot relacionar-se tostemp damb mès individus semblanti mejançant línies antecessor- descendent. Ath madeish viatge, aguesti individus son isoladi d´ues autes espècies parières.

Era cernalha aranesa ei ua espècia. Açò vò díder qu´ei un ensems d´individus semblanti enter eri e diferenti de d´auti ensems que son espècies semblantes, coma era cernalha pirenenca, tanben presenta en autes zònes dera Val d´Aran, o era vesia cernalha palharesa que viu ar Èst deth Massís deth Mont-roig.

Aguesta definicion tume damb çò qu´ena practica ei dificil saber s´ua possibla espècia ei o non totaument isolada des deth punt d´enguarda reproductiu de ues autes similares, qu´a viatges abiten enes madeishi parçans. Era ibridacion enter espècies semblantes ei un bon exemple d´aguesta incertesa. Era ibridacion met a espròva aguest supausat isolament. Mès, damb freqüéncia, aguesti experiments ibrids son esterils, per lo qu´es espècies seguissen isolades *de facto*, sense importar es velleïtats reproductores de bèri uns des sòns individus que se desvien. Totun era ibridacion se balhe enter espècies propères en tot dar lòc a ibrids viables (susvelhatz, que pòden víuer, encara que non siguen cap fèrtils) ei un bon esturment entà definir eth genre (conjunt d´espècies emparentades damb un auantpassat comun), de hèt ua categoria ja artificiau.

Es subespècies son poblacions que son en cors de diferenciacion. Eth sòn destin ei arribar a èster espècies damb eth temps o quedar-se en arren. Eth sòn isolament persistís, es sues diferéncies anaràn a mès e acabaràn constituïnt espècies *per se*. Fòrça espècies emparentades qu´observam aué en dia, en sòn dia sigueren subespècies (o ¨ » varietats geografiques » coma se didie abantes) d´ua soleta espècia, eth sòn auantpassat comun. En cas d´entrar de nau en contacte damb autes espècies, coma NON son encara isolades reproductiuament, se barrejaràn en tot balhar lòc a exemplars mestissi liurament qu´en pòc temps diluïràn es caractèrs diferenciaus de cada subespècia. Un aute tipe de variacion ei era de caractèr « clinau »(« clines » de variacion) que consistís ena variacion graduau, sense sauts mercadi, de determinadi caractèrs morfologics ath long dera airau de distribucion d´ua espècia, en generau coma responsa a uns pògui factors ambientaus. En ocasions era amassada de dues subespècies e era sua ulteriora barreja, se succedís en ua « clina », prumèr abrupta e dempús mès doça. Ath contrari ua « clina » interrompida pòt acabar dant dues subespècies s´eth isolament persistís.

Es espècies que presenten bères subespècies clarament diferenciades se nomenten espècies politipiques.

Atau donques, eth mecanisme de formacion de subespècies ei eth madeish que damb eth temps debòque ena formacion d´espècies diferentes. Poiríem resumir-lo en dus tipes: era especiacion alopatrida (damb isolament geografic) qu´ei era infinitament mès comuna e se da quan dues o mès poblacions se ven isolades per ua termièra e comencen a diferenciar-se enquia formar dues espècies diuèrses; era especiacion simpatrida (ena madeisha localitat) e que supause era aparicion d´ua termièra biologica, un cambi de patac en individus dera poblacion que non son pas reconeishudi pes auti coma pertenenti ara madeisha espècia (un cambi en cant des audèths ena epòca de sason, en un detalh clau dera coloracion, en un comportament, enes genitaus, eca, eca.)

Era Nomenclatura zoologica

Existissen tanti nòms d´animaus coma tribus, lengües e comarques existissen. De hèt, individus dera madeisha espècia mès de diuèrs aspècte receben nombres diuèrsi. Entà esvitar aquera confusion e manca d´entendement, es scientifics recorrissen a çò que se cride eth nòm scientific, que consistís basicament en dues paraules deth latin o latinizades e que recep eth nòm de nomenclatura binominau.

Era nomenclatura binominau arringue dera òbra deth Karl Linné « Systema naturae » ena sua detzau edicion. Enquia aguest moment, cada autor hège ua petita diagnòsis o descripcion tota en latin mès diuèrsa enter òbres e autors, qu´en tot depéner de lo acertida que siguesse permetie (o non) saber de quin animau o planta se tractaue. Era « genialitat » de Linné (Linnaeus en latin, coma signaue enes sues òbres) siguec redusir tot aquerò as dues prumères paraules d´aquera descripcion : un prumèr qu´ei eth nòm generic e comence en majuscula (p.ex. *Iberolacerta)* e un dusau qu´acompanhe e qu´ei er epitet especific, tot en minuscula (p.ex. *aranica)*.

Eth nòm generic ei un substantiu latin o latinizat (vau lèu quinsevolha combinacion de paraules latinizades, encara qu´en principi es mès emplegades son en latin o en grèc latinizat). Er epitet especific pòt èster un adjectiu (normaument en genitiu) o un substantiu en aposicion. En generau hè referéncia a bèra caracteristica (p.ex. eth ludèrn verd, *Lacerta bilineata*; ludèrn damb dues linhes), a ua procedéncia geografica (*Iberolacerta aranica*; cernalha d´Aran), o èster dedicada a ua persona (*Iberolacerta Horvathi*; cernalha de Horvath).

Atau, totes es espècies deth genre *Iberolacerta*: *I. aranica, I.aurelioi, I. bonnali, I. horvathi, I. martinezricai, I.monticola, I. galani* e *I. cyreni* son includides en aguest genre pr´amor son parentes enter eres plan mès que damb autes espècies de cernalhes, coma eth ludèrn bilinhat (*Lacerta bilineata*) o era cernalha des parets (*Podarcis muralis*), per méter dus exemples d´espècies presentes ena Val. En tèrmes evolutius, totes es espècies de *Iberolacerta* compartissen un auantpassat comun que non compartissen pas damb cap ua auta espècia de cernalha ne d´animau.

Bèri viatges se hig un tresau nòm ath nòm scientific: ei un nòm d´ua subespècia. Per exemple *Iberolacerta aranica* siguec descrita en principi coma se siguesse ua subespècia dera d´alavetz pòc coneishuda cernalha pirenenca, coma " *Lacerta bonnali aranica*", encara que dempús quan se comprovèc qu´ère ua espècia per se, eth sòn nòm passèc a èster *Iberolacerta aranica*.

Dempús deth nòm scientific se sòl híger eth der autor dera descripcion (eth descurbidor, per atau dide´c) e er an d´aguesta descripcion en ua òbra (revista o mès estonantament libre) scientific. Atau, un nòm complèt dera espècia protagonista d´aguest escrit serie: cernalha aranesa (*Iberolacerta aranica* Arribas,1993).

Estudi des relacions enter espècies

Er estudi des relacions enter es organismes a era sua basa primordiaument en diuèrses mesures de divergéncia, ei a díder, deth grad de diferéncia enter es diferentes poblacions o espècies. Mos ei familhar era idia de que causes mès parières son mès propdanes emparentades enter eres. Aguest grad de diferéncia se pondère mejançant mesures de distància, diuèrses segontes era disciplina que se tracte.

Filogènia: Totes es caracterisques morfologiques (extèrnes e intèrnes) e es genetiques (basades en DNA) servissen entà lo qu´es sabents nomenten "inferir filogènies", ei a díder, prepausar modèus de com aurie d´èster eth procés d´especiacion (formacion de naues espècies) e èster propdan en parentiu enter eres.

Mès entà non meter-mos en un param, diram qu´existissen dus grani apropament ath problèma (dues « escòles » scientifiques lèu irreconciliables: eth Feneticisme (o escòla fenetica) e eth Cladisme (o escòla Sistematica filogenetica). Era prumèra, eth feneticisme, transforme tot tipe de caractèrs que se pòden estudiar en numeròs e mejançant es distàncies que prenen en consideracion totes es caracteristiques ath còp, bastís arbes (fenogrames o dendrogrames) en qu´es taxons (individus, poblacions o espècies) s´amassen de dus en dus, en generau de mès semblança (mens distància) a mès diferenti (distàncies màgers). Cada viatge que s´amassen dus parions de mòstra, se recalcule era sua distància amassa (entermieja) a totes es autes mòstres, en tot procedir de nau a cercar es dues mès similares e repetint eth procés un e un aute viatge enquia enterrelacionar-les totes. Aguesta escòla defen qu´aqueres relacions de « semblança globau » representen era evolucion, ei a díder, eth patron de diferenciacion e especiacion d´aqueri organismes.

Er aute apropament, eth cladista, se base ena compartida de caractèrs derivadi e eth nomentat « principi de parsimònia ». Quan quauqu´un estúdie un determinat èsser, a de distinguir enter caractèrs analogògs (que hèn era madeisha foncion mès an un origen diuèrs, coma era ala d´un insècte e era d´un audèth) que non balhen pas cap informacion fiable deth parentiu e inclús pòrten ar error, de çò que son caractèrs omològs (damb eth madeish origen, encara qu´agen foncions plan diuèrses, com eth nòste braç e era ala d´un audèth). Aguest estudi se hè mejançant era anatomia comparada, era embriologia (estudi deth desvolopament embrionari), eca. Un viatge plaçadi es caractèrs omològs, portadors dera vertadèra informacion filogenetica (de parentiu), se cerquen parions d´espècies que les compartissen, lo qu´indicaràn qu´an un auantpassat comun e que per tan son parentes. Aguesti caractèrs derivadi e compartidi se nomenten sinapomorfies e en eres ei era basa, eth bastiment de filogènies que representen parentiu enter espècies. Damb tot eth lòt d´espècies e de caractèrs se bastissen arbes (cladogrames) mejançant sofisticadi programes d´ordinador, que trapen de mendre longitud (mens quantitat de cambis enes estats deth caractèr) jos era assumcion de qu´era evolucion seguís eth camin mès cuert possible (ei eth nomentat Principi de Parsimònia). Açò ei discutible en fòrça casi, mès òc que semble certan que, en teoria, era ipotèsis mès simpla ei tostemp era qu´a mès possibilitats d´èster certana o èster mès facillament comprovable o desmentida.

Morfologia extèrna: Entar estudi deth grad de diferéncies enter diuèrses espècies s´estúdie tota ua sòrta de caracteristiques extèrnes ; metem per exemple, numeròs de diuèrsi tipes d´escates, diuèrses mesures de parts corporaus, eca. Aguestes mesures o numeròs pòden comparar-se dus a dus mejançant espròves estadistiques coma eth test T o er Analisis dera varianta, que mos dirà s´existissen o non diferéncies a tier en compde (estadisticament significatiues) ;o ben, agarrades totes sampar, mejançant un tipe d´analisis estadistic nomentat moltivarianta, que

pren un gran numerò de donades e les analise totes ath madeish viatge, en tot balhar-mos ua estima des diferéncies globaus enter es mòstres considerades en forma de distància (un numerò).

Passem a veir quines son es caracteristiques dera cernalha aranesa en toti es sòns caractèrs.

Biometria e folidòsis (mesures e escates): Es tecniques d´estudi basades ena morfologia extèrna hèdes a servir (biometria e folidòsis, ei a díder, mesures de parts deth còs e compdar escates) mos permeten distinguir era existéncia de tres morfoespècies diuèrses enes Pirinèus : *Iberolacerta aranica* (Arribas,1993) ; *Iberolacerta aurelioi* (Arribas,1994) ; e *Iberolacerta bonnali* (Lanz,1927) (fòtos 1 ara 9). Es caracteristiques damb màger capacitat discriminatiua enter taxons (espècies) son dorsàlia (numerò d´escates dera gòrja en uns, compdada lineau des dera sinfisis mentoniana enquiath colhar dera gòrja), ventràlia (numerò de hilères d´escates en ua compdada des deth colhar enquiàs escates perianals, ath long de tot eth vrente) e eth diamètre relatiu dera escata timpanica (ena part laterau deth cap, lèu a meitat de camin enter eth uelh e eth timpan).

Iberolacerta aranica se distinguís per auer un gran diamètre dera placa masseterica e nauti valors de puntejat vrentau, e es valors mès baishi de dorsàlia, vrentàlia, circomanàlia e longitud relatiues des membres anteriors e posteriors (veir apendix ath finau deth libre damb era ficha tecnica resumida dera espècia). Usuaument, era cernalha aranesa presente ua configuracion plan caracteristica ena airau temporau, enes dus costats deth cap, camb tres granes escates (maseterica, timpanica e ua grana temporau entermieja) (fig.1 e fòtos 1 ara 3).

Iberolacerta aurelioi, era cernalha paralhesa, se caracterize per presentar valors nauti de taques en vrente, e (ath contrari qu´era cernalha aranesa) tanben gulària, dorsàlia, e vrentàlia ; e valors baishi deth diamètre relatiu dera maseterica e era timpanica (non son pas estonantes es airaus temporaus compausades sonque per escates petites e parières, sense plaques granes diferenciades) (fig.2), auséncia generalizada deth contacte enter es escates pòst-ocular e parietau e mendre numerò de circomanals e de pòros femoraus. A mès d´aguesti caractèrs estudiadi, aguesta espècia pòt distinguir-se de seguida peth sòn vrente auriò, que manque enes autes dues espècies (fòtos 7 ara 9).

Iberolacerta bonnali, era cernalha pirenenca, presente valors entermiegi enter es extrèms de variacion aucupadi per *I. aurelioi* e *I. aranica* (fig.3 e fòtos 4 ara 6).

Es tres espècies mòstren ua bona discriminacion enter eres e en basa ad aguesti paramètres morfologics, superiori en toti es casi ath 75 %. Açò vò díder que damb aguesti critèris, mès de tres quarts des exemplars pòden èster diferenciadi sense error. Era mielhor discriminacion ei entà *I. aurelioi*, dera qu´apenes se confonen exemplars damb es autes dues espècies. Entre *I. aranica* e *I. bonnali* existís ua discriminacion mès imprecisa, encara que tostemp superiora ath 75% e mès accentuada enes mascles.

Se s´amassen es poblacions de cernalhes pirenenques (diuèrsi massís) s´advertís ua separacion clara des mòstres en tres grops que corresponen damb

es tres espècies coneishudes. Totes es poblacions estudiades laguens de cada espècia s´amasse a distàncies (mesures dera divergéncia morfologica enter es mòstres) que van desde 3.76 a 8.9, mentre qu´es dues espècies morfologicament semblantes, *I bonnali* e *I aranica* s´amassen a 22. 97, ua distància plan considerabla. Posteriorament, eth grop format pes dues s´amasse a *I. aurelioi* a ua distància de 45.27.

Enes femelhes eth patron de diferenciacion enter es poblacions ei parallèl ath des mascles, mès es diferéncies non son pas tan mercades. Atau donques, era diferenciacion enter poblacions dera madeisha espècia va desde 1.85 a 6.36, mentres qu´eth valor minim enter espècies ei sonque un shinhau superior (7.94, entre *I. bonnali* e *I. aranica*).

Es distàncies d´agregacion des tres espècies enter eres òc son fòrça nautes e confirmen sòn estatus de morfoespècies ben diferenciades. Resulten particularament significatiues es nautes distàncies (d´enter es mès granes de tot er ensems) que se dan ena zòna de confluéncia des tres espècies enter poblacions vesies que pertanhen a cadua d´eres : Maladeta-Aigüestòrtes (*I.bonnali*), Val d´Aran (*I. aranica*) e Mont-roig (*I. aurelioi*), que formen un triangle de solet uns 25 Km. de costat enter eres.

Curiosa, era distància enter poblacions de cernalhes geograficament vesies de Maladeta-A.Tòrtes (*I. bonnali*) damb es deth Massís de Maubèrme (*I. aranica*), encara que mendre enter aguestes dues espècies, ei plan nauta lo qu´indique ua clara separacion enter espècies. En cas des femelhes, era diferéncia enter era dera Val d´Aran (*I. aranica*) e Maladeta-A.Tòrtes (*I. bonnali*) ei un shinhau baisha, mès, mès grana que quinsevolha distància enter poblacions de *I. bonnali*.

Atau, donques, era biometria e folidosis mos mòstre ua semblança màger enter era cernalha aranesa e era pirenenca, que damb era cernalha palharesa. Era palharesa e era aranesa mòstren es caractèrs mès divergents en folidosis (numeròs d´escates) de tot eth Pirinèu, es mès nauti e mès baishi respectiuament, d´aquiu qu´era cernalha aranesa, damb numeròs plan baishi d´escates age aguest aspècte « graüt » ara prumèra uelhada, damb pògues escates e molt granes respècte a d´autes espècies.

Pera coloracion, era cernalha aranesa tanben ei mès similara ara pirenenca, es dues son de color mès ben gris ena esquia e blanquinós ena part inferiora, freqüentament damb dues hilères de petites taques juxtapausades enes dus costats dera zòna vertebrau. Totun diferissen ena forma e dispausicion des escates dera zòna temporau (enes costats deth cap), era escata anal (fòrça ampla enes pirenenques e mès cuerta ena aranesa), era puntuacion vrentau (mès abondosa ena aranesa). Era cernalha palharesa ei mès diferenta, ei marronosa (non pas grisa) ena esquia, es punts dorsaus se son presenti son petiti e son esparcidi pertot eth tracte dorsau (non pas alinhadi) e, çò mès important de tot, ei d´un viu color auriò, a viatges pòt arribar ar iranjat, pera part inferiora. Sonque era forma cuerta dera escata anal e era profusion de taques neres en vrente l´apròpen ara cernalha aranesa. (veir per exemple, es fòtos 1 ara 9).

Morfologia intèrna: Ues autes caracteristiques extèrnes o intèrnes que se considèren laguens dera morfologia mès que se comparen « a uelh », ei a díder, sense mesures ne numeròs, ei era osteologia (estudi des uassi e era sua forma) e er estudi dera morfologia genitau (es « emipenis ») des que parlaram de contunh.

Osteologia (er esquelet): Er estudi des uassi e era sua forma (osteologia) gaudís d´ua longa tradicion en zoologia (era sciéncia qu´estúdie es animaus). Aquera tradicion a eth son origen enes tempsi antics, a on a mès der aspècte fisic non existien pas ues autes tecniques sofisticades entà cercar parentius enter es animaus. A ath sòn favor eth hèt d`èster dirèctament comparable damb es fosils e qu´en tèrmes evolutius, era seleccion naturau qu´exercís er ambient enes parts intèrnes non ei cap tan fòrta coma posque èster enes intèrnes. Dit de ua auta manèra, un animau de color extèrn cridaire ei facilment depredat, mentre que cambis en sòn interior (o era sua manca) no influïssen pas en exit der superviuença o dera reproduccion des individus.

Es animaus d´espècies plan propdanes an esquelets e uassi individuaus practicament indistinguibles enter eri. Un lop e un gosset (qu´ena realitat serien era madeisha espècia biologica), o un tigre e un leon (espècies propères), son virtuaument indistinguibles. Sonque mesures plan detalhades e comparances permeten separar-les. Son diferéncies quantitatiues mès non pas qualitatiues.

Es cernalhes, encara que siguen de genres diferenti, an molt pògues diferéncies e sonque un especialista pòt distinguir-les, e encara atau, per auassi concrèti. En nòste cas, es tres espècies pirenenques de cernalhes de nauta montanha se distinguissen de forma sense equivocacion per ua combinason de caracteristiques des uassi que barren per darrèr era orbita oculara (pòstorbitau e pòstfrontau)(fig.4).

Iberolacerta aranica se caracterize laguens deth grop d´espècies pirenenques per presentar ben desvolopades tant eth procés devantodistau deth pòstfrontau coma eth devantomediau deth pòstorbitari (fig.4 : BA, Varradòs ; OR, Orla), e pera possession de clavicules dubèrtes (marginades), damb ua fontanèlla estenau ovau o arredonida ben desvolopada (fig.5 ; coma fig.4). *Iberolacerta bonnali* se caracterize, laguens deth grop pirenenc, per auer desvolopat eth procés devantodistau deth uas pòstfrontau e era manca d´un procés devantmediau deth uas pòstorbitari (fig.4 : BI, Bigòrra ; MP, Mont Perdut ; PO, Posets ; MA, Maladeta). A mès a clavicules dubèrtes (marginades) e fontanèlla esternau ovau o arredonida ben desvolopada (fig.5 : idem fig.4). *Iberolacerta aurelioi* se caracterize ath sòn viatge pera manca d´andús procèssi (tant eth deth pòstfrontau coma eth deth pòstorbitari) (fig.4 :MR, Mont- Roig ; PE, Pica d´Estats ; AND, Andòrra), pera possession de clavicules barrades (marginades) e era freqüenta manca de reduccion dera fontanèlla esternau (fig.5 : idem fig.4).

Morfologia genitau (« emipenis ») : Er estudi des òrgans genitaus en zoologia a ua istòria similara ara des uassi. Cercar es caracteristiques morfologiques que non siguen pas excessiuament influenciades, ei a díder, molt controlades de forma inmediata pera Seleccion Naturau, e que mostraràn similituds enter espècies emparentades, encara qu´eth sòn aspècte extèrn (per víuer en abitats diuèrsi) siguesse

tanben plan diferent, a portat ar estudi anatomic classic der aspècte (era forma e tamanh) des òrgans genitaus d´espècies emparentades.

Era morfologia genitau s´a hèt a servir desde temps endarrèr coma ua hònt de caractèrs sistematics utils entà desvolopar e provar ipotèsis filogenetiques en un ample numerò de grops taxonomics. Exemples d´açò son es estudis dera morfologia der «*edeago*» des insèctes, eth bacul enes mamífers, eth gland deth penis enes tortugues e micromamífers, er emipenis en sèrps o ludèrns, eca.

Eth principau interès der estudi dera genitàlia radique ena sua supausada indepenença des pressions evolutiues qu´afècten as auti caractèrs, per lo que se pense qu´espècies propdanes emparentades compartiràn ua morfologia genitau semblanta, indepenentament de que pressions evolutiues hèsquen plan diuèrses es sues morfologies extèrnes, lo que permitís reconéisher parentius inclús enter espècies separades en un passat mès o mens luenhant. Ara invèrsa, pòden diferenciar-se pes sues genitàlies, diferentes entà esvitar era ibridacion.

Se pense qu´era enterdepenença de forma enter es òrgans reproductors masculins e femenins se correspon damb un modèu de « clau e sarralha ». S´un animau patís (metem per cas ua mutacion) un cambi de patac de forma, es sòns genitaus non encastren pas enes des femelhes e ei per tant excluït dera reproduccion. Açò ei discutible pr´amor qu´era ibridacion enter espècies diuèrses, encara que non molt estienudes pr´amor qu´es pròpries espècies tendissen a esvitar-les, ei fòrça freqüenta. Un inconvenient grèu der assumte ei que mentres qu´en Entomologia (estudi des insèctes) ei plan hèt a servir ja qu´era « genitàlia » conten pèces dures facillament reconeishudes, en vertebrats sòl èster trenda e deformabla en animaus conservadi e per tan de dificil comparança.

En cas des sauris coma era cernalha aranesa (e parièr qu´enes sèrps) eth numerò de emipenis ei de dus, des que ja tractaram en parlar dera biologia dera espècia). Se formen des der embrion, en que pòden apreciar-se pr´amor son en exterior. Abantes de néisher se retrèn entar interior gràcies a un muscle retractor. Quan er animau les va a hèr servir, eth muscle retractor se relaxe e es teishits s´aumplissen de líquid entà entrar en ereccion.

Se pòt comparar eth sòn tamanh, aspècte extèrn e proporcions (fig.7) atau coma era forma dera microornamentacion genitau. Ues petites papiles mocroscopiques que coma es dera nòsta lengua, curbissen es lòbuls der emipenis.

Er estudi dera morfologia genitau e era sua microornamentacion mos mòstre qu´encara que non sòlen existir pas diferéncies notables enter espècies propères de cernalhes, existissen bères petites diferéncies enter es tres espècies pirenenques de *Iberolacerta* (fig.8).

A tamanhs equivalenti, *I. aurelioi* a er emipenís significatiuament mès petiti que *I. aranica* e *I. bonnali*. Aguesta darrèra presente uns pòts (rebaubes) màgers enes costats deth horat espermatic. Es dues caracteristiques semblen auer apareishut dempús dera sua especiacion (separacion) der auantpassat comun, e en cas deth tamanh redusit der emipenis ena cernalha palharesa, poirie tractar-se d´un desplaçament divergent de caractèr (ei a díder, cambi ena morfologia d´aquera

« clau- panh ») entà esvitar era ibridacion damb *I. aranica* pendent bèra fase de contacte enter aguestes espècies en passat.

Era microornamentacion der emipenís (fig.9) ei clarament coroniforme (ua estructura cuerta damb papiles, coma ua « anemona », damb un penduncle e ua corona de prolongacions ena sua punta) ena *I. aurelioi*, e generaument espiniforme (en forma de espia o dit) en *I. aranica* e *I. bonnali*, encara qu´a viatges apareishen bèri uns qu´apunten entà un modèu coroniforme enes dues espècies. Semble qu´er espiniforme ei un pas prèvi ena formacion deth mès complèxe coroniforme e ena màger part d´ individus aguest procés ei incomplèt e quede arturat ena fase de prolongacions alongades.

Genetica: Campant enes intimitats dera vida

Eth DNA o acid disoxirribonucleïc que se trape en nuclèu de totes es cellules e en bèri organuls coma es mitocondries (organuls respiratòris, a mòde de centraus energetiques en tot tipe de cellules) e plastes (organuls fotosintetics des cellules vegetaus), ei era hònt d´informacion dera que gessen totes es instruccions de bastiment e foncionament des èssers vius.

Eth DNA ei compausat per quate tipes de nucleotids (acids nucleïcs), que se identifiquen damb es letres A (adenina), G (guanina), C (citosina), e T (timina). Mejançant era combinason d´aguestes quate letres se codifique era informacion d´absolutament totes es foncions der èsser viu. Desde com s´an de sintetizar totes es parts cellulares, com s´associen en teishits, òrgans, sistèmes, quan e com foncione cada causa, coma s´agranir-se´n es diuèrses parts, a mès des caracteristiques deth caractèr individuau de cadun. Absolutament tot açò se tròbe codificat mejançant combinasons d´aguestes quate letres, parièr qu´era informacion en informatica se codifique tota en forma d´uns e zèros (sistèma binari) en classadors damb instruccions. Ei lo que se nomente genotip, que poiríem comparar a un programa d´ordinador, mentres qu´eth resultat de çò codificat en aguest genotip ena sua enteraccion damb eth mèdi ambient, ei lo que vedem externament, eth fenotip. Atau donques, fenotip, qu´ei çò que vedem, ei eth resultat dera enteraccion de genotip damb eth mèdi ambient. Es caracteristiques de genotip se transmitissen as descendenti, mès non pas es deth fenotip. Ua persona de raça caucassica (blanca) que hèsque un trebalh fisic gran e dehòra, serà musculosa e morena, mès es sòns hilhs non eredaràn pas n´eth ton brun de pèth, n´era musculositat (caracteristiques fenotipiques), pr´amor que son eth resultat dera interaccion deth sòn genotip (potencialitat de bronzejar-se e de desvolopar era musculatura) damb eth mèdi ambient (condicions de trebalh fisic fòrt e intensa radiacion solara qu´efectivament desvolopen aqueres capacitats).

Lo qu´ei vertadèr ei qu´era Seleccion Naturau trebalhe sus es fenitops e eth sòn comportament dauant es condicions deth mèdi, en tot seleccionar aqueri genotips subjacenti que mielhoren caracteristiques de responsa, e agen dauant er estat actuau der ambient.

Totes es cellules d´un còs, absolutament totes, an en sòn nuclèu tota era informacion entà fabricar e hèr foncionar aqueth còs. Atau, ua neuròna (ua cellula

deth cervèth), non sonque a era informacion entà transméter er impuls nerviós e víuer (informacion que hè a servir), senon qu´a ua grana quantitat d´informacion que non hè pas a servir e pòt anar desde coma a de nadar un espermatozòïde, en tot passar per lo qu´a de sintetizar ua cellula deth pàncrees, enquia a on e coma a de formar-se un braç d´un embrion.

Un aute fenomen curiós ei qu´a mès de que cada cellula hè a servir ua petita part de tota era informacion que conten, era màger part deth DNA non servís pas enta arren. Se mos endonviam qu´auem un programa d´ordinador coma un paquet estadistic e que d´eth sonque hèm a servir pògues causes (causa plan freqüenta, e qu´ei analòga de lo que les passe a cada tipe de cellula concrèta, que sonque hè ua o ues pògues foncions) e que, a mès, cada viatge de temps en temps se mos espatle bèra causa, en compdes de borrar-lo sancer e tornar-lo a installar, lo tornèssen a grabar sancer ath costat, atau auríem dues còpies, ua sancera e era auta lèu sancera. Donques ben, açò ei lo que hèn es cellules. Eth DNA »espatlat » non se destruís, s´acumulen còpies lèu sanceres de gens a on se balhen mutacions que non influïssen en aarren pr´amor simplement non son pas en foncionament. Atau entre seqüéncies repetides « a lo pèc » coma « …cacacacaca… » e de foncion escura (cridades DNA satellit), còpies sanceres o lèu sanceres de gens complèts, doplicacions, introns (virus o fragments de DNA estonant que s´installen en nòste genoma en tot produsir causes tan curioses coma es borrugues, e que son hloishi qu´en compdes de contagiar coma hèn d´auti virus, se repliquen sonque ath madeish temps qu´eth DNA damb era esperança de passar a ua auta generacion quan i age descendenti), oncogens (aguesti terribles pòden èster dromidi mès dauant determinades circonstàncies, s´activen e produïssen un càncer) eca… eth DNA ei plen d´informacion inutila que non va enlòc.

Aqueth DNA que se trape en quinsevolh cellula ei eth resultat de mils e mils d´ans d´evolucion (tanben era acomulacion de parts inutiles e des « òcupes » coma es virus o plasmids que se mos pugen en marcha) e per tant ei diferent entre es diuèrses espècies o irrepetible entà cadua d´eres. En principi, coma ja auem dit, era Seleccion Naturau seleccione genotips, mès era hònt de variacion naturau ei era aparicion de cambis en aquera seqüéncia de quate letres, es nucleotids. I aurà cambis que non afècten pas en arren e aquiu queden, mès uns auti afectaràn a ua seccion importanta e an fòrça muneròs entà hèr qu´aquerò dèishe de foncionar corrèctament, en tot èster per tant contra seleccionadi aqueri genotips rapidament. Bèri auti, pògui, supausaràn lèu per error ua mielhora, e seràn favorablament seleccionadi, per lo que damb eth temps se haràn mès e mès abondosi.

Se mos centram en prumèr cas. Era màger part des mutacions (cambis en ua o mès letres) non afècten pas en arren important, ben perque afècten a còpies que non son cap en usatge o ben pr´amor bères combinasons de letres pòden sintetizar lo madeish. A fòrça d´acumular-se cambis, se nosati seqüenciam un determinat fragment de DNA (metem per exemple un gen) era probabilitat de que i age mès cambis puge damb eth temps. Atau, mesurant eth numerò de cambis entre dues poblacions animaus sabem eth temps que hè que se separèren d´un auantpassat comun (en açò se base era seqüénciacion deth DNA e eth « relòtge evolutiu » o « relòtge molecular »).

Electroforesis (diferéncies enes proteïnes) : era tecnica mès primitiua e que se hège quan eth DNA non ère pas accessible dirèctament, ei era d´estudiar e identificar proteïnes en tot diferenciar-les mejançant eth comportament d´aguestes dauant un camp electric. Aguesta tecnica, cridada electroforesis, permet distinguir proteïnes diuèrses (procedentes per lo tan de diferentes variantes deth madeish gen) e atau inferir eth grad de diferéncies enter espècies. Cadua d´aguestes variantes pòt èster estudiada ben de forma fenetica coma distàncies o ben de forma cladista, en tot hèr servir cada varianta de proteïna coma un caractèr diuèrs.

Eth desvolopament dera genetica bioquimica, en particular era electroforesis de proteïnes, a permetut quantificar era variabilitat genetica enter poblacions e traçar parallelismes enter es procèssi de diferenciacion genetica e d´especiacion. Era electroforesis a demostrat èster ua tecnica plan utila en estudis sistematics e taxonomics a nivèus que van des dera poblacion enquiath de genre. Proporcione informacion genetica que permet estimar era fragmentacion laguens d´un taxon, encara qu´aguesta informacion non quadre pas damb era evolucion morfologica.

Es divergéncies genetiques pòden dar-se coma numerò d´*alèls* diferenti o coma ua distància genetica, lo que mos permet inferir un temps pròplèu de divergéncia (arturament de fluxe genetic) enter taxons, mejançant çò que se nomente « montra moleculara », que se base en supausat de qu´es mutacions son neutraus e que constituïssen un procés estocastic, mès similar ath fenomen dera descomposicion radioactiua qu´a un metronòm de ritme mès o mens uniforme.

En cas des cernalhes pirenenques (fig.10), amassant es espècies mès o mens relacionades en foncion dera sua distància genetica (D nei : Distància de Nei), era espècia mès diferenciada de totes ei *Iberolacerta* ei era cernalha croata (*I. horvathi*). Era distància genetica miejana respècte ara rèsta d´espècies iberopirenenques ei de 0.75, lo que correspon a uns 3.7 milions d´ans de divergéncia (era referéncia ei ua equivaléncia 1 unitat Dnei = 5 milions d´ans, encara que cau díder que se quede FÒRÇA cuerta ena estima de divergéncia, ara enguarda des datacions procedentes dera seqüénciacion de DNA e estudi des microsatellits).

Laguens des espècies iberopirenenques, era mès diferenciada en analisis electroforetic ei era cernalha aranesa (*I. aranica*), pr´amor qu´eth dendrograma resultant mos dèishe ad aguesta espècia coma fraia de totes es autes d´aguest grop (fig.10). Aguest resultat ei susceptible d´èster mau interpretat, pr´amor que *I. aranica* constituís amassa damb *I. bonnali* e *I. aurelioi* un grop naturau. Totun, òc que mos indique qu´er isolament e diferenciacion de *I. aranica* pòt èster lèu tant antica coma era pròpria diferenciacion des dus grops (iberic e pirenenc). Per açò, mos shaute mès préner es distàncies genetiques sonque com referéncies dera diferenciacion relatiua entre taxons e non pas dera succession de fenomens d´especiacion. Ara enguarda deth grad de diferenciacion enter eth grop pirenenc e er iberic, semble rasonable creir que ja deuien èster diferenciades des d´abantes der inici deth Pleistocen (Dnei = 0.41 de mieja enter es grops, temptatiuament 2.05 milions d´ans), encara qu´era datacion resultanta tanben se quede a totes es lums plan cuerta.

Iberolacerta aranica comence a diferenciar-se plan lèu der auantpassat comun de *I. aurelioi* e *I. bonnali*, hè apruprètz entre 2.25 e 1.55 (mieja de 2) milions d´ans

respectivament (Dnei =0.45 respècte a *I. bonnali* e Dnei =0.31 respècte a *I. aurelioi*) en tot coïncidir damb es fases iniciaus deth Pleistocen mentres qu´aguestes darrères dues espècies s´aurien diferenciat hè 450.000 ans (Dnei =0.09 entre *I. aurelioi* e *I. bonnali*) pendent eth Pleistocen Miei. Era distància genetica entre *I. monticola* e *I. cyreni* ei Dnei =0.20 (que corresponerie a un milion d´ans, tanben fòrça infravalorada, ena nòta opinion).

Seqüenciacion de DNA (diferéncies en materiau genetic): Era seqüenciacion deth DNA ei era tecnica qu´a remplaçat enes darrèris ans ara electroforesis, e coma aquera, es sòns resultats pòden estudiar-se de forma cladista, en tot tractar cada posicion en DNA (nucleotid) com un caractèr, o es diferéncies globaument en forma de distàncies.

Era seqüenciacion pòt hèr-se damb es gens nuclears, que se manifèsten en fenotip e per lo tant a mès de recombinar-se son susmetudi de forma indirècta ara pression dera Seleccion Naturau ; o ben mejançant gens mitocondriaus, qu´entà codificar sonque ua sèria de foncions d´aguest organul, son pòc influïdi per exterior e evolucionen mès rapida e liurament per mutacion. A mès, coma eth « zigòt » (era prumèra cellula de quinsevolh organisme, procedent dera union d´un ovocit e un espermatozòïde) ei en realitat eth ovocit sancer damb eth higit dera còpia deth DNA que portaue er espermatozòïde, es mitocòndries (e per tant eth DNA mitocondriau) s´erede sonque per via matèrna. Cadun de nosati, òme o hemna, a eth DNA de sa mair en totes es sues mitocòndries, qu´ei ath sòn viatge eth dera sua mair-sénher matèrna, era sua mair-sénher vielha matèrna, eca… e atau enquia a on volesquem, damb es possibles mutacions pertenentes.

Er ahèr da jòc, pr´amor gràcies ad aquera eréncia matèrna se pòt campar causes tan pintoresques com a on raptauen es viquings d´alavetz as sues hemnes o qui ère era femelha d´ua determinada ibridacion enter espècies en passat. Com exemple d´açò darrèr meteram eth cas des espècies de cernalhes partenogenetiques deth Caucas deth genre *Darevskia*, plan semblantes as nòstes. Aquiu existissen aumens sèt « espècies » partogenetiques, ei a díder des que sonque existissen femelhes. Son totes femelhes que meten ueus sense intervier cap mascle e gessen pichons (femelhes, per supausat) absolutament identiques ara sua mair. De hèt, cadua d´aqueres espècies s´originèc per ibridacion enter dues espècies normaus (bisexuaus), e pòt èster compausada per un o quauqui clons qu´aumens compartissen era madeisha combinason d´espècies ena ibridacion originau. De hèt ja se campèc per morfologia e sustot per electroforesis qu´èren ibrides, mès gràcies ath mtDNA s´podut saber de quina espècia ère era femelha originau que mejançant ibridacion dèc lòc ath clon qu´aué consideram com ua « espècia partenogenetica».

Coma contrapunt as gens mitocondriaus, ei bon estudiar tanben gens nuclears entà comprovar que coïncidissen, pr´amor per culpa d´ibridacions en passat o d´auti fenomens, era filogenia procedenta d´estudiar es mitocòndries poirie non èster pas era madeisha que mos emposse er estudi deth nuclèu.

Es diferéncies genetiques trapades ena seqüenciacion deth gen mitocondriau 12SrRNA son apruprètz d´un 2% enter espècies pirenenques (fig.11). Açò vò díder qu´era sua diferenciacion se remonte segontes aguesta tecnica e aguest gen a uns

2 milions d´ans, ei a díder, ar inici des glaciacions pleistoceniques. Segontes eth metode d´agregacion (distància o parsimònia- minim numerò de cambis possibles) era espècia mès diferenciada varie. Damb eth prumèr, per distàncies ei era cernalha pirenenca era mès diferenciada (fig.11), mès açò non ei pas tan clar se campam es diodistàncies reciproques enter eres. Concrètament, era diferéncia mès petita ei enter era cernalha pirenenca (*I. bonnali*) e era parlharesa (*I. aurelioi*), que serie de 1.8 % (apruprètz 1.8 milions d´ans de divergéncia) e que maride ben damb es ipotèsis d´abantes basades en oteologia e cariotips. Era distància genetica dera cernalha palharesa ara aranesa, serie de 2.2% (2.2 milions d´ans de separacion enter es poblacions de Barlonguere e Orla- pertanhentes a *I. aranica*. – respècte as de Mont-roig- ja pertenhentes a *I. aurelioi-*). Era diferéncia enter era aranesa (*I. aranica*) e era pirenenca (*I. bonnali*) ei de 2.4 % (2.4 milions d´ans). Se se pren coma critèri er arbe de minima extension, tanben apareish era cernalha aranesa coma era mès diferenciada (fig.12).

Un aute estudi a tier en compde ei eth gen micondriau Cyt b (citocrom b) que lance aguestes diferéncies : 6.2% enter era pirenenca e era palharesa. 7.4% enter era palharesa e era aranesa, e 9.8% enter era pirenenca e era aranesa. Se se pren en ensems es tres gens (Cyt b+12srRNA+Cmos ; aguest darrèr, un gen nuclear d´evolucion molt a plaser), es diferéncies consèrven era madeisha escala reciproca : 2.55 enter era pirenenca e era palharesa, 3% enter era palharesa e era aranesa, e 3.7% enter era pirenenca e era aranesa.

Guaire mès diferenciades apareishen comulables, abantes se deuec talhar eth fluxe genetic e comencèren a diferenciar-se coma espècies diuèrses, atau coma mès importància com termièra biogeografica deuec auer er obstacle que les separèc. En toti aguesti analisis era espècia globaument mès diferenciada ei tostemp era cernalha aranesa.

Ei benben certan qu´era termièra mès importanta ei eth cors deth Garona, pr´amor es diferéncies mès importantes s´acumulen en toti es casi enter era cernalha pirenenca (*I. bonnali*) aué presenta en S e W dera Val d´Aran, ena Maladeta e Aigüestòrtes, e era cernalha aranesa (*I. aranica*) deth Maubèrme e es sòns entorns. Açò deuec passar enter 2.4 milions d´ans (damb eth gen 12s rRNA) o ath torn de 4.2$\pm$1.4 milions d´ans segontes era combinason de toti es gens estudiadi (3.7% de divergéncia). Totes es donades pòden correlacionar-se damb er inici des glaciacions, ei a díder, damb era preséncia entermitenta de glaciar ena Val deth Garona, o damb eth modelatge deth bacin dera Garona qu´ei de finaus deth Terciari ena forma que lo coneishem aué en dia.

Era dusau termièra mès importanta ei era estreta marge “era huelha d´un guinhauet” que separe eth Tuc de Milh deth Bacin de Mont-Roig (aumens, ei era zòna ena qu´actuaument non viu pas cap espècia d´aguest grop de cernalhes), que separe ara cernalha aranesa dera palharesa, eth sòn isolament enter poblacions deuec dar-se enter 2.2 milions d´ans (gen 12s rRNA) e 3.8$\pm$ 1.4 milions d´ans damb eth combinat de gens (3% de divergéncia). Er isolament deu èster relacionat, coma en cas d´abantes damb eth modelatge deth relèu (en tot hèr-se era zòna aupina de tucs fòrça estreta) probablement per accion des glaciars dera nauta Noguèra Palharesa.

Era tresau termièra ei era a Val dera Noguèra Palharesa, tanben glaciar, ua situacion molt semblanta ara Garona, que separèc es poblacions de cernalha pirenenca des dera palharesa hè uns 1.8 milions d´ans (gen 12s rRNA) o ben apròp de 4.2± 1.4 milions d´ans (un 2.5% de divergéncia).

En toti es casi ei clar qu´era marge de diferémcies enter eres ei plan petita, e quedèren isolades "lèu ath madeish viatge" o sigue, ua marge estreta de temps, en generau semble que de forma molt estacada ara dinamica d´aparicion glaciara o de susescavacion per aguesti des nauti bacins dera Garona e era Noguèra Palharesa.

Eth tractament des distàncies mutuales enter espècies pirenenques non resòl pas es relacions de parentiu enter eres de forma inequivoca. Segontes er algoritme d´agregacion (eth metode de bastiment d´un arbe), era cernalha aranesa apareish coma espècia fraia des autes dues (era palharesa e era pirenenca serien mès parentes enter eres) o ben sonque dera cernalha palharesa (en tot èster alavetz era pirenenca era mès diferenciada). Era prumèra ipotèsi: (aranesa (pirenenca+ palharesa) coïncidís damb es resultats mès provables dera oteologia e cromosòmes, mentres qu´era dusau (pirenenca (palharesa+aranesa)) coïncidís damb era der estudi des microsatellits deth DNA. Qui escriu açò, s´incline pera prumèra ipotèsis, encara qu´aquera lèu "sincronicitat" dera separacion, hè pòc important en realitat er orde dera separacion pr´amor qu´en quinsevolh cas passèc damb plan pòc intervau de diferéncia e degut a fenomens analògs e parallèls.

En un estudi en cors detalhat sus era variabilitat bacin a bacin des cernalhes pirenenques (Arribas &Carranza, en prep) s´analise abantes entà cada espècia un fragment compausat d´enquia 2013 parelhs de bases a partir des gens cybt, 12s e 16s damb objècte de dilucidar era orde de separacion des taxons, que demòstre qu´encara qu´era separacion enter es tres espècies ei relatiuament propèra en temps, era espècia basau (era prumèra en separar-se) aparentament ei *I. aurelioi,* mentre que *I. aranica* e *I. bonnali* apareishen com espècies fraies.

Microsatellits (autes regions deth DNA): Er estudi de variacions en aguesti fragments repetidi sense sentit e que semblen non modificar arren e per tan son liures entà comular mutacions, es microsatellits e satellits deth DNA, tanben permeten estudiar diferéncies e per tan temps de divergéncia. A mès , permeten estimar eth grad de variabilitat genetica des poblacions. Totun, se se cavilhe qu´aqueri grads de diferenciacion non sauven pas era proporcionalitat quan se saute a espècies disparières.

Es microsatellits o seqüéncies simples repetides (SSRr) son seqüéncies d´un a sies nucleotids repetidi (en "tandem") qu´apareishen en toti es genòmes tan de procariòtes (bactèries e algues blues) coma d´eucariòtes (hongs, plantes e animaus) estudiadi enquiara data. Son presentes tant en regions deth DNA codificantes coma non-codificantes, e ath long e ample deth panorama des èsser vius.

En cas des cernalhes pirenenques estudiades (D. Fulgione, O.Arribas & G.Odierna. en preparacion) era seqüéncia repetida ei eth dinucleotid TG (timina e guanina). Er estudi pròve que non existís cap fluxe genetic enter es tres espècies pirenenques e qu´aguestes se diferéncien clarament peth sòn genòma.

Er analisis de polimorfismes en *I.bonnali*, *I. aurelioi* e *I. aranica* lance valors de eterocigositat (o sigue, de variabilitat genetica laguens dera espècia) de 0.515, 0.098 e 0.373 , respectivament, significantment baishi en comparança damb autes espècies de sauris, especiaument damb es insulars pr´amor que ja lo an baish, e per supausat plan mens qu´es abituaus enes espècies continentaus. Açò vò díder qu´an ua baisha variabilitat genetica (fòrça baisha ena cernalha palharesa e sonque moderadament baisha ena aranesa), qu´a d´èster conseqüéncia des sues distribucions plan restringides e probablament degut as còths d´ampolha poblacionaus, ei a díder, moments extremadament critics de reduccion poblacionau des espècies. Aguesti còths d´ampolha poblacionaus pòden auer passat tan, pendent es periodes glaciars damb es espècies restringides enes zònes mès favorables e amagades, coma pendent es interglaciars damb es cernalhes acornerades enes tucs des montanhes. Mentre qu´ena cernalha pirenenca era sua relativament acceptabla variabilitat genetica a d´èster conseqüéncia dera sua màger airau de distribucion e dera possibla e mès que probabla existéncia de mès d´un refugi glaciar ena darrèra glaciacion; en cas dera cernalha aranesa e palharesa, encara que damb airines de distribucion comparables en superfície, era situacion ei plan diferenta, pr´amor mentres qu´era aranesa a ua airau fòrça petita, mès compacta e sense poblacions massa isolades, era palharesa se trape plan mès dispèrsa en petites poblacions isolades ath long d´un territòri mès extensiu.

Referent as relacions enter es tres espècies, era cernalha aranesa e era palharesa apareishen coma un shinhau mès relacionades (Drogers= 0.040, Dnei = 0.190) e un shinhau mès diferenciada, era pirenenca (mès sense seguretat, atau e com explicàuem en tèxte sus era seqüenciacion deth DNA) (distàncies enter espècies; pirenenca-aranesa: Drogers = 0.076, Dnei = 0.281). Es diferéncies an segut calibrades per divergéncies en tot datar ath torn d´un milion d´ans (plan mens qu´enes estudis de seqüenciacion deth DNA), e d´aguest grop respècte *a I. monticola* ath torn de 3.5 milions d´ans.

Citogenetica (estudi des cromosòmes): Abantes de qu´es tecniques modèrnes permetessen er accés ath DNA, era sonque via d´accés que s´auie ère ada eth, ère er estudi deth cariotip (ensems o dotacion de cromosòmes caracteristics d´ua espècia). Enquia auançat eth sègle vint, sonque se podie estudiar eth numerò de cromosòmes e era sua morfologia, que servie dempús entà hèr comparances enter espècies. Damb era aparicion de tecniques sofisticades de tincion (nomentades bandegs pr´amor permetien méter en relèu un patron de *bandes tenhides* enes cromosòmes) siguec possible méter ath descubèrt detalhs dera ultraestructura des cromosòmes e es caracteristiques deth DNA que les intègre.

Es cromosòmes non son pas mès qu´eth DNA plan enrotlat e compactat coma se siguesse ua madèisha de hiu, amassa damb proteïnes, eca, que servissen d´estructura deth hilament enrotlat. Normaument eth DNA se trape destacat (desespiralizat) en nuclèu dera cellula, premanit entà èster liejut e parts copiables damb es instruccions pertenentes entà cada organul o foncion en moment precís en que s´a de besonh. Eth hilament de DNA ei tan fin que non pòt pas veder-se damb eth microscopic optic quan ei desespiralizat.

Quan era cellula va a dividir-se (e ac hè plan soent, especiaument en teishits fòrça actius coma era mèussa, era medulla ossosa, eth testicle, teishits en creishement, eca). A de fabricar ua còpia exacta de tot eth DNA entà que cada ua des dues cellules hilhes resultantes age ua còpia pròpria. Prumèr se hè ua còpia identica (en aqueth moment era cellula "mair a eth doble de DNA deth que li correspon) e dempús se premanís entara division. Separar dus hilaments plan longui e enrambolhats non ei pas facil, atau qu´era cellula empaquete eth sòn DNA, coma se d´un traslat de casa se tractèsse, en paquets ben compacti. Aguesti paquets son es cromosòmes, qu´alavetz òc son visibles en microscòpi pera sua grandària e son mès comòdes de repartir enter es dues cellules hilhes. Dempús dera division cellulara (mitòsis) es cromosòmes se desespiralizen, atau que cau localizar cellules en plea division entà poder campar es cromosòmes.

Encara que semble topic didec, es cromosòmes an un shinhau er aspècte de "vèrmes" en microscòpi. Er ensems de cromosòmes d´ua espècia se nomente criotip e consistís en un numerò determinat de cromosòmes diuèrsi (eth numerò aplòïde, n). Coma auem dues còpies de DNA, ua deth nòste pair e ua dera nòsta mair, en realitat, auem dus cromosòmes aparentament parièrs (cromosòmes omològs) de cada (numerò diplòïde, 2au.). Atau, cada hilament de DNA s´empaquete en ua dotacion de cromosòmes: dus hilaments, dues dotacions. Cau díder tanben, qu´encara que parières d´aspècte, cada còpia de DNA (o cada parelh de cromosòmes omològs) pòt auer variantes diferentes deth madeish gen (per exemple uelhs clari – uelhs fosqui). Cada espècia a un cariotip caracteristic e freqüentament damb leugères diferéncies respècte a ues autes espècies mès propdanes.

Atau, recapitulant, podem díder, que tota era informacion entà generar, engrandir es diuèrses parts e hèr foncionar ar èsser viu, se trape en aguest DNA empaquetat, atau coma que se d´un ordinador comprimit en disquets se tractèsse. Abantes de hèr-lo foncionar, cau "installar-lo" e "descomprimir-lo", causa que passe en acabar era division cellulara. Eth numerò de cromosòmes ei plan variable enes èssers vius, e explicar era sua evolucion e significat excedís ad aguesta òbra divolgatiua. Sonque comentar que damb era aparicion des tecniques de bandeg (tincion diferenciau des diuèrses formes de cromatina, ei a díder, estats deth DNA), es cromosòmes d´espècies diferentes pòden èster comparades coma se de còdis de barres se tractèssen.

Er estudi cariotip d´un grop zoologic proporcione importanti caractèrs que permeten er establiment de filogènies enter es diuèrsi taxons (per exemple espècies) que lo compausen. Ara marge der estudi ja classic dera morfologia e numerò de cromosòmes mejançant tecniques de tincion estandar, des dera aparicion des tecniques de bandeg e d´analisis deth DNA, es estudis cariologics an experimentat un important possament que permet era deteccion d´un bon numerò de caractèrs estructuraus des cromosòmes que, mejançant tecniques estandar, se revelauen coma absolutament uniformes, e que permeten un apropament mès prohond ara filogènia (relacions evolutiues e de parentiu) des lacertids. Per aute biais, es diferéncies enter cariotips d´espècies propères en parentiu an metut de relèu era importància des mutacions cromosomiques e er especiau papèr d´aguestes en procés d´especiacion. Des deth

punt d´enguarda, es espècies pirenenques an resultat èster un cas des nomentadi " de libre de tèxte" per lo complèxe des sues mutacions cromosomiques (fusions de cromosòmes d´un solet braç- unibraquiaus o acrocentrics- entà balhar cromosòmes de dus braci –meta o submetacentrics-, nomentades fusions robertsonianes) que semblen auer segut eth motor dera sua rapida especiacion.

Es cariotips des lacertids son compausadi ena inmensa màger part des espècies per 36 macrocromosòmes acrocentrics (d´un solet braç) e dus microcromosòmes (cromosòmes fòrça petits e puntiformes), çò que supause un numerò totau (diplòïde) de 2n=38 cromosòmes (er èsser uman n´ a, per exemple 2n=46, ei a díder, cada un de nosati a 23 cromosòmes procedenti der òvul dera mair, e uns auti 23 der espermatozòïde deth pair). Era pèrta des microcromosòmes ei un caractèr derivat que semble auer auut lòc de forma parallèla en aguestes cernalhes de montanha (*Iberolacerta*) e ena cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*).

Des d´un punt d´enguarda cromosomic, tot er ensems d´espècies iberopirenenques de montanha pòt èster dividit en dus grops: un en que sonque manquen es microcromosòmes e que per tan presente un cariotip de 2n=36, qu´includís *I. monticola, I. martinezricai* e *I. cyreni*; e un aute grop caracterizat per ua dramatica reduccion en numerò de cromosòmes per fusions robertsonianes (ei a díder, un grop naturau, que includís a TOTI es descendenti d´un solet auantpassat comun).

En cariotip de *Iberolacerta aranica*, parièr com passe en lèu totes es cernalhes, mès susvelha!, ath revès de lo que passe enes autes dues espècies pirenenques, mascles e femelhes an eth madeish numerò de cromosòmes. Ena cernalha aranesa tant es mascles com es femelhes mòstren 10 cromosòmes bibraquiaus (de dus braci) e 16 acrocentrics (d´un solet braç), similars as dera cernalha palharesa ena sua morfologia, per lo que deu possedir un sistèma de cromosòmes sexuaus omoformics – de parièr aspècte e eucromatics- constituït d´eucromatina, part deth DNA qu´ei mès actiua e premanida entà transcriuer-se as "ordes" e per tan non semble pas ne susempaquetada ne tenhida de cariotip-) (fig.14).

Mentres qu´enes mamífers com en èsser uman eth sèxe eterogametic (damb dus cromosòmes sexuaus diferenti) ei eth masculin (XY), en tot èster eth femenin omogametic (XX); enes reptils e audèths, eth sèxe masculin es omogametics (ZZ). Com s´asomís que toti es lacertids presenten eterogametia femenina, independentament de qu´aguesta sigue evidenciable citogeneticament (per observacion en microscòpi), se dedusís qu´an d´existir aqueri ZW ena cernalha aranesa. Totun, açò s´aurà de corroborar, pr´amor qu´era proporcion de sèxes neishudi en laboratòri e era presenta ena natura son plan diuèrsi, coma ja explicaram mès endauant.

Aguesti cromosòmes sexuaus omomorfics e eucromatics apareishen tanben ena cernalha cantabrica (*Iberolacerta monticola*) e era batueca (*I. martinezricai*), mentre que son eterocromatics e apareishen diferenciadi en microscòpi ena cernalha serrana (*I. cyreni*), ena cernalha leonesa (*I.galani*), ena cernalha palharesa (*I. aurelioi*), era pirenenca (*I. bonnali*) e era croata (*I horvathi*).

Eth NOR (Organizador nucleolar: zòna tostemp eterocromatica, ei a díder , condensada e que non transcriu pas, mès que s´encargue de çò tant important com era separacion des parelhes de cromosòmes parières- omològues- pendent era

division en dues cellules hilhes ena mitòsis) ei present ena posicion telomerica (o sigue, ena punta deth cromosòma) en braç long deth tresau parelh de cromosòmes omològs (lo que se nomente tipe L,"Large") com enes autes espècies pirenenques. Aguest emplaçament ei eth mès freqüent enes cernalhes d´aguest genre e de d´auti propèrs coma *Podarcis* e *Lacerta*. Excepcions notables laguens *Iberolacerta* son era cernalha batueca (*I. martinezricai*) e era serrana (*I.cyreni*), es dues deth Sistèma Centrau dera Peninsula Iberica, que lo presenten en posicion intersticiau e de tipe MS (ei a díder en un cromosòma mejan o petit, "médium-Small"). Tanben era nòsta cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*) a eth NOR ena darrèra posicion (tipe MS).

Eth bandeg C enes cromosòmes dera cernalha aranesa revèle bandes cetromeriques (deth centromero, era zòna apicau deth cromosòma qu´ei era que rèste en miei quan se fusionen es dus) intenses enes cromosòmes acrocentrics e bandes centromeriques e pericentromeriques (proplèus mès non pas inmediates ath centromero) floishes enes bibraquiaus (fig.14).

Com comparança, podem comentar qu´ena cernalha palharesa (*I. aurelioi*) existissen 26 cromosòmes enes mascles (10 de dus braci, metacentrics o submetacentrics) e 16 d´un solet braç (acrocentrics). Es femelhes presenten 25 macrocromosòmes, 11 bibraquiaus e 14 acrocentrics. Aguesta diferéncia entre es dus sèxes ei deguda ara preséncia de cromosòmes sexuaus deth tipe Z1, Z2W. En aguesta espècia e ena cernalha pirenenca, dus cromosòmes d´un solet braç s´an amassat (un d´eri eth primitiu cromosòma sexuau W d´un braç, com eth de *I. aranica*) e an balhat un cromosòma sexuau de dus braci, çò que hè qu´es femelhes agen en sòn cariotip un cromosòma mens qu´es mascles. Eth bandeg C mòstre bandes centromeriques especiaument intenses enes cromosòmes acrocentrics e pòc mercadi enes bibraquiaus. Bandes pericentromeriques plan pòc visibles apareishen enes prumèri tres parelhs de cromosòmes bibraquiaus. Eth NOR apareish, com tanben ena cernalha aranesa, en posicion telomerica en braç long deth tresau cromosòma bibraquiau (tipe L, un cromosòma des mès longui) (fig.14).

Es mascles de cernalha pirenenca (I.bonnali) presenten 24 cromosòmes (12 bibraquiaus e 12 acrocentrics). Com ena cernalha palharesa, es femelhes presenten cromosòmes sexuaus deth tipe Z1 Z2W, e enes sòns cariotips sonque apareishen 23 cromosòmes (13 bibraquiaus e 10 acrocentrics). Eth cromosòma W ei facilment reconeishut pèr èster eth mès petit des bibraquiaus e diferent deth de *I.aurelioi* pèr èster mès ponin e metacentric e per presentar ua illustra banda tenhida (banda C) en un des braci en posicion subtelomerica (apròp dera punta deth braç). Bandes pericentromeriques pòc mercades apareishen enes prumèri tres cromosòmes bibraquiaus. Eth NOR apareish en tresau parelh de cromosòmes de dus braci en posicion telomerica (tipeL). Ei destacable eth hèt de que se trapèc un ejemplar de cernalha pirenenca deth bacin de Posets damb un cariotip diferent, constituït per 22 cromosòmes, toti eri bibraquiaus e damb eth tresau parelh eteromorfic per diuèrses longàries deth braç long. Aguest cariotip semble derivar deth cariotip normau de *A. bonnali* mès damb sies reordenacions cromosomiques (mutacions!) diuèrses e simultanees, çò que demòstre qu´eth procés de mutacions actiu que pòt balhar lòc plan rapidament a espècies naues en poblacions petites sigue fòrça actiu (fig.14)

BLÒC 2:

Un escenari: Clima e vegetacion enes darrèri 2,5 milions d´ans. Ua istòria deth paisatge aranés

Era diferenciacion des cernalhes pirenenques se remonte ath periode Pliocen, abantes deth començament des Glaciacions Quaternàries, atau que començaram un cuert recorgut a trauèrs des cambis deth paisatge qu´an configurat er escenari dera evolucion dera cernalha aranesa: ua istòria qu´ei era deth paisatge dera Val d´Aran enes darrèri dus e miei milions d´ans.

Paisatges Pliocens: Es Pirinèus tropicaus (5-1,65 milions d´ans)

Pendent eth Pliocen eth nivèu dera mar ère mès naut qu´ena actualitat, atau qu´eth perfil dera còsta, se poguéssem veir un mapa d´aqueth moment, mos susprenerie per presentar-mos un Mediterrani damb es sues platges mès properes as Pirinèus. Era planura der Empordan e part deth Rosselhon èren enhonsadi pera mar. Tanben pè septentrionau des Pirinèus ath sud de lo qu´aué en dia ei eth cors dera Garona èren parciaument aucupadi per transgresions atlantiques. Pera baisha nautada generau, era planura aquitana ère plia de zònes pantanoses. Mès tath sud dera cadia, a mòde d´exemple, era montanha de Montjuïc en Barcelona ère ua ièrla front ara còsta catalana e eth cors baish deth Llobregat ère aucupat per un braç de mar qu´entraue enquia Castell Bisbal, aué tèrra enlà.

Un còp de uelh d´apròp mos revelarie qu´eth relèu des Pirinèus ère un shinhau mès joen qu´er actuau, damb vals mès nautes e tucs mens abruptes, degut qu´era potenta erosion glaciara non auie començat pas a actuar encara.

Era vegetacion pirenenca pendent eth Pliocen presentaue un caractèr practicament tropicau, tanben ena montanha, a on amassa damb espècies aué desapareishudes o caracteristiques de climes mès doci, trapam representanti de genres actuaus mès estonanti ara nòsta flòra. Er ipotetic pis aupin enes montanhes perimediterranèes deuie plaçar-se entre es 3000 a 3800 m. e eth nivèu teoric des nhèus perpetues a 4000 o mès.

Es flòres deth finau deth Pliocen (*Villafranquiense* mejan e finau) mòstren en sud de França e es Pirinèus septentrionaus (lo que probablament ère extensiu ara part baisha dera Val d´Aran) era preséncia d´un clima netament temperat pendent aguest periode, damb estius mès doci qu´es actuaus e es iuèrns pòc rigurosi. Mès

tath nòrd, en centre de França, es faunes e flòres indiquen tanben temperatures superiores as actuaus. Es espècies d´arbes presentes èren surprenentament exotiques, damb sequòies (*Sequoia langsdorffi*) , ciprès des pantans (*Taxodium sp.*), pecanes o jicòries (*Carya sp.*), canèls (*Cinnamomum polymorphum*), pins (*Pinus [Haploxylon]*), stugas (*Tsuga sp.*), o ben es espècies inmediatament antecessores des actuaus, coma hais (*Fagus pliocenica*), casses (*quercus spp*), arces (*Acer spp*), Zelkoves (*Zelkova crenata e Zelkova subkeali*), telhs (*Tilia spp*), bèri abeduts (*Betula speciosa*), auets (*Abies saportana*), castanhèrs (*Catanea atavia*) e dilhèu bèri pins enes tucs mès nauti. Enes vals d´aguesta madeisha zòna se barrejauen amassa damb es ribères des arrius eth vèrn, er arbe blanc canescent, eth herèisho e es sauses, en tot formar bòsqui de ribères com aué en dia. Enes costats mès sequi se trapauen era ausina, eth bois e eth ginebre.

Dera vertenta iberica sonque se coneishen jaciment en Catalonha. En aguesta zòna sita en SE des Pirinèus, eth clima comence damb clar matís tropicau, entà evolucionar a plaser entà un clima moderat suau, semblant ar actuau mediterrani umid des zònes mès baishes, mès, mès umid, damb precipitacions regulares d´apròp de 1000mm, sasons seques plan pòc mercades e ua temperatura mejana ath torn de 18-20ºC.

Per tan se tractaue d´un clima fòrça mès umid que heired, molt similar ath benigne clima actuau des ièrles Canàries, Madeira, Azòres, SE de Nòrd-America, nòrd deth Caucas o es montanhes deth Tibet expausades ara accion monzonica. En aguest extrèm SE des Pirinèus, apareish ua diversitat d´arbes, damb espècies plan semblantes as actuaus, fòrça d´eres sòns es auantpassadi dirèctes: casses (*Quercus drymeja*), platana (*Platanus aceroides*), laurèrs (*Laurus canariensis*), e enzines (*Quercus ilex*), canels (*Cinnamomum polymorphum*) e d´autes espècies mès estonantes coma arces (*Acer trilobatum, Acer decipiens*), escarèrs (*Juglans vetusta, Juglans acuminata*), caquis (*Diospyros anceps, Diospyros protolotus) e Viburnum tinus.*

Enes vals e planhères deth "*piedemonte"* meridionau existien bòsqui damb predomini dera platana (*Platanus aceroides*) amassa damb representati des casses (*Quercus coccifera, Q.charpentieri, Q.drymeja, Q. gmelini, Q. ilex, Q. Meriani, Q. Pseudosuber*), oms (*Ulmus braunii*), pibo (*Populus alba e P. mutabilis*), arbes deth barnís (*Sapindus dubius e S. falcifolius*) e laurèrs (*Laurus canarienses e L. nobilis*), amassa damb tulipifèrs (*Liriodendron procaccinii*), liquidambars (*Liquidambar europaeum*), e sasafràs(*Sassafras ferretianum*). Enes lòcs mès sequi deuie aparéisher ua vegetacion compausada per espècies considerades aué en dia coma mediterranèes (*Quercus ilex, Quercus coccifera, Viburnum tinus*) e enes zònes mès nautes o mès umides auets (*Abies saportana*), hais (*Fagus pliocenica*), castanhèrs (*Castanea atavia)*, escarèrs (*Juglans acuminata*), bois (*Ilex cariensis e I. golpei*), pins (*Pinus palostrobus*), eca. Rèsti polinics meten en evidéncia qu´enes zònes montanhoses mès luenhades existien *Tsuga, Picea, Cedrus,* eca...

En resumida, ena part deth "*piedemonte"* septentrionau pirenenc, s´a postulat era existéncia pendent eth Pliocen Superior d´un bòsc de caractèr oceanic de coniferes damb sequòies e bères ericacees, mentre que se mos vam aluenhant dera zòna atlantica, enquiara part centrau e orientau apareish un bòsc de pins e autes

coniferes damb *Tsuga e Taxodiacees*, en tot èster presenti tanben *Quercus* (casse e enzines), *Tilia* (telhs), *Fagus* (hais) e Juglandacees (dera familha des escarèrs). Ei plan possible qu´en èish dera cadia montanhosa i auesse bòsqui de montanha parièrs as coneishudi enes Aups, damb *Abies, Picea Tsuga, Chamaecyparis, e Keteleeria*. Tanben ei plan possible qu´era deth pis aupin atau e coma lo coneishem sigue finipliocena o pleistocena. Non ei pas facil saber des auantpassdi dera cernalha aranesa se viuien ja en zònes aupines, mès çò de mès probable ei que com es auti membres d´aguest grop de cernalhes, viuessen en zònes forestaus dubèrtes (zònes rocoses en bòsc) de manèra semblanta a lo qu´auué en dia aucupe era cernalha cantabrica (*Iberolacerta monticola*) o era cernalha croata (*I. horvathi*).

Eth començar dera Edat Mieja eliminèc pòc a pòc aguesta flòra de dominacion tropicau, rèsti dera quau son es actuaus genres orofits coma *Ramonda, Iris, Saxifraga, Petrocoptis, Borderea*, eca... separadi des sòns parents des zònes mès baishes parièrament a finaus deth Terciari e que constituïssen lo qu´es fitogeografics nomenten relíquies dera Flòra Arcto-Terciària.

Eth pas d´un regimen climatic de tipe subtropicau a un mès sec e glaciar non siguec pas de patac. Eth deteriorament deth clima se da de forma progressiua e a plaser, en diuèrses etapes des deth Miocen, e ven dera man d´ua baishada ena umitat ambientau en tot mercar es dus ahèrs successius datadi de 3,2 MA e 2,3 MA:

1. Hè 3,2 MA comence ua progressiua installacion dera sequèra estivau e ua clarulha naturau des bòsqui que se repetirie enquia 20 viatges ath long deth Plio-Plestocen. Enquia alavetz es bòsqui pirnencs auien seguit polidi mjès damb er inici deth deteriorament climatic era diuersitat deuec començar a disminuïr. Se passe d´un regim climatic subtropicau damb ua sason seca e ua de ploges a un regim glaciau damb sasons ben diferenciades non sonque per precipitacions senon tanben temperatures, e damb alternança enter periodes glaciars e enterglaciars.

Siguent eth prumèr ahèr, hè 3,2MA comence atau un periode en que dominen es coniferes, essenciaument pins (*Pinus*), mès tanben cèdres (*Cedrus*), e genres exotics coma *Cathaya*; e comence a créisher era representacion de genres tan mediterranèus coma es olivères (*Olea*), pistachos o lentiscos (*Pistacia*), *Philyrea*, enzines (*Quercus*), eca.

2- Dempús, hè 2,3 MA arribe eth prumèr periode benben sec, damb un desvolopament d´estèpes dubèrtes que portèc un cambi qu´amièc ath paisatge pirenenc des deth clima e vegetacion subtropicaus (damb alternança de sasons seques e sasons umides e sense granes variacions dera temperatura) a un de tipe templat, mès similar ath regimen actuau, damb periodes termicament diferenciadi qu´arriben ath maximon enes periodes glaciars (heiredi e sequi) e enterglaciars (moderats e umids, e podem díder que mès qu´eth moment actuau).

Dempús deth dusau ahèr hè 2,3 MA, ena region mediterranèa se da un important auanç ena estepizacion, damb pujada des espècies erbacees (*Artemisia, Quenopodeaceas,* eca)

qu´amassa damb es cupresacees e *Ephedra*, prenen possession de granes superfícies. Atau madeish comencen es prumèri simptomes deth heired qu´a de vier damb eth Pleistocen, e en nòrd d´Euròpa comencen a gestar-se uns paisatges parièrs ara tondra actuau, damb abondoses erisacees, graminaces, e ciperaces. Ena Peninsula Iberica, e Pirinèus, encara dera sua a plaser persisténcia queiguda termica ath long deth Pleistocen Superior, un clima templat, damb iuèrns non guaire heiredi, se mantenguec enquia hè 1.8 MA.

Es dus ahèrs poirien auer actuat de desencadenanti dera especiacion de diuèrses espècies de cernalhes de montanha. Degut a que se tracte d´espècies adaptades a víuer en lòcs relatiuament umidi, eth progressiu deteriorament deth clima e era sequèra an auut er efècte d´isolar poblacions en tot favorir era especiacion. Ena nòsta opinion (veir er apartat de genetica), eth desencadenant des heiredi quaternaris aurien produsit ua separacion de taxons (lèu de 2 milions d´ans segontes eth gen 12s rRNA), mès autes estimacions postulen diferenciacions que van des des 4.2±1.4 milions d´ans entara separacion de *I. bonnali* des autes dues espècies e de 3.8±1.4 MA entara separacion de *I. aurelioi* e *I. aranica*, enquia diferéncies de sonque un milion d´ans segontes era datacion des microsatellits deth DNA). En tot cas, òc se pòt afirmar qu´eth progressiu deteriorament climatic e er inici des glaciacions podie que siguessen motor de tot eth procés d´especiacion enes cernalhes de montanha.

Pleistocen inferior (1,65-078 milioms d´ans).

Ei dificil traçar ua linha termièra enter eth Pliocen Superior e eth Pleistocen Inferior. Er ambient (clima e vegetacion) pòt èster siguesse similar as dus, plan calid e umid en comparança damb eth pas posterior deth Pleistocen.

En çò que tanh ath Pirinèu, er ambient deuie èster plan similar ath que se trapaue ena Cadia montanhosa Cantabrica, qu´ei era sua prolongacion naturau enquiar oèst, lo que vierie a reforçar era preséncia d´aqueres transgressions marines ena zòna des Landes e abondoses zònes pantanoses, damb lo qu´es condicions d´oceneïtat deth clima cantabric s´extierien mès, encara, e de forma mès mercada enquia lo qu´aué ei er interior des Pirinèus. Uns auti autors abòguen pera preséncia de zònes pantanoses e lacs en aguestes zònes deth "*piedemonte*" septentrionau pirenenc, que siguec ua prolongacion mès o mens rècta dera còsta cantabrica, en tot proporcionar ara cara nòrd deth Pirinèu (aumens enquiara Val d´Aran) condicions fòrça doces e oceaniques (encara mès qu´aué en dia), plan similares as que règnen actuaument enes zònes baishes cantabriques o galhègues.

Pendent eth Pleistocen Inferior, es Pirinèus presentauen encara formes mès joenes qu´ena actualitat, damb vals mès nautes (mens prohondes) pr´amor encara non auien segut talhades pes gèus. Entà bèri autors, des deth Tuc d´Anie enquia Andòrra existie un casquet de gèu deth que susgessien es tucs, bères crestes nautes e es aristes des bacins individuaus coma es de Balaitous, Mont Perdut, Maladeta o Montardo. Era termièra altitudinau deth casquet serie ath pè dera montanha ena vertenta nòrd o enes madeishes vals ena vertenta sud…". Aguesta

vision tan “glaciara” d´aguest lèu moment deth Quaternari pirenenc semble plan excessiu ara guarda des donades deth clima e dera vegetacion diponibles. Es glaciars, se reaument existien, non deuien pas èster encara permanenti per debilitat des nautades maximones deth Pirinèu, jos eth regim climatic encara present (en climes subtropicaus eth nivèu des nhèus permanentes se trape per dessús de 4200m).

Eth relèu preexistent se hig ara accion d´erosion e entalhadura des vals pes corsi d´aigua de torrentères e irregulars com esbaussament pendent es enterglaciars e per auanci e endarreriments des gèus pendent periodes glaciars. Aguestes fases de torrentères testimònien mès ben un clima moderat e semiarid.

Era flora deth SE des Pirinèus ei encara de clara filiacion pliocena e de caracteristiques moderades, mès mèrque ja eth cambi des d´un clima subtropicau enquia un mès arid e fresc. Era paleoflora damb representanti arcaïcs que non susviueren pas mès enlà deth Cromeriense (enterglaciau Mindel/Riss) mès damb representanti tanben modèrns que parlen d´un bòsc damb componenti idrofils e termofils. Eth progressiu heiredament supause era practica desaparicion enes Pirinèus d´arbes fòrça termofils coma totes es laurcees, era platana, eth liquidambar, eca…

Per çò que respècte ara fauna, eth Pleistocen Inferior comence damb un recambi faunistic, qu´implique era arribada en Euròpa d´espècies procedentes d´Africa e Àsia, finalizant damb ua dusau renovacion des comunautats de mamifers ja ena transicion en Pleistocen Mejan. Aguesta darrèra afectèc a nombroses espècies, relictes deth Pleistocen e naues pendent eth Quaternari basau, que sigueren substituïdes enes sòns ninchos ecologics per d´autes procedentes der extrèm orientau d´Euràsia.

Ena Peninsula Iberica e Pirinèus, trapam laguens des macromamifers, tres grops de diuèrsi origens pendent eth Pleistocen inferior: A) Un ensems de romiaires originaris d´Àsia. B) Un ensems plan variat d´espècies procedentes d´Africa e C) Un ensems d´espècies relictes deth Pleistocen, coma er os deth Tibet (*Urdus thibetanus*), un tigre de dents d´espasa (*Homotherium latidens*), rinocerònts (Stephanorhinus etruscus) e eth mamut meridionau (*Mammuthus meridionalis*). Es faunes deth Pl. Inferior se caracterizen enter es erbivors sustot pera preséncia deth mamut meridionau (*Mammuthus meridionalis*) e des shivaus estenonins (*Equs stenonis*), espècies qu´entren de plen des deth Pliocen. Tanben apareish eth riconeròn*t Stephanorhinus etruscus* e apareishen es ipopòtams, que manquen enes registres pliocenics. Entre es naui bovidis qu´apareishen en escena son *Capra, Bison e Soergelia*, atau coma er cèrvids *Megaloceros, Dama e Capreolus*. Caracteristics son *Eucladoceros tetraceros e Cervus perolensis*. Entre es carnivors ei present *Pachycrocuta brevirrostris* e eth *Ursus etruscus.* Persistissen *Felis schaubi, Acinonyx, Canis etruscus*, e *Xenocyon rosi* . En uns auti parçans apareishen *Canis lupus mosbachensis, Capra sp*, e *Soergelia*. Entre es rosegaires ei caracteristic *Allophaiomys pliocaenicus* qu´abantes d´acabar eth periode da lòc a uns auti *Microtus* (*s. str*. e *Terrícola*). Recentament a segut trapat eth prumèr jirafid (*Mitilanotherium*) ena transición deth Plioc. Ath Pl Inf. (1.9 a 1.7 MA BP) en Sud d´Espanha (Granada).

Pleistocen mejan (780 000 – 130 000 ans)

Eth Pleistocen mejan abarque eth periode de temps enter 780 000 e 130 000 BP, un periode fòrça petit en comparança damb eth Pleistocen inferior, mès en generau plan important ena evolucion des espècies qu´aué coneishem. Es periodes alternadi de heired e calor son longui, der orde d´uns 100 000 ans de durada. Es periodes moderadi passèren hè uns 600 000 (eth nomentat periode isotopic 15, nomentat atau, coma uns auti periodes isotopics, pr´amor siguec detectat per isotopics de sediments maritims:IS 15), 500 000 (IS 13), 400 000 (IS 11), 300 000 (IS 9) e 200 000 (IS 7) ans BP. Es contrasti climatics deueren èster plan exageradi comparadi damb uns auti moments deth Quaternari, damb maximons de calor e pics de heired jamès artenhudi abantes. Es moments mès heiredi se registren en IS 16 (615 000 BP), IS 12 (460 000 BP), IS 6 (150 000 BP), mentres qu´es periodes mès moderadi sigueren es de IS 11 e IS 9 (veir naut). Eth clima àrtic arribèc pendent es pics de heired enquiara nautada de Londres, es Aups e es Carpatos.

Es periodes enterglaciars revèlen climes sequi e doci parièrs as presenti aué en dia ena vertent sud des Pirinèus, mès aguest viatge en tot desvolopar-se ena planura aquitana, per lo podem supausar qu´es zònes mès seques dera vertenta sud encara deuien èster mès calides (e probablament mès seques) qu´aué en dia. Era vegetación ère de tipe lauriforme (coma era actuau laurisilva canària), e bòsqui decidus encara damb afinitats plioceniques, que se desvolopauen pendent eth enterglaciar, damb *Fagus*, *Rhododendron* de portada arborèa coma es que se dan aué en dia en Imalaya, landes de *Vaccinium* (que se desplaçaràn a zònes forestaus d´auet e a bòsqui mixtes de huelha caduca pendent eth heired deth Mindel), e reapareishen *Pinus, Carya, Pterocarya, Quercus, Agnus, Fagus* e *Betuna* ena vertent nòrd. Parièrament s´a registrat era preséncia de *Taxus, Cupressus, Quercus* –espècies esclerofiles- *Olea* e *Vitis* (qu´indiquen un clima calent e sec). Pendent es periodes doci, coma eth enterglaciar Mindel/Riss, se produsic ua expansion plan notable des faunes e flòres calides enquiath nòrd de França. Bères espècies, com per exemple era vinha (*Vitis vinifera*) o es juglandacees (*Crya* e *Pterocarya*), arribèren a arténher nautades fòrça mès septentrionaus qu´aué en dia, enquia Dinamarca e eth S. d´Anglatèrra.

Des deth Pleistocen Mejan, eth "*piedemonte*" orientau des Pirinèus a conservat un caractèr mediterranèu ena sua vegetacion, sonque alterada breument per moments de mens temperatura o màger sequèra, qu´an portat faunes heiredes que s´an adaptat parciau e breument as condicions d´aguestes zònes.

Entàs defensors des modèus pluriglaciaristes, pendent eth Mindel es glaciars apareishen mès encapçades laguens des vals que ja auien segut escavades pendent eth Günz. Eth casquet glaciar ère mès limitat e digitat a trauèrs des vals e damb petiti glaciars periferics. Mès tucs susgessien per dessús des masses de gèu. Totes es donades s´an de préner damb fòrça prudéncia.

Pendent era glaciacion deth Riss, eth paisatge presentarie ja vals mès prohondes com resultat dera accion des anteriores glaciacions e dera erosion fluvio-torrenciau pendent es anteriors enterglaciars. Es glaciars serien mès petiti en volumen

e per tan mès individualizadi ath torn des grani bacins. Ja non existís pas ua *calòta* glaciar senon "arrius de gèu", damb es lengües glaciares individualizades, coma enes Aups o Imalaya ena actualitat.

Quan ara fauna, apruprètz enquia 0.9 a 0.8 MY BP se balhe ua grana extincion ena airau mediterranèa e comencen a aparéisher plan espècies de mamifèrs procedenti dera franja orientau d´Euràsia, sustot estacada a ambients esteparis. Prèviament ar inici deth Pleistocen Mejan (0.72 MY BP) e just en sòn començament arriben un bon numerò de naui inmigrants: es auantpassadi deth shivau(*Equus caballus s.l.*), dera iena (*Crocuta crocuta*), eth sanglièr (*Sus scrofa*) e es ossi des linhes arctoïde (*U. prearctosarctos*) e speleoïde (*U. deningeri, U. spelaeus*). Desapareishen es tigres de dents d´espasa e apareishen es panterins modèrns coma eth grop deth leon (*Panthera*-subgenre *Leo-spp*) e eth leopard (*Panthera pardus*), e es èssers umans, qu´evolucionèren ena linha H. antecessor- *Homo heidelbergensis* (Achelense)- *H. neanderthalensis* (Musteriense).

Enes paleofaunes deth Pl. Mejan perviuen dus ossi, *Ursus deningeri* e *U. "prearctos"*, eth prumèr balharà lòc en Pl. Sup. a *U. spelaeus*. Tanben conviuen un jaguar (*Panthera gombaszoegensis*) e un leon (*Panthera mosbachensis*, deth grop que darà a *P. spelaea* en Pl. Sup). Susviu en tot eth Pl. mejan eth mastodònt *Paleoloxodon antiquus* e es rossegaires *Allocricetus bursae* (un hamster) e *Microtus brecciensis* (er auantpassat deth *topilho de Cabrera*). Des deth Pl. Inf. enquia entrat eth superior perviuen es rinocerònts *S. hemitoechus* e *S. kirchbergensis*. Apareishen ja *Cervus elaphus, Canis lupus e Equus caballus,* espècies qu´encara susviuen, atau coma er extingit bisont deth bòsc (*Bison schoetensack*i).

Era aparenta paradòxa que se da en jaciments deth Pleistocen Mejan a on apareishen espècies de faunes heiredes, parièr qu´es estudis dera vegetacion mos mòstren era preséncia d´un mantèu de tipe mediterranèu, vierie balhada, un viatge mès, per aquera disincronia en temps de reaccion as cambis climatics enter comunautats animaus (fòrça mès rapides) e es vegetaus (fòrça mès a plaser). Atau donques, faunes heiredes europèes aurien responut (en tot húger) enquiath sur, entara cònca mediterranèa, e en tot adaptar-se temporaument ad aguesti naui abitats abantes qu´aguesti cambièssen.

Parièrament, en cas des audèths, es comunautats des quaus son practicament es madeishes qu´aué en dia, deuien dar-se en aguestes pulsacions heiredes irrupcions brèus d´espècies de tipe septentrionau que conviueren damb es mediterranèes. Probablement toti aguesti desajusti climatics successius produïren cambis enes pautes migradores plan espectaculares e desconeishudes aué en dia, que dilhèu an era sua reminescéncia en rotes de migracion o movements erratics que se dan ena actualitat dauant circonstàncies climatiques excepcionaument extrèmes.

El Pleistocen Superior (130 000- Act)

Se considère Pleistocen Superior ar auantdarrèr enterglaciar (Riss/Würrm o Eemiense) e ara darrèra glaciacion, era mès heireda des tengudes enquia ara (eth Würm o Weichseliense).

Er auantdarrèr enterglaciar: era tranquillitat que precedís ara tronada.

Dempús dera darrèra glaciacion, er enterglaciar Riss/Würm siguec un periode umid e moderat (dilhèu mès qu´eth moment actuau- Holocen-), damb temperatures plan similares o superiores as actuaus, mens extrèmes, e damb màger precipitacion generau. Se pense que desde 130 000 BP a 80 000 BP se produsic era expansion enquiath nòrd des faunes e flòres mediterranèes, enquia arténher posicions notablement mès septentrionaus qu´ena actualitat.

Es reconstruccions des paleotemperatures suggerissen ua diferéncia mejana de dus o tres grads Celsius per dessús des mejanes actuaus, çò que permet supausar qu´era termièra naturau deth bòsc poirie auer-se plaçat enquia uns 400m per dessús der actuau. Es cambis de temperatura deuien èster lèu notables, dera orde de 10 a 12 ºC en tan sonque 5 o 10 ans e durar entre 5000 e 70000 ans, en tot resultar en un clima oscillant e lèu mès irregular qu´eth des darrèri 8 000 ans, encara des sues aparentes oscilacions. Es registres polinics indiquen atau madeish mercadi cambis de vegetacion qu´indiquen oscilacions climatiques mès granes. Moderadament, s´a calculat un increment d´aumens 300 mm de precipitacion e un minim de 2ºC mès qu´ena actualitat, per çò que respècte as condicions des mesi de juriòl e agost, e ara miejana anuau de hè uns 120 000 ans BP.

Era distribucion per abitats des espècies presentes deuie d´èster fòrça similar ara que presenten aué en dia, en tot arténher tanben fòrça espècies latituds plan mès septentrionaus qu´aué en dia. Enes condicions a naut expausades, se favorís er ascens des correges de vegetacion per dessús deth sòn plaçament actuau, çò que provocarie un màger isolament se cau des espècies pròpriament aupines com es cernalhes de montanha enes parts mès nautes des tucs (damb es conseqüéncies previsibles de còths d´ampolha poblacionaus e naut risc d´extincion).

Enes Pirinèus pendent aguest temps i auec oscilacions en grad de desvolopament des bòsqui de casse e dèc era tornada ara vertenta sud des espècies mediterranèes (*Quercus ilex, Buxus sempervirens, Vitis sp., Olea europaea*, eca). Ena vertenta nòrd dominèren es espècies caracteristiques dera vegetacion moderada oceanica, damb un bòsc mixte de casses, mentres qu´enes vertentes meridionaus s´installèc ua vegetacion mediterranèa arrica en plantes lauriformes e estèpes en bères zònes.

Concretament, ena Nauta Garona existie un bòsc mesotermofil (temperat-moderat e umid), que dempús dèc pas a un bòsc caducifòli damb auerassèrs e pins (temperat umid).

Eth finau d´aguest darrèr enterglaciar semble auer segut plan abrupte, en tot entrar en ues condicions totaument glaciares en uns 150 ans.

Eth gran heired: Era glaciacion Würm

Pendent era darrèra glaciacion (coneishuda com Würm ena nomenclatura aupina), ei dilhèu que s´artenheren es màgers nivèus de heired e aridesa de tot eth Quaternari, e ei, sens dubte, damb fòrça era mielhor coneishuda. Enquiàs 75 000 BP podem considerar que s´inicie era que se considère era darrèra glaciacion, era

de Würm, que compren quate periodes plan heiredi, que s´enumèren deth I ath IV damb chifres romanes, separadi per enterestadi mès templadi enter eri.

Era modificacion ena extension des continents, era influéncia des granes masses de gèu e era distribucion des temperatures marines deuec influïr en comportament dera maquinària climatica en tot er emisfèri nòrd.

Eth clima deuec èster tremendament heired e arid. Totun, e sense entrar en detalhs, se podem díder que pera situacion meridionau des Pirinèus, es condicions aquiu deueren èster quauquarren mens fòrt qu´enes paisatges d´estèpes provocades per torbeg que mos mòstre es representacions sus eth Quaternari. Era insolacion relativament importanta enes latituds meridionaus europèes permet era vida vegetau e de petiti animaus de pògues exigéncies termiques a pòga distància deth gèu. A mès d´aguesta vida apròp des gèus, en "Nunnatakker" o "Massís de Refugi", evidentment, existien refugis amassa ara còsta e en zònes tapades com canons o vals fluviaus.

Eth concèpte e Massís de Refugi recuelh a espècies de montanha que susviueren as glaciacions en airines liures de gèu deth reòu des Aups, a segut comprovat entà un bon numerò d´invertebrats paleoendemics e bèri vertebrats com *Salamandra atra aurorae* e *Salamandra lanzai*. Aguest tipe de taxons son tipicament mau recolonizadi pòstglaciars e se queden restringidi en airines petites ("ièrles montanhoses"), com ei eth cas des cernalhes de nauta montanha des Pirinèus (*Iberolacerta aranica, I.aurelioi* e *I.bonnali*).

Ath començament dera darrèra glaciacion era vegetacion patic un nau endarrerit que veiram en detalh. En generau, enes moment mès fresqui e umidi, es bòsqui de pins e sabines s´erigissen en senhors deth paisatge, acompanhadi per *Artemisa, Ephedra, Armeria , Galium,* etc (actuaument, sonque presenti enes crestes mès patides e enes zònes mès arides).

Moltes espècies d´animaus e plantes deueren quedar cornerades sonque en petiti refugis, aumens pendent eth maximon glaciar (45 a 60.000 ans BP enes Pirinèus). Ath començament deth deteriorament climatic que portèc ara darrèra glaciacion, en "*piedemonte*" pirenenc dominen es auets e ena montanha miejana hais, casses e bòsqui de ribèra mixtes (encara damb *carpe*) per dejós des 1000m. Non son pas estonanti es amelhèrs (*Prunus amygdalus*), agast (*Acer opalus, Acer mospessulanum*), espin blanc (*Crataegus monogyna*), bois (*Buxus sempervirens*), sorbièr (*Sorbus sp.*), granhoèr (*Prunus spinosa*) e grefuèlh (*Ilex aquifolium*).

Es bòsqui caducifòlis desapareisheren deth paisatge com unitats de vegetacion damb identitat pròpria enes moments mès heiredi, mès semble, que deueren refugiar-se en abitats favorables a on eth microclima e era natura deth solèr èren lo suficientament boni com entà mantier ad aguestes espècies. Espècies d´arbes (especiaument caducifòlies) refugiades en "trinchères" naturaus, ei a díder, en tot formar ripisilves cornerades en ondades o vals fluviaus talhades en terren de caracteristiques tapades, o ben enes pès de malhs ben orientadi, des que pendent es moments de mès heired lèu susgessen e ne balhen pòlens dehòra d´aqueri microrefugis, entoradi d´un paisatge d´enterfluvís e planures tapides peth heired, e damb

ua inércia as cambis fòrça mercadi, gessen des sues trinquères eth terren (practicament invisibles polinica e paisatgisticament enquiath moment) e reconquisten es paisatges dubèrti en orde d´espècies pionères que mès endauant indicaram.

Es zònes mediterranèes non deueren patir grani cambis. Dilhèu, un cambi a un clima mès fresc e sustot, mès sec; arren estonant que non posquen pas resistir es espècies qu´aué en dia son capables de colonizar es heiredes e seques messetes deth còr dera Peninsula. Se da donques, ua certana estepizacion, mès era vegetacion mediterranèa resistís *in situ*. Qu´es rèns apareishen puntuament enter enzines o amassa ara tortuga mediterranèa non signifique pas qu´ua ondada de heired ac invidire tot. Simplement que puntuament arribèren aquiu e deueren de minjar de lo trapèren en un paisatge dubèrt coma es qu´abiten actuaument, encara que sigue mercadament mediterranèu.

Ath començament deth Würm (Würm I y II), en èst des Pirinèus eth paisatge vegetau auie cambiat progressiuament des bòsqui de pins e hais ena montanha mejana e de casses e calpres per dejós des 1000m., en tot passar as paisatges estepics, en tot quedar es arbes refugiadi enes hons dera val e zònes mès baishes, com veiram detalhadament de contunh.

Entre es 45 a 40 000 BP se produsic un capitol calid (er enterpleniglaciar) en tot balhar segontes es parçans entre 40 e 48 500 BP, que se hè notar per exemple ena Nauta Garona damb ua tasa de cobertura forestau d´un 63 %.

Entre es 40 000 es 35 000 ans BP s´a documentat de nau ua fòrta baishada dera umitat e era temperatura que compòrte era aparicion d´un paisatge estepic damb graminacèas (començament deth darrèr maxim glaciar) (damb formacion de casquets o calòtes de gèu enes pòls, glaciars continentaus, baishada deth nivèu dera mar que deishèc ara descubèrta amples zònes aué tapades d´aigua, eca).

Pendent eth Würm III, ena vertenta nòrd deth Pirinèus, ena Nauta Garona eth periode comence damb un paisatge d´estèpa d´arbes damb pins (clima heired e sec) entà passar dempús a ua barreja de pins damb caducifòlis e hauguèra (clima doç e umid) e a ua estèpa damb graminacèas compausades (clima heired e sec). De contunh, se balhe ua mielhora damb desvolopament d´espècies d´arbes termofils (mielhora climatica) entà quèir de nau en un periode heired e sec damb ua estepa de graminacèas e compausades o ua barreja de pins damb es d´abantes. Finaument era mielhora comence damb ua estepa de pins e beduths (heired sec) entà passar a pins tapits (simptoma de màger umitat).

Pendent eth Würm IV qu´ei eth darrèr vertadèr còp de coa glaciar e eth moment de mès heired de tot eth Pleistocen, ena Nauta Garona, se compde deth darrèr pleniglaciar damb er espèctre polinic dera airau de Barbazan, que mòstre era preséncia d´un paisatge dubèrt dominat pes graminacèas, *Artemisia*, quenopodiacèas, *Heliantheum* e compondudes, mès damb petites airines de refugis forestaus damb *Pinus* coma espècia dominanta, acompanhat per *Fagus, Picea, Abies* e tanben coma relictes *Quercus* e *Corylus.* Era preséncia de glaciars en "*piedemonte"* pirenenc pròplèu ara val dera Garona (Barbazan) ei comprovat aumens enquia hè 21 000 BP. Des des 26 000 as 24 000 BP era fusion siguec màger enes vals terminaus dera

Garona e ath madeish temps se devolopaue enes Pirinèus un clima de tipe sec damb formacions estepàries. Abantes d´aguest hèt, enquiàs 25 000 a 26 000 BP, es dieses poliniques mòstren era preséncia d´arbes montanhencs (*Fagus, Picea*, e *Abies*) que susviueren sonque en rencs apròp deth èish encara gelat dera val principau dera Garona. Enes 26 000 BP er espèctre polinic mòstre eth desvolopament de formacions erbacees damb poacees, quenopodiacees e damb es taxons eliofils associadi, com diuèrsi compòsti, *Helianthemum* e *Ephedra*.

Aguestes comunautats suggerissen un regimen de precipitacions plan praube. Des des 26 000 BP enquiàs 15 000 BP es glaciars se retiren progressiuament e a nautades mejanes. Des d´aguestes donades enquia ara, es *dieses* lacustres e fluvioglaciars indiquen qu´enes montanhes èren ja amplament desglaciades, en tot estar-s´i es gèus sonque enes lòcs mès favorables. Ena vertenta nòrd, eth desgèu des tròci mès nauti ère ja practicament finit pendent eth periode sec desvolopant en Euròpa enquiàs 15 000 BP (coïncidint damb eth maximon glaciar enes Aups) e testimoniat ena airau per un increment dera sequèra.

En aguesti moments de mès heired ei quan hèn era sua entrada en escena es espècies mès caracteristiques des paisatges geladi de tondra e estèpa, que son es qu´apareishen damb freqüéncia enes representacions sus era vida des òmes des cavèrnes, coma son eth mamut, eth rèn o eth rinoceònt lanut, mès exceptuant moments puntuaus en nòrd d´Espanha e en nòrd des Pirinèus, resulten mès tipics de zònes que deueren patir damb fòrça màger severitat es rigors deth clima wurmiense, com eth centre dera actuau França e Centre-Euròpa. Aguestes representacions d´espècies "heiredes" se corresponen mès ben damb er espaci enter era calòta de gèu deth nòrd d´Euròpa e es bacins montanhencs deth sud, enter es que se trapauen un desolat colidor aucupat per paisatges de tondra e estèpa heireda que s´extienie des deth nòrd des Pirinèus enquia Rússia e es Urals.

En çò que respècte ad aguestes faunes, eth trànsit ath Pleistocen Superior se fixe entàs 120 000 BP e non s´aprecien pas grani cambis enes faunes de mamifers. Es condicions heiredes e seques imperantes amièren a bères espècies a modificacions anatomiques entà adaptar-se ara duresa deth clima imperant e as cambis de dièta.

Exemples d´açò son es intenses modificacions maxilofaciaus der òme de Nearderthal (*Homo neanderthalensis*); o dera iena (*Crocuta crocuta intermedia*) deth Pleistocen Mejan qu´aumente era sua denticion yugau entà carraunhar granes preses, enquia balhar era coneishuda quaternària (*Crocuta crocuta spelaea*) en Pleistocen Superior. Er os des cavèrnes (*Ursus spelaeus*) aumente era sua talha (e abondància) e espècies tipicament heiredes com es rinoceònts e mamuts lanuts (*Coelodonta* e *Mammuthus*, respectiuament) reflèxen enes sues dents çò de magre dera vegetacion qu´an de pastar, en tot estiéner es sues airines de distribucion enquiara Peninsula Iberica ena prumèra meitat deth Pleistocen Superior.

Es registres paleontologics que mos an arribat apareishen tostemp molt decantadi entàs espècies caçades pes òmes. Era duresa ambientau datada en 30 000 – 20 000 BP pòrte era desaparicion dera màger de grani mamifers tipics dera "Edat de Gèu": Mamuts e rinoceònts, granes ienes e felins, tanben er òme de

Neandertal, se tornen estonanti en generau e toti desapareishen d´Euròpa ara fin deth Würm o un shinhau abantes, en tot quedar es faunes empraubides e dempús renauvades per naui olocens de comunautats constituïdes pes espècies que podem veir en quinsevolh guida de camp actuau dera Peninsula Iberica o d´Euròpa.

Encara que conscientament non auem tractat des ominids deth Pleistocen pirenenc, comentaram a mòde de curiositat que se calcule que hè 20 000 BP viuien sonque 2000- 3000 persones en tot eth territòri dera actuau França e mens de 10 000 en tota Euròpa.

Eth Tardiglaciar (finau dera darrèra glaciacion): eth començament deth paisatge que coneishem.

Se pense qu´era temperatura mejana estivau hè 15 000 ans ère uns 10º inferiora ara des nòsti dies, en tot arténher condicions comparables as actuaus hè uns 8 000 ans, ath començament deth periode Atlantic.

Era expansion deth bòsc ei lenta e se pòrte a tèrme en uns 7000 ans. Es espècies pionères son prumèrament es amants des espaci dubèrti (*Betula, Pinus e Juniperus*). S´a calculat era velocitat (o taxa de migracion) d´ua sèria d´espècies a partir des sòns refugis, expressadi en mètres pera n. Aguestes taxes de migracion non tien pas en compde eth periode de maduracion der arbe desde que brotoe enquia que lance es sues prumères semes, per lo qu´era velocitat a d´èster màger. Tanben son calculades sustot entà condicions optimes (terren a conquerir mès o mens planèr). Cada espècia a es sues formes de dispersión des semes, qu´en bèri casi includissen ales (Acer, Ulmus o Pinus), o transpòrt peth aigua o animaus (*Agnus, Corylus, Quercus, Fagus*, etc) e lèu en toti es casi un màger o mens papèr dera gravetat s´eth terren ei penent. Aguestes velocitats entàs arbes pirenencs son: *Abies* (entre 40 e 300 m/an, mejançant vent e animaus), *Acer* (500-1000 m/an, ajudat peth vent), *Alnus* (500 a 2000 m/an, ajudat peth aigua); *Castanea* (200 a 300 m/an, probablement dispersadi per animaus), *Corylus* (1500 m/an, mejançant animaus o peth aigua), *Fagus* (de 200 a 300 m/an, per animaus), *Fraxinus* (200 a 500 m/an peth vent), *Juglans* (400 m/an peth aigua, gravetat o animaus), *Picea* (80 a 500 m/an), *Pinus* (1500 m/an peth vent o animaus), *Quercus* (75 a 500 m/an, per animaus), *Tilia* (50 a 500 m/an peth vent) e finaument *Ulmus* (100 a 1000 m/an, peth vent).

Era expansion des animaus ei tanben considerablement rapida, en tot seguir fòrça rapid e d´apròp eth ritme d´expansion des sòns recorsi (vegetaus entà *fitofags*, eca,…). Evidetament quan mès rapida sigue era valéncia ecologica, abantes son capables de extiener-se enquiath nòrd. Era expansion des espècies seguís eth modèu de lo qu´en tèrmès militars poiríem nomentar un front d´auanç, relatiuament a plaser (dispersion seculara) e caps de pònt mès enlà dera termièra dera espècia (com paracaïdistes), que d´establir-se, freqüentament prenen possession deth territòri adjacent e l´an aucupat ja quan arriben es poblacions principaus dera espècia.

Pendent eth Dryas antic e com ena rèsta d´airines. Ena vertenta nòrd des Pirinèus, en generau, dominen es paisatges dubèrti e esteparis. Ena Val d´Aran

(Bassa d´Ules) enter es 14 000 e es 12 000 BP existís ua vegetacion dubèrta damb *Pinus* (14 000 a 13 500 BP) e posteriorment damb *Betula* (13 500-12 000 BP) andús acompanhadi respectiuament per graminacèas e artemisies, que denòten un clima heired e sec.

Pendent eth Alleröd (11 800-11 000 BP) aumente era cobertura d´arbes, especiaument en "*piedemonte*" deth Pirinèu Centrau, encara qu´en Pirinèu Occidentau, es espaci dubèrti seguissen dominant un paisatge damb bèri *Pinus, Salix. Betula* e *Juniperus*, per orde d´abondància. Com comentari generau, entà tota era cadia montanhosa, se produsís era expansion de *Pinus*, damb maximons valors polinics d´aguest massa a *Betula*. Eth "*piedemonte*" deth Pirinèu Centrau (includit era Val d´Aran) presente pendent eth Alleröd un paisatge dubèrt d´estèpa d´arbes, damb *Pinus, Betula* e erbacees enes parts parières.

Eth Dryas recent (11 000-10 000 BC) merque un nau endarrèr des percentatges de pollen des arbes. Ena Val d´Aran, era espècia d´arbes dominanti ei *Pinus*, amassa a graminacèas e *Artemisia*. En Estanh Redon (tuc enter es vertentes nòrd e sud) ath finau deth Dryas recent s´establissen *Betula*, *Quercus* (casse) e *Pinus uncinata* enquiàs 2000 m.

OLOCEN: Eth finau dera glaciacion.

DESGÈU E RECOLONIZACION

Com ja auem indicat, es cronologies deth glaciarisme pirenenc semblen diferir des dera rèsta de airines europèes (com es Aups o eth nòrd d´Euròpa) damb respècte ath moment dera expansion pòstglaciara des espècies animaus e vegetaus. Eth maximon glaciar enes Pirinèus se balhe entàs 45 000 a 50 000 BP (18 000a 20 000 BP enes Aups) en tot començar per tant era desglaciacion plan d´ora.

Era prumèra retirada des glaciars ei datada abantes de 38 000-35 000 BP e ei francament clara desde 25 000 – 24 000 BP quan es glaciars despareisheren deth "*piedemonte"* pirenenc, e queden lèu totaument ausentes ena part nauta des vals en tot coïncidir damb eth maximon glaciar aupin (!) e eth periode d´aridesa extrèma viscut en Euròpa hè lèu 15 000 BP.

Damb eth retorn des condicions mès doces deth nivèu de Würm, es bòsqui tornèren a pujar, un viatge mès, pes pales des montanhes e a vestir de naui paisatges. Er orde d´aparicion en quantitat significatiua en paisatge des arbes en Pirinèu septentrionau siguec: hè 15 000 – 13 000 BP: pins e beduths. Entre es 13 000 – 9 000 BP: casses, auerassèrs e oms. Entre 9 000 – 5 000 BP: telhs, herèishos, castanhèrs, vinhes e escarèrs.

Atau, eth caracteristic paisatge aranés dominat per auets, e hais, a mens de 4 000 ans!

Es patrons e origens de recolonizacion son plan clars en bèri casi. E non pas tant en uns auti. Er auet apareish des deth extrèm orientau deth Pirinèu. Eth pin

albar ven des dera Peninsula e reconquiste era mejana montanha (pisi montan e supramediterranèu). Era data der inici dera recomposicion d´aguestes comunautats altimontanhoses ei controvertida. S´eth maximon glaciar passe enes Pirinèus entre 45 000 e 60 000 BP, pòt èster qu´es espècies de montanha e adaptades ath heired s´extenguessen des des sòns refugis tan doriuament coma hè 25 000 BP quan es glaciars despareisheren deth "*piedemonte*" pirenenc e se retirèren enquiara part nauta des montanhes (ath torn de 26 000 BP).

Ath començament d´aguest procés de recolonizacion , era vegetacion deth "*piedemonte"* pirenenc deuie èster ua "tondra" aupina. Totun, d´aguesta retirada doriua des glaciars. Es donades palinologiques mòstren qu´eth gran cambi ena vegetacion associada ad aguesta mielhora climatica iniciau apareish hè 15 000 ans e quede evident qu´en aqueth moment, s´es glaciars existien encara, èren plaçadi mès naut de 1800 – 1900 m, en tot considerar-se era desglaciacion ja complèta ath torn des 13 000 BP. Parièrament es donades procedentes dera desglaciacion der Atlantic Nòrd suggerissen qu´es Pirinèus, coma en Nòrd d´Euròpa aueren un maximon de heired (mès non de desvolopament des glaciars, pr´amor qu´eth clima ère extremadament sec) ath torn des 20 000 BP.

De un aute biais d´aguestes consideracions a naut expausades, pendent es tempsi pòstglaciars, era expansion des espècies des des sòns refugis Würmienses a d´auer segut rapida e sincronica damb era recuperacion en nautada deth bòsc (tostemp posterior ar " ahèr des 15 000 Bp", veir naut). En cas des espècies aupines de baisha vagilitat (com coleopters, molusques o reptils) non ei estonant per tan que se non son pas pro rapids colonizant posquen trapar es colidors d´abitat aupin enquia auti bacins barradi pera rapida ascension deth bòsc. Quan es espècies estrictament aupines arriben enquia ua zòna de pas ja forestada se ven obligades a arturar-se. Ei per açò probablement qu´aguestes espècies son lèu tostemp reimmigrantes a cuerta distància o fòrça mau recolonizades, acantoades encara ena o inmediata distància propèra deth sòn bacin de refugi.

Damb era arriba deth Preboreau (10 000 a 9 500 ans) se produsís un abrupte cambi climatic en tota Euròpa. Comence un progressiu escahuament (en bères zònes d´enquia 5ºC en lèu dues decades) que produsís un mercat agrandiment termic estivau entre es zònes de tèrra e eth mar, encara plan heired, damb un desplaçament dera zòna de convergéncia entertropicau enquiath nòrd que hèc variar era estacionalitat des precipitacions. Es condicions d´estacionalitat e d´insolacion (un 7% màger qu´ena actualitat), amassa damb es efèctes combinadi dera temperatura e precipitacion qu´entre es 10 000 e es 6 000 BP èren notablement diferenti as actuaus, produïren desgèu rapid en Emisfèri Nòrd. Eth gèu se des.heiguec rapidament es casquets glaciars ("inlandsis") e era sua termièra retrocedic damb celeritat enquiath nòrd. Era grana quantitat d´aigua liberada de nau produsic era elevacion dera mar en tot separar de nau zònes qu´auien segut amasades pendent mès de 100 000 ans. Per exemple se separe Irlanda dera Gran Bretanha e posteriorament aguesta darrèra deth continent, hè uns 7 000 BP (separacion definitiva enquiara fin deth Boreau).

Ena vertenta septentrionau deth Pirinèu se balhe un enorme creishement des pòlens des arbes que donòte ua recuperacion totau e rapida deth bòsc. Er inici

ven mercat per un aument dera umitat. En Pirinèu Centrau se detècte era prumèra arribada (lèu testimoniau) de *Abies* e ua expansion puntuau de *Corylus*, damb maximons valors polinics ena zòna dominadi per *Quercus.* Ena Val d´Aran (Bassa d´Oles) apareishen *Pinus, Betuna*, Graminèas, *Quercus* e *Artemisia* en ua situacion que non deuie pas inferir fòrça dera dera zòna inmediata ath jaciment ena actualitat. Ena zòna der Estanh Redon (ena cresta a shivau enter es vertentes nòrd e sud) des 10 000 as 8 000 BP ei un periode de transicion en que guanhe importància *Corylus avellana*.

Pendent eth periode Boreau (9 500 a 7 500 ans), eth modèu de circolacion atmosferica (calculat en concrèt entàs condicions deth 6500 AC) ère ja plan semblat ar actuau. Es diferéncies mès notables son que pendent er iuèrn era circolacion generau der oèst ère mès dificila a nautades mejanes e mès intensa eth luxe deth sud ath oèst d´Escandinàvia. Per contra, pendent eth estiu predominauen es condicions anticicloniques sus era màger part d´Euròpa e deth fluxe deth sud sus er Atlantic occidentau enquia Groelàndia e Islàndia. Es dus fluxes deth sud, tant estivau com iuernau contribuïren a accelerar era deglaciacion der ocean Artic.

Ena Peninsula Iberica disminuís era pluviositat damb lo que desapareishen es grani romiants que caracterizèren Paleolitic. Un aute hèt important ei qu´es zònes de vegetacion comencen a adquirir ja era sua fisonimia actuau e s´accentue era diferenciacion enter era "Espanha vèrda" o (Iberia umida) e era "Espanha parda" (o Iberia Seca).

Eth clima en generau, se hè mès irregular e balhat as extrèms, damb granes alojes e importantes sequies (es estius deuien èster particularament longui e sequi). Eth SE dera Peninsula, per exemple, ei ja mercadament sec, mès non pas tan coma ena actualitat.

Quan ara vegetacion, ath principi s´extienen es bòqui de pins, beduths e aurassèrs. En nòrd d´Euròpa son cada viatge mès abondosi es arbes e es arbusti caducifòlis caracteristics de climes suaus, com es casses, oms e en particular er aurassèr. Ena Val d´Aran (9 700 a 9 300 BP) apareishen *Pinus, Betula*, Graminèas, *Corylus*, e *Quercus*. Mès endauant (9 300 a 7 500 BP) son Betuna, Corylus, Pinus, Quercus e Ulmus es que se trapen. En aguesta dusau part deth Boreau comence a balhar informacion eth jaciment de Tredòs a on *Pinus* e *Corylus* se repartissen protagonisme lèu a parts parières, acompanhadi de *Betula*, e en pòga quantitat *Quercus*.

Pendent eth periode Atlantic (7 500 – 5 000 BP), eth procés de desgèu accelerat que se produsís enter eth 8 000 e eth 7 000 BP pendent eth Boreau, artenh era maximona expression pendent eth periode Atlantic quan era capa de gèu escandinava quedèc redus ida sonque as glaciars des montanhes e eth gèu der artic auie practicament desapareishut. Er Atlantic ei eth mès calid e umid des periodes pòstglaciars. Per açò ei coneishut com eth "Optim Climatic Pòstglaciar". En Euròpa occidentau secalcule qu´eth aument de temperatura mejana rondèc es 2ºC. Predomine en, com ja auem dit, ua circolacion zonau (ei a díder, a favor des parallèls) damb borrasques e fronts atlantics portant precipitacions en Euròpa.

Ena Peninsula se nòte eth desplaçament enquiath nòrd deth cinturon de nautes presions subtropicau damb lo qu´aumente en molti parçans era mediterraneïzacion, mès non pas en ua mediterraneïzacion seca senon umida. En Cantàbria e probablement enes Pirinèus se favorís era preséncia de precipitacion orografica en màger mesura se cau qu´aué en dia.

En tota Euròpa casses e oms de montanha son cada viatge mès abondosi en tot formar bòsqui. Pugen bot e eth telh en tot formar petiti bosquets o com acompanhanti enes bòsqui mixtes. Eth clima mès moderat e umid favoric eth aument des torberes. Entà acabar, un efècte important ei qu´eth bòsc pugèc mès enes montanhes, enquia zònes enes qu´aué en dia escassege o non existís pas, çò que pòt supausar un còth d´ampolha important entà espècies aupines en bacins periferics, de pòga extension o escasa nautada, amiant ara extincion e sense possibilitats de recuperacion. Se calcule qu´eth maximon nivèu artenhut per *Pinus uncinata* enes Aups (aumens 200 m per dessús der actuau) deuec dar-se enquiàs 4 800 – 3 000 BP.

Ena Val d´Aran aumenten *Pinus* e *Quercus* en detriment de *Corylus* e de *Betula* en Tredòs; mentre qu´ena Bassa d´Oles er orde d´abondància decreishent ei Betula-Corylus-Pinus-Quercus-Ulmus-Tilia.

Pendent eth Sub-Boreau (5 000 – 2 500 BP), se ben era influéncia deth periode Atlantic se prolonguèc encara laguens d´aguest periode, entre es 5 000 e es 3 000 BP comencèren a balhar-se ja es senhaus d´un leugèr deteriorament climatic. Se da un empitjorament generau des condicions climatiques, plan mès inestables e irregulares qu´en periode Atlantic (e qu´ena actualitat), inclodint periodes cuerti (d´uns pògui segles) tan clars com quinsevolh des deth Periode Atlantic.

Pendent eth Sub-Boreau er auanç de nau des gèus torne a cambiar eth panorama de circulacion atmosferica qu´ei ja practicament identic ar actuau per çò que respècte ara posicion abituala en anticiclons e borrasques. Era circulacion meridiana (en sentit nòrd-sud) domine sus era zonau (d´oèst a èst), lo que s´arrevire a ua màger aridesa en sud d´Euròpa. Aumenten es glaciars enes montanhes. Bèri pensen qu´eth espatlament climatic d´aguest periode pòt èster relacionat damb era explosion deth volcan dera Lèrla de Santorin (enquiath 1450 abantes de Crist) que damb era sua capa de cendres aurie dificultat era insolacion de forma analòga a lo que passèc damb era explosion deth Krakatoa hè mès d´un segle.

Ena Peninsula eth deteriorament ven, non pas per disminucion des temperatures, senon per aument dera sequèra. En NW e en N dera Peninsula Iberica se dan condicions mès favorables entara vegetacion, damb ploges orografiques e estius mès soleiencs e relatiuament mès sequi. Ena rèsta dera Peninsula es condicions èren de màger sequèra.

En Euròpa se substituís era cubèrta vegetau de tipe mercadament termofil per ua mès mesofila que pòrte, per exemple, era desaparicion des eusèdes mès septentrionaus (còsta atlantica deth Canau dera mancha) e favorís era expansion des hais a espenses des casses. Apareishen en sud es prumèri simptomes d´aridesa que mèrquen ua creishenta mediterraneïzacion (aguest viatge òc, mès sec) era pro-

gressiua desertizacion en N d´Africa. En generau, en Euròpa se da en aguesta epòca ua fòrta queiguda deth percentatge deth pollen d´om e un aument des erbcèes (*Plantago lanceolata, Cerastium, Polygonun, Rumex, Artemisia)* e eth hauguèra comun (Pteridium aquilium). Tanben se nòte un aument d´arbes pionèrs com eth herèisho e es bedoths. Part d´aguesti cambis probablament provocadi pera man der òme (coïncidís damb era revolucion deth Neolitic e era Edat de Bronze) damb eth desvolopament dera agricultura e ramaderia. Es zònes d´artiga en èster abandonades per agotament dera productivitat deth tèrra, èren recolonizadi per bedoths e herèishos que dauen pas damb eth temps a bòsqui mixtes. Aguest artigat se practicaue enes tèrres mès leugères a on posteriorament se nòte ua pujada de *Crataegus* e *Ulex* en èster abandonadi es cultius. En aguesta epòca se constate era expansion de pradaries e brugàs e en generau, comencen a notar-se es prumères agressions grèus en bòsc. Enquiath finau deth Subboreau (uns 3 000 BP) se coneishen enes Aups dues etapes d´auanç des glaciars que durarien uns 600 ans, enquiath començament deth Subatlantic.

Ena Val d´Aran (Tredòs) se manten *Pinus* mentres que decreishen *Betula* (que practicament desapareish) e *Corylus*. Apareish ua petita quantitat *Alnus* e sustot ua bona representacion de *Abies* (prumèra aparicion tant en Tredòs coma en Oles:3 600+/- -65 BP). Ena Bassa d´Oles Betula se manten encara. Entre 5 500 – 4 000 BP e per orde d´abondància apareish *Betula – Corylus – Pinus – Quercus – Ulmus – Tilia – Abies* (aguest darrèr ath finau) e de 4 000 a 2 000 BP er orde d´abondància ei *Betula – Corylus* – Graminèas – *Abies – Pinus – Fagus*. Enquiàs 4 900 BP apareishen tralhes d´agricultura en Estanh Redon de Conangles.

Semble èster qu´eth hai, Fagus, vierie der èst des Pirinèus e aurie colonizat era part oèst ath torn des 4 000 BP. En realitat semble qu´existien bèri refugis entà aguesta espècia d´arbes (veir mès tà naut) a on era sua preséncia ère anecdotica, en tot aparéisher de forma extienuda mès locau pertot eth Pirinèu septentrionau enquia 5 000 – 4 500 BP e colonizant rapidament eth pis montanhós e zònes planères enquiàs 4 000 – 3 800 ajudada dilhèu per un shinhau de desforestacion antropica. En nòrd dera Peninsula Iberica s´extenguec mil ans mès tard, enquiath 3 000 BP. Eth castanhèr (*Castanea sativa*) apareish en Arièja (Soulcem, 4820 BP) e ena val d´Ossau (Louvie-Juzon, 4 860 – 4 310 BP) parallèlament ath sòn desvolopament en auti parçans (ena Sª Estrela Portuguesa, a on apareish abantes de 4340 BP).

Eth periode Subatlantic, que s´estien desde hè 2 500 ans enquiath present, resulte, guardat globaument, mès bonacible qu´eth Subboreau. Se li denomine Subatlantic pr´amor de certana manèra comparable damb er Atlantic, encara que presente episòdis momentanis damb un mercat empitjorament des condicions climatiques enes que se balhe creishement des glaciars, plojes torrenciaus e ua mercada irregularitat climatica (veir mès endauant). Eth clima ei mès heired e mès umid qu´en Atlantic. Se constate un aument des turbères, especiaument en N. d´Euròpa. Es anticiclons e es borrasques son mès o mens plaçades ja enes sues posicions actuaus.

Er inici deth Subatlantic coïncidís damb era Edat deth Hèr e er establiment de cultius permanenti, non artigadi. Pendent aguesti periodes se balhe ua disminucion

deth herèisho e es telhs (Possiblement per excés de desmigat entà dar de minjar ath bestiar) e un increment deth hai e deth calpre en Euròpa.

Ena Val d´Aran (Tredòs) aumente plan leugèrament *Pinus* e reapareish en pòga quantitat *Betula*. Parièrament apareishen petites quantitats de *Abies* (que tornen tà darrèr respècte ath Subboreau), *Fagus* (qu´apareishen en aguest moment), casses mixtes e *Corylus*. Ena Bassa d´Oles (2 000 – 1 000 BP) apareishen Graminacèas , *Corylus. Pinus, Quercus – Abies, Fagus*, Cerealia e *Junglans* ; e pendent eth present milèni (1000- 0 BP) *Pinus*, Graminacèas, *Quercus, Abies, Fagus*, e lo que suspren mès, *Olea,* que deu procedir de fòrça distància, ena vertenta sud deth bacin.

Es glaciars dera Val d´Aran e zònes aledanhes pendent eth Pleistocen.

Glaciar dera Garona (vert. nòrd): Era val dera Garona siguec aucupada pendent es fases glaciares deth Pleistocen per un potent glaciar d´enquia 800 m d´espessor installat sus ua val dera quau eth sòn modelatge date de finaus dera èra terciària. Aguest glaciar neishie ena Val d´Aran d´a on recebie granes vas lateraus, coma es de Toran, Varradòs, Artiga de Lin, Nere, Valarties, Aiguamòg,Ruda, eca, que lo neurien, cada ua d´eres damb mès de 10 Km., que dauen lòc en amassar-se successiuament a masses de gèu d´espessors d´entre 400 e 800 m (per exemple en Vielha). A mès, de tant en tan se pense que suspassaue eth Plan de Beret en tot formar un còth de transfluéncia e se pense que part deth cabeçan actuau dera Noguèra Palharesa ère part dera Garona. Se ben bères fases que non se sap pas se corresponen a diferentes glaciacions pleistocenes.

Pendent eth “Günz” (o prumèra fase glaciara, pr´amor es donades des autors antics non son pas absolutes e es autors mès modèrns pensen que mès ben son auanci e retrocèssi deth darrèr periode glaciar e era petita edat deth gèu, per açò balham es nòms enter cometes) e eth glaciar dera Garona auie enquia 700m d´espessor ena Val d´Aran, e ara nautada de St. Beat passue per dessús deth nivèu des montanhes qu´entornejauen aguest parçan, plaçadi ar èst deth pic de Gard (segontes Trutat), sense arribat enquia St. Gaudens. Tanben se les amassaue era val laterau que baishaue deth Còth de Mente, peth que se desbordaue enquiara val de Ger, atau com eth de Carabere ara nautada de Melles e eth dera Val de Lys. Pendent eth “Riss”(dusau fase) e eth “Würm”(tresau fase) auie 700m ara gessuda dera Val d´Aran peth Pònt de Rei.

Sens dubta se tractaue d´un des glaciars mès polidi e importanti des Pirinèus, damb impressionanti crotzaments de glaciars, com es actuaus Aups e er Imalaya, entà balhar lòc a un sonque e gran cors de gèu qu´abandonaue ena sua retirada grani blòcs morrenics en Çgarin e Cazaux en arribar ara nautada deth bacin de Barousse, que le obligaue a virar 90º era sua trajectòria. Passat Sant Bertrand de Comenges eth glaciar gessie dera planura en Bazert. En sòn moment de maximon esplendor superaue eth pas de Tibiran-Jaunac e s´acabaue en Mazèrs, apròp de Montrejau. Pendent eth “Riss” e eth “Würm” auie 700m d´espessor en gésser dera Val d´Aran, e pendent eth “Günz” curbie es cònques dera Barousse, Loures e Antichan damb ua massa permanenta dera que sonque brotoaue ues pògues crestes, en tot acabar abruptament ena planura de Rivières, en tot formar ua mès que

possibla impressionanta murralha de gèu en fusion vista des dera planura. En totau, en sòn moment de maximon desvolopament arribaue enquiàs 460m de nautada, dempús de recórrer 70 Km.

Glaciars de Couserans (Vert. nòrd): Mès ar èst dera Garona, eth glaciar deth Couserans descendie des deth Mont Vallier ath long de 18 Km pera val de Riberot, alimentat per ua dotzena de petites lengües glaciares d´uns 4 o 5 Km que baishauen des flanc deth Mauberme e Mont -Ròig. Er espessor des lengües ère de 200 a 400m. Pendent eth sòn maximon desvolopament eth glaciar deth Salat arribèc a baishar enquiàs 420m dempús d´un recórrer 36 Km.

Glaciar dera Noguèra Ribagorçana (vert. Sud): auie eth sòn origen enes nautades des bacins dera Maladeta e Montardo. Baishaue des deth cabeçan dera val en tot recéber es vals de Salenques e Lhauset. Dempús dera amassada damb eth glaciar que baishaue de Llauset se hec ua grana cubeta d´uns 5 Km de long e 600 a 800 m d´ample que pòt observar-se en forma d´ampada dera val ara nautada de Bono e Aneto. Baishaue enquia era capèla de Sant Antòni, un quilomètre aigües tà baish de Vilaller, un shinhau abantes de sues morrenes terminaus, 260m. En totau artenhec 27 Km de longitud.

Glaciar dera Noguèra de Tor (vert. sud): baishaue des circs de Travessani, Culieto e Bessiberri en tot recéber tanben es glaciars de Sant Nicolau, Taüll e Durro. Remassaue es gèus deth conquèst plan ample e geologicament diuèrs. Era grana complexitat deth relèu granitic e es estancs d´origen glaciar que s´estienen peth paisatge granitic dera zòna deth Parc d´Aigüestòrtes hèn pensar qu´es cabeçans des glaciars dera Garona (Valarties, Aiguamòg, Ruda), damb es dera Noguèra de ¨Tòr e eth Flamisell formauen un seguit de gèu enter eri qu´a balhat lòc ath paisatge qu´aué trapam.

En çò que respècte ath glaciar dera Noguèra de Tòr en eri, era lengua principau baishau dera val de Cavalhèrs a on eth glaciar auie 600m d´espessor (400-500 eth que baishaue deth Long). En Barruera auie encara 500m (atribusidi ath “Günz” pes autors puriglaciaristes) e en Llesp (a 800m), apròp deth sòn finau, 320m d´espessor.

Glaciar dera Noguèra Palharesa (vert.sud): Eth glaciar dera Noguèra Palharesa damb es sòns 52 Km de longitud e es sues morrenes terminaus a ua nautada de 700 u 800 m qu´ère eth mès long dera vertenta meridionau des Pirinèus.

Neishie ena Val d´Aran, en Plan de Beret, e coma ja auem dit ei possible qu´ua part deth cabeçan dera val actuau siguesse captada pera Garona atau que non se corresponerie pas damb lo qu´ei era val dera Palharesa aué en dia. Enes moments de maximon auanç (“Günz” e “Mindel”) subergesserie peth dessús de Beret e era Bonaigua. Son plan espectaculares es vals suspenudes lateraus ath cors principau (Espòt, Bonaigua, Bassiero, Unarre).

Son afluents principaus pendent eth maximon glaciar èren es des vals des arrius Bonaigua, Noguèra Palharesa (eth principau), Ribera de Cardòs (o tavascan), Vallferrera, Espòt, e Cabdella (Flamisell). Eth glaciar laterau dera val deth Escrita (Espot) artenhec un gròs de 400m.

Pendent era sua maximona extension s´acabaue ara nautada de Llavorsí (820m), mès en moments mès regressius (“Riss” e “Würm”) non deuie conectar pas damb es d´Espot, Ribera de Cardós ne Vallferrera. Ena cubeta d´Esterri, a on s´amassauen bèri glaciars era espessor de gèu semble que superèc es 1000m. Encara que se considère eth glaciar mès long dera vertent sud des Pirinèus, era sua delimitacion ei insegura pes pògui rèstes deishadi peth tipe d´arròques que conformen conquèst (esquist principaument) e s´a metut com exemple de val en artesa damb delimitacion insegura dera sua airau terminau.

BLÒC 3 :

Un tipe de vida: biologia e ecologia dera cernalha aranesa

Er estudi dera biologia e era istòria naturau des lacertids a patit enes darrères decades un notable auanç. Açò ei degut a que son organismes abondosi, diürns, facilment localizadi e plan mès densi qu´es poblacions de mamifers o audèths, en tot èster manipulables en man, çò que permet préner gran quantitat de donades biologiques dificilment obtengudes de ua auta forma.

Es cernalhes permeten er estudi des grani problèmes dera ecologia terrèstre que configuren era istòria naturau des organismes. Enes següentes pagines passaram revista as aspectes dera vida vidanta des cernalhes araneses, tan condicionades peth fòrt clima e es peculiares caracteristiques dera nauta montanha pirenenca.

Metodologia d´estudi

Es localitats abitades per cernalhes araneses sigueren supervisades damb atencion desde 1989 ath 2003 de cara a anar completant aspèctes sus era bionomia d´aguesta espècia.

Estudi dera activitat

De cada especimen trapat actiu o jos pèires se preneren donades sus es següenti aspèctes:

1. Data e ora (GTM)
2. Activitat: que pòt èster “inactiu” (heired o calent), “ prenent eth solei” o “actiu”.
3. Sèxe (en èster capturat e èster aguest identificable) e edat propèra laguens des següentes categories : adult, adult joen, subadult, e acabat de néisher. Es subadults sigueren classificadi, s´ère possible, en coòrts o classes d´an de calendari. Es acabadi de néisher son en sòn prumèr an de calendari (1CY). Dempús dera sua prumèra iuernada entren en dusau an de calendari (2CY). Dempús dera sua dusau uernada son en tresau an de calendari (3CY), eca.
4. Abitat: Estimacion visuau des percentatges de cobertura d´arròques, pèires petites (glères), tèrra despolhada, èrba e espières en un radi de

2 mètres ath torn deth prumèr punt d´observacion der animau. Aguesti percentatges de cobertura (%) sigueren calculadi a simple vista mès per comparança damb escales visuaus de cobertura des hèdes a servir en estudis forestaus (Emberger,1983). Tanben s´anotèc era penent deth lòc d´observacion (en categories discrètes:0-10º, 10º-20º, 20º-40º, 40º-50º, 50º-70º, 70º-80º, 80º-90º).

5. Temperatures: Es temperatures corporaus des animaus (BT) se preneren mejançant termomètres de lectura rapida de tipe Schultheis (Wesco ®, USA; 0º-50ª, precision ± 0.1ªC) en toat (anus) dera cernalha enes 20 segonds dempús dera sua captura, substrar (ST) e temperatura deth aire ena ombra e a 20cm sus eth solèr (AT).

Estudi dera reproduccion

Es femelhes gravides (damb ueus en desvolopament) (fòtos 22 a 26 e fòto 53) sigueren localizades actiues o dejós de pèires. De cadua d´eres se preneren nòta d´aguesti aspèctes:

6. Activitat: inactiua (heired o calent), prenut eth solei o actiua.
7. Estat reproductiu: Copulada (detectat pera preséncia des caracteristiques mèrques de copula en forma de "V"), desvolupant foliculs oviductuaus o ueus (detectadi per paupat) o desovada (recentament o non, pera preséncia de plecs enes costats distesi enes recentment fresades).
8. Abitat: Estimacion deth percentatge de cobertura (%) sigueren calculadi a simple vista tanben per comparança damb escales grafiques utilizades entà aguest propòsit, com tanben en cas der abitat generau (Emberger, 1938). Era penent se calculèc en entervals discrèti (0-10º. 10º-20º, 20º-40º, 40º-50º, 50º-70º, 70º-80º, 80º-90º).

Es femelhes gravides sigueren portades tath laboratòri (plaçat a 1020 m s.n.m.) entath seguiment dera ponduda e eth procés d´incubacion e installacions en aquaris de veire o plastic de 30x20 cm damb torba e ua pèira plana entà cavar baish. Se les proporcionèc minjar (petiti antropòds dera airau) *ad libitum*, se ben es femelhes gravides apròp dera oviposicion non s´alimenten pas pr´amor qu´eth sòn interior se trape colapsat peth volumen des ueus. Es cernalhes sigueren mantengudes en condicions d´illuminacion e fotoperiodes naturaus (solei dirècte pendent bères ores ath dia, entre eth trincar deth dia enquia lèu es 12 ores GTM, e ombra des d´aguest moment enquiara cogada deth solei.)

Es femelhes gravides sigueren controlades practicament cada ora pendent eth dia e dus viatges ath long dera net (entre es 0GTM enquiàs 5 GTM) pendent eth procés d´estudi dera ponduda.

Es ueus acabadi de méter sigueren mercadi, mesuradi e metudi en caishes de diapositiues uedes entà estudiar eth procés dera incubacion jos condicions de temperatura naturaus (de 24 a 30ºC) enes condicions de laboratòri naut nomentadi. En aguestes caishes de diapositiues se les higec torba e ua pèça de mossa entà

curbir es ueus, provier umitat e facilitar era inspeccion visuau d´aguesti. Quate horats enes cornèrs dera caisha assegurèren ua circolacion d´aire limitada qu´esvite era aparicion de holorits.

Se preneren donades de ueus (longitud, amplada e massa) inmediatament dempús dera ponduda, e dempús semanaument, en tot controlar-se er estat des pondudes cada dia. Eth volumen des ueus siguec calculat en tot assimilar-lo a ua elipsòïde:

$V = 4/3 _ a^2 b$

En tot èster a e b eth radi (meitat d´amplada) e era longitud deth ueu, respectivament.

Es mesures sigueren prenudes damb un calibratge digitau MITUTOYO ® (precision de 0.1 mm) e era massa (pes) des ueus damb ua balança digitau portatil TANITA ® 1479 (PRESICION DE 0.1g).

Quan eclosionèren es pichons, s´anotèc era ora e era durada de tot eth procés dera eclosion, atau com era persisténcia deth dent deth ueu dempús de trincar-se es embolics embrionaus. De cada cernalha acabada de néisher se prenec era longitud cap- toat (SVL), pes e numerò de hilères d´escates vrentaus (entà determinar eth sèxe des pichons). Atau madeish, s´anotèc era extension dera creta ombilicau en relacion as escates vrentaus. Eth sèxe des pichons siguec determinat per comparança damb es numeròs d´escates vrentaus des adults*: Iberolacerta aurelioi*: mascles enquia 28, femelhes 29 o mès; *I. aranica*: mascles enquia 26, femelhes 27 o mès; *Ib. bonnali*: mascles enquia 27, femelhes 28 o mès.

Es pichons acabadi de néisher sigueren neurides damb entoms enquia èster liberadi ena localitat d´origen dera mair.

Metuda en libertat

Quan ua ponduda ère trapada ena montanha, se prenien es donades següentes:

1. Numerò de ueus recenti (der an en cors).
2. Numerò de ueus vielhi (casquelhs en lòcs de ponduda hèdi a servir uns auti ans).
3. Preséncia de ueus parasitadi o desneuridi tan der an en cors com des d´abantes, revelat pera preséncia de crisalides de mosca).
4. Tamanh dera arròca (diamètres màger o mendre) atau coma era sua espessor. Era superfícia relatiua des arrocàs (entà calcular era talha totau) siguec pròplèu ara superfícia d´un parallèlogram simplement moltiplicant andús diamètres.
5. Paramètres der abitat enes lòcs de ponduda (es madeishi qu´entàs femelhes gravides e en generau).

Era disponibilitat der abitat siguec calculada per fotoenterpretacion dera airau d´estudi, susmetent ua reticula e calculant es percentatges de cobertura de cada tipe d´abitat.

Es calculs estadistics generaus sigueren realizadi damb NCSS-2002 © (Hintze, 2001) e es ordenances e culsters (agropaments) damb NTSYS 2.1© (Rohlf, 2000).

Es diferéncies enterespecifiques de cada sèxe sigueren provades damb un ANOVA d´un factor, e espròves pòst-hoc de Tukey-Kramer entà comparances moltiples enter es mesures de cada grop. Es diferéncies enter mascles e femelhes sigueren provades per espròves T. S´es condicions de normalitat non èren cap assumibles, se heren a servir espròves non-parametriques (Kruskal-Wallis o espròves Chi-cuadeado).

Periode d´activitat (Iuernada): Eth periode d´activitat des cernalhes araneses depen fòrça dera climatologia der an en qüestion. Era sua vida ei mercada desde hè milions d´ans peth ritme que les mèrquen e sasons e es avatars climatics.

Era succession de precipitacions de nhèu ath long des sasons desfavorables e era sua compactacion per congelacion an ua importància capitau ena persisténcia d´aguesta e era resisténcia ath desgèu primaverau, que se produsís en mai e sustot en junh.

Es precipitacions doriues en forma de nhèu pendent era tardor non sòlen auer pas màger importància de cara ara gessuda des cernalhes ena primauera (encara qu´òc mèrquen, com veiram mès endauant, eth moment dera retirada des cernalhes pendent era tardor). Es precipitacions de nhèu que quèn cap a començaments d´iuèrn (deseme e gèr) son es prumères en auer persisténcia notabla en solèr, com ben saben es esquiaires, e era gent que trabalhe ena montanha. Aquera nhèu sòu gelar-se rapidament pes baishes temperatures e se compacte e transforme en un blòc semblant a gèu mès o mens porós sus eth que se van depositant ues autes capes de nheuades posteriores, qu´ath sòn còp tanben se compacten, en tot crear estractes de nhèu plan resistentes ath desgèu. Aqueres capes de nhèu naua sus ues autes mès vielhes hèn qu´era capièra nivau non sigue pas omogenèa e òc inestabla, damb eth perilh de lauegi per desprendiment gravitacionau d´ues capes respècte a ues autes qu´obliguen a mantier pistes barrades per seguretat enquia fòrça auançada era primauera (fòto 10).

Mentre tot açò passe, es cernalhes se trapen iuernant sense pensar en mon exterior. Aguesta iuernacion pòt durar facilment sèt o ueit mesi. Damb freqüéncia se hè a servir eth tèrme iuernacion entà definir aguest torpor iuernau, mès aguest tèrme sonque ei aplicable as animaus de sang calenta com es mamifers (marmòta, missarra, os, taishon) que disminuïssen pendent aguest periode era sua temperatura corporau e eth numerò de batècs deth còr, en tot quedar com un estat de vida suspesa enquia arribar era primauera (encara bèri uns pòden desvelhar-se damb facilitat, com es ossi, lo que demòstre qu´eth desactivat vidau non ei pas plan prohond).

Era iuernacion a d´auer lòc (encara qu´açò non s´a podut pas, comprobar) en henerècles plan prohondes entre es arròques. Fòrça possiblement era cernalha cerque eth contacte damb parets de pèira, heireda mès estable, e s´introdusisque per tant enquiath hons de henerècles a on apenes i cap. Cercar aguesta sensacion de

seguretat peth contacte damb es parets, se nomente tigmotactisme o estereotactisme. Es henerècles an d´èster tanben moderadament seques, pr´amor senon poirien aparéisher malauties dera pèth. Aguestes malauties dèishen cretes en forma de deformacions en escates deth crani (es sòns limits desapareishen e son substituïdes per un materiau enponjós de color parièr ara rèsta dera pèth) qu´an d`èster eth resultat des atacs per cocomèles e d´auti possibles agents patogens qu´aprofiten era baishada de defenses pendent era iuernada.

En aguestes condicions e jos ua espessa capa de nhèu, era temperatura damb seguretat non a de baishar des 4 grads centigrads. Ei possible que guaire mès prohonda sigue era henerècla, mès estable a d´èster era temperatura pendent tot er iuèrn, independentament des borrasques e es temperatures exteriores.

En bères espècies se balhen iuernades en grop e lòcs favorables. Non sabem pas s´açò pòt passar damb era cernalha aranesa. Era iuernada, en generau, ei mès ben un torpor peth heired en qu´es animaus se botgen un shinhau se son tocadi e se recupèren plan rapid se son metudi en un lòc calent, e non pas ua vertadèra iuernada coma era que se da damb bèri mamifers.

Bères espècies acumulen substàncies “anticogelantes” enes sòns teishits. Enes cernalhes araneses non se coneishen pas aguesti detalhs coma en espècies plan comunes e faciles d´estudiar, mès per exemple ena cernalha vivipara que tanben viu en zònes de mejana montanha ena Val d´Aran, se sauven enquia 6 mg de glucògen en hitge per gram de teishit corporau. Aguest glucògen comence a acumular-se des dera fin dera reproduccion e ja de cara ara pròplèu iuernada, e represente enquia un 3% dera resèrva energetica dera cernalha de cara ar iuèrn, en tot èster era rèsta des resèrves (un 97%) grèish. Aquest glucògen deth hitge se gaste pendent er iuèrn, en tot persistir quauquarren enquiara primauera en muscle. Atau, era cernalha pèrd part deth sòn anticongelant pendent er iuèrn. Ath torn d´un 10% dera energia gastada pendent era iuernada proven deth grèish des còssi grassi. Ath long dera iuernada, ua cernalha vivipara de 3 grams gaste uns 40 mg de glucòsa que proven ath 50% tan deth grèish com deth glucògen, en tot gastar d´un 2 a un 10% deth sòn pes corporau.

Era principau resèrva des cernalhes son es còssi grassi. Aguesti se presenten com dues masses qu´aucupen era part posteriora der estomac. Ara fin der estiu e principis de tardor se trapen ben plens e desvolopadi, en tot disminuïr quauquarren pendent era iuernada. Ath començaments dera activitat primaverau se gasten a grana velocitat enes mascles (se consumís ena activitat reproductora pr´amor en aguesta epòca i a encara ua manca totau de preses), mentres qu´es femelhes se gasten un shinhau tanben pera manca doriua de preses (fòrça mens qu´enes mascles) e sustot dempús des copules, perque passen a formar eth velin (eth mijò) des ueus, qu´ei era foncion prioritària. Atau donques, andús sèxes gessen dera reproduccion damb es sues resèrves de grèish cansades. Enes joeni apenes son visibles, lo que demòstre qu´era sua foncion ei lèu exclusiuament reproductora.

Ena cernalha cantabrica (*I.monticola*) semble èster qu´aguesti còssi grassi procedenti des resèrves acumulades er estiu passat passen a formar part deth velin dera prumèra ponduda, mentres qu´era dusau ponduda, s´existís passe uns 20 o

30 dies dempús dera primauera, se neurís der aliment acumulat pendet era sason d´activitat en cors, pr´amor non queden pas resèrves der an passat. Açò hè qu´es dusaus pondudes (en cas d`èster-i) son mendres qu´es prumères. Dusaus pondudes se dan sonque enes poblacions galaicocantabriques de *I. monticola*, mès non se coneishen pas enes dera Serra de Estrela n´en cap auta espècia de *Iberolacerta*.

Enes mascles dera cernalha cantabrica (*I.monticola*) se produsís ua reduccion des resèrves de grèish des d´abriu enquia junh (degut ara reproduccion), entà aumentar de nau en junhsèga, agost e seteme, ja de cara ara reproduccion des ans que vieràn. Enes femelhes, era reduccion maximona se produsís en juriòl (pondudes) en tot pujar eth sòn volumen de forma notable en agost e seteme.

Enes cernalhes semble qu´ei mès perilhosa era epòca d´activitat que non pas eth periode d´iuernada. Dit en ues autes paraules: morissen mès animaus depredadi pendent era activitat que congeladi o exausti pendent er iuèrn.

Era gessuda deth refugi iuernau deu vier per un cambi de patac en aquera temperatura baisha mès establa pendent mesi, atau com es cambis ena umitat e temperatura qu´indiquen ara dromida qu´era entrada a quedat liura de nhèu. En quedar era entrada dera henerècla expausada ar aire damb eth desgèu, eth aire d´umitat e temperatura variables deuen entrar e s´ei lo suficientament moderat, "reanimar" ara cernalha que gesserà a préner es prumèri rajòus de solei dempús dera iuernada.

Es cernalhes araneses son oportunistes en quan ath moment de gésser dera iuernada, mès conservadores en quan ath moment de meter-se de nau. Qué vò díder açò? Donques que mentres qu´era retirada as quartèls d´iuèrn ei dictada per un fotoperiode (numerò d´ores de lum) e era baishada graduau des temperatures qu´acompanhe as prumèri heireds, ena primauera tardiua, que coïncidís lèu damb eth moment de maximona insolacion anuau e apròp dera maximona durada des dies, es cernalhes gessen des sòns refugis tan lèu com eth solèr quede liure de nhèu (normauments enes zònes d´arròca que se despengen abantes) (fòto 11). En aguesta epòca, era activitat consistís en lèu mès que préner eth solei entà favorir era espermatogenesis (era formacion d´espertozòïdes) enes mascles e possiblement es prumères manifestacions de sason. Era via a d´anar plan rapida quan as pòc mès de tres mesi d´activitat anuau! Sonque gésser dera iuernada encara non se neurissen cap. De hèt, apenes existissen com preses bèri antropòds qu´an iuernat tanben aquiu o uns auti volaires que vien de zònes mès baishes.

Era durada deth cicle d´activitat anuau ei plan breu e molt similar enter es tres espècies de cernalhes pirenenques (*Iberolacerta* sbgn. *Pyrenesaura*). Dure uns quate mesi enes mascles e femelhes adultes, des dera meitat de mai a principis d´octobre. Ues autes espècies de *Iberolacerta* de mieja montanha an periodes d´activitat semblanti (des dera prumèra meitat de mai a meitat d´octobre ena cernalha croata, d´abriu a octobre ena cernalha cantabrica e era batueca, de mai a octobre ena serrana, eca…).

Com ja auem dit, es tres espècies de *Pyrenesaura* son oportunistes per çò que respècte ath sòn moment de gessuda dera iuernada, en tot aparéisher quan

se hon era nhèu persistent (gelada), usuaument enquiara dusau meitat de mai. Es prumères observacions de *I.aranica* daten deth 16 de junh (2001) en Maubèrme, mès ei qu´es parçans non son pas accessibles enquia aqueres donades degut ath perilh de lauegi o ara preséncia d´aguesti talhant pistes (fòto 10). Eth moment reau de gessuda dera iuernada a d´èster semblanta ath de d´autes espècies qu´an podut èster controlades en lòcs mès accessibles (19 de mai de 1992 /Monte Perdido/ en *I. bonnali*, e 5 de junh de 1994 /Andorra/ en *I. aurelioi*).

En molti lacertids es joeni son es prumèri en aparéisher, dempús es mascles e en darrèr es femelhes, en tot èster pròplèu eth contrari ar orde de retirada enquiath finau dera sason actiua. En generau, es joeni tanben pòden èster observadi en circonstàncies de clima desfavorable pendent eth periode d´activitat, pr´amor qu´era sua relatiua grana relacion superfície/volumen les permet escauhar-se plan rapid. Era superfícia creish ath quarrat (en dues dimensions) dera longitud (ua dimension lineau), e eth volumen (en tres dimensions) ath cub. Açò implique que s´eth calor ven de dehòra, guaire mès gran sigue er animau, mens superfície (que creish ath quarrat, bidimensionau) a entà escauhar eth còs (un volumen que creish ath cub, dimension tridimensionau). En ues pògues espècies, com en ludèrn verd (*Lacerta bilineata*) es joeni apareishen mès tard qu´es adults. Enes cernalhes pirenenques, non semble pas que sigue cap des sèxes eth qu´apareish abantes. Possiblement lo comprimit deth cicle vitau non permet pas aqueri desfases, e i a molt pòc temps entà desvolopar eth cicle vitau, en tot aparéisher aguest com comprimit.

Oraris dera activitat :

Es sauris, com totes es espècies ectotèrmes, depenen des condicions de temperatura der ambient entà desvolopar era sua activitat. Per açò, es cernalhes sonque pòden èster actiues quan es condicions climatologiques les son favorables. Ei incorrècte díder qu´es cernalhes son animaus de « sang heireda », simplament an ua capacitat limitada de controlar era sua temperatura intèrna.

Era inactivitat non sonque se da enes periodes desfavorables, senon que plan viatges se da en periodes aparentament favorables s´es besonhs energetiques, reproductores, eca ja s´an satifèt. Dit en ues autes paraules: non gessen ne s´expausen se non ei per besonh. D´aquera manèra, dismiuïssen es probabilitats d´èster depredadi e se consèrven era energia agarrada pendent eth periode d´activitat.

Era activitat normau enes reptils sòu èster mercada per dus hèts claus: Eth prumèr conseguir suficienta temperatura entà iniciar era activitat, açò ac aconseguissen mejançant era expausicion ath solei (soleienc o insolacion; ”baskimg” des autors anglosaxons). Eth dusau ei era retirada, aumens parciau, deth solei quan es condicions de temperatura se tornen massa nautes e ostiles.

Atau, fòrça reptils presenten enes periodes mens calurosi, pendent era primauera e era tardor, ritmes d´activitat unimodaus (damb ua mòda, ei a díder un pic d´ activitat enes ores centraus deth dia), mentres que pendent er estiu era activitat ei mès ben bimodau (damb dus pics d´activitat, un peth maitin, ath que le seguís ua

retirada enes ores centraus e mès caluroses deth dia, tot seguit per un aute generauments mès petit pendent era tarde). S´era calor pendent eth centre der estiu ei plan excessiua, era activitat pòt redusir-se de forma drastica, en tot produsir-se ua vertadèra estivacion (se nomente atau ara inactivitat deguda ath periode desfavorable produsit pera excessiua calor e sequèra) en tot balhar era impresion de que non existissen pas cernalhes en ua determinada zòna. Ena sua parenta, era cernalha croata (*I. horvarthi*) s´a postulat qu´existís bèth tipe d´activitat sublapidicòla (per dejós des arròques) pr´amor qu´entre es sues preses apareishen opilions e aranhes, mès aguestes preses pòden èster capturades en henerècles o en exterior, atau qu´aquera activitat ei plan relativa: ua espècia que s´amague entre es arròques, capture preses que tanben s´amaguen entre es arròques. Tanben poirie èster que d´autes *Iberolacerta* coma era cernalha batueca poirien auer activitat enter es grani blòcs d´arrocàs, degut a qüestions termiques com son era conservacion der aire fresc ena net en zònes excessiuament caluroses.

Ena nauta montanha, totun, aguestes condicions cimatiques se ven plan matizades e condicionades. Encara qu´un posque auer donades aparentament omogenèes, lèu non n´i a dues parières. A despiet d´açò es dies calurosi e de temperatura moderada; auti dies son clari, e heiredi; uns auti clari e damb un persistent vent que gèle enquiàs uassi; e ara fin uns auti (per méter sonque uns exemples) parciaument embromadi mès doci. Parlaram de tot açò en tractar era termoregulacion (era modificacion dera activitat entà mantier era temperatura adequada entà èster actiues).

Balhat lo cuert deth cicle anuau des cernalhes araneses, non pòt parlar-se d´aguesta espècia d´ua activitat pròpria des moments mès doci o mès fresqui der an pr´amor qu´aguesti son fòrça comprimidi en ua epòca plan limitada der an. Ua cernalha aranesa pòt passar en pògui menuts d´ues condicions de calor extrèm a un vent gelat lèu iuernau damb sonque era arribada d´ua broma curbint eth solei com passe soent pendent es ores centraus d´un dia d´ostiu quinsevolh, quan eth vent de montanha pòrte bromes que, dilhèu pera tarde (se non ei abantes!), acaben deishant ua tronada d´estiu, que baishe es temperaturas enes còtes baishes, mès torne iuernaus es condicions de nauta montanha. Era eterogeneïtat des condicions atmosferiques ei màger laguens d´un dia quinsevolh qu´enter periodes diuèrsi laguens dera epòca d´activitat.

Era activitat des cernalhes damb temps soleienc a lòc pes maitins e ei lèu unimodau (damb un sonque pic d´activitat maximona), encara que pera tarde en baishar es temperatures posque observar-se bèth individu en exterior des refugis. En ues autes espècies propères, com ena cernalha pirenenca (*I. bonnali*), era cernalha cantabrica (*I. monticola*) e era cernalha serrana (*I. cyreni*) era activitat ei tanben practicament unimodau. Ena cernalha croata (*I. horvathi*) en mai e octobre (extrèms dera epòca favorable) era activitat ei unimodau (des 10:00 as 16:00 ores), e bimodau ena rèsta deth periode d´activitat (8:30 a 12:30 ores e des 14:00 as 17:30 ores).

Era activitat des cernalhes consistís en préner eth solei (o escauhar-se jos ua planura de lòsa) e realizar era activitat de camp (recórrer a on se cerque aliment; peleja damb individus rivaus s´era espècia ei territoriau, se hestege o s´accèpte era hestejada d´individus der aute sèxe, eca). Normauments, gessen deth sòn refugi e

non tornen ad aguest enquia acabar era activitat diària damb er estomac plen. Quan era temperatura ei excessiua (non pas era deth aire, senon era dera arròca, que se cauhe coma ua plancha ath solei e comunique aguest calor as cernalhes) o er estomac ja ei plen, es cernalhes s´amaguen e dèishen era sua activitat. Açò a lòc pes maitins abituaument, per açò non ei pas plan important era activitat de tarde (s´ei qu´eth temps acompanhe, qu´ aquerò ei ua auta!, ja que freqüentament pera tarde de desvolopen bromes de tronada qu´amaguen solei e heireden de forma notabla er ambient).

Era grana majoria de exemplars se trapen actius enter es ueit ores solares ((GTM: "Generau Time Mode", es ores solares que se medissen respècte ar meridian de Greenwich, que serien equivalentes as dètz der actuau orari d´estiu) e e tres dera tarde (3GTM). Era mejana dera activitat (moment en que mès animaus actius s´obsèrven) son es 9.59 GTM. Eth prumèr exemplar observat en activitat siguec tàs 8.01 GTM mentres qu´eth darrèrs tàs 14.55 GTM.

Era topografia deth lòc a tanben ua importància clau pr´amor qu´era preséncia de montanhes o era orientacion dera zòna influïssen en qu´eth solei gesque o se coge abantes en un determinat lòc.

Com pòt observar-se ena fig.15, entre es 8 e es 12 GTM a lòc era màger part dera activitat des cernalhes. Ena localitat tipica e a meitat de juriòl, enquiàs 8.30 GTM non comence a gésser eth solei darrèr des montanhes. Uns auti pics d´activitat mès infims respècte ath dera activitat principau apareishen enquiàs 14 e es 16 ores GTM. Non existissen pas enter es sèxes en aguesta activitat, n´entre eth periode passat ara ponduda (prereproductiu) e es posterior (pòstreproductiu).

Com ja auem soslinhat, damb freqüéncia s´obsèrven animaus amagadi jos es pèires planes (lòsa) abantes que se comence era activitat dehòra e que ja presenten temperatures corporaus elevades, premanides entà iniciar era activitat sense passar peth periode d´inmobilitat ath solei. Aguest comportament ei plan caracteristic des *Pyrenesaura* qu´abiten zònes de lòsa , e plan particularament dera cernalha aranesa.

Se consideram tot tipe d´individus observadi (jos pèires, actius, arturadi, soleiencs) non existís pas ua grana variacion respècte as donades naut expausades.

Caracteristiques der abitat

Es animaus non se trapen distribusidi per escadença, senon que se concentren enes zònes mès favorables. Cada lòc a uns factors abiotics (substrat, orientacion, inclinacion, microabitat, eca) e biotics caracteristics (espècies competidores, parasits, depredadors, eca). Es resptils non son scientifics especializadi, atau qu´en compdes de reconéisher es espècies o caracteristiques particulares d´aguest o aqueth paramètre ambientau, reconeishen es granes caracteristiques der abitat que les son favorables. Se ditz qu´es reptils son mielhors morfològs que taxonòms o meteorològs.

Passaram ara revista as caracteristiques der abitat a on passe era vida dera nòsta protagonista.

Era cernalha aranesa viu en zònes supraforestaus de nauta montanha (fòtos 12 e 13, e dera 67 ara 72), ei a díder, viu per dessús deth nivèu naturau des arbes (en airines de fisonomia aupina) que van des 1940m as 2540m sus substrats d´arròques e en airines dispèrses caracterizades per un periode liure de nhèu en solèr cuert (de meitat de mai, coma lèu, enquia meitat d´octobre) e condicionat peth fotoperiode (ores de lum) e era cobertura nivau. Abiten en vertentes de solana (orientacion sud), com uns auti elements damb origen enes montanhes premediterranèes, mentres qu´es d´ombrèr (vertentes d´orientacion nòrd) son abitades per animaus e plantes de tipe boreo-aupin o artic-aupin (com era perditz nivau). Laguens d´aguestes orientacions generaus cap ath sud, era microtopologia jògue un papèr fonamentau e es parçans de cernalhes de montanha apareishen mès ben en orientacions èst. Eth solei de maitin semble plan mès important entàs cernalhes araneses qu´eth solei dera tarde.

Era radiacion solara (especiaument es rajòus ultravioletes) , era precipitacion (sustot en forma de nhèu), e er efècte deth vent, s´incrementen damb era nautada, mentres qu´era temperatura e era pression atmosferica disminuïssen.

Es temperatures mejanes anuaus deth Pis Aupin (zònes de nautada mercades pera desaparicion deth bòsc) a on a lòc era vida des cernalhes, van des -2 a 5ºC (usuaument son mens de 3ºC de mejana). Es temperatures mejanes deth mes mès heired son de -10º o mès baishes, mentres qu´es maximones d´estiu pòden oscilar en mielhor des casi enter 20 e 25ºC, en tot èster normaument mès petites.

Eth regimen pluviomètre ei iperumid (màger de 1400mm de precipitacion en toti es casi) e eth periode vegetatiu va des d´un a tres mesi. Aguest periode vegetatiu ei eth periode de temps en qu´era temperatura e era lum son suficientes entà perméter qu´es vegetaus erbacis viuien e creishien damb uns minims requeriments (en Pis Aupin ère insuficient, totun, entà que viuessen es arbes).

Era nhèu deth solèr deth Pis Aupin de forma continua pendent un periode que va des 6 as 9 mesi, segontes es zònes. Tanben i a sèt mesi de gelades nocturnes seguides qu parièrament son freqüentes pendent uns auti dus o tres mesi mès.

Finalament, cau indicar qu´a aquera nautada es precipitacions en forma de nhèu pòden quèir de forma esporadica en quinsevolh moment der an, includint es mesi de juriòl e agost. Enquia meitat de junh, ja en plen periode reproductor, ei freqüent qu´un temporau de nhèu curbisque eth solèr en tot eth pis aupin pirenenc (fòtos 14 e 15).

Tanben ei caracteristic qu´enquia meitat de seteme o en dusau tèrç d´aguest mes, eth prumèr temporau seriós, semblant ath de junh, merque eth començament dera retirada entàs abrics iuernaus.

Aguestes zònes per dessús deth limit naturau der arberam patissen fòrti contrasti ath long deth dia, en temperatura, umitat, vent e insolacion, atau com dramatiques diferéncies enter era temperatura deth solèr e eth aire. Inclús pendent er estiu, es temperatures quèn enquia apròp de zèro grads pendent era net degut ara intensa radiacion nocturna.

Totes aguestes caracteristiques hèn des airines supraforestaus (aupines) zònes plan dures e extrèmes entà animaus des nomentadi ectotèrms (de sang heireda). Aguestes cernalhes, amassa damb es sòns parents era cernalha pirenenca e era palharesa, son es unics vertebrads exclusius deth pis aupin (nauta montanha) en Euròpa e constituïssen subjèctes de prumèr orde entà enténer es mecanismes d´especiacion e superviuença en zònes que resulten extrèmes inclús entà animaus de "sang calenta"(endotèrms) coma es audèths e mamifers.

Inclinacion deth terren: Sus 335 exemplars observadi, era inclinacion mejana deth terren ei d´uns 35º (fig.16). Eth 50% des observacions quèn laguens deth rang de 30º a 45º, e eth 80% deth totau què entre 20 e 45º, lo qu´indique ua clara predileccion des cernalhes pes terrens d´inclinacion doça que favorisquen es sòns desplaçaments. Eth rang totau d´observacions va des deth terren totaument plan (0ª) enquiath plan penent (80º). Non existissen pas diferéncies enter andús sèxes en quan as inclinacions utilizades.

Cau rebrembar aciu qu´era cernalha aranesa ei mès "camacuerta" qu´es sues congenères es cernalhes pirenenca e palharesa, pr´amor que hè a servir mès eth solèr e aguestes penents d´inclinacion moderada que non pas es granes arròques. Totun, en bèri lòcs com Balonguerre, Malh de Bulard o era Vall del Forcall es cernalhes viuen en grani blòcs d´arròques e presenten diferéncies significatiues respècte, per exemple, as cernalhes des solanes d´Armeros, quan ara longitud des sues pautes.

Bèri autors an suggerit qu´en un ambient damb manca de depredadors, es pautes redusissen era sua longitud, mès non pensam pas que sigue aguest eth cas dera cernalha aranesa, senon qu´era reduccion dera longitud des pautes ei deguda ara manca de besonh de grimpar fòrça.

Eth movement d´aguestes cernalhes ei mejançant ondulades deth còs. Es cernalhes hèn a servir es pautes entà desplaçar-se a ua velocitat moderada o com punt d´emparament mentre odulen eth còs. En cas d´auer de besonh húger rapidament, ac hèn d´aguesta manèra: plegar es pautes e ondulant eth còs, en tot escapar preferentament camin enjós enquiath refugi mès pròplèu. Non ei pas estonant, donques qu´es mejans pòc penents les siguen mès favorables entà desplaçar-se.

Ei plan interessant resenhar qu´existissen diferéncies significatiues enter es penents abitades en periode pre- e eth pòst-reproductor. Pendent eth periode prereproductor era miejana des penents ei de 37± 0.80 grads, en tot què ir eth 50% des observacions enter es 30º e es 45º, e eth 80% enter es 25 e es 46º (rang, desde 0º a 80º) mentre qu´en periode pòstreproductor se trapen en lòcs planèrs damb ua penent mejana de 32.8± 0.89 grads, damb un 50% des observacions enter es 30 e es 40º e un 80% enter es 20 e es 45º(rang desde 10º a 60º). Aguestes diferéncies pòden èster dictades per un usatge diferenciau der abitat. Quan era reproduccion ei ua prioritat e hè pòc que s´a gessut d´iuernar, es penents màgers, generaument mès associades as arrocàs e pèires permeten ua mielhor insolacion e cambi d´angle entà seguir era trajectòria deth solei, atau com dilhèu en mens mesura (pr´amor non i a pas diferéncies entre sèxes) era prospeccion de terren damb fins reproductors e territoriaus. En darrèr tèrme, cau rebrembar que coma era iuernada passe en hene-

rècles des arròques, ei naturau que sigue er abitat utilizat quan gessen es animaus a finaus de primauera.

Dempús dera reproduccion, es animaus apareishen pendent eth rèste der estiu mès concentradi apròp d´a on i a umitat (apròp de sauts d´aigua e zònes d´èrba mès fresca qu´an conservat nhèu enquia mès tard, ja ben entrat er estiu). En aquera epòca, es sues prioritats son era alimentacion e eth cerèr des sues resèrves de grèish que les permeteràn reprodusir-se en estiu següent. Es zònes mens penents amassa ara èrba e es arriuets, consèrven umitat, èrba mès fresca e concentren as invertebradi que constituïssen es preses d´aguestes cernalhes, mentre qu´es zònes d´arròques son mès seques e patissen er estrés idric, apenes presentant invertebradi mès que de pas (fòrça volaires), pendent era dusau meitat der estiu.

En ues autes espècies similares qu´abiten tanben zònes de montanha en Armènia (en petit Caucas), s´an descrit atau madeish migracions sasonaus enquia de bèri centenars de mètres (300 a 500 m) enter zònes d´arròca abitades pendent era iuernada, era primauera e era tardor, enquiara riba de lacs e torrentères utilizadi pendent er estiu, de forma similara ara cernalha aranesa.

Percentatge d´arròca: Eth percentatge d´arròca des lòcs abitadi pera cernalha aranesa (360) observacions oscille ath torn deth 30 % de cobertura d´arròca, encara qu´es animaus posquen observar-se des de zònes d´èrba damb un 0% d´arròca a on s´aventuren de forma ocasionau pendent era caça d´insèctes) enquia afloraments totaument d´arròques (100% arròca) (fig.17). Eth 50% des observacions quèn enter eth 10 e eth 50% des arròques, e eth 80% des observacions enter eth 5 e eth 75 % des arròques. Entara estima des percentatges de recurbiment d´arròca, vegetacion , etc., mos a segut util er usatge dera fotografia d´infraròg is en fauç color, que permet distinguir pro clarament enter uns tons òcres, pèires o vegetacion fotosinteticament actiua en aguest cas (fòto 17 e 18).

Ei plan interessant eth hèt de qu´apareishen diferéncies enter er usatge des arròques enter eth periode pre- e pòst-reproductiu. Pendent eth periode prereproductor, era mejana en percentatge d´arròca des lòcs utilizadi ei deth 25 %, en tot quèir ath 50% des observacions enter eth 10 e eth 40 % d´arròca, e eth 80% d´eres enter eth 5 e eth 70%. Peth contrari, pendent eth periode pòstreproductor era mejana deth percentatge d´arròca puge ath 40%, en tot quèir ath 50% des observacions entre eth 10 e eth 60% e eth 80% d´eres enter eth 5 e eth 80%. Existís per lo tant un petit mès significatiu aument der usatge dera arròca segontes auance er estiu (que s´arrevire en parallèl a un petit aument tanben dera èrba mès a ua disminucion der usatge des zònes de pèires petites). Non existissen pas diferéncies enes percentatges d´arròca utilizades pes dus sèxes.

Percentatge de pèires soletes (peiregàs e glères): Eth percentatge de pèires soletes enes lòcs de localizacion des cernalhes araneses oscille ath torn deth 15% de cobertura (fig.18). Eth 50% des observacions què enter eth 0 e eth 40% de pèires, e eth 80% des observacions enter 0 e eth 64.5 % (eth rang totau d´observacions va deth 0 ath 95%) (fòto19). Non existís pas diferéncia entre sèxes.

Parièr qu´ath percentatge de cobertura d´arròques, existís ua variacion significatiua enter eth periode pre e eth pòstreproductiu. Ath contrari qu´en cas des arròques, eth percentatge de cobertura de pèires baishe conforme auance er estiu, en tot cambiar-se es animaus a zònes damb mès arròques e èrba (veir mès baish).

Pendent eth periode prereproductiu era cobertura mejana de pèires ei 28.29± 1.8. Eth 50% des observacions quèn laguens der enterval deth 0 ath 50% de cobertura de pèires, e eth 80% enter er enterval 0 ath 70%. Pendent eth periode pòstreproductiu era cobertura mejana de pèires ei sensiblement inferior: 16.75±2.03, en tot quèir eth 50% des observacions quèn laguens der enterval de 0 a 31.25%, e eth 80% laguens deth que va de 0 a 60%.

Percentatge deth solèr (tèrra) despolhada: Eth percentatge de tèrra despolhada enes lòcs d´observacion de cernalhes araneses ei plan baish (deth 14%), en tot quèir eth 50% des observacions enter eth 0 e eth 15% e eth 80% des observacions enter 0 e eth 30%. Eth rang totau qu´inclodís es valors extrèms va de 0 a 70% (fig.19). Non existissen pas diferéncies n´entre sèxes n´entre periodes.

Percentatges d´arbusti: Encara qu´en zònes propères as abitades pes cernalhes se dan bèri arbusti (borrug, anajon, gauèc), non les auem trapat jamès just enes zònes abitades per *I. aranica* (encara que plan apròp o enes ombrèrs inmediats). Atau era cobertura d´arbusti enes zònes de cernalha aranesa ei nulla, sense diferéncies enter sèxes o periodes.

Percentatge d´èrba: Eth percentatge d´èrba o ath long de tota era epòca d´activitat oscille ath torn deth 20% (fig. 20). Eth 50% des observacions què enter eth 10 e eth 40% e eth 80% enter eth 5.5 e eth 70%. Es valors extrèms van de 0 ath 100%. Non existissen pas diferéncies enter sèxes.

Existissen diferéncies significatiues enter es periodes pre e pòstreproductor. En periode prereproductor era mejana ei de 27.58±1.42%, en tot quèir eth 50% des observacions enter eth 10 e eth 36.25% e eth 80% deth totau des observacions enter eth 5 e eth 60%. Pendent eth periode pòst-reproductor, es cernalhes hèn a servir un abitat damb un shinhau mès de cobertura d´èrba, damb ua mejana de 32.64±1.89, en tot quèir eth 50% des observacions enter eth 15 e eth 50%, e eth 80% d´eres enter eth 10 e 70% .

Densitat

Ena cernalha aranesa (*I. aranica*) auem calculat densitats d´uns 78 indiv/a (33.3 adults e 44.4 joeni per ectarees) (29-VI-1991) e un lòc optim d´enquia 600 ejs/a (7-7-2002).

Ena cernalha pirenenca *(I.bonnali*) en Bigòrra auem calculat densitats de 380 ejs/a (29-6-94). En Ordesa (a 2090m) 2090 adults / i a 4750 joeni/a (a 2200m), 1550 ejs/a. (12-8-1993), 175 ejs/a (8-VI-1991), damb densitats d´enquia 12 joeni per mètre quarrat. En Posets, densitats de 200 ejs/a (27-VI-1991) e en Arriel (Artouste) de 20ejs/a (5-VIII-1993). Era majoria des densitats se dan sus arròques plan fisurades (lòsa, blestes e pèires calcàries), mentre qu´es menors tostemp sus granitiques.

Ena cernalha palharesa (*I. aurelioi*) auem calculat densitats de 175 ejs/a (5-6-1994) e 145 ejs/a (6-6-1995) en Andorra (Ordino-Arcalís). En 2005 (finaus de junh e principis de junhsèga) se calculèren es densitats enes localitats optimes de cada bacin laguens deth territòri catalan, en tot deishar un valor de 20.8 ejs/a en bacin de Mont-Roig, de 25.8 ejs/a ena Pica d´Estats e de 10.27 ejs/a en de Salòria.

Ena cernalha catabrica (*I. monticola*) s´an mesurat densitats de 52.5 indiv/a (maximon de 150 indiv/a) ena cadia montanhosa Cantabrica. Ena Serra da Estela s´an registrat valors de 150 a 1200 indivs/a. Aguestes densitats mès baishes (100 a 200 indivs(a) son equivalentes as de d´auti petiti lacertids paleartics:200 a 300 indivs/a en *Zootoca vivipara*, 500 indivs/a en *Podarcis muralis*; mentre qu´es densitats puntuaus plan nautes se corresponen mès damb es insulares (en zònes de baisha competéncia):1037 a 1120 ejs/a en *P. muralis* poblacions insulares en S. de França) o 1300 a 1500 indivs/a en *P. carbonelli berlengensis* (dera Isla de Berlenga en Portugal).

Temperatura d´activitat e termoregulacion.

Com ei ben sabut, es cernalhes an de besonh dera energia deth solei entà èster actiues. "Èster ath solei com un ludèrn" s´a convertit en ua frase deth lenguatge colloquiau referent a aguesti animaus e coneishuda per toti.

Mès ena nauta montanha en èster actiu non ei tan facil. Pendent era màger part der an eth solèr ei curbit per un espés mantèu de nhèu e es temperatures, inclús es des arròques que poguessen quedar en aire, son proïbitiues entara vida, inclús d´aguesti animaus associadi ath solei.

Com ei sabut, un animau que depen dera calor ambientau entà desvolopar era sua activitat a de presentar mecanismes entà "autocontrolar" era sua temperatura de forma independenta as anades e tornades deth miei extèrn. Aguesti comportaments que desvolopen es animaus entà regular era temperatura deth sòn còs se nomenten "termoregulacion".

En cas generau d´ua cernalha que viu en miei estable com, poiríem méter per exemple, ua cernalha des parets (*Podarcis muralis*) que viu en hons dera val, era sua activitat diària comence quan eth solei comence a flocar en solèr e era completament heireda dera net, ges a expausar-se ath solei. Mejançant açò, era temperatura deth sòn còs puge rapidament e un viatge artenhuda era temperatura d´activitat, comence a botjar-se, caçar, deféner territòris, eca. Mentre ei heireda, non sonque ei incapabla de botjar-se, senon que semble èster que tanpòc ei capabla de veir ben. Ei com se siguesse "drogada" e non siguesse capabla ne de seguir eth movement de lo que li entornege. En ua auta espècia ben estudiada en auti parçans d´Euròpa, era cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*), s´a descrit qu´a prumèra ora deth maitin, gessen sonque eth naric ath solei neishent der èst, en tot escauhar-se un shinhau dempús deth heired dera net, pr´amor qu´era sang pòrte aguest calor per tot eth còs enquia arténher un minim que li permet expausar-se mès damb garanties de reaccion en cas de perilh.

Entà escauhar-se, es cernalhes s´expausen lo mès perpendicularament possible as rajòus deth solei, en tot aplanir eth còs entà facilitar aqueth escauhament. Se tant eth aire com era arròca son plan heiredi, auem observat cernalhes que se lhèuen sus es sues pautes e s´expausen ath solei damb eth sòn còs aplanit, quauquarren atau com de "puntetes", entà non pèrder pas conduccion en tocar era arròca heireda part dera calor que son captant pera radiacion solara.

Un viatge calenta, era cernalha pòt alternar es sues activitats ath solei o ara ombra damb petiti banhs de solei puntuaus entà mantier era temperatura mès o mens laguens d´uns limits estables. S´era temperatura se hè massa nauta, era cernalha a de refugiar-se, pr´amor qu´er excessiu solei l´aucirie. Quan era temperatura baishe pera tarde, perque s´embrome eth solei o ben ja a fosques mès damb era arròca encara calenta, pòden aventurar-se de nau ar exterior per ua estona.

S´eth cicle ei d´ua soleta activitat enes ores centraus deth dia e en temps fresc, se nomente cicle unimodau, e ei caracteristic de moltes espècies de reptils ena primauera o ena tardor. Peth contrari, s´es ores centraus deth dia son plan caluroses, era activitat enes ores de mès calor se redusís e eth cicle se nomente bimodau (usuaument damb era activitat principau peth maitin e molt pòc pera tarde).

Der estudi des temperatures corporaus respècte as der ambient e as deth substrat, se pòden inferir aspèctes deth comportament termoregulador d´ua cernalha. Per exemple, guardant eth rang de temperatures corporaus as qu´un animau ei actiu se pòt veir s´ei plan estricte e sonque s´ei actiu en un rang plan estret de temperatures (animau estenotèrm) o ben s´ei capable de mantier actiu en un rang plan ampli (animau tèrmoconformista o euritèrme). Tanben pòt hèr-se era regression enter es temperatures corporaus e es der ambient o substrat. Era penent dera rècta mos indicarà s´a ua termoregulacion plan eficienta e se se manten calenta a ues temperatures concrètes independentament dera der ambient o substrat (s´era penent ei o s´apròpe a zèro) o ben s´era sua temperatura corporau seguís era de dehòra d´apròp (s´era penent ei o s´apròpe a un). Evidentament es animaus se trapen enter aguesti dus casi extrèms. Tanben grad de dispersion ath torn d´aguesta rècta teorica mos da ua idia dera precision dera termoregulacion en aquera espècia.

En cas des cernalhes araneses, era situacion ei plan particulara, pr´amor qu´era activitat sonque passe practicament pendent er estiu, e era climatologia particular de cada dia imprimís un caractèr especiau ara activitat.

Auem podut observar qu´ath començament dera activitat anuau, en circonstàncies climatiques advèrses, a un o un aute sèxe s´expausen damb mès freqüéncia ath solei segontes deth moment que se tracte. Se se hesse ua estima dera proporcion de sèxes (sex-ratio) en aguest moment, serie fòrça trincada. En junh, ar inici dera activitat, s´eth aire ei heired, es mascles s´expausen ath solei a jos vent des arrocàs, mentre qu´es femelhes son inactiues. En aguest moment se registren notables diferéncies enter era temperatura deth aire e era des animaus. Aquera termoregulacion en circonstàcies plan advèrses pòt èster relacionada damb era activitat reproductora, mobilizacion des grèishi, acomulacion d´espermatozòïdes, eca. Era activitat termoreguladora forçosa des mascles ei relacionada damb era mobilizacion de grèishi e era espermatogenesis.

Un shinhau mès tard, dempús des copules, quan es femelhes son gravides e hènt es ueus (velingenesis), s´es cirsconstàncies climatologiques son advèrses mès hè solei, non s´obsèrve pas cap mascle (pr´amor son disminuïnt era sua activitat reproductora) mès as femelhes en tot escauhar-se ar abric des arròques, en aguest cas aprofitant enquiath darrèr rajòu de solei entà botjar es grèishi que seràn emplegadi ena fabricacion de velin (eth mijò) des ueus que son en desvolopament. Aguestes femelhes gravides corren mens pera sua abondància, mès modifiquen era sua activitat en tot redusir-la ath minim e en tot quedar-se en refugi, damb lo que disminuïssen risc de morir depredades.

En un dia soleienc normau, es animaus s´expausen ath solei amassa as refugis (en tot escauhar-se per eliotèrmia) o s´escauhen per contacte jos ua pèira (escahuament per tigmotèrmia). Era activitat comence damb es animaus calenti, damb freqüéncia damb diferéncies granes respècte as temperatures deth aire (plan heired) (veir fig.21). En pòc temps, era arròca, s´escauhe e entath meddia ei a temperatures superiores des 49ºC per lo qu´es cernalhes an d´èster refugiades e coma molt expausar-se ath solei en ua rapida corsa peth substrat cremat enquiath aute refugi fresc.

Atau, ei d´ interès primordiau començar era activitat quan abantes mielhor, d´aquiu s´escauhen jos pèires sense expausar-se encara eres heiredes ath solei (hènt mès ponin eth risc de depredacion), e qu´era caça sigue rapida, pr´amor en un parelh d ´ores era temperatura deth substrat (que non pas era deth aire) se hè inabitable. Tanben ei possible que se desplacen mès entà zònes que s´escauhen mens, coma era èrba e tèrra, conforme auance era activitat diària. A mieja tarde, quan eth solei baishe, hèn bères petites incorsions dehòra des refugis, mès aguest dusau pic d´activitat ei fòrça mès breu e sonque ac hèn bèri individus. Com ja auem indicat, en casi de temperatures plan desfavorables, tan per excessiu heired coma pera calor abrassiua, es individus joeni, que son capables de guanhar e pèrder calor plan mès rapid, son es que sòlen observar-se ath descubèrt.

Paradogicament, pòt dider-se qu´aguestes cernalhes se compòrten mès coma ludèrns deth desèrt e patissen pera excessiua temperatura deth substrat pendent un cuert periode d´activitat, que non pas que passen heired en sòn gelat ambient de nauta montanha.

Es escates granulares qu´an aguesta espècia poirien servir entà disipar calor pendent era activitat, pr´amor qu´en hèr-se semiesferiques aumenten de forma notabla era superfície der animau sense aumentar eth sòn tamanh, que possiblament sigue constrenhut peth sòn hloish creishement anuau e era sua istòria evolutiua (toti es sòns parents d´apròp son plan petiti).

Totun, aguest cicle d´un dia ideau ena vida d´ua cernalha aranesa se ve matizat damb freqüéncia (e ei mès era norma qu´era excepcion) pes particularitats deth clima de nauta montanha. Era vertat ei que non impòrte pas qu´eth cicle de cada dia des cernalhes sigue d´anar-se´n a dromir tan per excessiu escauhament dera arròca. De hèt, practicament jamès i a un dia de solei sancer. Paradogicament, quan eth temps s´espatle ena montanha, es cernalhes gessen beneficiades pr`amor en curbir-se eth solei era temperatura baishe, mès era arròca se consèrve plan estona

cauda mentre se va heiredant a plaser, en tot perméter de nau era activitat des cernalhes. Era facilitat d´escauhar-se per tigmotèrmia les facilite escauhar-se de nau pegades ara arròca e èster un shinhau mès actiues quan eth solei s´embrome.

Ei tipic que s´embrome, puge eth vent fresc de baish dera montanha en tot portar bromes deth hons dera val (fòto 20), crotze era mar de bromes des dera vertenta N (fòto 21), o qu´ua broma de tronada en formacion s´enterpause dauant der astre rei, en tot perméter alavetz qu´es cernalhes que ja son amagades tornen ara sua activitat per ua bona estona. S´eth temps va cambiant enter solei e bromes, son ues condicions optimes entà observar as cernalhes actiues, qu´alavetz van alternant periodes de solei e activitat.

Era temperatura corporau ena cernalha aranesa va des des 18.6ºC as 36.5ºC (miejana de 29.21ºC). Eth 50% des observacions quèn enter es 27.2ºC e es 31.2ºC, e eth 80% deth totau enter ers 26.04ºC e es 32.2ºC non s´aprècien diferéncies ente es dus sèxes n´entre eth periode pre- e postreproductiu (156 temperatures mesurades).

En autes *iberolacerta* se coneishen temperatures corporaus que van de 20.4º a 35.4 º en *I. monticola monticola* e de 29.0º a 37.5º en *I. monticola cantabrica*, sense qu´existissen diferéncies significatiues enter edats ne sèxes. Aguesta cernalha se considère ua termoreguladora precisa (inclús enes individus qu´an perdut era coa que, totun, an periodes de solei mès longui amassa en un refigi segur, e an eth madeish termoprerendum qu´es de coa intacta). Era cernalha serrana (*I. cyreni*) s´a dit que s´escauhen tan pera eliotèrmia coma per tigmotèrmia, mès ena nòsta opinion plan mens per tigmotèrmia (s´ei qu´ac hè) qu´es pirenenques, pr´amor viu en zònes granitiques. Era cernalha croata (*I.horvathi*) presente temperatures corporaus de 28.69ºC (20 a 35ºC). En ues autes espècies de mieja montanha coma era cernalha armènia (*Darevskia lindholmi*), de zònes mès baishes, es temperatures corporaus oscilen de 30º a 35ºC. En generau, es espècies de montanha an moments d´escauhament fòrça mès rapids qu´es espècies de zònes baishes.

Es temperatures deth substrat mesurat mentre es animanus son actius van des de 11.2ºC a 47.6ºC (era maximona capacitat deth termomètre hèt a servir ei de 50ºC e ad aqueres temperatures es animaus se trapen normaument ja refugiadi) mès damb seguretat era arròca de color fosca o nera, coma es lòses e lavenses siluriques e devoniques artenhen valors termics per dejós de 18º o per dessús de 40ºC. Era miejana de temperatures deth substrat damb animaus actius ei de 30.18ºC. Tanpòc varie entre periodes o sèxes.

Es temperatures ambientaus mentre es animaus son actius van des de 9.5 ºC enquia 27ºC, Era miejana ei de 17.81ºC. Eth 50% des observacions quèn enter es 14.7ºC e es 21.3ºC, e eth 80% enter es 12.5ºC e es 22.9ºC. Non existissen pas diferéncies enter es dus sèxes mès òc enter periodes, es temperatures prèvies ara ponduda son, com correspon a començaments d´estiu, mès baishes (miejana 17.88 ºC) qu´es de plia canicula (miejana de 18.54ºC).

Era relacion enter aguesti paramètres ei clara. Eth solei escauhe per radiacion era arròca (o eth substrat que sigue) e dempús, aguesta torne part d´aquera radiaci-

on escauhant eth aire. Açò que se complisque en toti es lòcs, ei particularment certan en aire heired e sec dera nauta montanha. Es substrats s´escauhen en foncion dera sua densitat e color. Atau, lo que mès s´escauhe ei era arròca, e mès era fosca (com lòsa o esquits silurics o devonics) qu´era de color entermiejan (com eth marron des quarcites cambrorodovícies), e aguestes mès, per supausat, qu´era de color clar (com es calcàries o eth granit). En dusau lòc s´escauhe eth solèr (e mès eth fosc qu´eth clar; e mès er umid que tostemp ei mès fosc, qu´eth sec) e lo que mens s´escauhe ei era vegetacion, que lèu se consèrve heireda. Atau, ena nauta montanha se hè heired ges ben víuer enes arròques, per açò i a tantes espècies rupicòles e saxicòles, e non simplament pera abondància d´arròca en aqueres zònes.

Tanben a era sua importància era morfologia dera arròca. Com ja auem dit, es cernalhes araneses s´escauhen cogitades jos es lòses. Aguestes arròques planes, fòrça fisurades, proporcionen grani refugi e son un mejan mès favorable qu´es quarcites (fisurades mès o mens, e de tonalitats entermieges) e qu´es calcàries (sonque fisurades a on es processi carstics tien lòc, e que non absorbissen pas calor pera sua tonalitat lèu blanquinosa mès que reverbèren fòrça mès ena lum deth solei, com ua espècia de horn refractari!). Es piris arròques de totes son es granites (non abitades pas pera cernalha aranesa mès òc pera pirenenca) que non an pas plan valor com refugi ne fisures, e son tanben heiredes. Ei molt possible que sus arròques clares, es cernalhes de montanha coma era pirenenca, desvolopen estratègies que tendissen ara eliotèrmia (escauhament dirècte peth solei) mès qu´ara tigmotèrmia (escauhament per contacte damb eth substrat) que desvolope era cernalha aranesa.

Era relacion enter temperatures corporaus (TB) e es der ambient (TA) se mòstre ena fig.21. Era relacion enter andues temperatures pòt expressar-se com ua rècta damb era següenta formula (dera form y=a+bx; a on y ei era variable depenenta, ei a díder, era temperatura animau; a ei eth punt de talh ath èish y; b ei era penent e x eth valor dera temperatura der ambient).

$$TB= 24.4395 + 0.2830\ TA.$$

Com pòt observar-se, era penent ei 0.28, se trape fòrça mès apròp de zèro que d´un, atau qu´era cernalha aranesa a un clar e plan precís comportament termoregulador.

Respècte as temperatures de substrat (TS) (veir fig.22) era TB se relacione mejançant era formula:

$$TB = 26.0377 + 0.1144\ TS$$

Aciu era penent encara ei mès petita atau que semble qu´encara termoregule màger entàs temperatures deth substrat qu´entàs der ambient. Aguest punt d´enguarda ven peth hèt de qu´existís mens dispersion des valors ath torn d´aquera rècta ipotetica en relacion TB-TS($R^2 = 0.14$) qu´ena TB-TA ($R^2 = 0.18$). Era temperatura deth substrat ei era mès decisiua e ara que mès se desvolope eth comportament termoregulador. Era relacion enter er aire e eth substrat ei mès

laxa (penent de 0.32 e R^2 = 0.25) e mos servís com referéncia de bèra causa (aire) que s´escauhe dirècta e passiuament (sense cap comportament actiu com òc a era cernalha), a partir deth substrat. Era sua penent (0.23) ei mès petita qu´era dera relacion TB- TA, per lo qu´es cernalhes non termoregulen (o non s´ajusten pas) fòrça ben respècte ara temperatura deth aire, mès màger qu´era dera TB-TS (0.11), lo que mos demòstre que termoregulen de forma precisa respècte as temperatures deth substrat. Evidentament, es valors enter TA e TS non s´ajusten pas fòrça enter eri, pr´amor non son pas un èsser viu damb un comportament dirigit senon dues substàncies inanimades.

Ena unica espècia de *Iberolacerta* extraiberica, era cernalha croata (*I. horvathi*) passe bèra causa parièra, en tot ajustar-se mielhor as temperatures corporaus respècte ara deth substrat (R^2 = 0.47) que respècte as der ambient (R^2 =0.15) en un estudi hèt en Eslovènia, mès es madeishi autors diden lo contrari en un aute hèt ena madeisha zòna (R^2 =0.59 respècte ar ambient, R^2 =0.4 respècte as arròques, e R^2 = 0.33 respècte as henerècles). Era estratègia ei plan ben diferenciada en aguesta espècie montana qu´enes nòstes espècies aupines, pr´amor es relacions de temperatura son TB=9.89 +0.76 TA respècte ara ambientau; e TB =13.04 +0.55 TS respècte ara deth substrat, damb ua penent plan grana enes dus casi e per lo tant de pòga independéncia respècte as temperatures ambientaus e deth substrat. Era cernalha croata ei per tan aparentament ua dolenta termoreguladora, ath contrari qu´era cernalha aranesa.

Ei plan probable, de totes manères qu´ena cernalha aranesa aguesta tendéncia a “defené-se” des temperatures deth substrat càmbie ath long deth dia. A prumèra ora termoregulen contra era temperatura deth aire heired (e deth substrat), e dempús sustot ath dauant ara deth substrat, massa calent.

Era temperatura corporau mantenguda dictamine es despenes metaboliques der animau. Atau, se se mantien temperatures relatiuament baishes es animaus despenen mens, mentre qu´a mès temperatura corporau, mès despenes metaboliques i a. Per exemple, era cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*) que manten ua TB de 3 o 4ºC mens qu´era cernalha d´arròca (*Podarcis muralis*), precise un 42% de minjar qu´a de besonh era dusau. Per açò madeish, a parièra produccion en un mejan determinat (per exemple nauta montanha o ben ua ièrla) aguest pòt mantier ua densitat plan mès grana d´ectotèrms (cernalhes) que non pas de petiti mamifers (per exemple, musaranhes).

Referent as temperatures maximones que sostien es animaus, sabem qu´es temperatures per dessús de 40º son letaus. Nosati auem campat era mòrt accidentau d´un especimen en cautivitat a ua temperatura de substrat de 40.6ºC. A 39.2-39.6 ºC apròp ja dera temperatura letau, apareishen movements temblorosi e descoordinadi.

Reproduccion

Maduresa sexuau

Ena cernalha aranesa era edat minima entara maduresa sexuau enes mascles ven determinada pera preséncia de caractèrs sexuaus segondaris ben desvolopadi (per exemple era base dera coa gròssa pera preséncia des emipenis). Eth mascle adult mès petit de I.aranica coneishut auie 45.4 mm. Era talha ei artenhuda quan er animau a quate ans d´edat, ei a díder, en sòn cincau an de calendari (se compde er an de neishença com prumèr an de calendari).

Era maduresa sexuau enes femelhes ei mès dificila d´identificar, atau que mos guidaram pera preséncia de signes reproductius coma era preséncia de foliculs engreishadi (ueus en formacion, determinadi per palpacion), atau coma cretes o mèrques de copula enes costats. Es tres femelhes de cernalhes araneses ja aparentament adultes mès petites trapades auien 50.3 mm, 51.0mm e 52.1mm de longitud deth morro ar anus (longitud cap-toat, SVL). Atau, semble qu´era maduresa sexuau enes femelhes ei artenhuda quan aguestes an cinc ans d´edat (en sòn siesau an de calendari), encara que non pòt pas descartar-se que bères ues posquen arténher pendent eth cincau e era rèsta pendent eth siesau.

Es mascles adults medissen 53.98 mm SVL de mesura (dera punta deth morro ara dubertura anal o toat) (de 45.4 a 61.8 mm)(veir fig.23 entath totau de talhes des mascles), mentre qu´es femelhes an 56.97 mm de mesura (de 48.04 a 66.88) (veir fig 24 entath totau de talhes de femelhes). Atau donques, es femelhes adultes de *I. aranica* son un shinhau mès granes qu´es mascles (fig.25).

Ena propèra cernalha cantabrica (*I.monticola*) era màger des femelhes artenhen era maduresa damb 3 ans d´edat. Ena cernalha croata (*I.horvathi*) eth plaçament ei parièr e era maduresa sexuau des femelhes arribe en sòn quatau an de calendari, un shinhau abantes de cumplir es 3 ans (eth diformisme sexuau se comence a notar a partir deth prumèr an d´edat, e era talha de maduresa ei ath torn des 50mm SVL).

Coma règla generau enes sauris, es espècies petites artenhen era maduresa sexuau en 1 o 2 ans, mentre qu´enes grani se produsís un shinhau mès tard e tot soent maduren de forma disparièra en andús sèxes. Atau, per exemple, en ludèrn agil (*Lacerta agilis*) es mascles artenhen era maduresa damb dus ans d´edat (dempús dera tresau iuernada) e es femelhes damb tres (dempús dera quatau iuernada), eth ludèrn verd (*Lacerta bilineata*) a partir der an de miei (dempús dera dusau iuernada), e eth ludèrn ocelat (*Lacerta lepidus o Lacerta lepida*) tanben damb un minim d´un an e miei es mascles e as tres e miei es femelhes. Ena cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*) qu´a despiet deth sòn redusit tamanh se compòrte com un petit ludèrn, es mascles artenhen era maduresa as 22 o 23 mesi (dempús de dues iuernades), e es femelhes enter es 32 e 36 mesi (dempús dera tresau iuernada). En darrèr tèrme, era cernalha d´arròca (*Podarcis muralis*) madure as dus ans o un shinhau abantes (comence a criar en sòn tresau calendari).

Calendari dera reproduccion.

Era reproduccion comence damb copules un shinhau despús dera emergéncia des adults des lòcs dera iuernada (dusau meitat de mai o prumèra de junh). Es ueus se desvolopen en junh e es pondudes son de meitat de junh a meitat de junhsèga (excepcionaument enquia finaus de junh) depenent dera quantitat de nhèu acumulada aqueth an, dera fusion nivau e era orientacion dera localitat en question.

Copula

En fòrça espècies de lacertids, es animaus vielhi se comencen a reprodusir abantes qu´es joeni, e abantes es qu´an mès resèrves de grèish des que n´an pògues. Non sabem pas, que i age diferéncies temporaus ena cernalha aranesa, un viatge mès peth sòn cicle cuert. Eth testicle artenh un gran tamanh ja ena tardor, abantes dera iuernada. Açò sabem que passe tanben ena cernalha pirenenca (*I.bonnali*) e ena cantabrica (*I. monticola*).

Es individus der aute sèxe, particularament es femelhes per part des mascles, semble que son detectades mès pera vista que non pas pera flaira.

Cada animau copule damb bères parelhes. Es mèrques qu´es mascles dèishen en costat des femelhes (mèrques de copula) dan ua idia encara qu´imperfècta deth numerò de copules en qu´a entervengut cada femelha. Aguestes mèrques, de color un shinhau blu o gris quan son recentes, se tornen fosques, lèu neres e pòden durar setmanes en vrente des femelhes. En ues autes espècies de cernalha que viuen ena mieja montanha (com es *Darevskia* deth Caucas) es copules se balhen de 3 a 5 setmanes dempús de gésser dera iuernada, encara qu´enes pirenenques eth temps a d´èster mens, pera contraccion deth cicle anuau.

Non existís pas fidelitat enter era parelha de cernalhes. Sonque existís ua "guarda" (o vigilància, o susvelhar) dera femelha pendent ua estona dempús dera copula. Aguest susvelhament esvite que d´auti mascles posquen inseminar-la. En auti reptils laguens d´ua madeisha ponduda i sòl auer hilhs de quauqui mascles (aumens 2). Non sabem pas s´açò passe damb era cernalha aranesa.

Era copula passe de manèra abituau des cernalhes. Dempús de hestejar damb pògui preliminars, eth mascle que trape ua femelha (e a viatges a ua femelha encara non adulta mès ja grana!) l´agarre fòrt damb es mandibules peth costat, tòrç eth sòn còs e aclòpe eth toat ara dera femelha en tot introdusir-li un des dus emipenis.

Es emipenis, en numerò de dus com enes sèrps, non son pas ua machina copuladora tan eficaça com eth penis d´un mamifer pr´amor que non constituïssen pas un tub completament barrat. Se semble mès ben a un canau qu´a un tub, totun, e merced as pòts deth horat que repleguen sus eth conducte dubèrt, se conseguís un efècte semblant ath qu´obtieríem hènt a servir com embut ua huelha rotlada. Un resultat mès qu´acceptable.

Era copula en si ei plan cuerta e possiblement es dus emipenis son introdusidi indistintament e de forma alternatiua. Existissen taps copulatòris, ei a díder,

taps formadi d´ua substància que se coagule ena part baisha des vies genitaus femenines esvitant qu´er espèrma se´n gesque (o qu´eth deth mascle rivau i entre). Se pense qu´era utilizacion des dus emipenis ena copula ei deguda a que damb un se trè, emposse o elimine eth possible tap de copula de un aute mascle, d´aquiu er usatge alternatiu des dus emipenis: un hè de "trèirtaps" daurint pas e eliminant er espèrma de uns auti mascles e er aute insemine damb er espèma pròpri. Com cada emipenis ei conectat a un testicle disparièr, se pense que hèn a servir alternatiuament un e un aute, açò se diferéncie des mamifers que descarguen es dus *epididimis* ath madeish temps per un sonque conducte, es cernalhes pòden alternar es dus. Avantatges d´auer dus emipenis independents!.

Com indicam mès enlà, es copules dèishen ues mèrques caracteristiques en forma de "V" enes costats e base dera coa des femelhes que quan son recentes son de color mès clar (blu o gris), e dempús enfosquissen. Persistissen pendent fòrça dies.

Aguestes cernalhes apenes son territoriaus e mantier territòris estables simplement semble qu´es mascles s´enfronten as rivaus que trapen en sòn camin, encara qu´aguest extrèm aurie de comprobar-se damb futures investigacions. Ei plan probable qu´es excrements actuen com mèrques territoriaus enter es diuèrsi individus. Ena cernalha serrana (*I cyreni*) es excrements servissen de mèrques entath reconeishement territoriau e es mascles inclodissen en sòn territòri eth d´ua o bères femelhes, en tot solapar-se damb eres e sense qu´existissen diferéncies significatiues enter eth tamanh deth territòri enter sèxes o edats. Enter es ludèrns en generau, se considère qu´es secrecions dera pèth, toat e pòros femoraus son senhaus quimiques qu´entervien tanben ena comunicacion intraespecifica.

En ues autes espècies de cernalhes de mieja montanha (com es *Darevskia* deth Caucas) es copules se balhen o comencen de 3 a 5 setmanes dempús de brotoar dera iuernada, encara enes pirenenques eth temps a d´èster mès petit, pera contraccion deth cicle anuau. En aqueth madeish grop s´a comprobat que contra lo que semble èster de sentit comun, es espècies de zònes nautes de clima mès fòrt, se reproduíssen abantes qu´es de zònes mès baishes que pòrten ja un temps d´activitat abantes de que gesquen es prumères. Tot açò ei relacionat damb eth besonh de reproduïr-se sense pèrder eth temps a on eth cicle anuau ei de besonh mès cuert.

En bères espècies de lacertids (per exemple *Lacerta bilineata*) era ponduda semble tardar de 4 a 6 setmanes dempús des copules. Totun, en ues autes espècies petites ei apenes en uns dies abantes. En nòste cas, lo auançat deth desvolopament embrionari en moment dera ponduda permet supausar qu´eth periode ei relatiuament long mès degut a qu´eth ueu comence a desvolopar-se laguens dera femelha.

En fòrça lacertids existís un desface enter es copules e era fecundacion. Se pòden veir femelhes de *Podarcis* apropant-se a mascles cencant sèxe (copula) quan aguesti ja non son pas en sason, en tot apropar-se balhant còps de pè e botjant era coa. Ena cernalha aranesa era breuetat deth cicle anuau probablament non permet pas grani desfaci enter es dues activitats.

Es òvuls maduri se quèn der ovari (a on dèishen ua creta) e comencen a baishar per oviducte, a on a lòc era fecundacion. En bères espècies, er estimul dera copula ei de besonh entara ovulacion (en espècies partenogenetiques nòrd-americanes pertanhentes ara familha des iguanids, enes que sonque existissen femelhes, ua des femelhes hè eth papèr de "mascle" e existís ua pseudocopula qu´inducís ara ovulacion dera auta), mentre qu´en ues autes non (com ei eth cas per exemple des cernalhes de montanha partenogenetiques deth Caucas).

Aguesti òvuls van baishant per oviducte e son fecundadi. Prumèr s´entornegen de *velin* (mijò), e dempús d´*albúmia* (lèrm), qu´ei quan van agarrant era sua forma ovalada, dempús dera sua envolòpa fibrosa trenda e finaument dera superfícia calcària, qu´en cas des cernalhes non ei plan important.

Quan pòrte bèri dies en tèrç porterior der oviducte son ja prèsti entà méter. Ei possible qu´enes cernalhes pirenenques (*Pyrenesaura*) aguesta permanéncia sigue màger, pr´amor qu´er estat embrionau ena ponduda ei plan auançat. Es fòtos 22 a 26 mòstren diuèrses femelhes gravides, atau e com se trapen des deth finau de junh e prumèrs de juriòl.

Ena cernalha des parets (*Podarcis muralis*) er oviducte dret contier un ueu mès qu´er esquèr. Ena cernalha aranesa, en cas d´auer un numerò imparelh, semble que passe lo de madeish.

Se balhen aparenti casi d´esterilitat tan de ueus com d´adults. Coneishem tan ueus non fecondadi laguens d´ua ponduda (encara mès ena cernalha palharesa) com femelhes copulades que non meten cap ueu (ena aranesa).

Epòca de ponduda

Era ponduda ena cernalha aranesa, unica, a lòc enter era meitat de junh e mès soent enquiath finau de junh, enquia meitat de juriòl. Era variabilitat enteranuau depen de lo d´ora o tardiua que se des.heigue era nhèu. Atau, per exemple, auec lòc pendent era prumèra setmana de junhsèga en 1989; prumèra meitat de juriòl en 1991 e 1992; de forma mès extensiua pendent era dusau setmana aumens enquiath 25 de junhsèga en 1993; era darrèra setmana de junh e prumèra de juriòl en 1994 e 2003; sustot era darrèra setmana de junh de 1995, ath torn dera dusau setmana de juriòl de 1996; des deth darrèr tèrç de junh (Varradòs) enquia aumens eth finau de juriòl (es pondudes mès tardiues coneishudes, que son deth pòrt d´Òrla) depenent deth parçan (orientacion e nhèu plaçada en iuèrn) en 1997; era dusau meitat de junh en 1998; prumèra meitat de juriòl en 1999 e 2000; principaument enquiath finaus de junh en 2001 e des dera prumèra enquiara tresau setmana de juriòl en 2002.

En ues autes espècies de *Iberolacerta*, es pondudes an lòc tanben entara dusau quinzea de junh, mès estonantament en juriòl (P.ex. era cernalha croata e era serrana). En *I. monticola* dera Serra de Estrela (Portugal) s´an descrit tanben ua fòrta variabilitat en foncion dera persisténcia dera nhèu en solèr.

Ena cernalha croata (*I. horvathi*) era ponduda s´estien ath long d´ua setmana. Enes *Pyrenesaura* era màger part d´individus meten tanben de forma concentrada,

mès bères femelhes (especiaument es prumères o joenes) tostemp se pòden despenjar d´aguest moment, especiaument s´a gessut a iuernar mès tard pes caracteristiques particulares deth lòc a on se trapaue refugiada.

Durada e ora dera ponduda

Sus un totau de 49 femelhes controlades, era ponduda a lòc tostemp pendent eth dia, probablament per qüestions d´activitat e temperatura, encara que pòt auer lòc lèu a quinsevolh ora deth dia. Atau, es pondudes controlades aueren lòc enter es 8 ores e es 23 ores GTM. Era mejana dera ora dera ponduda ei cap as 14 ores GTM (es ores mès caluroses deth dia). Eth 50 % des pondudes an lòc enter es 11.30 e es 17.30 ores e eth 80% enter es 10 e es 19 ores.

Desde que trape un lòc en que decidissen méter, enquia que met es ueus, damb freqüéncia passen lèu 24 ores escavant, e en bèth cas, quauqui dies hènt horats aciu e aquiu.

Notes dera ponduda

Quadèrn der autor (19-07-2002): [era femelha] "escave ena tèrra trenda jos era pèira hent a servir eth cap a mòde de cunha" (...) "met tres ueus enter es 7 e es 9 PM" [es 5 e es 7 GTM]

En ues autes espècies com eth ludèrn vèrd (*Lacerta bilineata*), es femelhes comencen a cavar pendent era tarde e era ponduda a lòc sustot de net. Ena cernalha des parets (*Podarcis muralis*) era femelha cave ua galeria d´entre 10 e 20 cm bèth viatge mès. Es femelhes d´aguesta espècia escaven e meten en pògues ores, mès se trapen obstacles tarden mès, a viatges un o dus dies. Tanben pòt succedir qu´abandonen era escavacion e ne comencen d´auta. Era escavacion pòt èster tanben de net e depositen es ueus en dues hilères superpausades, sense qu´es ueus son pegadi enter eri (causa que sonque passe ena cernalha vivipara, e eth des *Pyrenesaura*, coma era cernalha aranesa).

Ena cernalha aranesa, era durada deth procés dera ponduda desde qu´era femelha ja ei en posicion de méter (o sigue, enterrada jos ua pèira) enquia qu´acabe eth procés pòt arribar enquiàs 534 menutes (lèu 9 ores e açò degut a qu´era femelha quedèc inactiua pendent era net). En un cas concrèt, ua femelha qu´auie metut dus ueus tàs 12 GTM (meddia), metec un tresau lèu de net, en tot completar atau era sua ponduda.

Era mejana de durada deth procés de ponduda ei de 70 menutes. Eth 50% des pondudes durèren enter 15 e 120 menutes, e eth 80% enter 1.6 e 540 menutes. Atau donques, eth procés ei abituau que dure enter un shinhau mès d´ua ora e dues ores. Era figura 26 e es fòtos respectiuament.

Procés de ponduda

Quadèrn der autor (14-07-1999): "Procés de ponduda ues 15 menutes, lèu 5 menutes enter ueu e ueu.

Era femelha patalege, hè un movement de cavar nerviós que semble qu´ajude a amassar es ueus,(avantatges interc. D´aigua -?-; mens coef. superfície/volumen; màger resisténcia a cambis -rodament-).

En anar a expulsar un ueu, se contrè, lhèue es muscles e expulse en tres o quate segons eth ueu (en realitat lèu tot ges en sonque un parelh de segons).

Eth ueu quede pegat ath toat e era femelha estire completament es pautes pendent uns segons. Dempús seguís damb es còp de pès e se quede hèda un "ueit" (doblada en forma de 8) des des 6 pm."

Notes dera ponduda

Quadèrn der autor (8-07-2003):

8:45- Era auta [cernalha] en posicion.
9:15- Cor.
9:31- en posicion.
9:39- en posicion.
9:42- en posicion.
9:53- idem (ja foscan).
11:37- idem. dromida.
12:21- idem.
1:04-idem.

(.....) NET

12:46- entre de nau.
3:23- cor.
3:52- [en] posicion.
5:33-[en] posicion.
6:18- en posicion.
6:54- en posicion. Una contracción com un espasme deth vrente.
6:59- cauma.
14:08- petites contraccions cuertes en vrente.
15:22- Contraccion damb eth cu entà darrèr (fig 26 a).
16:00 a 18:00- quieta.
19:07- Se botge (cap).
20:42- cave damb es pautes de dauant.
21:27- Se va botjant en "S".

(.....) NET

7:10- respie rapida e excitada.
7:16- se retorç e en descans.
7:20-idem.
7:30-Càmbie d´orientación (cap <—> coa).
7:33-se retòrç, inquieta.
7:35-se botge.
7:36-se botge e vire.
7:49-mès metuda. Incrustada de cu e lheuada.
7:53-mès tranquilla un aute viatge.
8:04- cu incrustat entà darrèr.
8:06- lèu en “donut”.
8:08- se botge inquieta en cercle entà deuant.
8:10- lhèue eth morro e respire nerviosa. Ja non”donut”.
8:11- semble que dilate toat (base coa un shinhau lheuada).
8:19- entorada en repòs. (fig 26 b).
8:22- Idem (fig 26 c).
8:34- Idem (fig 26 d).
8:39- Idem.
8:43- Cavant damb eth morro (fig 26 e).
8:46- càmbie 180º (fig 26 f)
8:48- Idem.
8:48- Idem.
8:50-Idem.
8:52- Idem.
8:56- Idem.
9:05- cu punchent (fig 26 g).
9:20- Un ueu! (fig 26 h).
9:26- Idem.
9:28 35” Dus ueus, y les amasse damb es pautes de darrèr.
9:32 20” Tresau ueu.
9:34- quatau ueu (fig 26 i).
9:36- Contrè un shinhau eth vrente e botge era trincha de costat.
9:37 00”- Botge trincha.
9:37 49”- Idem.
9:38 46”- Botge pelvis entà despegar-se un snhinhau.
9:39- Idem.
9:40- (fig 26 j)
9:43- (fig 26 k)
9:56- (fig 26 l)
10:06 Idem. Fin deth procés de ponduda.

Tamanh de ponduda.

Era cernalha aranesa ei monoestra, ei a díder, hè ua soleta ponduda anuau. Çò de madeish passe enes autes *Iberolacerta* (*I.bonnali, I.aurelioi, I.cyreni, I.horvathi* e dilhèu en *I.martinezricai*) excèpte enes poblacions dera cernalha cantabrica (*I.monticola*) qu´en amples zònes dera sua distribucion hèn dues pondudes.

Eth tamanh de ponduda mès abituau en *I. aranica* ei de tres o quate ueus. Eth tamanh mejan de ponduda ei de 3.44 ueus e eth rang va de dus a cinc ueus (sus un totau de 54 femelhes gestantes estudiades). Dus ueus ei eth tamanh de ponduda des femelhes prumerenques, e cinc eth des mès granes.

En ues autes espècies parières (es *Darevskia* deth Caucas) aguesti dus ueus des femelhes prumerenques vien damb freqüéncia deth madeish oviducte, com se madurèsse un ovari/oviducte abantes qu´er aute e sonque un siguesse madur en aquera prumèra ponduda.

Enes autes espècies pirenenques (*Iberolacerta* sbgn. *Pyrenesaura*) eth tamanh dera ponduda ei de 2 a 4 ueus (3.03 de mejana) ena cernalha pirenenca (*Iberolacerta bonnali*) e sonque d´1 a 3 ueus son es donades abituaus, mès recentment auem trapat ua *Iberolacerta* (s. str.) de màger tamanh, es tamanhs de ponduda son tanben màgers. Era cernalha serrana (*I. cyreni*) a un tamanh mejan de ponduda de 7.2 ueus en Gredos (5.6 de mejana e de 2 a 8 de rang entà uns auti autors), metent de 4 a 9 ueus (mejana 6 o 7) en Guadarrama. Era cernalha cantabrica (*I.monticola*) met de 2 a 11 ueus en Estrela, de 3 a 10 ueus en Leon, 4 a 10 (mejana 6.17) en Asturies, e de 4 s 9 810) ueus en Galícia (damb un tamanh mejan de ponduda 6.41 ueus en aguesta darrèra zòna). En Galícia, era dusau ponduda ei clarament inferiora (4 a 6 ueus, damb 4.67 de mejana) ara prmèra (de 5 a 9 ueus, 7.67 de mejana). Dera recenta descrita cernalha batueca (*I. martinezricai*) coneishem dues femelhes damb dus ueus cadua a prumèrs de juriòl (dusau ponduda o pondudes retardades de femelhes prumerenques?). Era cernalha croata (*I. horvathi)* met de 2 a 5 ueus (normaument tres).

Enes cernalhes de montanha deth Caucas (*Darevskia* spp) lo normau ei que sonque existís ua ponduda (monoestria), se ben es exemplars mès vielhi des espècies granes (*D. Armeniaca, D. Valentini* e presumiblament *D. Rudis*) a viatges hèn ua dusau ponduda damb mens ueus. *Darevskia valentini* enes ribes deth lac Sevan (Armènia, a 3000 mètre de nautada) met a meitat de junh, e a contunh emergissen granes quantitats de mosquits deth genre *Chironomus* que proporcionen aliment extra e que permeten que bères femelhes tornen a méter entara meitat de juriòl (un mes dempús) (Ilya Darevsky, comunicacion personau).

Era longitud mejana des ueus ena cernalha aranesa ei de 12.50 mm (de 10.09 a 15.3) e era amplada de 7.65 mm (6.8 a 11.1), d´un totau de 95 ueus mesuradi. Eth volumen totau d´aguesti ueus ei de 393.68 mm^3 en mesura (de 276.58 a 954.78 mm^3). Eth pes des ueus ei de 0.46 gr (de 0.3 a 1.1).

Eth volumen totau dera ponduda en *I.aranica* ei de 1338.27 mm^3 (de 847.86 a 2332.67). Era quantitat dera ponduda ei significatiuament correlacionada damb eth tamanh dera femelha (SVL) ((r=0.64).

Ena cernalha palharesa (*I. aurelioi*), eth ueu medís ua mieja de 13.81mm de longitud (de 11.6 a 15.35), e 7.28 mm d´amplada (de 6.2 a 8.2), damb un volumen de 386 mm^3 (de 289.17 a 517.54) e ua massa de 0.43 g (0.3 a 0.6). Ena cernalha pirenenca (*I. bonnali*), eth ueu mesure en ua mieja de 13.37 mm de longitud (de 11.8 a 14.9), e 7.99 mm d´amplada (de 6.18 a 9.9), damb un volumen de 485.33 mm^3 (de 252.36 a 692.79) e ua massa de 0.46 g (0.46 a 0.47). Ena cernalha cantabrica (*I.monticola*) en Leon, es ueus an ua longitud e ua amplada mejana de 11.34 e 6.80 mm, en tot pòt ester eth sòn volumen distint en dus ans successius (0.263 cm^3 en 1984 e 0.280 cm^3 en 1985). Ena cernalha serrana (*I. cyreni*) era sua longitud e amplada varien de 10.5-15.0 x 6.6-9.2 mm (mejana 12.60 x 7.59 mm).

Existís un notable grad de solapament enes tamanhs de ponduda enter es diferèntes talhes de femelhes. A un determinat tamanh (e sauvant circonstàncies particulares com ere estat de neuriment, era pèrta dera coa, eca…) era femelha pòt hèr un esfòrç de ponduda determinada damb un estret marge de maniòbra. Aguest esfòrç de ponduda (lo que pòt invertir en materiau entàs ueus) lo pòt repartir enter mès ueus (mès mès petiti) o mens ueus (mès mès grani). Çò de prumèr serie lo que se nomente "estratègia dera R", ei a díder, un animau que prime era reproduccion, en tot méter eth màger numerò de descendenti sus era tèrra. Eth dusau, anarie entà ua "estratègia dera K", ei a díder, en méter mens descendenti en circulacion mès mès grani e damb mès possibilitats individuaus de superviuença. Er ahèr non ei ua question banau. Guarie mès gran ei eth neonat, mès possibilitats de superviuença a, mès cor, eca…

Existissen ua sèrie de tamanhs des femelhes (un enterval ample) en que pòden meter un ueu mès o mens; mès com era quantitat de "matèria prima dipausada entàs ueus" ei limitada (ei nomentat er esfòrç reproductor, que se calcule com era relacion enter eth pes dera ponduda e eth dera femelha) e mès o mens parièr entà un tamanh balhat, se da ua elevada correlacion enter eth tamanh dera femelha e eth volumen totau dera ponduda. Se meten un ueu mès (per exemple 4 en compdes de 3) aguesti seràn mès petiti. Ei com un pas endauant en numerò de ueus mès un saut endarrèr en tamanh d´aguesti.

Se relacionam era longitud dera femelha damb era arraïtz cubica deth volument dera ponduda (entà convertir era mesura tridimensionau qu´ei eth volumen, en ua dimensionau dirèctament comparable damb era longitud dera femelha; que nomentam "proporcionalitat dera descendéncia"), aguesta inversion reproductiua en aranica ei de 19.22 (de 17.04 a 21.28).

Ath contrari de çò que passe damb es coneishudi ueus des aus, es ueus de cernalha non son de casquelh duro. Com es ueus de lèu toti es escatosi, an eth casquelh apergaminat e son traslucids- arrosadi quan son acabadi de meter (fig.339), en tot tornar-se mates e mès blanqui en ues ores. Posteriorament e com veiram mès endauant, creishen pendent era incubacion (era fòto 34 mòstre era notable diferéncia de tamanh enter uns uassi acabadi de méter e uns auti en auançat estat d´incubacion). A mès, en èster metudi, es ueus queden higidi enter eri. Se se sagen separar, s´obsèrve era preséncia d´ua fibra enter eri que les amasse pendent lèu tota era incubacion. Es tres cernalhes pirenenques e era cernalha *vivipara* (qu´enes

Pirinèus, era Cadia montanhosa Cantabrica e er E. des Aups e zònes propères ei ovipara) son es uniques cernalhes europèes qu´es ueus se peguen entre eri e tanben es que hèn es pondudes mès embrionades. Açò poirie èster relacionat damb eth hèt de lo auançat der embrion en moment dera ponduda e poirie auer que veir damb esvitar eth rodament deth ueu damb era conseqüenta mòrt d´aguest. Es ueus des reptiles, a diferéncia des audèths, non an calazes, ligaments a mòde de suspension qu´esviten qu´er embrion quede esclatat peth sòn pròpri velin (eth mijò) en cas de qu´eth ueu se vire. En un ueu apenes embrionat, er embrion se place ena part superiora deth ueu en uns dies. En un molt embrionat, aguest procés a d´èster mès rapid e quinsevolh rodament li poirie èster fatau, causa que s´esvite damb era adheréncia e fixacion dera posicion des ueus.

As pògui dies pòt observar-se per transparéncia era preséncia de vassi sanguinis pegadi as parets deth ueu (pseudoplacentacion) a trauèrs des que s´a de préner oxigen de dehòra e deishar substàncies de des.hèt en alantoïdes (ua des membranes embrionàries).

Non coneishem pas encara cap cas ena cernalha aranesa, enes sauris existissen casi de bessons (dus embrions en madeish ueu). Coneishem un cas en ua cernalha pirenenca (*Iberolacerta bonnali*) de Monte Perdido, eth sòn ueu auie un tamanh notable (18.6 x 11.1 mm) e dus embrions ena part exteriora, un plan mès auançat qu´er aute, per lo qu´ei pòc probable que podesse néisher mès d´un viable, en tot morir er aute en eclosionar eth prumèr. Tanben se coneish bèth cas de bessons en un ludèrn verd. Enes cernalhes de montanha deth Caucas (*Darevskia spp.)* eth percentatge de ueus damb bessons ei deth 1.5% (calculat sus ua mòstra de 276 ueus), mentre qu´ena nòsta mòstra de cernalha pirenenca (*I.bonnali*) ei de 1.8% (un d´entre ua mòstra de 53 ueus).

Tendéncia ara viviparitat

Es ueus son deishadi en un estat de desvolopament embrionari relatiuament auançat: der estadi 30 (n=7),32 (n=3) ath 33 (n=1) des taules de Dufaure & Hubert, que son es utilizades en embriologia de lacertids. Ei a díder, es ueus son metudi ja damb un embrion en sòn laguens en que son visibles es uelhs e uns rudiments de pautes. Non ei pas dificil observar en un ueu acabat de méter (com ja auem dit, son traslucids e dempús eth casquelh se hè mès de color mate) era ombra d´un punt nere; se tracte deth uelh der embrion! Era fòto 35 mòstre un ueu recent conservat en alcòl e dubèrt, que mòstre un tamanh e posicion der embrion laguens deth ueu. Ena fòto 36 s´aprecie er embrion ja plan desvolopat d´un ueu acabat de méter.

Ena cernalha palharesa (*I. aurelioi*) es ueus son metudi enes estadis 30 (n=2), 31 (n=4), e 32 (n=2). Ena pirenenca (*I. bonnali*) er unic ueu recent ère en estadi 31. Era cernalha cantabrica (*I. monticola*) en Astúries les dèishe sustot enes estadis 29 e 30 (deth 28 ath 31). Es poblacions ovipares de *Zootoca vivipara* son es lacertids coneishudi damb màger apropament ara viviparitat (estadis 30 a 32) mentre qu´es autes poblacions dera madeisha espècia son vivipares.

Lòcs de ponduda

Es femelhes probablament non se botgen guaire deth sòn domeni vitau entà realizar era ponduda pr´amor que, com veiram mès endauant, es lòcs apropriadi abonden. En bères espècies com eth ludèrn agil (*Lacerta agilis*), totun, se sap que pòden viatjar bèri centenats de mètres enquia lòcs mès apropriadi entà depositat es ueus. Açò a d`èster relacionat damb eth plaçament des lòcs propriciadi entà méter e dilhèu aguesti animaus retornen a on eri neisheren.

Tornant tara cernalha aranesa, eth numerò de ueus fresqui en cada lòc de ponduda ei de 6.22 ueus de mieja (mejana =3 ueus amassa; rang totau de 2-29; n=27 lòcs de ponduda investigadi). Atau, existissen pondudes comunaus (fòto 37) mès non son pas molt freqüentes. Eth numerò mejan de ueus fresqui trapadi correspon ara ponduda de dues femelhes amassa (o mielhor dit, jos era madeisha pèira). Es fòtos 37 e 38 mòstren es pondudes de tres femelhes jos era madeisha pèira).

Eth numerò totau de ueus vielhi (casquelhs) acumuladi jos era madeisha pèira da idia der usatge de ponduda determinat en successius ans, e era aparicion de ueus fresqui amassa as casquelhs de uns auti vielhi da era idia der usatge reiterat des madeishi lòcs de ponduda an darrèr an.

Ena cernalha aranesa eth numerò mejan de casquelh de ueus vielhi trapadi amassa ei de 9.87 (mejana=6) e es valors extrèms son de 1 a 58 ueus vielhi (31 lòcs de ponduda estudiadi).

Es numeròs freqüentament mès baishi de ueus vielhi e fresqui trapadi amassa mos hènt a cavilhar qu´ua grana part des lòcs de ponduda son utilizadi plan pògui viatges o sonque de forma entermitenta ath long des ans.

A mòde de comentari diram qu´entath ensems de donades des espècies pirenenques (119 pondudes estudiades ena natura), eth 58% des lòcs trapadi contien ueus fresqui mès non pas vielhi (son lòcs de ponduda naui o aumens non utilizadi pas pendent es darrèri ans), eth 27.7 contien ueus vielhi mès non pas recenti (lòcs non pas reutilizadi en an en qüestion) e sonque un 13.4% contien ath viatge ueus fresqui e vielhi (e per tan se pòt afirmar qu´an segut reutilizadi en an en qüestion e bèri des anteriors). Atau, podem desmentir era impression iniciau de qu´es pondudes comunaus èren freqüentes en aguestes espècies: existissen, mès son era excepcion e non pas era règla.

Atau e com se pòt veder-se, encara que bères femelhes (usuaument ath torn de dues) pòden hèr era ponduda en madeish lòc, lo mès normau ei que cada femelha hèsque era ponduda en solitari e en un lòc nau.

Se balhe ua fòrta renovacion des lòcs de ponduda d´an en an, lo que non ei pas estonant pr´amor qu´en víuer en airines d´arròques e vessantes peiregoses, aguesti ludèrns an un gran numerò d´arròques apropriades entà hèr-les a servir coma lòcs de ponduda e era eleccion d´un determinat parçan entà hèr-la non semble pas èster un gran problèma entà aguesti animaus. Era continuada solifluxion e era meteorizacion dera arròca amie a cambis a plaser mès continuadi ena fisionomia d´aguestes vertentes de montanha, en tot contribuïr ara creacion de lòcs de ponduda apropriadi cada an, ath viatge que d´auti se destruïssen per pròpria dinamica des vertentes.

Non existís pas relacion enter eth numerò de ueus fresqui (der an) e eth tamanh (superfícia) dera pèira (r=0.24; p>0.05), atau que non ei pas de besonh que i age mès pondudes enes pèires granes que petites.

Totun, se consideram eth numerò de ueus vielhi (casquelhs de uns auti ans) ei plan apròp d´auer ua relacion significatiua damb eth tamanh (superfícia) dera pèira (r=0.28; p=0.06), qu´òc qu´existís ben cèrt en ues autes dues espècies pirenenques. Açò semble deuer-se a qu´es pèires granes consèrven mielhor es rèstes jos eres en tot alongar era sua persisténcia en temps e balhant atau ua aparenta correlacion deth numerò de ueus vielhi damb eth tamanh dera pèira, qu´ena realitat non existís pas.

Ena propèra cernalha cantabrica (*I. monticola*) es pòstes se trapen generaument jos pèires, en petites camères de forma irregulara escavades ena tèrra, de 8-13 x 4-6 x 2-3.5 cm e a uns 5-17 cm dera vòra dera pèira. Pòt dar-se era acumulacion de bères pondudes jos era madeisha pèira (ua, dues, tres e enquia cinc pondudes amassa) (fòtos 37 e 38). Ena cernalha serrana (*I. cyreni*) se coneish ua ponduda trapada ena base d´un (*Cytisus balansae*) a ua prohonditat de 10 cm.

Enes cernalhes deth Caucas (*Darevskia* spp) es pondudes comunaus son freqüentes enes espècies partenogenetiques (unisexuaus), especiaument en *D. dahlia* e *D. Rostombekowi*, encara qu´era nauta densitat e eth hèt de que toti es individus meten ueus pòt ester era causa d´açò (Ilya Darevsky, comunicacion personau).

Durada dera incubacion.

Era incubacion ena cernalha aranesa dure de mieja 30.45 dies en condicions de laboratori (de 23 a 34 dies, sus 64 ueus estudiadi). Ena natura era incubacion a d´èster sensiblament mès longa, peth descens nocturn des temperatures e es periodes de mau temps.

Enes espècies propères es incubacions son leugerament (espècies pirenenques) o mès longues (autes *Iberolacerta*). Ena cernalha pirenenca (*I. bonnali*) era incubacion dure de mieja 34 dies (de 31 a 36), e ena cernalha palharesa (*I.aurelioi*) 36 dies (de 31 a 44). Ena cernalha serrana (*I. cyreni*) era incubacion ei de 46 a 53 dies, en tot néisher es pichons ena natura des de finaus d´agost a finaus de seteme. Ena cernalha cantabrica (*I. monticola*) era incubacion va de 45 a 54 dies en Galícia, en tot néisher es pichons en agost e seteme. Era cernalha croata (*I. horvathi*) a ua incubacion de 37 a 41 dies e es prumèri joeni apareishen entà meitat d´agost. Enes *Darevskia* deth Caucas, es incubacions son parières as d´ aguestes *Iberolacerta* de mejana montanha, en tot èster per exemple era incubacion de 50 a 55 dies en *D. valentine*; de 52 a 56 dies en *D. derjugini*, de 45 a 50 dies en *D. practicola*, de 37 a 40 en *D. saxicola*. Ena espècia de mieja montanha des Balcans "*L.." mosorensis* era incubacion ei sonque de 23 dies.

Creishement des ueus pendent era incubacion.

Es ueus de fòrça reptiles, ath contrari qu´es des audèths que son mès qualificadi per dehòra, an eth casquelh apergaminat e flexible. En moment dera ponduda

son com des.holadi e passen damb facilitat peth canau pelvic dera femelha, mès pendent es prumèri dies absorbissen molta aigua deth substrat e guanhen rapidament volumen. Se holen. Aguest volumen hè qu´es ueus semblen (e ne son!) anormaument grani entath tamanh des cernalhes adultes.

Ena cernalha d´arròca (*Podarcis muralis*) es ueus que s´acaben de méter medissen 10 a 12 mm de longitud per 5 a 6 mm d´ample, passen a mesurar 14 a 15 de longitud per 11 o 12 d´amplada.

Procés de ponduda

Quadèrn der autor (12-07-1993): Ua femelha de *L. (b.) aranica* (sic.!) observada amassa en actitud de ponduda. Era part terminau der anus (sic.!) s´evagine un shinhau.

Eth ueu acabat de méter non ei pas turgescent—probablement entà que sigue mès facil que gesque peth toat dera femelha.

El calcificat se "solidifique" ua estona dempús dera ponduda (ues ores), en secarse plenament turgescent.

Encara ei un fenomen abituau e generau enes cernalhes, aguest guanhar en volumen ei especiaument mercat en aguestes cernalhes de montanha des Pirinèus (fòto 34), pr´amor qu´es sòns ueus son de per se fòrça grani.

Ei plan possible qu´es femelhes, que meten en un moment a on era umitat ei abondanta, hènt a servir aguesta facultat com estratègies entà qu´eth ueu posque resistir eth periode de sequèra mercada que ven a meitat d´estiu, un viatge qu´es gelères acaben de honer-se e era umitat desapareish.

Totun de qu´eth tamanh des ueus a recebut fòrça atencion per part des ornitològs com factor ena superviuença des embrions, non a passat açò de madeish respècte as ueus de reptil. En cas dera cernalha aranesa, eth notable tamanh deth ueu pòt auer importància com factor de superviuença dauant es condicions extèrnes. Non sonque conten mès velin e mès aigua (rebrembem qu´eth ueu ei ua petita capsula ena que viatge entath futur un embrion en creishement damb ues provisions e ua resèrva d´aigua), senon que peth sòn màger tamanh an de presentar tanben ua màger inércia e resisténcia as anades e tornades dera temperatura exteriora.

De contunh balham es mesures des ueus en diferenti moments dera incubacion: Longitud, amplada, pes, volumen des ueus e creishement semanau (es valors negatius de creishement corresponen a imprecisions de mesura, decreishements de tamanh o estat patologics des ueus):

Mesura±stdE min-MAX	1ª setmana (n = 95)	2ª setmana (n = 79)	3ª setmana (n = 73)	4ª setmana (n = 55)	5ª setmana (n=26)
Longitud (L)	12.59±0.16 10.09-15.3	13.07±0.12 10.8-16.7	13.57±0.13 11-16.7	13.94±0.16 11.8-17.1	14.06±0.16 12.75-15.86
Amplada (A)	7.65±0.08 6.8-11.1	9.87±0.12 6.5-11.1	10.03±0.12 7.5-13.52	10.11±0.10 8.26-11.9	10.12±0.12 9.03-11.09
Pes (P)	0.46±0.03 0.3-1.1	0.66±0.03 0.4-1.5	0.80±0.02 0.5-1.1	0.88±0.02 0.5-1.2	0.84±0.02 0.6-1.1
Volumen (V)	393.6±12 276.5-954.7	565±19 285.3-1077.3	730.4±22.4 323.97-1293.9	757.41±22.3 439.6-1267.9	760.04±23.21 560.1-999.3
Creishement L	–	0.39±0.08 -0.2-2.21	0.07±0.01 -0.11-0.3	0.05±0.007 -0.11-0.17	0.03±0.01 -0.06-0.21
Creishement A	–	0.39±0.05 -0.2-1.58	0.13±0.01 -0.05-0.67	-0.0009±0.01 -0.50-0.17	-0.009±0.01 -0.17-0.1
Creishement V	–	340.2±4.09 -19.45-140.28	218.2±2.69 -12.6-109.32	17.2±2.41 -81.59-22.3	0.13±2.46 -29.23-17.85

Com pòt veder-se, eth màger creishement se da pendent era prumèra e dusau setmanes d´incubacion. Aguest creishement s´arrevire sustot en creishement dera amplada e ei particularament facil de veir en pes e sustot en volumen totau des ueus.

En cas d´auer ueus non fecondadi (mès freqüent ena cernalha palharesa qu´ena aranesa), entàs dues setmanes se nòten clarament, pr´amor que non creishen pas e comencen a enfosquir-se, arropir-se, e lèu mès tard holorir-se. Es ueus viables des madeishes pondudes an d´auer importantes substàncies antibiotiques, pr´amor era infeccion e eth holorit non passe d´eri en èster pegadi as infectadi.

Non coneishem pas casi de malformacions en embrions de cernalha aranesa, encara que deuen existir-ne, coma òc que sabem que passe ena propèra cernalha palharesa (*I.aurelioi*).

Eclosion

Quan eth ueu a arribat ath finau dera incubacion, uns dies abantes (usuaument de 24 a 48 ores abantes dera eclosion) apareish com mès trende ath tacte, mès turgecent, mens “farcit”, en definitua.

Aguesta pèrta de turgescéncia poirie èster provocada per cambis metabolics ena economia ibrida der embrión laguens deth ueu, atau com er inici dera reabsorcion deth mijò (velin) a trauèrs deth cordon umbilicau enquiath budèth.

Non toti es pichons eclosionen ath madeish temps, mès òc ei certan que toti es ueus d´ua madeisha ponduda sòlen eclosionar en mens de 24 ores. Dilhèu eth movement produsit per ues cernalhes estimule ara eclosion as autes que queden laguens deth ueu.

En ues autes espècies com era cernalha des parets (*Podarcis muralis*), pòt auer-se un desfase d´enquia 5 dies ena fase d´eclosion dera madeisha ponduda. Aguestes diferéncies poirien deuer-se a qu´uns ueus e uns auti son de diuèrses fecondacions (diuèrsi pairs) mès lo que semble acomplir-se ei que quan màger temperatura agen pendent era incubacion, mès ath madeish temps neishen es pichons. En ludèrn agil era eclosion d´ua ponduda se pòt prolongar ath long de tres dies. En ua ponduda observada de *Zootoca vivipara* totes es cernalhes neisheren seguides.

Era cria se daurís camin en tot trincar eth casquelh pegat ath ueu mejançant era nomentada "dent deth ueu", ua vertadèra dent que ges deth premaxilar enquia endauant e que què as pògues ores dera eclosion. Aguesta dent de ueu a natures plan diferentes segontes eth grop deth que se tracte. Atau, mentre qu´enes audèths o es tortugues ei ua caroncula cornèa (dera madeisha substància qu´un pic o es nòstes ungles) que què ath pòc temps de néisher, enes escamosi (ludèrns o sèrps), ei de uassi e part deth premaxilar. Aguesta dent ei inclús presenta encara de forma mès rudimentària (a viatges apenes brotoe) enes reptils vivipars. Existissen per exemple diferéncies enter es poblacions ovipares e es vertadères vivipares dera nomentada cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*). Es poblacions vivipares an mens desvolopada aguesta dent, encara que seguís presenta, e un tèrç d´eres pèrden era dent enes prumères 24 ores e dus tèrci l´an perduda enes 48 ores.

Ena cernalha aranesa era dent deth ueu a forma subtrapezoïdau (fig.27 A) o subrectangulara (fig.27 B) en vision superiora, de ribes arredonides. Coma variacions sus eth tèma, pòt èster era meitat subtrapezoïdau e era auta meitat susgésser damb pes, com en cas des subtriangulares (fig.27 C), era forma subtriangulara pòt èster desplaçada enquia un des costats (fig.27 D), o ben èster subtrapezoïdau damb un gessent (fig.27 E).

Auem notat qu´era eclosion pòt succedir practicament a quinsevolh ora deth dia o dera net (auem enregistrat eclosions des 0 as 23 ores). Atau era mejana des ores d´eclosion laguens deth dia es des 12 GTM (ora solara), eth 50 % des eclosions passe enter es 8 e es 16.25 ores GTM e eth 80% enter es 6 e es 22 ores. Òc que pensam qu´en libertat hè manca que neishen quan era pèira ei calenta, ei a díder, pendent es ores d´insolacion diürna. Ena cernalha serrana (*I.cyreni*), s´an descrit neishements pendent eth maitin.

Notes sus era eclosion.

Quadèrn der autor (18-08-2000): "Es esquinçs en ueu les hèn en dus o tres segonds sonque (1), en un movement compulsiu. Acabe gessent per esquinç finau, a on quede eth cap." (...) "Era numerò 2, esquincèc eth ueu enter dues fòtos successiues...en arren".

Normaument era gessuda deth ueu ei molt rapida. Es movements convulsius dera cria laguens deth ueu provòquen esquinçaments ena superfície e rapidament eth ueu apareish esquinçat. A viatges, se sonque s´a hèt ua petita puncion, era

eclosion se manifèste per ua gota deth album (lèrm) de ueu en tot gésser per un imperceptible horadet (fòto 39). Un viatge esquinçat eth ueu, era cernalha s´i quede laguens, en tot gésser sonque era punta deth morro e començant a respirar aire (fòtos 40 e detalh ena 41). Aguesta estància laguens deth ueu (fòtos 42 e 43) servís entà acabar de reabsorbir eth velin (eth mijò), resèrves precioses que passen ath budèth e seràn eth sostien enes prumèri dies de vida der animau. Se se shorde ara cernalha en aguest moment ges en tot córrer en tot arrossegar des dera sua creta umbilicau eth sac deth velin encara incompletament reabsorbit (fòtos 44 ara 46). Era eclosion, des qu´esquince eth ueu enquia que ges definitiuament d´eth ei de 0 a 28 ores (mejana de 7.34 ores). Eth 50% des gessudes definitiues deth ueu son enter es 2 e es 10 ores d´auer començat a esquinçar eth ueu, e eth 80% què laguens der enterval de 0 a 15.8 ores.

Ena cernalha des parets (*Podarcis muralis*), era eclosion pòt durar des de pògues ores a dus dies, estacat ara temperatura. S´ei nauta, era eclosion ei rapida. S´ei baisha, era cernalha tarde mès en absorbir eth velin e gésser deth ueu.

Ena cernalha aranesa era dent deth ueu què entre 1 e 37 ores mès tard der inici dera eclosion (era mesura ei de 22. 51 ores). Eth 50 % des exemplares lo pèrd entre es 16 e es 24 ores, e eth 80% entre es 12 e es 36 ores. Ena cernalha des parets què un shinhau dempús dera eclosion, mès semble que pòt durar enquia ua setmana. En ludèrn verd què deth prumèr ath cincau dia de vida (normaument ath dusau o tresau).

Es pichons acabadi de néisher son comparatiuament plan mès rapides qu´es adults. Son fòrça inquietes, corren d´aciu entà delà sense sèir-se aparentament en ua zòna fixa e son actiues inclús damb condicions de plan heired o calor en qu´es adults ja non gessen pas des sòns refugis. Tanben colonizen o son de pas per zònes que non aucupen pas es adults, zònes d´èrba, luenh des pèires. Parièr qu´en fòrça autes espècies animaus, aguesti joeni son era fase dispersiua dera espècia, es aventurèrs que viatgen e colonizen naui abitats, en tot proporcionar gens fresqui as poblacions propères e qu´en moltes escadences, an de pagar cara ara sua valentia en terren ostil.

Vau era pena comentar tanben qu´ademès d´aguesta remercada velocitat, aguesti pichons an coloracions viues de tons blus ena coa. Era qüestion ei confusa, pr´amor qu´era coa des pichons varie de tonalitats de tons grisi com ena espatla (fòto 46), a viatges mès pallides, e a viatges, plan estonantament, de ton blu. Se supause qu´aguesta coa, de color viu o non, ara que s´amasse un movement nerviós, atrè as depredadors sus aguest apendix, en tot perméter ar animau húger. Lo certan ei qu´aguestes cernalhes pòden botjar de forma serpentejanta e viranta era punta dera coa, de foma plan cridaira (capacitat que se pèrd enes adults, que sonque pòden botjar-la molt limitadament en casi de perilh o excitacion). Atau en cas de perilh, altèrnen corses plan rapides damb arturades enes que hèn serpentejar era punta dera coa en tot cridar era atencion sus aguesta. Pendent es corses, era velocitat e eth còs onulant ei atau que lèu de desdiboishe era contorn dera cernalha (se hè de certan mòde “invisible”) en tot tornar a aparéisher enes arturades sustot com ua punta de coa viranta que cride era atencion.

Auem podut comprobar qu´era capacitat de trincar era coa coma mecanisme defensiu non apareish enquia uns dies dempús deth neishement. Sus 11 casi estudiadi ena cernalha aranesa, era coa non comence pas a trincar-se en cas d´agression enquiàs 1 e 5 dies (mejana de tres dies). Aguest hèt pòt èster relacionat damb ua encara incomplèta osificacion pendent es prumèri dies de vida deth plano dera trincada peth que se trinque part dera vertelha. Ena cernalha des parets era coa se trinque inmediatament des deth neishement (mès a ua incubacion plan mès longa). En ua ponduda de *Zootoca vivipara* era coa non se trinque aumens enes prumères 48 ores dempús dera eclosion.

Dimension des pichons acabadi de nèisher.

Es pichons dera cernalha aranesa mesuren en mieja 26.15 mm (des de 22.1 a 28.75) (fig. 28, generau; fig. 29, pichons mascle; fig. 30, pichons femelha) e pesen 0.41 grams (de 0.2 a 0.5). Evidentament, era dimension deth pichon ei correlacionada fòrtament damb eth volum der ueu deth que a gescut (r = 0.63) e negativament correlacionat damb era dimension dera femelha (r = -0.20), atau que, probablament, era tendéncia ei ath hèt qu'es femelhes mès granes e que meten mès ueus, se veiguen obligades a meter-les mès petiti, rason pera quau es acabadi de nèisher son menors. Des d'aguest punt d'enguarda, aumens en plan teoric, es pichons des femelhes primairenques o mès joenes e damb dimensions de pòsta menors, an mès possibilitats de subervíuer pr'amor qu'encara que pògues en numerò, son mès grani.

En autes espècies pròplèus coma era cernalha pirenenca (*I. bonnali*) es pichons mesuren de 22.1 a 28.7 (mieja de 26.15mm) e pesen de 0.2 a 0.5 (mieja de 0.41 gr), mentre qu'ena palharesa (*I. aurelioi*) mesuren de 26.4 a 29.9 (mieja de 27.57mm) e pesen de 0.4 a 0.6 (mieja de 0.49 gr). ena cernalha cantabrica (*I. monticola*) es pichons mesuren de 22.9 a 29.5 (mieja de 25.46 mm enes mascles e de 26.21 mm enes femelhes) e pesen de 0.245 a 0.625 (mieja de 0.410 enes mascles e de 0.406 enes femelhes) e ena cernalha serrana (*I. cyreni*) mesuren en Guadarrama de 24.9 a 26.6 (mieja de 25.91 mm) en tot pesar de 0.49 a 0.62 (mieja de 0.56), e en Gredos de 24.8 a 29.7 (mieja de 26.19 enes mascles e 28.05 enes femelhes), en tot pesar en mieja 0.528 es mascles e 0.580 es femelhes. Ena cernalha croata (*I. horvathi*) es pichons mesuren de 24.5 a 28.5 (mieja de 26.3 mm).

Percentatge de sèxes

Ei fòrça estonant qu'era mòstra de pichons acabadi de nèisher d'*I. aranica* s'escarte clara e significativament deth percentatge 1:1 (_:_), en tot èster 1.8 : 1, en tot èster favorable as mascles (lèu eth doble!). Eth percentatge de sèxes enes adults tanben ei disparièr de 1:1 (0.55:1) mès justament en sens opausat (!!!), en tot afavorir clarament as femelhes. Era figura 25 mòstre era piramida de dimensions (edats) ena cernalha aranesa, a on s'aprècie eth cambi en "sex-ratio" (percentatge de sèxes) enter es pichons e es adults.

Atengut qu'era mòstra de pichons procedís deth sexat d'ueus incubadi en laboratòri, ei dificil saber s'açò a agut quauqua influéncia en percentatge de sèxes. Era cernalha aranesa non a cromosòmes sexuaus (que determinen eth sèxe per eretatge) detectables en sòn cariotipe, mès se supause qu'existissen e que simplament non son discernibles. Òc qu'existissen enes autes dues espècies pirenenques. Tanben ei lèu segur qu'es ueus incubadi en condicions de laboratòri son sometudi a temperatures mès nautes e mès constantes qu'en libertat. S'açò a influéncia sus eth sèxe der embrion com succedís en fòrça reptils ei quauquarren qu'aurà de demostrar-se.

En fòrça reptils s'a verificat qu'era determinacion deth sèxe ei per temperatura. Enes tortugues per exemple, a temperatures relativament baishes nèishen sonque mascles, e a temperatures nautes, femelhes. Se supause qu'enes disparières condicions de temperatures deth nin, se dan mascles e femelhes ath temps (pòden nèisher individus de sèxe intermediari, esterils). En quauqui ludèrts coma er agama (*Agama agama*), semble que se da eth contrari, a temperatures nautes gessen mascles, coma en nòste cas. D'èster cèrt (e ei per demostrar), serie eth prumèr cas en un lacertid damb determinacion deth sèxe per temperatura pendent era incubacion.

D'ua auta manèra, e atengut qu'autant era mòstra d'adults coma de juvenils sexadi ei fòrça nauta, auram d'assumir ua mortalitat fòrça diferenciau que deishèsse eth numerò de mascles fòrça inferior ath des femelhes. Coma comparacion dideram qu'enes autes dues espècies pirenenques eth percentatge de sèxes non s'aluenhe de 1:1 ne en adults ne en pichons.

Es diferéncies en sex-ràtio enter es pichons e es adults an estat explicades en autes espècies en relacion damb era estructura sociau qu'afavoririe ua mortalitat màger en un des sèxes. Atau, es mascles d'espècies poliginiques (damb mès femelhes que mascles, coma era cernalha aranesa e era serrana) aurien ua màger mortalitat per rason d'activitats coma era defensa deth territòri e comportaments de cortejament que les harien mès depredables. Ena cernalha serrana existissen mès femelhes adultes que mascles (0.69:1) enes nòstes pròpries donades, damb diferéncies estadisticament significatives enter andús sèxes. En aguesta darrèra espècia s'an mesurat en Gredos diferéncies enter mesi: en junhsèga eth numerò de mascles ei superat pes femelhes a rason de (0.48:1) e en eth agost de (0.37:1).

Lo normau ei que non i age diferéncies significatives enter andús sèxes, com arribe ena cernalha pirenenca (0.98:1), era palharesa (1.2:1), era batueca (0.78:1), era croata (1.01:1) e era cantabrica (1.14:1) (en Estrela enes punts de densitat extrèmament anautida coma A Torre, eth tuc mès naut de Portugal, es femelhes excedissen eth numerò de mascles en ua proporcion de 1:3.6). Enes cernalhes de montanha deth Caucas (*Darevskia spp.*) es mascles son mès nombrosi qu'es femelhes: 1.3:1 en *D. valentini* (probablament non diferís dera proporcion 1:1) e 2.6:1 en *D. portschinskii* (qu'òc a de diferir reaument dera proporcion 1:1). Es estimes an d'èster basades en diuèrses mòstres temporaus entà evitar biais degudi ara menor activitat de mascle o femelhes en determinadi moments deth periòde reproductiu o pendent er emprenhament.

En çò que tanh as pichons neishudi en laboratòri, ena cernalha cantabrica (*I. monticola*) e era serrana (*I. cyreni*) eth sex ràtio non diferís estadisticament de 1:1, encara que com ei freqüent en lacertids nèishen un shinhau mès de mascles que de femelhes (1:0.85 ena cantabrica), coma tanben succedís ena cernalha palharesa (*I. aurelioi*) (1.21:1). Era mòstra de pichons de cernalha pirenenca ei insufisenta entà definir-se en un sens o un aute. Enes cernalhes de montanha deth Caucas (*Darevskia spp.*) tanben nèishen mès mascles que femelhes, exceptada ena partenogenetiques de reproduccion clonala enes quaus evidentament sonque existissen femelhes.

Creishement des joeni

Es reptils, coma fòrça d'auti vertebrats (non en es mamifèrs), an creishement contunh e indefinit. Açò vò díder, ena practica, que creishen rapidament quan son joenes e quan artenhen era edat adulta amendrissen en grana mesura aguest creishement, encara qu'es animaus non dèishen de créisher jamès. Es adults joeni non diferissen plan en talha, encara qu'a viatges òc en coloracion o aspècte, des adults vielhs. Aguesti darrèrs creishen enquiara fin des sòns dies, encara que tan pòc, que lèu resulte imperceptible.

Eth creishement se ve determinat per dus grops de factors: uns genetics, d'origina filogenetica que condicionen era dimension maxima en foncion des talhes maximes qu'artenhen es espècies deth grop e es sòns ancessors; es auti son ambientaus, en foncion qu'es temperatures e era quantitat de neuritud permeten eth desvolopament des potencialitats de creishement d'ua espècia. Respècte as prumèrs, s'ua espècia viu en un abitat productiu mès pertanh a un grop d'espècies que son totes petites, artenherà créisher mès limitada per aguest condicionant filogenetic; mentre que respècte as dusaus, ei coneishut qu'en localitats mès extrèmes o damb mens neuritud, es animaus creishen mens qu'en localitats "riques".

Ena cernalha aranesa, era edat des juvenils ei facil de discernir en ua mòstra ar azard de cernalhes pr'amor que per causa de que sonque existís ua ponduda annau, sonque i a ua coòrta de joenes (en autes espècies, n'i a diuèrses ath long der ostiu e es mès primairenques diferissen des darrères en nèisher ena sua talha). Aguesta uniparitat (ua soleta ponduda ar an), unida ath hèt que pendent era longa diapausa iuernala eth creishement quede complètament detengut e sonque creishen pendent es mesi d'activitat, hè que se poguen apreciar ath temps diuèrses classes de dimension que corresponen as disparières edats (coòrtes annaus). Sonque quan s'apròpen ara maturitat, es femelhes subadultes van en tot destacar-se des mascles subadults pera sua màger dimension.

Era edat absoluta pòt estudiar-se de dues formes, ua sonque fiabla pendent es dus o tres prumèrs ans, qu'ei mejançant eth recompde des anèths de creishement (com enes arbes) en quauques escates coma es parietau o era prumèra supratemporala, o ben, mejançant era seccion d'uassi longui d'exemplars prealablament sacrificadi e des quaus se hèn talhs en femur que dempús se tinturen e se compden tanben coma es anèths des arbes. En quauques espècies se pòt hèr damb falanges de dits, mès en aguestes cernalhes tan petites, er uas se reabsorbís pera part

interiora (se va cavant conforme creish per dehòra) e empedís compdar anèths. Açò pòt succedir tanben quauquarren ena part intèrna des uassi longui coma eth femur, mès se pòt rebastir mielhor era edat.

Entà estudiar eth creishement des dera eclosion enquia arribar a ua talha d'adult ena quau ja non ei possible discernir era edat, auem dividit es mòstres en coòrtes annaus, e laguens d'eres, auem considerat parièr qu'entà d'auti analisis, era existéncia de dus periòdes (prereproductor e pòstreproductor). Eth resultat d'aguest estudi deth creishement e era variabilidad laguens de cada edat pòt vedèrse enes figures 31(mascles) e 32 (femelhes).

Neishement (1 CY): En nèisher cap ara fin d'ostiu (periòde 1, prumèr an de calendari=1CY) es pichons mesuren de còs -cap a toat, sense compdar era coa- (mieja±stdE) 25.49±0.16 mm, en tot oscillar de 21.5 e 28.75 mm (n=106 pichons mesuradi).

Dusau an de vida (2 CY): Ara fin dera primauera e inici der ostiu (per. 2, 2CY), dempús dera sua prumèra iuernada, es pichons mesuren 30.06±0.79 mm, en tot oscillar enter 27.08 e 33.7 mm (n=10 pichons mesuradi). Ena dusau meitat der ostiu (per. 3, 2CY) es pichons mesuren 34.73±0.41 mm, en tot oscillar de 29.82 a 38.96 mm (n=20 pichons mesuradi).

Tresau an de vida (3CY): Ara fin dera primauera e inici der ostiu (per. 4, 3CY), dempús dera sua dusau iuernada, es pichons mesuren 38.56±0.41 mm, en tot oscillar de 35.7 a 48.1 mm (n=16 pichons mesuradi). Ena dusau meitat der ostiu (per. 5, 3CY) es pichons mesuren 40.54±0.58 mm, en tot oscillar de 37.28 a 44.9 mm (n=18 pichons mesuradi).

Quatau an de vida (4CY): Ara fin dera primauera e inici der ostiu (per. 6, 4CY), dempús dera sua tresau iuernada, es pichons mesuren 43.41±0.42 mm, en tot oscillar de 42.16 a 44.83 mm (n=6 pichons mesuradi). Ena dusau meitat der ostiu (per. 7, 4CY) es pichons mesuren 44.05±0.20 mm, en tot oscillar de 43.41 a 45.04 mm(n=8 pichons mesuradi).

Cincau an de vida (5CY): Pendent aguest cincau an de calendari, dempús dera sua quatau iuernada e quan en complissen quate d'edat, es cernalhes artenhen era dimension que pòt considerar-se coma d'adultes. Ara fin dera primauera e inici der ostiu (per. 8, 5CY) es pichons mesuren 46.34±0.35 mm, en tot oscillar de 45.05 a 47.8 mm(n=8 pichons mesuradi) e ei possible que se reprodusisquen dejà. Ena dusau meitat der ostiu (per. 9, 5CY) es pichons mesuren 47.57±0.38 mm, en tot oscillar de 45.69 a 49.09 mm (n=7 pichons mesuradi).

Es *adults* (ja d'edat indefinida mès mès enlà deth sòn cincau an de calendari), an ua longitud mieja de 56.01±0.25 mm, en tot oscillar enter 48.4 e 66.8 mm. Existís dimorfisme sexuau. Es mascles son un shinhau menors qu'es femelhes. Es mascles an ua longitud mieja de 53.84 mm e es femelhes de 56.62 mm. Eth màger mascle trapat presentaue ua longitud de 61.8 mm des der extrèm deth morro enquiath toat (anus), e era màger femelha 66.88 mm.

Entar estudi deth creishement, usaram un des modèus mès utilizadi entar estudi d'aguest procès, eth modèu de von Bertalanffy, largament utilizadi entar estudi deth creishement en sauris e particularament en lacertids.

S'assumim qu'era taxa de creishement d'un organisme decreish damb era dimension, alavetz, era taxa de cambi dera talha pòt èster descrita com:

$dL/dt = K(L_\infty - l)$

a on K ei era taxa de creishement e L era longitud ara quau eth creishement ei zèro.

Integrant açò apareish:

$l_t = L_\infty [1-e^{-K(t-to)}]$.

Von Bertalanffy derivèc aguesta equacion en 1938 a compdar d'arguments fisiologics simples. Eth paramètre t0 s'includís entà ajustar era dimension dera equacion ara talha iniciau der organisme e se definís coma era edat (teorica) ara quau er animau aurie talha zèro (talhe er èish verticau).

Nosati auem calculat sonque era corba de creishement enquia arribar ara maturitat sexuau (fig. 33). Dempús es adults vàrien pòc en talha e ja non son classificables en edats, atau que non pòden èster utilizadi. Es calculs se basen sonque en aguest periòde de creishement. Auem provat diuèrsi apropaments en tot introdusir es donades des adults, mès es paramètres qu'exprimissen eth creishement des juvenils (er unic segur) se distorsionen.

Era següenta taula rebat coma edat eth periòde d'activitat (es periòdes d'iuernada non compden pr'amor que pendent eri non se produsís cap creishement). Age=1 correspon as acabadi de nèisher (1CY), eth 2CY se distribuís enter age =2 (mai e junh) e age=3 (junhsèga, agost, seteme), eth 3CY enter age=4 e age=5, eca... atau age=8 correspon ara fin dera primauera e age=9 ar ostiu deth 5 CY, quan ja an artenhut era maturitat sexuau e probablament an començat a reprodusir-se.

Age	Long.Obs	Long. Pred.	Increment L
1 (eclosion)	25.49	25.5897	–
2 (Per 1, 2CY)	30.06	30.5354	4.57
3 (Per 2, 2CY)	34.73	34.5718	4.67
4 (Per 1, 3CY)	38.56	37.8661	3.83
5 (Per 2, 3CY)	40.54	40.5547	1.98
6 (Per 1, 4CY)	43.41	42.749	2.87
7 (Per 2, 4CY)	44.05	44.5398	0.64
8 (Per 1, 5CY)	46.34	46.0014	2.29 Maturitat Sexuau
9 (Per 2, 5CY)	47.57	47.1943	1.23

"Age" represente era edat (periòde de mostrejament, veir mès ensús), Long. Obs. (longitud observada) ei era mieja de SVL (longitud cap-toat des animaus), Long. Pred. (longitud predita) ei era quau correspon segontes eth modèu de creishement

(era corba) ad aguesta edat. Er increment de L ei çò qu'a creishut enter cada dus periòdes de mesura. En generau, era longitud predita a d'èster pròcha ara longitud observada, mès era corba adocís es diferéncies, atau qu'en quauque cas en qué era dimension mostrala ei petita, era corba pòt estar mercant mès acertadament era talha que corresponen ad aguesta edat.

Un aute aspècte interessant ei qu'es edats ("Age") imparelhs an increments de creishement menors. Açò ei per causa de que son es dusaus periòdes de creishement (junhsèga, agost, seteme) laguens der an (es parelhs son es prumèrs, mai e junh) e non estan ben separadi enter se, damb çò qu'es talhes mesurades en moments pròplèus de finaus de junh e prumèrs de junhsèga pòden solaparse en part e semble qu'an creishut mens.

Era fig. 33 mòstre era corba de creishement de von Bertalanffy, es paramètres de creishement deth quau associadi son: era taxa de creishement (K) qu'ei de 0.203166±0.0648448 (ath 95 % de confidança). Era longitud calculada ar infinit (talha maxima s'aguest madeish ritme o corba de creishement s'apliquèsse tot eth temps de vida der animau) serie: L_∞=52.4894±3.98979 (ath 95 %). Eth marge superior d'error d'aguesta long. maxima (56.48 mm) quede fòrça apròp dera mieja dera mòstra totau d'adults (56.01 mm).

Era grafica de Gulland (fig. 34) presente era grafica der increment de longitud a cada longitud totau. Es punts son cadua des edats damb era sua dimension e eth sòn increment respècte ara edat posteriora. Ei util entà estimar es paramètres deth modèu e particularament util entà veir er ajustament deth modèu de creishement. Com pòt veder-se, guaire màger ei era talha, mens creishen es animaus.

Era grafica de Ford-Walford (fig. 35) compare era longitud en un moment dat (t) damb era deth moment immediatament posterior (t+1), e tanben s'utilize entara estima de paramètres deth modèu. Se represente era linha de 45º que talhe era grafica proporcionalament e era linha d'ajustament deth modèu. A on andues linhes se crotzen ei era longitud maxima (L_∞)segontes eth modèu.

Ena cernalha croata (*I. horvathi*) qu'a ua talha similara as *Pyrenesaura*, es pichons mesuren en nèisher 26.3±0.24 mm (de 24.5 a 28.5 mm), ar an 38.6±0.91 mm (35.5-44.5 mm), as 22 mesi (3CY) 42.3±0.55 mm (39-45 mm) e as 33 mesi (4CY) 49.8±1.01 mm(47.5-54mm). Era maturitat sexuau arribe damb 50mm de longitud corporau.

Ena cernalha cantabrica (*I. monticola*) d'Estrela (Portugal) en nèisher (1CY) es mascles mesuren 31±0.87 (27 a 34 mm) e es femelhes mesuren 31±0.87 (27 a 34 mm). Ar an (2CY) es mascles mesuren 49±0.70 (48 a 51 mm) e es femelhes mesuren 46.62 (42 a 49 mm). as dus ans (3CY) es mascles mesuren 58±0.48 (56 a 60 mm) e es femelhes mesuren 56±0.85 (50 a 60 mm) e ja son adultes.

Pèthmudatges

Toti es vertebrats terrèstres pèthmuden era sua pèth. En cas des mamifèrs, eth peu què a viatges concentrat en determinades epòques e era superfícia dera pèth se descate de forma contunha, com ei eth cas des èssers umans (era màger

part deth povàs domestic son escates de pèth umana, amassa damb fibres dera ròba). Enes aus era pluma què en determinades epòques (periòdes de pèthmudatge) e era epidermis se descate. Enes reptils eth procès ei cridaire pr'amor qu'eth pèthmudatge se despren en grani tròci e d'un solet viatge. Enes sèrps se despren en ua soleta pèça (eth pèthmudatge o "camisa" de sèrp qu'ei eth mòtle perfècte der animau e permet saber quina espècia ei era autora d'un determinat pèthmudatge pera emprenta des escates en aguesta) mentre qu'en ludèrts e tortugues mès ben se despren per tròci mès o mens grani.

Aguesti pèthmudatges an lòc de forma periodica, e espaiada. Semble èster que son autant mès freqüents enes individus en plen creishement qu'enes adults. Era pèth comence a espelar-se e daurir-se pera rea e es flancs, damb frequéncia apròp des membres, que peth sòn movement hèn qu'era pèth vielha se daurisque abantes. Dempús se despren en ua o ues pògues bròques granes tota era pèth dera rea e eth vrente, que damb freqüéncia se trape jos o enter es pèires, en lòcs a on tarde mès a desparéisher. Lèu ath temps qu'era rea s'espelen es membres e fin finau se desprenen anèths de pèth dera coa (qu'en aguest moment semble bicolor, mès escura era part encara damb pèth vielha e mès clara era part ja pèthmudada) en tot succedir eth procès des dera base dera coa cap ara punta d'aguesta, atau coma es plaques dera tèsta, que van un shinhau desfasades e pòden tardar mès a desprener-se. A viatges, aguestes darrères fases deth pèthmudatge lèu arriben a junher-se damb eth periòde prealable ara següenta.

En quauques espècies de lacertids (p ex. eth ludèrt verd *Lacerta bilineata*) s'a suggerit que pendent aguesti dies de pèthmudatge son mens viues, mens agiles en definitiva. En aguesta madeisha espècia es periòdes de pèthmudatge son espaiadi, pèthmudant uns quate viatges en quate mesi, en tot coïncidir damb periòdes de ploges seguidi de solei que segurament afavorissen eth despreniment dera pèth vielha. Ei coneishuda era importància dera alternancia enter umiditat (que facilite eth pèthmudatge) e secada (qu'afavorís eth despreniment rapid dera vielha pèth) enes reptils en captivitat. En generau, eth pèthmudatge deth còs e es membres acostume a durar de dus a quate dies, mentre qu'era queiguda de plaques dera tèsta o d'anèths cabaus s'esperlongue mès.

Auem estudiat er estat de pèthmudatge enes mostregi realizadi ath long des ans, que passam a expausar autant en conjunt coma per sèxes e edats. Auem distinguit animaus en "interpèthmuda" (sense pèthmudar), categoria qu'includís tot eth periòde enter dus pèthmudatges. "Espelant", quan era pèth apareish opaca e comence a auçar-se, a espelar-se. "Pèthmudant", animaus en plen pèthmudatge damb parts dera rea o pautes damb bròques de pèth en tot desprener-se. "Coa", animaus qu'an acabat de mudar en còs, mès enes quaus parts dera coa queden damb era pèth vielha que tarde mès a desprener-se.

Era numeracion que se da ei era des setmanes der an: mai (setmanes 17 a 20), junh (21 a 24), junhsèga (25 a 28), agost (29 a 32), seteme (33 a 36) e octobre (37 a 40). Es numeròs enter parentèsis se referissen a percentatges d'individus mès baishi mès presents en dita setmana.

En conjunt d'especimèns, eth prumèr pèthmudatge se detecte pr'amor qu'apareishen en tot espelar e pèthmudar enes setmanes 23 (24) e 25 (26) sustot, e rèstes ena coa es setmanes 25 e 26. Eth dusau pèthmudatge se detecte per un naut percentatge d'individus en tot espelar era setmana 28 e 30 (32), pèthmudant ena setmana 32 e rèstes ena coa que s'extendissen dera 28 ara 30 e ena setmana 32. Eth tresau pèthmudatge se detecte per individus en tot espelar, mudant e damb rèstes en coa ena setmana 34 (35).

Mascles: Eth prumèr pèthmudatge se manifèste per un maxim d'individus en tot espelar era setmana 25 (percentatges baishi ena setmana 24 e menor encara ena 26), individus en plen pèthmudatge clarament ena setmana 25 e rèstes en coa en aguesta madeisha setmana 25 e sustot ena 26. Un aute pèthmudatge se manifèste per fòrça individus en tot espelar ena setmana 28 e mès encara era 30, en tot baishar plan ena 32, mentre que coes damb rèstes apareishen ena setmana 28 e era 30.

Atau donques, en tot resumir, enes mascles sonque s'aprècien dus pèthmudatges clars, un damb un maxim cap a inicis de junhsèga (setmana 25), mès que va de fin de junh a lèu meitat de junhsèga; e un dusau pèthmudatge damb un maxim cap ara dusau setmana d'agost (setmana 30), mès que pòt variar des de fins de junhsèga enquia fins d'agost o prumèrs de seteme.

Femelhes: Eth prumèr pèthmudatge se manifèste per un maxim d'individus en tot espelar enter es setmanes 23 e 25 (percentatges baishi ena setmana 26), individus en plen pèthmudatge clarament enes setmanes 24-25 e rèstes en coa des dera setmana 24 ara 26, mès sustot ena setmana 26. Eth dusau pèthmudatge se manifèste per fòrça individus en tot espelar enes setmana 28 e era 30, en tot baishar plan ena 32, individus en plen pèthmudatge ena setmana 32, mentre que coes damb rèstes apareishen enes setmanes 28 e 30, e sustot fòrça ena 32. Posteriorament se da un tresau pèthmudatge (non detectat enes mascles) ena setmana 34, detectat autant per individus en tot espelar coma rèstes en coa.

Enes femelhes, en resumit, s'aprècien tres pèthmudatges clars, un damb un maxim cap a finaus de junh e inicis de junhsèga (setmanes 24-25) e que coïncidís damb er estadi d'emprenhament just abantes dera ponduda, mès que se pòt iniciar des de pòc mès tard dera meitat de junh e durar en quauqui exemplars enquia apròp de meitat de junhsèga. Eth dusau pèthmudatge se da des dera fin de junhsèga enquia apròp de meitat d'agost, en tot acabar eth pèthmudatge dera coa cap a finau d'agost. Eth tresau pèthmudatge a lòc cap ara dusau setmana de seteme, pòc abantes de retirar-se a iuernar.

Juvenils: S'aprècie un prumèr pèthmudatge damb individus enter es setmanes 25 e 26, pèthmudatjant en 25, e damb rèstes en coa ena 25, 26. Eth dusau pèthmudatge a lòc ena setmana 28 (indiv. en tot espelar), e rèstes en coa ena 28 e sustot ena 29. Eth tresau pèthmudatge apareish damb un bèc fòrça gran d'individus en tot espelar ena setmana 30 (en tot pertànher ath dusau pèthmudatge-?-) e un numerò apreciable enes 32-34, pèthmudatge d'individus ena 34 e rèstes ena coa en aguesta madeisha setmana.

Parièr qu'enes femelhes, i a tres pèthmudatges, era prumèra a prumèrs de junhsèga sustot, era dusau ara fin de junhsèga o prumèrs d'agost (dilhèu mès ben a prumèrs e enquia meitat d'agost), e era tresau apròp dera meitat de seteme, pòc abantes d'entrar a iuernar.

En Gran Bretanha, era cernalha vivipara pèthmude aumens 3 o 4 viatges pendent era sua estacion d'activitat (mès longa qu'en Pirenèus), mès es pichons peth que semble pèthmuden 1, 2 o 3 viatges (?¿) abantes der iuèrn. Es adults pèthmuden 4 viatges o mens , mentre qu'es pichons enquia sies viatges. Eth Lausèrt Pirenenc (*Lacerta agilis*) pèthmude en Gran Bretanha cada quate a sies setmanes.

Enes *Iberolacerta* ei un aspècte biologic desconeishut, exceptada ena cernalha croata (*I. horvathi*) qu'a aumens tres pèthmudatges annaus en NE d'Itàlia (supausadament en aguesta localitat son actives ja en març e non entren a iuernar enquia fin d'octobre, çò que semble ua activitat fòrça esperlongada se la comparam damb autes localitats d'aguesta madeisha espècia e era zòna ena quau viu): eth prumèr ("pèthmudatge de primauera") ena prumèra meitat de mai just abantes deth zèl, un aute en junhsèga ("pèthmudatge d'ostiu") que coïncidís en part damb era oviposicion (qu'en contra d'autes localitats eslovènes, serie en NE d'Itàlia mès tard, cap a meitat de junhsèga), e eth tresau a fin de seteme o principis d'octobre ("pèthmudatge de tardor"), dempús deth neishement des pichons (que deven en aguestes localitats des de fin d'agost e pendent era prumèra quinzea de seteme).

Longevitat

Era longevitat ei encara desconeishuda, encara que damb seguretat pòt passar des dètz ans. Fòrça probablament an d'èster enter es espècies mès longèves de petiti lacertids d'Eurasia, per dessús tanben dera màger part d'espècies granes, per motiu deth sòn baish potenciau reproductiu, era sua maturitat sexuau tardana e eth sòn cuert cicle annau. Era espècia mès grana d'Euròpa, eth *Timon lepidus* a ua longevitat maxima coneishuda de 14 ans (excepcionalment enquia 20, mès verificada damb seguretat de 10-11 ans), es ludèrts canaris (*Gallotia galloti*, *Gallotia stehlini*) de 8 a 11 ans, eth ludèrt verd (*Lacerta bilineata*) viu aumens 16 a 18 ans (en generau sonque uns 5, e verificat per esqueletocronologia enquia 10), eth lausèrt pirenenc (*Lacerta agilis*) enquia 12 ans (normaument sonque uns 5), mentre qu'autes espècies petites coma era cernalha malhoquèra (*Podarcis muralis*) an ua vida de 4 a 6 ans, excepcionalment enquia 10. Ena cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*) pògui individus arriben a reprodusir-se mès de dus viatges. En generau, enes espècies de talha petita (*Z. vivipara*, *P. muralis*, *P. carbonelli* e *P. gr. hispanica*) es longevitats van de 4 a 7 ans.

Ena propdan cernalha palharesa (*I. aurelioi*), eth mascle mès gran (SVL 57.18) coneishut e estudiat, auie 17 anèths de creishement (aumens 16 ans), e era femelha mès grana (SVL 62.21 mm) auie 11 anèths e probablament d'auti quate (per rason dera reabsorcion intèrna deth femur, çò que correspon aumens a uns 14 ans. Fòrça possiblament ues pògues cernalhes araneses artenhen apròp des 20 ans de vida. Ena cernalha cantabrica (*I. monticola*) dera Serra da Estrela en Portugal s'a

determinat ua longevitat maxima d'apròp de 10 ans, en tot auer ua probabilitat de subervivença mieja annau enter es 1 a 3 ans de 0.60 a 0.71. Era subervivença aumente damb era edat, en tot èster enter es adults mès anautida enes mascles qu'enes femelhes. Eth moment de maxima mortalitat ei enter era ponduda e era prumèra iuernada e pendent eth dusau an de calendari.

Atau donques, es cernalhes de nauta montanha des Pirenèus se compòrten en çò que tanh ara sua longevitat coma es espècies de ludèrts granes, non coma cernalhes petites com corresponerie pera sua aparenta talha. Eth dur abitat e lo brèu dera sua fenologia annau jòguen ath sòn favor en aguest aspècte.

Anatomia corporau

Es cernalhes an ua estructura corporau basica fòrça parièra ara d'auti reptils. Ua tèsta recubèrta de fòrtes plaques, fòrça establa ath long dera evolucion des reptils, e fòrça d'eres identiques as des sèrps, escincs, eca.; e un còs alongat e recubèrt pera sua banda dorsau de petites escates e filères de plaques en vrente, damb ua coa recubèrta d'anèths d'escates.

Es escates dorsaus pòden variar plan en numerò segontes es espècies. En generau, guaire mès petites, mès nombroses son. En quauques espècies son fòrça pògues, granes e aquilhades, en tot estar restacades damb era vida enter era vegetacion (com ena cernalha coalonga e era cernalha vivipara). Pòden èster fòrça planères o sonque un shinhau convèxes (coma es des *Podarcis*) o èster fòrça globulares (com ena cernalha aranesa). Eth grad de convexitat poderie auer un significat autant termic coma mecanic encara per estudiar. Des deth punt d'enguarda termic, es escates granulares, que son plees d'un liquid serós, poderien auer era foncion de, mès que de captar, de restancar era calor o tanben de dissipar eth sòn excès. Es escates semiesferiques poderien servir pr'amor qu'un viatge captat era calor, en auer ua grana superfícia, aguesta se dissipe rapidament en entrar ena ombra. Non semble tan probable qu'era sua foncion sigue captar calor, pr'amor qu'alavetz serien planères, entà aufrir era màger superfícia perpendiculara possibla cap as rais deth solei. Eth liquid interior, qu'evidentament pera dimension des escates ei màger qu'en d'autes espècies, poderie servir autant entà restancar era calor pera anautida calor especifica dera aigua, coma entà hèr d'amortidor ath dauant des pujades excessives o baishades rapides de temperatura, precisament per aguesta inèrcia dera aigua as cambis de temperatura. Fin finau, aguestes escates poderien servir tanben entà "ancorar" ar animau laguens des henerècles, un sistèma de defensa semblat a un anclatge, qu'aufririe resisténcia ara extraccion der animau dera henerècla ena quau se trape, encara qu'aguesta ipotèsi semble mens probabla.

Es escates deth vrente, que se trapen alinhades en sies hilères, son mès amples e resistentes ara abrasion per contacte damb eth substrat. Era part anteriora ara dubertura toatala presente ua grana placa entornejada d'ues hilères de petites escates.

Es pautes son recubèrtes per petites escates, en tot cridar era atencion enes cueishes es cridadi pòres femorals, que son restacadi damb era comunicacion olfac-

tiva per mercatge de territòri e era parelha, e que segrèguen ua substància d'aspècte ceri, especiaument abondiu enes mascles e ena epòca de reproduccion. Aguesti pòres son associadi a ues glandoles en forma de sac que contien era abansdita substància cèria, grèish, qu'ei compausada en bona part per cellules mòrtes que se desprenen des parets dera glandola. Es dits, longui e fins sonn armadi damb ues ungles ena punta que les ajuden a agarrar-se e grimpar. Tanben es dits mès longui an ues plaquetes de consisténcia gomosa que les servissen entà facilitar era agarrason ara ròca, com se d'uns "pès de gat" d'escalador se tractèssen.

Era coa presente, com auem dit anèths d'escates longitudinales, normaument de dimensions alternantes (amples e estreti). Aguest aspècte càmbie s'era coa se trinque, pr'amor qu'era porcion regenerada non a es escates regularment dispausades ne a viatges mercades e, freqüentment (encara que tot just ena cernalha aranesa), non ei ne deth madeish color.

Era coloracion enes cernalhes a ua component filogenetica (un patron comun eretat que compartissen fòrça espècies tanben luenhanament emparentades, coma es bandes escures des costats que servissen aparentament entà captar mielhor era calor quan era cernalha aplane eth còs ath solei) e ua part variabila enter poblacions que sòl èster un compromís enter era comunicacion intraespecifica e eth camoflatge.

Eth color dorsau enes espècies que viuen enter era èrba o sus ròques poblades de liquèns verdi (coma eth liquèn geografic) sòl èster verd (com enes cernalhes cantabrica e serrana), mentre qu'enes que viuen en solèr sòlen èster de color marron o grisenc. Era cernalha aranesa ei de color ròi-grisenc (com per exemple ena fòto 48), similara as ròques sus es quaus viu, en tot èster de color fòrça escur sus es lòses siluriques lèu neres (fòto 49, Varradòs) e fòrça mès clara sus ròques pèiracauces (fòto 50, Varradòs) o sus lòses e esquisti cambroordovicics (Forcall) de tonalitat mès clara (fòtos 51 a 53). Quauqui mascles pòden auer un color verdós malaquita (fòtos 1 e 54). Era diferéncia enter es individus clars e escuri ei fòrça evidenta quan se ven amassa (fòto 55).

Ath delà existís ua cèrta impregnacion cosmetica que hè qu'eth fin povasset procedent dera desagregacion dera ròca impregne era pèth des animaus, siguen clars o escuri, en tot tornar-se "miracolosament" clari en mudar de nau era pèth. Qui coneishe eth povàs nere procedent des lòses siluriques de Pica Palomera o de Posets, saberà ben a qué me referisqui e com n'ei de dificil de liurar-se d'eth tanben damb un ruscat a consciéncia. En autes espècies coma era cernalha cantabrica auem vist coloracions cosmetiques de color vermelhós en zònes damb abondiu hèr, coma eth Llagu la Cueva (Somiedo, Astúries).

Aqueth camoflatge guarde sustot entà naut, entà evitar era localizacion per predadors aerians, mentre qu'es senhaus de comunicacion intraespecifiques sonn localizades en parts mens visibles des der aire e mès ran de solèr, coma enes costats, gargamèra e lateraus deth vrente. En conjunt eth camoflatge des cernalhes en sòn entorn ei mès que notable (fòto 56).

Es senhaus visuaus enter congenères se dan mejançant era coloracion ventrau (qu'apunte sustot ena gargamèra e pes costats deth vrente), e enes ocèlles e punts

blus des costats. Era coloracion ventrala a ua grana importància en reconeishement enter espècies que viuen ena madeisha localitat. Es femelhes distinguissen as mascles dera sua espècia des d'autes propdanes peth color des sues gargamères e vrentes. Tanben es ocèlles blus que se trapen per darrèr dera aissèla e es punts des escates mès exteriores deth vrente an importància e foncionen coma autentics semafòrs d'advertiment e reconeishement, pr'amor que son fòrça reflectantes ena banda dera lutz ultravioleta, un color mès enlà deth violeta der arc de Sant Martin e que nosati non èm capables de veir, mès que fòrça animaus coma aguestes cernalhes, òc. Era cernalha aranesa, totun, parièr qu'es autes cernalhes des Pirenèus (*Iberolacerta* sbgn. *Pyrenesaura*), an perdut aguesti ocèlles blus-ultravioletes, dilhèu pr'amor que non compartís eth sòn abitat damb cap parent propdan.

Aguestes senhaus servissen non sonque coma reconeishement enter sèxes o individus, senon tanben coma senhau ierarquica. Es animaus mès adults e dominants an es coloracions mès viues e desvolopades qu'es joeni. Es fòtos 57 e 58 respectivament mòstren un mascle d'*I. martinezricai* e un aute d'*I. aranica* des quaus sonque eth prumèr a ocèlles brilhants en UV.

Sentits

Es cernalhes an especiaument desvolopat eth sens dera vista e der olfacte.

Eth tacte non ei especiaument desvolopat, e encara qu'evidentament lo an, era cubèrta d'escates a de hèr-les relativament insensibles.

Era ausida, coma en toti es reptils tanpòc ei especiaument fina. Totun, es cernalhes an ua ausida relativament fina, pr'amor que hugen deth sorrolh e ocasionalment ac utilizen entà detectar preses en movement enter era vegetacion. A de pensar-se que dus des tres uassets que dan finura ara nòsta ausida intèrna (eth martèth e er enclutge), enes reptils se trapen encara formant part dera maishèra e sonque existís era columella (nòste estrep). Es auti dus uassi dera ausida mieja des mamifèrs, er enclutge e eth martèth se trapen enes reptils en tot formar part dera maishèra e era sua articulacion (eth quarrat e er articular, respectivament). Eth timpan ei lèu extèrn, un teleret que se pòt veir as costats dera tèsta. Non existís cap estructura extèrna que facilite era recepcion deth son. Totun, ei possible que determinandes vibracions poguen arribar a trauèrs deth terren e èster captades per animau: deth terren ath còs, especiaument ara maishèra, e d'aguesta ara ausida intèrna. Era ausida des ludèrts respon a freqüéncies similares as der èsser uman: En diuèrses espècies de ludèrts s'a pogut veir qu'era sua ausida respon a sons enter 100 e 10 000 cicles per segon (cps), encara qu'era sensibilitat as nòtes nautes decreish fòrça ath torn des 4 000 cps.

Era vista poderie comparar-se ara nòsta. Er uelh des lacertids ei relativament similar ath des mamifèrs, mès damb un solet còs ciliar que càmbie era forma dera lent entà adaptar era vista ara proximitat e era luenhença. Totun açò, eth sòn uelh ei mens perfècte e er enfocament se hè non deformant eth cristallin, que tot just s'acomòde ara vision propdana, senon en cèrta manèra diafragmant coma ua camerà de fòtos es osiculs esclerals (un anèth d'uns 14 uassets qu'entornege era pupilla). An

d'efectuar ua grana pression sus eth glòb ocular mejançant aguesti osiculs entà acomodar era vista ara vision propdana.

Es cernalhes aprècien toti es colors que nosati podem veir, damb un bèc d'absorbancia des sòns còns (cellules dera retina qu'aprècien eth color) especiaument desvolopat entath verd. Se sap qu'es lacertids son capables de diferenciar eth vermelh, iranja, auriòu, verd-auriòu, blu e violeta (estudis efectuadi en *Lacerta agilis*). Distinguissen tanben diuèrses tonalitats de gris. Semble èster qu'es sauris pòden veir er ultravioleta propdan (fòtos 57 e 58), peth que eth sòn espèctre de vision ei quauquarren mès ampli qu'eth nòste. Enes sauris diürns semble que sonque existissen còns (es cellules visuaus destinades a distinguir es colors), mès non bastons (es encargadi de distinguir intensitats de lum), atau que fòrça probablament es cernalhes son virtualment cègues de net (o jos ua pèira).

Tanben cau díder qu'er angle de vision estereoscopica (a on se superpòse era vision d'andús uelhs e se da era vision ei binocular, en tot perméter eth calcul precís de distàncies) ei fòrça estreta (uns 25º o mens), motiu peth quau quan vò fixar-se en quauquarren (ua persona o un ipotetic perilh, per exemple) se place de costat e guarde sonque damb un des uelhs.

Entà finalizar damb era vista, podem díder qu'aguest sens ei fòrça desvolopat en ludèrts e tortugues mès non en es sèrps, qu'aprècien ben d'apròp e de luenh sonque eth movement.

Ei interessant nomenar tanben era existéncia deth cridat tresau uelh, "uelh pineau" o "uelh parietau", un petit orifici, coma un puntet, apreciable en escata interparietau des cernalhes e que pera sua estructura (damb ua retina, un umor cristallin, cellules pigmentàries e a viatges tanben un nèrvi optic rudimentari) semble corresponer-se a un uelh (que primitivament èren dus) present dilhèu en quauque punt dera evolucion des vertebrats. Aguest uelh aué ja non servís entà veir, e encara que non se sap entà qué servís exactament, se pense qu'ei encara restacat damb era captacion deth fotoperiòde e regule eth sistèma ormonal associat. Concrètament semble regular era quantitat de melatonina e es ritmes circadians des animaus. Tanben ei sensitiu ara calor e se trape implicat en comportament dera termoregulacion.

Eth gust semble èster ben desvolopat enes cernalhes. Se ben pòden consumir-les, non sòlen minjar espècies d'insèctes de mau gust (catarinetes, cinzes pudenti, eca.), atau qu'ei possible que poguen detectar es sàpies desagradiues. D'auti reptils, coma es sèrps, manquen totaument de papillas gustatives atau que non aprècien es sàpies.

Er olfacte òc qu'ei fòrça desvolopat. Era coneishuda lengua des reptils, qu'enes cernalhes ei cuerta e ampla, les servissen entà captar es molecules odoroses e literalament, tastar-les, portant-les atau ath cridat Organ de Jacobson, plaçat en cèu dera boca. Aguest organ de Jacobson ei originariament un creishement der epitèli sensitiu olfatòri e encara que ben estenut enes escatosi, peth que semble subsistís mès o mens atrofiado en quauqui mamifèrs coma es amstèrs, as mascles des quaus permet explorar era receptivitat dera femelha. Quan i a quauquarren interessant (minjar o aulor d'un potenciau enemic coma ua sèrp) era cernalha aumente era freqüéncia de movement dera lengua, tastant er aire entà identificar era origina.

Tanben ei possible qu'er olfacte exercisque un papèr important ena vida sexuau d'aguesti sauris. Mejançant es secrecions femorales (e dilhèu d'autes glandoles coma es anales) es lòcs utilizadi queden mercadi damb era signatura deth sòn proprietari, en tot informar de sèxe, estatut, receptivitat, eca.

Comunicacion

Es cernalhes pirenenques non an votz. Açò, que pòt semblar ua bajanada, non n'ei autant se sabem que quauques ues coma era cernalha de coa longa (*Psammodromus algirus*), era *Psammodromus hispanicus* o era cernalha italiana (*Podarcis sicula*) pòden eméter un brèu sorrisclet en èster capturades, damb era intencion d'espantar ath captor e èster desliurades. Aguesti sorrisclets non son produsidi peth vibrar des còrdes vocaus, senon simplament en escapar er aire des paumons de forma violenta.

Era comunicacion enter es cernalhes ven en realitat dada pes exibicions de color e era comunicacion quimica, e non pera votz.

Ja auem explicat era importància qu'an en fòrça cernalhes es ocèlles blus e fòrça reflectants en ultravioleta (com ena cernalha cantabrica e era batueca), mès es cernalhes pirenenques non les an, atau que non semble que hèsquen fòrça exibicions lateraus coma es qu'empedissen era agression enter individus de cernalha cantabrica. Quan dus rivaus d'aguesta darrèra entren en contacte, eth "defensor" se place perpendicular ar aute, en tot exibir es sòns ocèlles coma se d'un galió mostrant es sòns canons se tractèsse. En quauques espècies coma eth lausèrt pirenenc (*Lacerta agilis*) es colors tanben s'intensifiquen.

Normaument sonque damb era exibicion o un indici d'atac, es causes se resòlven e er aute individu met pès en povassèra. En cas dera cernalha aranesa, semble que non i a exibicion laterau e de hèt, i a pòga agressivitat e territorialitat (encara que quauquarren òc, pr'amor que se ven senhaus d'amassades en forma de cicatritzes enes individus). Es combats enter exemplars, se se dan se resòlven damb ua nhacada e secodudes enter mascles que sòlen durar escassi segons e deishar mèrques similares as cicatritzes de copulacion mès en pitrau. Semble èster qu'enes espècies damb mascles de màger dimension, aguesti creishen per rason dera seleccion naturau qu'afavorís as individus mès fòrti enes lutes intraespecifiques, peth que eth grad de dimorfisme (diferéncies enter mascles e femelhes) ei dirèctament proporcionau ara duretat dera competéncia enter mascles. Ena propdana cernalha serrana es mascles an territòris màgers pendent era epòca de zèl que pendent eth rèste deth periòde d'activitat, e es individus sense coa territòris menors. Ena cernalha cantabrica (dera Estrela en Portugal) eth domèni vitau ei d'uns 200 m2 s'era densitat d'individus ei baisha, mentre que s'es animaus son "sarradi" eth domèni vitau baishe a 90 m2. Ena cernalha croata eth domèni vitau ei d'ath torn de 170.4 m2 : 168.15 m2 enes mascles, 40.6 m2 enes femelhes e 393.15 m2 enes juvenils, en tot apreciar-se que com ei de demorar, es mascles an territòris fòrça mès grani qu'es femelhes (mès sedentàries) e es juvenils son fòrça mès erratics e dispersius.

Era gargamèra dera cernalha aranesa tanpòc a color e era rason a d'èster era manca de concurréncia interespecifica e baisha agressivitat.

Quan es cernalhes son inquietes, autant pera preséncia der observaire coma pera aproximacion d'un aute individu, damb freqüéncia pèrnabaten, en tot mòir nerviosament es pautes. Aguesta ei ua conducta fòrça estenuda enter es petiti lacertids.

Enemics e defensa

Dauant er Èsser Uman, coma dauant quinsevolh predador, era actitud des cernalhes ei amagar-se. Quan s'a ua cèrta practica, un ei capable de "predecir" per a on tornarà a gésser. Normaument era distància tostemp ei parièr o màger ara distància ara quau hugic er animau. Lo normau ei que "huge" jos es ròques en direccion contrària ara posicion deth possible predador.

Era reaccion ei disparièra segontes er estat termic der animau. S'ei heired peth maitin, eth "besonh" de solei pòt mès qu'era mesfisança (ath delà ei possible que non i veigue ben) e torne a gésser damb freqüéncia en lòc a on s'amaguèc, mès se cau, "viatge" jos tèrra a trauèrs des henerècles e pòt reaparéisher a diuèrsi mètres deth punt iniciau.

Non se coneish cap predador especific dera cernalha aranesa. Eth predador mès important, des deth nòste punt d'enguarda, ei un diptèr: *Sarcophaga protuberans* Pandellé (fòto 59). Aguesta espècia ei un predador naturau d'ueus de cernalha. Era sua dièta ère desconeishuda e se pensaue que com autes espècies parières s'alimentaue de cargòlhs, enquia qu'en cors des estudis damb aguestes espècies de nauta montanha se recuelheren larves (fòto 60) e se portèren a tèrme entà veir quina espècia de mosca ère era que devoraue es pondudes.

Enquiath moment s'an trapat pondudes infestades d'*I. aurelioi*, *I. bonnali*, *I. aranica*, *P. muralis* (en Cantàbria) e *Z. vivipara*, mès probablament parasite (o deprede) tanben es autes espècies. Se coneish quauque cas d'atac per larves de mosca non identificades en pondudes de *Lacerta bilineata*.

Era depredacion de pondudes de reptils per part de mosques dera carn (moscardes) ère coneishuda en Nau Mon, mès non en Vielh Mon enquiara data.

En nauta montanha, era ponduda dera mosca ei sincronizada damb era des cernalhes, es larves destruïssen es pondudes de sauri e pupen, non en tot gésser er adult enquia passar un periòde de heired e retornar era calor, ei a díder, en tot coïncidir damb era ponduda des cernalhes ar an següent. A baisha nautada, totun açò, a diuèrses generacions (per exemple, sus *Podarcis muralis*). Probablament eth concentrat dera epòca de ponduda enes espècies de montanha les afavorís entà trapar preses. Tanpòc s'escarte que pogue alimentar-se de mès causes. Autes espècies parières, com auem dit, depreden cargòlhs.

Eth numerò de pondudes de cernalha aranesa parasitades arribe a un 21 % en *I. aranica* (n= 51pondudes), en tot èster menor en *I. bonnali* (un 5 %; n=39 pondudes), e un 25 % en *I. aurelioi* (n=24 pondudes).

Per numerò d'ueus, en *I. aranica* de 384 ueus, 26 èren parasitadi (6.7 %). Coma comparacion, en *I. bonnali* de 479 ueus (autant fresqui coma vielhs) examinadi, 10 èren parasitadi (2.1 %), e en *I. aurelioi* de 196 ueus, 17 èren parasitadi (8.6 %), uns valors fòrça nauti entà ues espècies tan pòc productives.

Encara qu'en principi pensam qu'era mosca podie veder-se afavorida per emplec de lòcs de ponduda comunals, ara auem vist qu'açò, encara que succedís, ac hè en pògui casi pr'amor qu'es cernalhes càmbien de lòc de ponduda damb fòrça freqüéncia, com auem explicat en apartat de reproduccion.

Era tendéncia ja mencionada des femelhes a méter es ueus en solitari, e particularament, a cambiar de lòcs de ponduda d'an en an, les ajude a "despistar" e escapar dera depredacion per part d'aguesta mosca, arren menspredable entà lo pòc productives que son aguestes espècies.

Se tostemp usèssen es madeishi lòcs de ponduda o hessen pondudes comunales, açò portarie ara desaparicion dera màger part de pondudes de cernalha, e possiblament dera espècia entièra.

En pis aupin des Pirenèus aguesta mosca semble auer un cicle univoltin, ei a díder, ges e se reprodusís un solet viatge ar an, en tot passar er iuèrn en forma de crisalida e emergint dempús dera fusion des nhèus, sincronicamente damb eth cicle dera cernalha. A menors nautades (Pirenèus e Picos de Europa) ataquen pondudes de cernalha malhoquèra (*Podarcis muralis*) e pòden auer-i diuèrses generacions en madeish an.

D'auti predadors son pòc coneishudi. S'an suggerit a manèra d'ipotèsi que *Phyrrhocorax phyrrhocorax* (*Aus, Corvidae*) pòt depredar sus *I. bonnali* (e per autant tanben en *I. aranica* e *I. aurelioi*).

Pera nòsta part coneishem era depredacion segura d'*I. aranica* pera vibora (*Vipera aspis zinnikeri)(Squamata, Viperidae*) que les empasse entières e peth boheron des nhèus (*Chionomys nivalis)(Mammalia, Rodentia*) qu'en unic cas estudiat ingeric tot eth còs mens era pauta e era caisha craniana, que totun escurèc entà accedir e minjar eth cervèth (fòto 61) (encara que tanben l'auem trapat en tot compartir refugi damb un nin presomidoirament *d'Apodemus sylvaticus*). Atau madeish coneishem en captivitat era depredacion accidentau d'un acabat de nèisher d'*I. aranica* per un Carabid: *Tmesicarabus cristoforii*.

Com possibles predadori presents ena zòna d'*I. aranica* s'expliquen *Falco tinnunculus* (que s'alimente mès ben d'espècies d'ortoptèrs dera zòna: *Miramella aupina*, *Ephipigera ephipiger*, *Decticus verrucivorus, Gomphocerus sibiricus*, eca, fòrça des quaus an mès massa qu'ua cernalha), *Corvus corax* (observat damb *Zootoca vivipara* en bèc quan emergen damb eth desgèu), *Phyrrhocorax phyrrhocorax*, *Phyrrhocorax graculus*, *Circus cyaneus*, *Vulpes vulpes* (observat en tot caçar *Zootoca* ena madeisha zòna e temps que *Corvus*) e *Mustela erminea*. Es turdids (*Turdus spp. o Monticola spp.*) semblen èster predadors mès efectius de cernalhes que non es moissets o corvids. Enter es amfibis *Rana temporaria* poderie depredar quauque juvenil. Enter es invertebrats, pòt dar-se era captura ocasionau de quauque pichon (en heired?) per part de grani artropòdes predadors (escarabats deth solèr *-Caraboidea-*, *-Staphilinoidea-*, eca...), mès tot açò en plan teoric.

D'auti enemics er efècte des quaus se desconeish son acars iranjadi o vermelhosi (trombiculids?) qu'en quauqui ans infèsten exemplars des tres espècies de *Pyrenesaura* ath temps, tant mascles coma femelhes e tant adults coma juvenils (fòto 62). Aguesti acars semblen acumular-se sustot enter es anèths mès bassals dera coa, dempús des cueishes (fòto 63), a viatges dempús dera aissèla e mès ocasionalment apròp der uelh (fòto 64), ath cant deth toat, eca.. Aguesta aparicion massiva en determinadi ans pòt seguir quauque ritme o èster estacada a factors extèrni coma eth clima der an en qüestion. Çò de madeish pòt dider-se entà ans d'abondància de vèrmes intestinals. Toti aguesti tèmes son pendenti d'estudi. Auem observat as cernalhes gratar-se animosament damb es pautes deth darrèr coma canhòts. Probablament es acars sonque se pòden acumular aquiu delà a on non arribe eth gratat. S'aprècien acars d'aguest tipe enes exemplars des fotografies 49 e 50.

Tanben pòden trapar-se animaus damb lesions escures, a on es escates de quauqua part an estat substituïdes per ua massa de color escur e consisténcia gomosa, coma brea seca, e que probablament son similars as infeccions bacterianes amassades en autes espècies coma *Podarcis bocagei* e que s'atribuïssen a iuernades o ans excèssivament umits. Tanben es escates cefaliques pòden aparéisher gastades, erosionades peth gratat enes henerècles des ròques. Guaire mès vielhs son es animaus, mès creishements anomals e erosions presenten.

En ans damb fòrça nhèu o tempèri un viatge iniciada era activitat (mes de mai damb fòrça nhèu e encara fòrça en junh -veir per exemple fòtos 14 e 15), es exemplars son fòrça magres e quauqu'uns d'eri morissen. Probablament an gastat es sues resèrves ena reproduccion e era neuritud seguís escassejant per causa deth tempèri. Tanben auem observat ua mortalitat (de significacion desconeishuda) en femelhes que non an pogut hèr era sua ponduda per periòdes de heired esperlongadi en moment d'aguesta.

Ena cernalha cantabrica de Serra da Estrela (Portugal) (*I. monticola monticola*) s'an trapat infeccions viriques en eritrocits.

Eth clima advèrs se pren eth sòn tribut de victimes.

Quadèrn der autor (7-07-2002): "Ueus jos ua pèira: 3+3+3+2+6+2+3+3+2+2. Dimensions dera pèira 30x15 cm, 10 cm de grossor. Angle de 30 º, 15% èrba, 15% ròca, 15% tèrra, 55% gravièra. Ath delà ua dotzea de larves devorant aumens tres ueus."

"Dues femelhes mòrtes, ua mòrta dempús de fresar e ua auta abantes (damb tres ueus laguens). Era fresada, mòrta d'ua setmana mès o mens, e era damb ueus, de tres dies o atau."

Freqüéncia de depredacion

A priori, ues cernalhes damb ua longevitat notabla, ua maturitat sexuau tan tardana e ua productivitat tan baisha an d'auer ua freqüéncia de depredacion baisha.

Se se ditz qu'es gats an sèt vides, es cernalhes n'an mès de vint!, tantes coma vertèbres autotomiques agen. Eth numerò de vertèbres cabaus enes lacertids ei de 30 a 40, mès es darrères dera punta dera coa e es prumères dera base d'aguesta non se trinquen, non possedissen autotomia (era facultat de trincar a volentat era coa). Ei possible aganchar pera punteta madeisha dera coa a ua cernalha e extrèir-la dera henerècla o deishar-la suspenuda en aire sense que trinque era coa. Dera madeisha forma, es vertèbres dera base dera coa non se trinquen pr'amor qu'en aguesta zòna son auberjadi es emipenis enes mascles, e estructures analògues vestigiales enes femelhes.

Com ja indicam en parlar des juvenils, era coa non se trinque pendent es prumèrs dies de vida, dilhèu per ua incomplèta formacion deth plan de fractura enes prumèrs dies de vida.

Era coa, guaire mès longa ei mès probabilitats i a qu'eth predador se quede damb era en un atac. Aguestes probabilitats s'incrementen per causa deth sens deth movement der animau, que s'ei rapid, en pògui instants dèishe eth lòc qu'aucupaue eth còs, aucupat per ara pera coa (es cernalhes non pòden caminar marcha endarrèr e s'an de hè'c tostemp viren eth sòn còs).

Era autotomia ei era facultat de trincar era coa mès o mens a volentat (cau ua estimulacion extèrna e quauquarren contra çò que hèr fòrça entà trincar-la), e pòt realizar-se laguens d'ues vertèbres nomentades autotomiques que possedissen un plan de fractura, ei a díder, un punt fragil peth quau era vertèbra (e era coa) se separen. En aguesta zòna immediatament se talhen es vasi sanguins entà evitar era emorràgia e era coa seguís botjant-se gràcies ara sua musculatura blanca de forma progrèssivament anaerobia enquia qu'agotat tot er oxigèn en ues minutes quede immobil. Se supause qu'aguest movement violent da temps a escapar ara part principau der animau.

Era pèrta der apendix cabau implique eth besonh dera sua regeneracion, e aguesta exigís eth desviament d'ues resèrves que se sostrèn deth creishement der animau e deth sòn potenciau reproductiu.

Era coa a foncions d'emmagazinatge d'energia (grèish), equilibri ena carrèra e interven en estatut sociau. Er animau que sofrís era perduda dera coa pèrd eth sòn estatut sociau e dominància e en auer perdut ua bona part des sues "mès de 20 vides" non s'expause tot just ar exterior. Probablament càmbie era sua dièta e eth sòn ritme de campeg entà cercar minjar e restacar-se. Ath delà, era pèrta dera coa li implique era pèrta de resèrves de grèish que pòden supausar-li un grèu problèma entara següenta estacion reproductritz.

Ena propdana cernalha serrana (*I. cyreni*) s'es mascles pèrden era coa pendent eth periòde reproductor, amendrissen era sua activitat entà estauviar energia e regenerar era coa de forma mès rapida e eficaça. En aguesta madeisha espècia, es femelhes sense coa tanben son mens atractiues as mascles, son mens cortejades e mens copulades.

Era coa pòt partir-se enquia tanti viatges coma vertèbres autotomiques age era coa. Lo dolent ei que jamès se partís d'ua en ua. Imaginam qu'era coa se partís

ara meitat. De contunh era herida se seque e en pògues setmanes ges un monhon de color escur que pòc a pòc guanhe en longitud, regenerant era antica coa. Aguesta naua porcion de coa, totun , ei fòrça disparièra ara antica. Eth sòn aspècte extèrn diferís, a ua textura disparièra (es fausses escates que la recurbissen son disparières as anèths amples e estreti anteriors), manca de nèrvis rason pera quau ei insensible, ei mès rigida e, çò de mès important, non a vertèbres, senon ua espècia de còrda cartilaginosa a manèra de tuèu que jamès tornarà a partir-se. Atau, a compdar d'aguest moment, era cernalha sonque poderà partir era coa enter era antica fractura e era base dera coa, a on encara a vertèbres autotomiques damb eth sòn plan de fractura. S'ua cernalha partís era sua coa des de fòrça apròp deth còs as prumères de cambi pèrd "totes es sues vides" d'un solet viatge.

En ocasions, s'era coa non s'arribe a despréner deth tot, se regenère ua dusau coa e er animau pòt auer dues o fòrça mès rarament, mès coes. Auem pogut observar ua cernalha aranesa damb dues puntes de coa, e ua pirenenca damb dues coes mès longues. Tanben es pautes amputades de base pòden regenerar-se parciaument, mès sonque coma monhons alongadi. Se se talhen parts mès apicales coma dits eca.., non se regenèren.

Ua idèa aproximada des perilhs as quaus s'afronten es cernalhes mos la pòt dar era freqüéncia de coes trincades e regenerades (qu'en realitat rebat assagi falhidi de depredacion, pr'amor que se quauque predador endovièsse eth 100 % des sues accions de caça, non deisharie tralha). Com ja auem dit, es parts regenerades an un aspècte facilament distinguible dera part intacta.

	TOTAU (n=87 mòstres)	MASCLES (n=25 mòstres)	FEMELHES (n=30 mòstres)	JUVENILS (n=30 mòstres)
% coa intacta	**55.9**±4.5	**38.06**±8.5	**42.7**±6.1	**82.18**±6.5
% punta trincada	**15.26**±3.18	**28.73**±7.39	**13**±4.4	**6.87**±4.36
% trincada pera meitat	**13.57**±2.8	**13.2**±4.9	**16.69**±4.2	**10.93**±5.3
% tota trincada	**15.24**±3.2	**20**±6.8	**27.55**±6.5	**0**

Com pòt veder-se ena taula, era immensa majoria des juvenils a era coa intacta (mès deth 80 %) atau que o morissen entièrs o, reaument encara non an sofrit tot just depredacion. Cau que cap des estudiadi presente era coa trincada ja des dera sua base.

Enes adults es percentatges ja càmbien e i a animaus que sofrissen assagi de depredacion en tota era longitud dera coa. Era proporcion d'individus damb era

coa intacta baisha a mens dera meitat en andús sèxes (38.6 e 42.7 % en mascles e femelhes respectivament). Enes mascles cride era atencion eth relativament naut percentatge de puntes de coa trincades, e enes femelhes era màger autotomia autant pera meitat dera coa coma pera base. Ei cèrt qu'es femelhes an mès vertèbres autotomiques qu'es mascles, e semblen presentar o ben era coa intacta, o ben mès trencadures. A manèra d'ipotèsi, poderíem auançar eth hèt qu'es mascles pèrden es puntes de coa en combats enter individus deth pròpri sèxe (s'a observat en d'autes espècies qu'es mascles arringuen un fragment der apex dera coa d'auti indivudus damb es quaus luten e l'ac mingen), mentre que son damb màger freqüéncia tanben depredadi entièri, pr'amor que possedissen mens porcion autotomica e mens senhaus o "rèstes" de depredacions falhides en forma de regeneracions cabaus, testimoniatge de passades amassades as quaus an subverviscut. Cap rebrembar en supòrt d'aguest punt era inversion deth sex-ràtio enter es acabadi de nèisher e es adults (favorable as mascles enes prumèrs e favorable as femelhes enes dusaus), que suggerís qu'encara que nèishen mès mascles aguesti morissen depredadi fòrça mès.

Es diferéncies enter mascles e femelhes non arriben a..., encara que se queden ath limit de..., èster significatives (p=0.0514) e se basen sustot en aguesta nauta proporcion de puntes trincades enes mascles e era nauta freqüéncia de coes entières trincades enes femelhes. Se prenem en compde tanben es juvenils, es diferéncies òc son significatives (p=0.0000) e vien dades sustot pes juvenils, damb eth sòn 0 % de coes entières trincades e eth sòn 82.18 % de coes intactes.

Era cernalha aranesa semble auer ua pression de depredacion menor que d'auti lacertids de zònes baishes, com non pòt èster mens en un animau de tan baisha productivitat, maturitat sexuau tardana e longevitat presomidoirament anautita. En *Podarcis atrata* apareishen coes regenerades en 83 a 85 % des adults e en un 53 % des juvenils der an (similar en *Podarcis hispanica*), e en *Podarcis bocagei* en un 76.8 % des adults e un 30 % des pichons, valors toti eri superiors as cernalhes araneses (e açò qu'es nòsti juvenils includissen quate ans!). Enes cernalhes de montanha deth Caucas (*Darevskia spp.*) eth percentatge de coes talhades e regenerades oscille enter eth 50 e eth 70 %.

Existís ua notabla discordança en çò que tanh ara importància des pèrtes de coa en amassades intraespecifiques (combats enter individus deth madeish sèxe o de mascles a femelhes pendent era copulacion). Aguestes trencadures an d'èster fòrça rares pr'amor que se non era majoria d'individus gesserien autotomizadi dera epòca de reproduccion e non ei en absolut eth cas.

Alimentacion

Era alimentacion encara non a estat estudiada en detalh. Se l'a observada en tot capturar sautarèths, diptèrs e aracnids, encara que probablament profite tot tipe d'insèctes e aracnids de dimension apropriada presents en sòn abitat, segons çò d'observat enes feques dera espècia. Ath delà des caracteristiques pròpries dera espècia, cada animau semble auer ues preferéncies individuaus.

Era captura der aliment s'efectue per miei dera recèrca activa ("active foraging" des autors anglosaxons: ferratge actiu) ena quau er animau se va botjant e minjant es paishères que trape en sòn camin. Totun ei possible qu'en quauques situacions (femelhes gravides o pendent temps cambiant que tot just permet activitat) era tactica sigue mès passiva, alimentant-se d'aquerò que li passe peth dauant deth sòn refugi ("sit and wait" des autors anglosaxons: sèir-se e demorar).

Normauments, es cernalhes mingen peth maitin, pendent eth sòn periòde d'activitat, e era digestion se hè damb era calor deth dia, autant ar exterior coma dejós des pèires o un aute tipe de refugis, en tot passar es paishères der estomac tath budèth tot ath long deth dia e en tot hèr qu'er estomac apareishe uet e esperdigalhat entà ua naua ingesta tà londeman.

Es sautarèths son fòrtament gahadi mejançant ua nhacada en còs que les paralise, en tot èster dempús mastulhats ath long deth còs entà aucir-les e atau podèr-les empassar. Normaument les dan fòrtes secodides entà des·hèir-se des robustes pautes deth darrèr, e dempús d'auer-les esclafat ath long deth còs en tot hèr-les a passar perpendicularament ath cap, les redrecen e se les empassen. Auem observat tanben qu'es sautarèths constituïssen era base dera alimentacion especiaument de cap tara fin der ostiu, en qué son fòrça abondius e escassegen d'autes paishères donc er ambient ei dejà plan sec. En aguesta epòca es dejeccions des cernalhes queden tintades de color vermelhós fòrça caracteristic pes pigments d'aguesti insèctes.

Es aranhes e petiti coleoptèrs son capturadi sense mès problèmes mejançant rapids impulsi e era sua captura damb eth morro. Normaument es cernalhes s'interèssen sonque per paishères en movement. Quan quauquarren cride era sua atencion ac centren en sòn estret camp de vision binocular (ei a díder, "apunten" damb era tèsta de cap entada eth) e aumenten era freqüéncia de lengüeteg, entà flairar e obtier informacion dera possibla presa.

Damb es diptèrs (mosques) aguesta e es autes *Iberolacerta* presenten ua rara abiletat entà capturar-les pr'amor que son capables de sautar a tota velocitat e damb ua precision estonanta, sense dar temps ara mosca a reaccionar, causa mès meritoria se tiem en compde qu'es diptèrs encara qu'an dificultats entà detectar causes inmoviles, an çò que se ditz ua "freqüéncia de paupeteg" fòrça superiora ara der èsser uman e es cernalhes. Era nomentada "freqüéncia de paupeteg" ei era velocitat de vision, o dit d'ua auta manèra, era possibilitat de discriminar enter imatges successives. Ua mosca "ve mès de prèssa", e ua damaisèla encara mès (sies viatges mès qu'er èsser uman). Aguesta darrèra ve ua pellicula de cinema coma ua passada de diapositives rapida, non pas coma ua soleta imatge en movement qu'ei çò que hè eth nòste uelh. Atau, era rapidesa d'escapar des insèctes ven de que mos ven a vier damb temps!. Es aranhes, an ua "velocitat de paupeteg" similara ara nòsta.

Es cernalhes semblen èster immunes as picadures de imenoptèrs (abelhes, vèspes, eca.). Era cernalha des murs (*Podarcis muralis*) pòt recéber de 8 a 10 nhacades d'abelha ena boca, paupetes e toat (entà nomenar zònes mès expausades) sense patir cap d'inflamacion locau ne reaccion generau.

Ena propèra cernalha croata (*I. horvathi*) des Alpes e montanhes dinariques, es quate grops principaus ena sua alimentacion son es imenoptèrs_(abelhes, vèspes e hormigues)(24.96%), diptèrs (mosques e moscalhons)(20.19%), coleoptèrs (escaravats)(18.96%) e aracnids (aranhes)(16.38%), encara que tanben s'alimente d'omoptèrs (cuques des plantes e paumons), neuroptèrs (crisopes, hormigues leon), ortoptèrs (sautarèths e chicharres), lepidoptèrs (parpalhòles, arles e es sues erugas) e tanben quauque petit mollusc (clausilid). Non s'an trapat rèstes de vertebrats ne plantes, encara qu'eth canibalisme d'ua petita a estat descrit entad aguesta espècia. Era dimension de paishères va des de 1 mm (pesolh) a 5 cm. (erugues de parpalhòla). Se dan tant animaus voladors coma terrèstres o abitants des henerècles rocosas. S'a detectat tanben diferéncies enter er ostiu e era tardor. En ostiu (prumèra meitat dera activitat annau) mingen mès coleoptèrs (18.31% respècte ath 6% ena tardor) e diptèrs (25.92% respècte ath 10 %), ei a díder preses qu'iuèrnen o aviuen des de crisalida d'ora en primauera-ostiu. Peth contrari, pendent era tardor consumissen màgers proporcions d'aracnids (31% respècte a 14.65%, encara que tostemp presents) ortopteroidans (9% respècte a 0.28%, aumenten eth sòn numèro ath long der ostiu) e imenoptèrs (36% respècte 23.94%). Semble qu'era cernalha croata ei fòrça pòc selectiva e minge de çò que n'i a fòrça en cada moment.

Es pichons s'alimenten d'animalonhs fòrça petiti des de pòc dempús de nèisher (en laboratòri d'afides). Es prumèrs dies s'alimenten deth mijò o velin que pendent era eclosion passe ath sòn budèth dilhèu pendent un dia o dus, coma en d'auti lacertids. Es prumèrs excrements son neri damb era caracteristica punteta blanca d'urèa, mès era part escura a ua mairitz d'un caracteristic color auriolenc (procedent deth mijò) e rèstes terroses, ingerides pendent era eclosion o pòc dempús de nèisher.

Eth crani presente ua cèrta mobilitat e flexibilitat que les permet "absorbir" era pression generada pera nhacada sense qu'afècte ara caisha craniana ne eth cervèth. Aguesta cinèsi se da mejançant ua cèrta articulacion enter es uassi parietau e occipitals. Era captura des preses cause era queiguda de dents que se trapen aderidi de costat en dentari e maxillar, non implantadi en alveòls. Aguesti dents quèn (se muden) per ondes ath long d'aguesti uassi, atau que tostemp existissen uets ena boca d'un lacertid. Es cernalhes presenten glandoles salivares que les permeten lubricar es preses, tanben peludes, entà pr'amor de poder-les empassar. En ocasions dempús de minjar se rusquen refregant es comissures bucales damb eth substrat.

Toti aguesti aspèctes seràn desvolopadi en futur mejançant un estudi dera alimentacion dera espècia basat en fèques (excrements) que contien es rèstes (parts dures, hiemsades) des preses qu'an estat consumides.

En d'auti grops parièrs s'a estudiat er impacte o era importància des cernalhes enes ecosistèmes montans enes quaus abiten. Ena cernalha deth Caucas (*Darevskia saxicola*) s'a calculat ua densitat de 15.83 indiv./a que consumirien uns 12 800 mg de neuritud per ectara ath dia (principaument insèctes e aracnids), çò que correspon a uns 800 mg per animau e dia (mens d'un gram!).

En autes *Iberolacerta* se sap qu'andús sèxes consumissen percentatges de preses un shinhau distints per causa deth sòn distint emplec deth microabitat. Es mascles dera cernalha cantabrica dera Sª da Estrela (*I. monticola monticola*) abiten mès es ròques e consumissen ua màger diuersitat de preses, mentre qu'es femelhes que cacen mès enes zònes de pastenc capturen mès preses voladores. En aguesta cernalha cantabrica es preses mès abondiues son dures o de mau sabor: catarinetes (coccinelids) e cussons (curculionids), mentre qu'ena cernalha serrana (*I. cyreni*) s'avertís que non consumissen es preses mès abondiues senon que seleccione actiuament quauqui tipes. En primauera s'alimenten d'aquerò mès abondiu, exceptades ormigues (qu'an mau sabor peth sòn acid formic e tota justa neuritud, exceptades es aladas), en tot capturar es mascles es preses en cors des sòns desplaçaments damb finalitats territoriaus e reproductores, mentre qu'es femelhes cacen mès a l'espèra.

Es cernalhes, encara que pòden extrèir aigua des preses qu'ingerissen, beuen avidament era rosada peth maitin abantes qu'eth solei la evapore o en cas de tempèsta. Tanben semble que pòt absorbir fòrça aigua pera pèth enter es escates e dilhèu pera mucosa der anus.

Es fèques de cernalha son fòrça caracteristiques e facilament distinguibles des d'audèth eca. Autant es d'audèth coma es de cernalha an ua part escura (freqüentament damb rèstes d'insèctes) qu'ei er excrement pròpriament dit, e ua blanca qu'ei liquida (urèa) enes aus e dèishe taca en assecar-se, o ben solida (acid urico) enes lacertids qu'apareish ena punta en tot formar part dera fèca, totaument solida e sense deishar taca. Aguestes fèques, ath delà de dar-mos ua idèa de çò que mingen es cernalhes, probablament servissen de mèrques entath reconeishement territoriau.

BLÒC 4:

Descubèrta, estudi e conservacion

Era descubèrta e estudi dera cernalha aranesa.

Eth prumèr exemplar de cernalha aranesa que coneishem, siguec capturat e conservat peth Dr. Javier Castroviejo e demorèc enquia hè pògui ans ena colleccion dera Estacion Biologica de Dònhana, etiquetat coma "*Lacerta monticola bonnali*" damb eth numerò EBD 22541 e procedenta de "Canejan, biotope de Lagopus, peirosa", que probablament a de correspóner ara zòna der Estanh de Liat. Aguest animau siguec capturat eth 24 de seteme de 1965, plan ath limit dera estacion d'activitat e, curiosament, onze dies dempús que neishesse qui açò escriu, era persona que descurbic (1989) e descriuec (1993) entara sciéncia era espècia.

Era descubèrta.

Quadèrn der autor (1-VII-1989): "... En cingle malhocós que se ve (....) en capturi 9 *Lacerta bonnali* (sic.!)(2270-2290 m). Es prumères cernalhes les trapi sonque arribar en cingle jos pèires adorsades ar aflorament malhocós.

En quauqua pèira mès enjós (a 20 m) se ven ja excrements de *Lacerta bonnali* (sic.!). Curiosament, encara que hè bon solei (damb quauques bromes) non se ven cernalhes en exterior (2 de 10 vistes). Son caudes jos pèires planhères. Pòt èster que "prenen eth solei" jos aguestes taules (de lòsa o gneis) entà liurar-se atau des efèctes der UV. Es escates baishes en numerò e espesses protegirien tanben der UV.

Es mascles rea un shinhau verdosa, mès escura, verd esmarauda sustot en centre dera rea. Vrente blanc lord tostemp. Juvenil sense coa blu. Mudauen. Ua femelha damb ueus sense póner encara. S'eth zèl ei dempús dera prumèra muda, aguesta a d'èster era dusau muda.

mascle *Lacerta bonnali*: tª ambient: 21.7ºC; tª animau: 31.6ºC.

femelha *Lacerta bonnali*: tª animau 28.6ºC; tª ambient: 16ºC.

En anar cap ar E dèishe d'aflorar era ròca contunha, en tot auer-i malhs e solèrs barrejadi tipics de montanha.

Enter 2100 e 2200 m, en laguet procedent de fusion de nhèu en ombrèr dera cresta se ven larves de *Rana temporaria*. En arriuet turbelhat per aquiu delà, quauque joen e adult.

De nau en tot descéner (.....), en prat d'èrba rigida e ponchuda, fòrça espessa, ua femelha de *Lacerta vivipara* (sic.!) a 2170 m. Non i auie un aute refugi apròp qu'era pròpria èrba. Tot nivolós, ambient de tempèsta. Grani relampits e trons des d'Aigües Tortes. Aire caud.

Un shinhau mès enjós, a 2120 m, ua *Lacerta bonnali* (sic.!) damb ua banda dorsau de color de hons enfosquida, en un gravèl nud sense vegetacion practicament. Ère en exterior ath cant d'un petit arriuet (hiu d'aigua). Eth gravèl ère de closcalh de lòses grisa-vermelloses."

Un aute exemplar mascle siguec capturat per (o entà)/a) era Dra. Mª Victòria Vives eth 21 de junhsèga de 1976 en Liat, e posteriorament siguec depausat e demorèc pendent ans coma "*Lacerta monticola*" en Departament de Zoologia dera Universitat de Barcelona (DZUB) damb eth nº 1073.

Era "descubèrta oficiau" dera espècia siguec eth dia 1 de junhsèga de 1989 en Còth de Varradòs. En tot desirar hèr ua prumèra exploracion deth coneishut de lo cridat enquia alavetz sus "*Lacerta monticola bonnali*", era denominacion pendent tres quarts de sègle d'un tipe de cernalha tot just coneishut de pòc mès de mieja dotzena de localitats, lèu totes en França.

Ath long de sèt ostius, des de 1989 enquia 1995, andús inclusivament, se recorreren ua fraccion representativa dera totalitat des zònes aupines dera cadea pirenenca ara recèrca de localitats naues de cernalhes pirenenques.

De 1989 enquia 1992 es prospeccions sigueren puntuaus, generaument centrades en quauqui dies isoladi en mai e junh; e dus periòdes mès importants, d'uns dètz dies cadun d'eri, ena prumèra quinzea de junhsèga e ena prumèra quinzea d'agost. Ath delà se realizèren quauques prospeccions en seteme (cap ara meitat deth mes) e en octobre a fin de delimitar eth periòde d'activitat des animaus. Dempús de 1995 es prospeccions an estat dirigides a curbir uets enes airaus de distribucion, perfilar aguestes, confirmar possibles localitats e prospectar massissi periferics deth Pirenèu.

Es prumères prospeccions auien per objectiu travar contacte damb era alavetz nomentada *Lacerta monticola bonnali*, verificar es pògues localitats coneishudes e avalorar era sua possibla variacion geografica. Ath temps, s'inicièc eth seguiment mesadèr pendent tota era estacion d'activitat d'ua poblacion de çò que damb eth temps a resultat èster *I. aranica*.

Ei laguens d'aguest periòde quan se descurbissen e descriuen (1993-1994) *Iberolacerta aurelioi* e *I. aranica* (aguesta darrèra descrita ath principi coma subespècia laguens d'*I. bonnali*).

Er exemplar tipe dera cernalha aranesa, eth quau s'aganche coma referéncia entara descripcion minuciosa dera espècia e qu'ei era referéncia d'aguesta entà estudis futurs, ei un mascle capturat eth 10 d'agost de 1992 e conservat ena collecion der autor (CA nº 92081007) (fòto 65). Coma curiositat dideram tanben qu'en Pòrt d'Orlà (Val deth Forcall siguec trapada per prumèr viatge er 1 de seteme de 1992 , sonque femelhes, e eth prumèr mascle non siguec localizat enquia tres ans dempús, er 1 de junhsèga de 1995, rason pera quau en un principi e per motiu des sues diferéncies morfologiques, suspectam qu'es cernalhes de Forcall podessen tractar-se d'un ibrid partenogenetic (sonque femelhes que se reprodusissen sense mascles, com succedís damb aumens 7 "espècies" de *Darevskia* deth Caucas e Pròplèu Orient, possibilitat aué complètament escartada. Era sua diferenciacion respècte a d'autes araniques ei nulla.

Er an 1993 mèrque un periòde de transit enter era etapa anteriora de descubèrta e era de prospeccion metodica e complèta de tota era Sèrra Pirenenca. Pendent aguest periòde e ja assumida era etèrogeneitat des poblacions de cernalhes de nauta montanha, se passèc a estudiar es tres taxons ath temps e se premanic era estrategia de prospeccion de toti es uets existenti en coneishement sus era distribucion d'aguesti animaus; e sustot, des limits, autant taxonomics coma biogeografics, enter es distints taxons d'*Iberolacerta* que pòblen es Pirenèus. Pendent 1994 e 1995 se realizèc ua prospeccion exaustiva dera distribucion, limits, estatus e biologia, eca. des tres espècies d'*Iberolacerta* pirenenques, pr'amor que totes se trapen presentes en Pirenèu catalan. Atau madeish, se contunhèc damb prospeccions irregulares mès intenses en rèste des Pirenèus (França, Aragon e Navarra) qu'an concludit en estat de coneishement actuau d'aguestes espècies. Toti aguesti coneishements queden representadi ena tèsi der autor d'aguestes linhes.

Es ostius enter 1998 e 2003 an estat utilizadi en acaptar damb mès precision era distribucion d'*I. aranica*, çò que semble èster er airau deth lacertid continentau mès rar d'Euròpa, er airau de distribucion deth quau ei notablament mès redusit de çò qu'en un principi de supausèc, atau coma era recuelhuda de mès donades biologiques, que seràn analisades pròplèument.

Proteccion

Actuaument se trapen dus documents que tracten sus era proteccion dera cernalha aranesa. Un prumèr que date de quan es competéncies de proteccion dera espècia depenien dera Generalitat de Catalonha, redigit en 1999 e titolat *"Pla de recuperació de les sargantanes Pallaresa (Iberolacerta aurelioi [Arribas, 1994]) i aranesa (Iberolacerta aranica [Arribas, 1993]). Memòria tècnica"*, a on s'expausauen directritzes generaus entara conservacion des dues espècies.

Posteriorament, en 2003 se redigic ua version actualizada e centrada sonque ena cernalha aranesa, entath Conselh Generau dera Val d'Aran, titolat *"Plan de recuperacion e directritzes de conservacion dera Cernalha Aranesa: Iberolacerta aranica (Arribas, 1993)",* pr'amor que damb eth traspàs des competéncies en matèria de fauna e espècies protegides ath Conselh Generau d'Aran (DOGC 3271-22.11.2000, decrèt 365/2000), era responsabilitat dera conservacion dera cernalha aranesa a nivèu mondiau correspon practicament de forma totau ad aguesta administracion. Damb era finalitat de servir de base a dit plan de recuperacion e dar directritzes de conservacion entar abitat dera cernalha aranesa, se redigic era memòria hèta allusion, en tot èster encara pendenta d'aprobacion e metuda en practica.

Un plan de recuperacion ei un document orientat ar emparament d'espècies o formes concrètes era existéncia des quaus se trape menaçada. Era fin darrèra d'un plan de recuperacion ei deishar ara espècia objècte deth plan en condicions de mantier-se ada era madeisha, ei a díder, que pogue perpetuar-se sense era ajuda dirècta der òme. Segontes er US Fish & Wildlife Service: "Un plan de recuperacion ei ua guida que justifique, delimite e programe aqueres accions de besonh entà restaurar e assegurar a ua espècia coma component, viable per era madeisha, deth sòn ecosistèma".

S'atiem estrictament ad aguesta definicion, poderíem dar per acabat eth plan de recuperacion en tot indicar que n'i a pro damb deishar tranquilla ara espècia en qüestion entà qu'aguesta contunhe damb normalitat e de forma autonòma eth sòn cicle biologic.

En efècte, es definicions naut nomentades corresponen mès ben as destinades ara proteccion de granes espècies, metudes contra er abisme dera extincion per rasons generaument umanes, era origina des quaus e desvolopament, eth pròpri èsser uman, agent ath temps dera destruccion e dera proteccion dera espècia, ei capable de controtlar e corregir.

Maugrat açò, en cas d'espècies petites coma quauqui reptils, amfibis, peishi, o genèricament lèu toti es invertebrats, des quaus ei dificil arribar a concretar un numerò precís d'exemplars, se catalòguen en foncion de lo redusit deth sòn airau de distribucion e era sua menaça dirèctament observada o inferida, pr'amor que dificilament pòden aplicar-se es critèris naut expausadi.

Es menaces que cerclen aguest tipe d'espècies sòlen concretar-se en menaces sus eth sòn abitat. S'aguest ei respectat, immediatament pòt assumir-se qu'era espècia se reprodusís e automanten en aguest territòri.

Des d'aguest punt d'enguarda, en generau, e'i a pro damb conservar intègre eth territòri des espècies de petita dimension menaçades e eth sòn abitat, entà assegurar era sua mantenença. Totun, açò ei cada dia mès dificil, per rason des pressions urbanistiques e des infrastructures que cada viatge menacen mès enquias darrèri cornèrs des nòstes montanhes. Per açò, e dauant eth risc qu'aguestes transformacions supausen entàs espècies de tan redusit airau de distribucion, era redaccion, planificacion e execucion deth plan de recuperacion aquerís ua grana importància de cara a conservar aguest abitat concrèt qu'assegure era sua perpetuacion e suberviuença, laguens dera dinamica naturau de contraccions e expansions der airau de distribucion des animaus.

Es hèts que hèn qu'era cernalha aranesa sigue ua espècia fòrça menaçada son:

a) Lo extrèmament redusit der airau de distribucion dera cernalha aranesa (*Iberolacerta aranica*), uns 26 km2 non aucupadi de forma contunha ne uniformes
b) Qu'era màger part (superiora en quinsevolh cas ath 75 %) deth sòn airau de distribucion correspon a territòri espanhòu (Val d'Aran, prov. de Lleida, Catalunya) e per autant era responsabilitat globau dera sua conservacion ei dera administracion espanhòla e aranesa.
c) Çò fragil des ecosistèmes nautmontans dauant es alteracions, cada viatge mès freqüentes e quauqu'ues d'eres ja fòrça concrètes sus es zònes abitades per aguesti animaus.
d) Çò peculiar deth cicle biologic e era baishíssima taxa de reproduccion d'aguesta espècia.
e) Eth sòn apetetit, dada era sua raresa e peculiaritats laguens des lacertids, per part des colleccionaires scientifics o privats.

Iberolacerta aranica ei catalogada com “En perilh critic” en atlas e libre vermelh des Amfibis e reptils d’Espanha . Ei endemica deth Massís de Maubèrme e es sòns contrafòrts, en tot arribar pera vertent nòrd francesa enquias torns deth Neouvielle. A estat trapada sonque en 4 quadrilhatges d’U.T.M. 10 x 10 (cinc se condam es franceses), en localitats que van de 1940 m (1900 en França) a 2540 m (veir mès enjós) (fig. 36).

Iberolacerta aranica ei comun o locaument abondiua laguens deth sòn diminut de distribucion. Enquiara data a estat localizada en 26 quadrilhatges U.T.M. de 1 x 1 Km e eth sòn airau potenciau , dempús d’ua prospeccion exaustiva, curbís un maxim de 36 quadrilhatges U.T.M. de 1 km de costat. Apròp deth 90 % deth sòn airau què laguens de territòri administrativament espanhòu (Val d’Aran, Catalunya, España) e eth rèste (tot just un 10 %, en Ariège francés).

Eth nuclèu dera sua distribucion ei ena zòna deth Tuc de Maubèrme (vista de 180º des d’aguest tuc ena fòto 67). Des d’aciu, s’esten cap ath NW ath long dera termièra ispanfrancesa enquiath Tuc de Crabèra (2630 m). Des de Maubèrme, s’esten cap ath sud, en tot passar peth circ der Estanh de Liat, en tot arténher era Sèrra d’Armeros e era Sèrra de Pica Palomera, des d’a on era espècia desbòrde enquiath Còth de Varradòs (localitat tipica dera espècia, açò ei, d’a on siguec descrita per prumèr viatge entara Sciéncia) (fòtos 68 e 69). Era localitat mès occidentau coneishuda en aguest contrafòrt montanhós ei er Estanh Nere de Güerri (ena zòna de “Es Estanhons”). Eth limit meridional dera espècia cor cap ar èst a trauèrs deth Còth de Varradòs (fòto 70) e manque ar aute costat en abitats aparentament propicis dera Sª d’Arenyo (fòto 71). Manten eth sòn reng de nautada per dessús des 1900 m ena val der arriu Unhòla, a on era espècia descen enquiara Cabana des Calhaus. Des d’aciu, eth sòn limit passe en demorança nòrd-èst, a trauèrs der Arriu des Calhaus enquias entorns deth Lac de Montoliu. Cap ar èst, ath long d’ua linha imprecisa, tanben discontunha, reapareish en Malh de Bolard e ena part esquèrra (tostemp en sens d’escorrement) dera Ribèra d’Orlà (Pòrt d’Orlà) (fòtos 12 e 13). Eth limit aguest dera distribucion dera espècia ei en quauque punt enter eth Pòrt d’Orlà e eth Tuc de Mill (Barlonguere) , a on era espècia ja ei absenta, atau coma de mès ar èst, aumens ena vertent sud. Possiblament, era manca geologica que passe a trauèrs deth Trauc de Lesca (Pòrt d’Esca) damb eth sòn cambi de materiau geologic constituïsque eth limit de distribucion dera espècia en aguesta estreta cresta de montanha. Era màger part deth sòn airau de distribucion, exceptada era part francesa e era Val deth Forcall, quede recuelhuda ena fòto 67. Peth costat francés tot just desbòrde dera termièra cap ath nòrd, de W a E des deth Tuc de Crabere, Etaing d’Araing, Bentaillou, Malh de Bolard, Pòrt d’Orle (Orlà, “Montanhes de Barlonguère”). Recentament (Pottier & Garric 2006) a estat trapada en tres punts dera vertent nòrd deth Neouvielle (ath S dera Etang d’Eychelle, Bethmale, 1900 m; Es Clòts de Garies, ath NE deth Tuc de Pomebrunet; e en Còth d’Estiouere ,2300 m), d’a on se supausaue era preséncia mès non auie estat confirmada (Arribas, 1993), çò que redusís era discontunhitat damb *I. aurelioi* de 20 km a uns 15 km. En vertent iberic d’aguesta madeisha zòna era espècia a estat cercada a hons e non semble víuer en absolut.

Laguens deth sòn diminut airau (veir naut), era sua preséncia non ei uniforme senon localizada e discontunha. Era espècia abite en afloraments malhocosi (fòto 72), talusi de ròca, pèires o rèble, o ben en pastencs peiregosi damb fragments de ròca (fòto 69), en tot depéner des caracteristiques geologiques dera localitat en qüestion (abite principaument lòses, blestes e pèiracauces, totes eres d'edat paleozoica) e dera inclinacion e vegetacion de cada lòc.

Largament simpatrica e ocasionalment sintopica damb era cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*) enes zònes de pastenc peiregós (fòtos 73 e 74). Pòt èster ocasionalment amassada apròp dera abondantissima cernalha malhoquèra (*Podarcis muralis*) (fòto 75) cap as limits nautitudinals inferior e superior respectivament d'andues espècies ena zòna, enter es 1900 m (limit inferior d'*I. aranica*) e es 2160 m (superior enregistrat ena zòna de *P. muralis*).

Nautitudinalament, *I. aranica* ei un tipic abitant deth Pis Aupin, damb totes es sues caracteristiques, encara qu'en quauqui punts ei dificil distinguir eth limit enter eth vertadèr Pis Aupin e es pastencs subalpins apareishudi per desforestacion antropica entara obtencion de peisheus. Era espècia a estat trapada enter 1940 m (1900 m) e 2668 m, fòrça apròp dera cresta deth Tuc de Maubèrme (2880 m).

Factors clau der abitat.

Era preséncia de molons de ròques apropriades (veir mès ensús) en generau non nudes senon damb vegetacion erbenca o d'arbusti nans e un grad d'umiditat avienta (es poblacions son freqüentes ath cant d'arriuets, jos escorrements de gelères e ena vòra de lacs de montanha) son factors clau ena preséncia de cernalhes. Era orientacion preferida ei mès o mens meridionala (ocasionalament ar èst o oèst) e es pinents des zònes abitades doces (apròp de 30 º) (veir apartat de biologia dera espècia).

Dinamica der abitat.

Era montanha, encara que prigondament modificada des deth mesolitic (ca. 10 000-4500 B.P.) manten enes sues zònes mès nautes un nivèu relativament baish d'explotacion e degradacion, pr'amor qu'aguestes an començat de forma relativament tardana.

Enquia ben entrat eth sègle acabat (s.XX), sonque era esporadica preséncia a viatges enes peisheus d'ostiu o de caçaires de pas pera montanha dempús des peades des isards o d'auti animaus, trincauen era solemna patz d'aguestes apartades zònes. Enquia data recenta, èren consideradi lòcs dubèrti, uets, desoladi e ostils, ei per açò que se consèrven encara mielhor, en generau, qu'autes zònes baishes, mès açò non ei per motiu des sues caracteristiques ecologiques pròpries, pr'amor que son fòrça sensibles e extraordinariament lenti ena recuperaracion, senon ath hèt qu'era intervencion umana a estat fòrça tardana en aguesti paratges.

Factors clau que pòden afectar ar abitat dera cernalha aranesa.

Ploja acida

Es diuèrsi tipes de pollucion atmosferica an importantes conseqüéncies que s'amplifiquen en nautada. Es efèctes se manifèsten enes comunautats aupines per aument artificiau dera concentracion de quauqui components naturaus e era aparicion d'auti naui.

Eth dioxid de sofre (SO2), procedent de zònes d'emission alunhades, pòt quèir sus es parets a òrsa des crestes dera montanha, o ben per remolins, acumular-se a jol vent. Es freqüentes ploges ajuden ath hèt qu'es contaminants non passen de long senon que precipiten. Se quèn damb o ena nhèu, queden restancadi enquiara fusion d'aguesta. Localment, d'autes activitats com les cremes de vegetacion de quinsevolh tipe e sustot es tuèus d'escapament des coches (autant mès abondius guaire màgers siguen es installacions toristiques ena zòna) o es cauhatges son es responsables dera emission d'aguest tipe de contaminants. Toti eri, mès sustot es dus darrèrs, son restacadi dirèctament damb eth numerò de visitants que receben es zònes toristiques mès baishes.

Cambi climatic

Eth clima se trape en constant cambi. Espècies de nauta montanha coma es dues cernalhes aciu tractades deuen era sua aparicion e eth sòn airau de distribucion actuau as va e vens climatics deth Plio-Pleistocèn, damb es sòns successius e alternants periòdes d'escauhament e heiredament.

Maugrat açò, coma espècies adaptades ara vida ena nauta montanha, s'eth clima seguís rescahuant-se, anaràn reculant cada viatge mès cap as nautades, en tot redusir era superfícia qu'aucupen e en tot aumentar er isolament de forma exponencial conforme se retiren cap as tucs mès nauti. Es modèus climatics disponibles prediden un rescahuament damb un ascens des pisi de vegetacion associat d'uns 800 m, çò qu'ena practica supause era substitucion de cada pis de vegetacion pera sua immediatament inferiora ena actualitat. Atau, es zònes aupines que vedem aué dia serien progrèssivament ocupades per espècies subalpines (pin nere e segalhs de montanha) tan rapid coma era inèrcia ena reaccion dera vegetacion e era escassetat de solèrs les permetessen. Aguest cambi serà mès exagerat enes zònes oceaniques.

Evidentament, eth limit d'aguesta retirada cap ara nauta montanha ven mercat pera nautada maxima des massissi qu'abiten. Guaire mès nauti siguen es massissi abitadi, mès possibilitadi de subervivença dauant un previsible rescahuament climatic. *I. aranica* ei era espècia qu'ac a pejor en aguest sens, non sonque per lo diminut deth sòn airau senon pr'amor qu'eth punt culminal deth Massís de Maubèrme se trape a mens de 3000 m.

Encara que se detenguesse era emission de gasi "sarra" (dioxid de carbòni principaument), era grana inèrcia dera maquina climatica harie qu'es efèctes seguissen incrementant-se ath long deth pròplèu sègle. Contra es sòns efèctes pòc se pòt

hèr des dera gestion d'espècies e espacis protegidi. Aurie de sajar-se, ena mesura de lo possible, qu'es espacis protegidi siguen çò sufisentament "tridimensionals", non sonque en superfícia senon en nautades, entà suportar aguesti cambis a long e miei termini ena zonacion nautitudinala des pisi de vegetacion.

Ja actuaument, çò qu'ei demostrat ei qu'era tendéncia ei cap ath rescahuament climatic e non cap ath reheiredament. Es glacèrs pirenencs an perdut enquia un tèrç deth sòn volum en sonque cinc ans (de 400 ectares de gèu en Aragon a sonque 280,2 en periòde que va de 1990 a 1995). Segontes donades deth Departament de Geografia Fisica dera Universitat de Saragossa, es glacèrs pirenencs an sofrit ua pèrta deth 20 % en dues decades.

Subrepasturatge.

Autes activitats tradicionaus, coma eth pasturatge, era caça, eca.. non semblen auer efèctes perjudiciaus sus es poblacions de cernalha aranesa.

Coma activitat tradicionau e respectuosa damb eth miei ambient, eth pasturatge extensiu, ara manèra tradicionau que s'a vengut realizant, ei un tipe de prètzhèt fòrça desirable entara corrècta e rendabla gestion des abitats de montanha. Atau donques, eth manejament des ongulats domestics ei primordiau, non sonque peth sòn efècte modelador des ecosistèmes enes quaus pèishen senon pr'amor que "eticament" formen part des ecosistèmes e manères de vida tradicionaus que se pretenen conservar tanben (fòto 76).

Eth pasturatge extensiu produsís un impacte doç sus era nauta montanha, e era sua contunhitat, ben gestionada, ei fòrça desirable per rasons evidentes que suspassen eth mèr aspècte dera conservacion deth miei naturau. Er excès de carga ramadèra (subrepasturatge) ei eth que produsís efèctes preocupants sus es peisheus nautmontans, mès resulte dificil saber quina ei era concentracion de erbivòrs a compdar dera quau ja non se produsís regeneracion dera vegetacion. Toti aguesti aspèctes meritarien era realizacion d'estudis concrèts enes Pirenèus, qu'en grana mesura manquen.

Er efècte des peishencs sus era estructura des comunautats de plantes depen de nombrosi factors, en tot includir era proporcion èrbes/arbusti e es sues relacions espaciaus.

Aguesti efèctes indesirables deth subrepasturatge son:

1.- Pèrta dera diuersitat estructurau e taxonomica des prats. Despareish eth mossa, es arbusti nans, bròcs, eca.. e s'uniformize eth pastenc (se pèrden espècies tipiques de nauta montanha coma *Lagopus mutus* o *Zootoca vivipara*).

2.- Pèrta de comunautats vegetaus sensibles (enes entorns d'arriuets, prats umids, eca...), a on era frescor e eth vigor dera vegetacion atrè ath bestiar qu'acabe devastant-ac tot per ingestion e trolhatge.

3.- Trolhatge (destruccion dirècta d'espècies vegetaus e animaus, compactatge, erosion, pèrta de nins en aus, eca...). Eth pasturatge produsís depres-

sions e estructura en soques ena èrba, a on s'acumulen era màger part des espècies deth prat. Se s'incremente eth bestiar que tralhe aguesta zòna damb depressions e s'alimente des soques, acabe modificant-se eth païsatge e eth microrelèu deth lòc, en tot crear-se un païsatge "graüt", a bonhes...

En generau, er efècte deth bestiar en excès sus era vegetacion ei era extraccion de neurisents, erosion, traçat de dralhes enes vertents (qu'incrementen era erosion per arrossegament) e un apraubiment generau der abitat. Aguest apraubiment s'arrevire en un cambi enes domènis deth peisheu en següent sens:

Festuca >> Agrostis >> Nardus.

Aguest darrèr ei refusat pes oelhes, encara qu'es vaques encara ac pòden profitar. Eth resultat, ath nivèu des espècies implicades, ei distint segontes era naturalesa deth terren. Enes Pirenèus, sus terren calcari passaríem de comunautats damb *Festuca scoparia (= F. gautieri)* o *F. airoides* a *Nardus stricta* (rar en realitat peth substrat), mentre que sus terren siliçós, passaríem de comunautats damb *Festuca eskia* tanben a *Nardus stricta*.

Non obstant, eth pasturatge moderat presente aspèctes beneficiosi entara mantenença des procèssi naturaus.. Se s'abandone eth pasturatge en ua zòna (per exemple pendent un sègle), se produsissen diuèrsi efèctes:

1) Era diuersitat decreish. Es plantes que s'impausen formen rosetes e estolons, ath temps que creish eth tapís naturau de mosses.
2) Era equitabilidad decreish (aumente eth dominèni d'ues pògues espècies).
3) Eth patron de diuersitat decreish, e passe d'ua eterogeneïtat deth païsatge "de gran fin" ua de "gran espés".
4) Es peisheus antigament ferratjadi (a dent) càmbien mès rapidament qu'es antigament dalhadi (a dalha).

En principi, era diuersitat aumente quauquarren en començar eth pasturatge d'ua zòna, igual qu'aumente en cas des prats de dalha, pr'amor que rejovenís er estat dera succession e da oportunitats a autes espècies (portades per zoocòria), e era huelharaca o es rèstes vegetaus despareishen ena sua màger part ja eth prumèr an. Pòt artenher-se ua màger diuersitat quan era intensitat deth pasturatge permet ua eterogeneïtat espaciau a grana escala, en tot mantier "zònes hònt" pastorejades ath cant d'autes vèrges o non explotades.

Se se tracte d'un broquèr, aguesta passe de bròc (*Calluna vulgaris*) a pastenc a compdar des següents valors de carga ramadèra (> 2.7 oelhes / a.; > 2 cèrvis / a; o 0.23 vaques / a). Es ericacèes resulten mès vulnerables ath subrepasturatge e eth trolhatge qu'es èrbes.

Se non existís pasturatge, aumente *Deschampsia flexuosa e Vaccinium spp.* Peth contrari, eth pasturatge leugèr afavorís es ericacèes (*Calluna vulgaris*, *Erica cinerea, Erica tetralix*) e es liquèns (*Cladonia spp.*), mentre qu'era pression de pasturatge mès fòrta afavorís as graminèes (*Agrostis, Festuca, Poa*) e "megafòrbis" (plantes refusades peth bestiar, coma *Veratrum* o *Gentiana*, o tipiques de lòcs nitrificadi coma *Rumex o Chenopodium*).

Er efècte deth trolhatge deth bestiar redusís era acumulacion de matèria organica e per autant dera quantitat de solèr organic present. En prats de *Deschampsia* en Dinamarca s'a observat qu'era quantitat de matèria vegetau mòrta passèc de 4 a 1 T / a en dus o tres ans. En quate ans, subrepasturatge e trolhatge redusissen era cocha de huelharaca o de rèstes vegetaus en generau, de 52-28 T / a de matèria organica.

Es deposicions deth bestiar, especiaument eth bovin, en forma de femsa e aurina, enriquissen (eutrofizen) de forma subta e artificiosa es comunautats normaument oligotrofiques de nauta montanha, en tot causar tanben era sua alteracion.

Les cremes en zònes igroturboses damnatgen es mosses e es espècies mès delicades, mentre qu'afavorissen a espècies de bròcs damb bona regeneracion dempús deth huec. Ena zòna, es cremes de matarrassi (bròc, gimbro) se sòlen efectuar enter març e abriu, de forma contarotlada, encara que quauqui uns tanben efectuen cremes incontrolades especiaument en noveme. Cap d'aguestes dues epòques afècte dirèctament as cernalhes araneses.

En generau, eth tipe de matarràs enes zònes non pastorejades mos da idèa dera quantitat d'innivacion inuernau. Existís un gradient que mos indique era cobertura iuernau de nhèu. Aguesta cobertura, de menor a màger ven indicada per:

Calluna << Vaccinium-Empetrum << Vaccinium-Rhododendron.

Atau, *Calluna vulgaris* se presente sustot en mòstres meridionales; *Vaccinium uliginosum* (o *V. myrtillus* cap ath limit inferior der aupin) en mòstres septentrionales e *Rhododendron ferrugineum* sus siliçós. Era nautada des mates se correspon damb eth grossor de nhèu minim, pr'amor qu'es brotons o branques que subergessen se gèlen e queden atau "podadi" de forma naturau.

<u>Segontes tipe de bestiar</u>: Eth bestiar bovin non ei selectiu en pèisher, use era lengua entà esquinçar o tirar dera vegetacion. Ath delà, part deth damnatge qu'efectue ac hè per trolhatge o heiregada damb era vegetacion. Vaques (e shivaus) dèishen créisher plantons d'arbes sense problèmes (e per autant, damb mès rason arbusti o èrbes en pis aupin), mès empedissen era regeneracion en concentracions de mès de 100 Kg /a.

Eth bestiar ovin ei un peishenc fòrça mès selectiu, que mossègue era vegetacion e hè ua seleccion fòrça mès fina qu'es vaques. Eth subrepasturatge per oelhes (mès de 2 oelhes per ectara) produsís un pastenc praube, dominat per espècies non comestibles o de baish valor pasturenc. Se baishe eth numerò d'oelhes apareishen arbusti nans e s'ei era nautada avienta (subalpin) arbes dispersadi. S'a suggerit

que sus solèrs secs e praubes, ua carga ramadèra generau superiora a 22 Kg /a empedís era regeneracion. Enes prats qu'utilizen, es oelhes se pòrten ath torn deth 80 % dera produccion annau.

Eth bestiar caprin (absent o testimoniau ena zòna) ei fòrça pòc selectiu e fòrça destructiu entara vegetacion. En determinades circonstàncies, pòt utilizar-se entà evitar era expansion deth limit deth bòsc, donques que minge es plantons d'arbes.

Autes espècies silvèstres, coma es boherons (murids) non destruïssen autant era vegetacion pr'amor que mingen selectivament brotons, semes o ocasionalament camères ran de solèr. Espècies sauvatges, coma er isard (*Rupicapra pyrenaica*), se compòrten coma era oelha o mès selectivament e an pòc impacte. Es cèrvis an un efècte fòrça semblat as oelhes, mès eth sòn impacte ei un shinhau disparièr per rason des disparières estructures sociaus d'andues espècies. Eth cèrvi minge eth bròc qu'ei apròp dera èrba peishiua, damb çò qu'aumente era fragmentacion. Damb densitats d'un cèrvi cada 10 a era regeneracion deth bòsc comence a dificultar-se, çò que non interferís o ei tanben positiu mès anecdotic entàs cernalhes. Paradoxalament, eth detestat efècte des sanglièrs d'auçar es prats e eth solèr deth bòsc, ei fòrça avantatjós a miei termini pr'amor qu'aumente era descomposicion dera matèria organica e era mobilizacion de neuridors. Es lagomòrfs (conilhs e lèbes) se considère qu'an un efècte estimulant sus eth creishement deth bròc. Non a de menspredar-se er efècte des acridids (sautarèths) que cap a meitat o finau d'ostiu artenhen biomasses bric despreciables e un nivèu de consum deth peisheu fòrça naut.

En çò que tanh ar efècte deth bestiar sus auti animaus, es grani erbivòrs afècten dirèctament per trolhatge, o indirèctament mejançant era influéncia qu'exercissen sus era vegetacion e er estat dera succession, efècte aguest darrèr mès important quan diuèrsi estats dera succession son fixadi per erbivòrs e coexistissen ath temps damb era sua fauna tipica, çò que poderie considerar-se un efècte avantatjós se s'artenh (causa, ena practica, fòrça dificila). S'era pression ramadèra ei fòrça intensa, i a pèrta importanta en numerò d'espècies e ena biomasa totau dera fauna d'invertebradt (andús fenomèns mantien ua relacion invèrsa). Tanben un pastenc laugèrissimament pastat (0.16 vaques per ectara) a mens espècies e biomasa qu'un prat intacte.

Efècte sus invertebrats-presa: Eth pasturatge fòrça intensiu afècte as comunautats d'invertebrats-presa. Per exemple s'afavorís eth mosaïc de broquèr-peisheu damb zònes umides e seques, era diuersitat aumente, mès açò non sòl dar-se damb facilitat.

En generau, eth subrepasturatge (mès de dues tèstes bovines per ectara) cree un miei dubèrt qu'afavorís as espècies mès comunes de quauqui grops coma es carabids. Ei fòrça probable que toti es grops siguen afectadi d'ua forma parallèla, pr'amor qu'es carabids, igual qu'es parpalhòles, son boni bioindicadors dera salut der ecosistèma. S'a verificat qu'era pression excessiva de pasturatge afècte ara quantitat de minjar des audèths aupins e qu'ei era rason dirècta deth declini deth *Lyrurus tetrix* en quauques zònes.

Efèctes deth subrepasturatge. Resumit: En tot resumir, eth subrepasturatge implique respècte a d'autes espècies es següents efèctes perniciosi:

a) Mens plantes qu'arriben a florir.

b) Mens rèstes organiques disponibles entàs hilats trofiques.

c) Mens biomassa vegetau disponible entàs fitofags.

d) Molèsties per movement e trolhatge.

e) Mens preses entàs predadors.

f) Microclima mès extrèm.

...mentre qu'implique un solet avantatge (ath marge des ja exprimides entath pasturatge leugèr o sostenible), un benefici entàs coleoptèrs coprofags e quauques parpalhòles.

Efèctes deth subrepasturatge segontes tipe de vegetacion: Eth valor pasturenc relatiu des diuèrsi tipes vegetaus ei apuprètz eth següent:

Fòrbis (erbacèes granes) > Erbacèes petites >> Graminèes >> matarràs.

-Arbusti: Eth subrepasturatge damnatge es meristèmes apicals (brotons) se ben quauqui toxics, coma *Rhododendron* non son consumidi. Eth bròc sonque ei important entàs fitofags en iuèrn, quan era èrba ei gelada o inaccessibla.

-Èrbes: Mens sensibles en presentar creishement seguit des dera base. Maugrat eth pasturatge selectiu afavorís damb eth temps era suberviuença e domèni des espècies mens apetissentes. Aguest pasturatge lo hèn es oelhes e tanben -encara que fòrça mens selectives- es vaques. Es peisheus plens de *Gentiana* o de *Veratrum*, ath marge dera sua beutat estetica, denóncien er efècte dera contraseleccion qu'es vaques hèn d'aguesti megafòrbis. Aguesta seleccion damb perduda de diuersitat en pastural ei acompanhada d'ua baisha ena biodiversidad de insèctes fitofags (preses des cernalhes). De totes manères, aguesti possibles impactes semblen fòrça luenhanament influentes sus era vida des *Iberolacerta* pirenenques.

Trolhatge: Lo efectuen es grani erbivòrs, especiaument sus es arbusti nans. S'eth solèr ei umid (desglaç, proximitat d'arriuets o torbièra) s'enfonse era superfícia e proporcione era oportunitat d'ua succession segondària entàs èrbes que germien, aumente locaument era diuersitat, mès en generau afavorís as espècies mès banales.

Hiemat: Eth hiemat ei fòrça disparièr segontes era espècia que lo produsís. En generau, es vaques e eth rèste d'ongulats produsissen dus efèctes fòrça disparièrs. Eth hiem de vaca a un efècte immediat sus apuprètz un palm quarrat de terren: Escuror totau subta e eutrofizacion immediata. Autes espècies coma es oelhes an un efècte fòrça mès difús (e inofensiu).

Un efècte important lo produsissen les aurines deth bestiar que produsissen ua eutrofizacion locau fòrta. Era eutrofizacion, sigue per aurines o per excrements, afavorís èrba (plantes nitrofiles coma *Rumex*, *Chenopodium, Urtica*, eca.., ben tipi-

ques de hiems e lòcs fòrça freqüentadi peth bestiar) en detriment d'espècies mès rares de graminèes o d'auti vegetaus..., e especiaument des mosses.

Cremes de vegetacion: Es cremes de vegetacion s'utilizen entà aumentar es neurisents deth solèr o eliminar espècies de baish valor pasturenc. Er efècte vàrie segontes aquerò que se creme e era temperatura qu'artenh. Es cremes de bròc, se son "de gran fin", ei a díder, fòrça sonhoses e de superfícies fòrça petites, sòlen afavorir eth mosaïc de vegetacion e era diuersitat. Se per contra es cremes afècten a granes estendudes de vegetacion, afavorissen era uniformizacion e era invasion per plantes non desirables.

Er efècte dera crema ei disparièr segontes eth tipe de vegetacion que se creme:

- Bròc joen (menor de 15 cm de nautada): Era creme tend a afavorir a espècies resistentes ath huec coma *Nardus stricta e Molinia caerulea* (non desirables, de baish valor pasturenc, damb pòga diuersitat d'insèctes-presa e indicadoires de comunautats relativament degradades).
- Bròc madur (20 a 30 cm): Rebrotoe facilament a compdar de mijòs axilars. S'eth bròc ei dejà senil o parciaument degenerat per autes causes, non ei facil que regenère a compdar de mijòs axilars dempús d'un huec. Quinsevolh regeneracion serie per semença e es plantules pòden èster suprimides peth pasturatge.
- Heuguèra: Es heuguères rebrotoen fòrça ben dempús dera crema a compdar des rizòmes e probablament aucissen per competéncia luminica (ombra) a d'autes espècies. Son ua comunautat prauba.

Er efècte des cremes tanben càmbie segontes era umiditat deth solèr en moment qu'aguesta se produsís. Era vegetacion umida respon de forma fòrça disparièra qu'era vegetacion seca. Coma minim de noveme a junh eth solèr se trape umid e era vegetacion creme pòc, en tot quedar es animaus que son en subsòu protegidi. Es cremes que s'efectuen ena zòna (de març-abriu e ocasionalment de noveme) non afectarien, mès se se produsissen cremes concrètes de *Juniperus* o ues autes pendent era estacion liura de nhèu deth pis aupin (com peth que semble ère costum des pastors entà cauhar-se en dies heireds), òc que i pòt auer afectacion. Se's cremes s'efectuen en ostiu, eth damnatge pòt èster considerable, e se son en zònes igroturboses, poderie cremar era turba o part de solèr vegetau, damb conseqüéncies fòrça grèus entàs comunautats viues dera zòna.

Caça

Era caça enes zònes abitades per cernalhes ei principaument de dues espècies: Caça menor de chèrra (*Perdix perdix*) e de carrascla (*Lagopus mutus*), aguesta darrèra proïbida en Estat Espanhòu, encara que non en França; atau coma era caça màger d'isards (*Rupicapra pyrenaica*). Ocasionalament autes espècies pòden visitar aguestes zònes mès non son objècte d'ua caça sistematica e especifica.

En principi, era caça ei perfèctament compatibla damb era conservacion des cernalhes e ues minimes normes d'educacion coma recuélher es desaprofitaments o es cartoches usadi, son sufisents entà deishar er abitat optimament.

Repoblacions forestaus en nautada.

Era plantacion d'arbes en zònes per dessús deth limit naturau der arbrat ei totaument desconselhable. Es plantacions (que non repoblacions, pr'amor que per definicion, eth pis aupin ei aqueth en quau non creishen ja es arbes) en nauta montanha (aupin e subalpin), en cas de tractar-se de subalpin alpinizat, restarie abitat as espècies aupines, e s'ei aupin vertadèr, ei lançar es sòs publics pr'amor qu'aquiu delà ja non pòden créisher de forma naturau es arbes. Es "repoblacions" damb conifères andines de parts nautes der arriu Varradòs e Unhòla, ath delà de non auer resultat reüsides, constituïssen un impacte visuau e un perilh d'erosion de contunh.

Activitats toristiques.

Eth torisme ei aué per aué un besonh e un factor clau de riquesa enes zònes de montanha. Es espòrts ar aire liure son ua fòrta atraccion entàs toristes, mès aguestes activitats pòden provocar molèsties ara fauna, rason pera quau s'an de compatibilizar damb era conservacion deth mejan naturau.

Pendent eth darrèr miei sègle, s'a dat un creishement exponencial ena transformacion deth païsatge e deth territòri, inedit en sègles d'activitat umana anteriora, tanben enes periòdes enes quaus era montanha a estat fòrça mès abitada de çò que n'ei actuaument. Er emplec toristic a irromput de forma subta ena montanha en tot somar-se en pòc mès de vint ans as efèctes anteriors.

Er efècte des emplecs toristics se dèishe sénter, especiaument, en quauqui uns des punts mès carismatics o coneishudi. Escalada, senderisme, bicicleta de montanha, esquí enes sues multiples variantes (aupin, nordic, eliesquí, eca...) e pesca esportiua son bères ues des activitats en creishement enes zònes de montanha. Tanben es activitats mès innocentes an eth sòn impacte en aguesti ecosistèmes tan delicadi. Era bona gestion ei aquera que tende a perméter eth desvolopament de totes aguestes activitats "filosóficamente positiues" cap ath mejan naturau mès en tot velhar pera conservacion der entorn, ei a díder, en tot limitar era sua estenduda o densitat d'emplec entà evitar que desbòrden era pròpria capacitat d'absorcion e recuperacion der impacte per part dera Naturalesa.

Senderisme e excursionisme pedèstre ("trekking").

Eth senderisme e eth bastiment de refugis (veir mès enjós) afècten ara flòra e era fauna, produsissen modificacions der abitat, ath delà de lordères e excrecions umanes. Es sendèrs, refugis e vivacs ajuden a penetrar en airaus alunhadi que son refugis dera vida sauvatja.

Eth trolhatge damnatge eth solèr e eth pastenc e produsís erosion, especiaument eth trolhatge dehòra deth camin mercat. En quauqui lòcs, coma EUA e es Abruzzi italians era solucion a estat barrar ath public es airaus mès susceptibles o ben mercar es sendèrs, tostemp en tot assumir qu'eth pasiment ("acondicionament") e senhalizacion son un tipe de contaminacion en eri madeishi. Ei çò que se hè per exemple enes zònes igroturboses deth P.N. d'Aigüestòrtes.

Er emplec masificat des sendèrs de montanha pòrte associat un risc grèu d'erosion que s'incremente de forma sinérgica guaire màger ei er arribent e era afluéncia de visitants.

Enes lòcs mès freqüentadi, senderisme e bicicleta de montanha son responsables de seriosi problèmes d'erosion enes camins de montanha e es torbières. S'eth transit ei repetit e dehòra de camins, a trauèrs deth peisheu de montanha, es efèctes encara son mès grèus. Quan per causa deth gran numerò de visitants un sendèr se va convertint en un soquèr prigond, es excursionistes tenden a anar daurint petites variantes deth sendèr as costats o petites regues parallèles, en tot ampliar e en tot aumentar er efècte erosiu e degradador. Aguesti soquèrs se compacten e hèn de mair dera precipitacion quan plò, en tot facilitar era erosion.

Se calcule qu'un excursionista de 70 kg exercís ua pression de 0.8 kg/cm2 en caminar. S'era superfícia dera sòla ei de 83 cm2, era colomna de pression afècte as prigondors deth solèr que van de 2.5 a 20 cm. S'eth passeg ei a shivau, era pression ei fòrça màger, d'uns 2.77 Kg/ cm2. Es zònes d'acampada e superfícies curbides per tendes de campanha tanben sofrissen un compactatge especiau d'enquia un 70 %.

Es mòtos dehòra de pista constituïssen un problèma seriós en quauques zònes coma eth Còth de Varradòs. Es rodères deishades peth pas de diuèrses d'eres peth madeish lòc dèishen cicatritzes en peisheu aupin que pòden trigar decades a cicatrizar. Es cicatritzes ena vegetacion non se revegèten en zònes damb movements de solèrs (ex. es solèrs damb solifluxion de bona part dera sèrra d'Armeros). Ath delà, a on ja s'a produsit era erosion de mès de 7 cm de solèr, era revegetacion ja non se produsís. Ath delà pòden provocar era mòrt dirècta d'exemplars e molèsties a multitud d'espècies que crien o residisquen ena zòna.

Pistes forestaus.

Es pistes forestaus faciliten e aumenten er accès en airaus silvèstres autant de pedons coma de veïculs. Aguest accès non sonque cause impacte pera activitat umana, senon que facilite eth possible (e cèrt) espòli des poblacions de lacertids menaçadi. Eth bastiment de pistes forestaus (supraforestales en aguest cas), entà d'autes finalitats qu'es estrictament de besonh de gestion e explotacion racionau de recorsi (repoblación, trètes de husta, contraròtle deth bestiar) atrèn excursionistes que genèren multiples tipes d'alteracions ara fauna e vegetacion, atau coma molèsties ath pròpri bestiar extensiu. Paradoxalament, er atractiu toristic ei un des arguments mès presentadi entath bastiment de pistes en lòcs ambientaument de valor.

Estacions d'esquí.

Infrastructura des estacions d'esquí.

È aciu eth perilh mès grèu que poderie afectar en futur ara cernalha aranesa. Es estacions d'esquí son es infrastructures mès critiques que de forma irreversibla entar abitat pòden desvolopar-se laguens der airau d'*I. aranica*, per açò les dedicaram ua atencion especiau entà soslinhar quini son es sòns perilhs mès evidenti e coma evitar-les. Era fòto 77 illustre es prigonds e irreversibles cambis que genère ua estacion d'esquí (en aguest cas Ordino-Arcalís, en Andorra) sus er ecosistèma dera nauta montanha.

Er impacte mès grèu des estacions d'esquí se da precisament per dessús deth limit naturau der arbrat, ei a díder, en pis aupin. Es camins e pistes produsissen un impacte mès grèu qu'enes zònes forestaus (veir mès ensús) pr'amor que modifiquen er abitat e produsissen erosion. Part d'aqueres pistes en pis aupin se daurissen entà accedir a òbres d'infrastructura que se realizen apròp des zònes de cimades, pr'amor qu'aguestes precisen d'ua aportacion de materiaus de bastiment o de revisions periodiques de mantenença. Es estacions d'esquí aupin an de besonh maquinària pesada entà bastir-se e mantier-se, maquinària que daurisque prigondes herides e rodères que tarden decades a cicatrizar, s'ei qu'ac hèn bèth viatge. Aguesti impactes pòden obviar-se, tostemp que sigue possible, mejançant er apropament en elicoptèr de personau e materiaus. Ath delà dera destruccion dera vegetacion, produsissen un laurat de vertents, deterioracion ambientau generau, pollucion, lispament de tèrres, e contaminacion des aigües.

Encara que se sémien es vertents entà evitar era erosion, er efècte ei feble e es zònes espelades que lèu apareishen, granes. Ath delà, s'existissen zònes igroturboses (torbières), aguestes non se consèrven enes estacions d'esquí, encara qu'era degradacion que sofrís, per exemple, des torbières de Beret se deu fòrça mès ath suspeisheu que non ara estacion d'esquí de Baqueira.

Ath delà des labors mecaniques entà premanir es futures pistes, pendent eth foncionament dera estacion se dispèrsen productes quimics en procès de fabricacion dera nhèu artificiau (veir apartat de nhèu artificiau mès enjós). Petites quantitats de metaus toxics apareishen en aguesta nhèu artificiau e s'acumulen enes pistes. Posteriorament, e per rason dera inclinacion d'aguestes, es materiaus son arrossegadi vertent enjós e van a morir enes aigües de cors superficiau o sosterranhes.

Era erosion de solèrs se da freqüentament e se non se planten de forma corrècta es vertents lèu desapareish era vegetacion e apareishen taques nudes, sense plantes qu'acaben aucupant en pòc temps mès dera meitat dera estacion d'esquí en qüestion. S'eth clima ei fòrça dur, es cauves ena vegetacion qu'apareishen non se regenèren en absolut. Per estat des vertents en quauques estacions qu'auem visitat, dobtam plan que s'agen plantat jamès entà restancar era tèrra dempús der acondicionament dera pista.

Ena bibliografia se trapen casi d'estacions d'esquí d'inclinacions menors de 24 ° e solèrs d'enquia 5.7 cm, qu'an estat erosionadi enquia 1.1 cm. en sonque 15

ans de foncionament dera estacion. A on ja s'an erosionat mès de 7 cm de solèr non se produsís era regeneracion dera vegetacion. Semble èster qu'era erosion amendrís enes pistes vielhes, en foncionament des de hè ans. Aguesta erosion tanben ajude ar efècte de deterioracion dera qualitat dera aigua per dejós des pistes e ar emboden de tèrres.

Es esquiadors, ath delà, preferissen es estacions granes, rason pera quau aumente de forma sinergica eth numerò de coches, es congestions de trafic entà accedir, eth tapatge e era pollucion. Guaire mès grana ei ua estacion, encara atrè a mès gent.

Era màger part d'aguestes estacions d'esquí en domèni forestau, se ben produsissen fragmentacion, impacte païsatgistic e destruïssen o modifiquen er abitat d'espècies tipicament forestaus subaupines (ena zòna des Pirenèus de Lhèida serien exemples Port Ainé, Espot-Esquí e era Tuca), non afècten ara cernalha aranesa. Non obstant açò, enes Pirenèus tanben existissen estacions en zòna aupina. En principi guaire mès ath sud se trape ua sèrra, a mès nautada auràn de plaçar-se es estacions d'esquí entà conservar ua quantitat de nhèu un temps acceptable e èster competitivament eficaces. Guaire mès ath sud, damb mès probabilitat se placen es estacions d'esquí cap ara zòna aupina, rason pera qu'entren en conflicte damb es fragils abitats aupins e era sua fauna (exemple d'estacion mixta aupin-subaupin apròp dera zòna d'*Iberolacerta aranica*, mès damb tendéncia a espandir-se cap ath pis aupin, ei Baqueira-Beret).

Era competicion economica enter estacions ei cada viatge mès dura e anarà *in crescendo*, damb çò qu'es mès febles pes causes anteriorament expausades o pr'amor que non an es servicis complementaris d'òci qu'aufrisque quauqua auta estacion dera competéncia enes entorns, acabaràn en tot barrar, com ei eth cas dilhèu de lo succedit a Llesui e era Tuca.

Era demografia tanpòc jògue en favor des estacions d'esquí. Era gent de raça caucasiana (blanca) a ua taxa de reproduccion fòrça baisha ena nòsta societat. Eth potenciau demografic en nòste país semble vier dera nauta taxa de reproduccion des immigrants procedenti de Sudamerica, nòrd d'Africa, Africa subsaariana, eca... que, aumens peth moment e ena generacion acabada d'arribar, culturaumente non aprècien er esquí, encara qu'eth sòn potenciau adquisitiu l'ac permete. Per açò, pòt suspectar-se qu'eth numerò d'esquiadors a tocat tet e qu'en uns 20 ans devararà de forma notabla, peth percentatge creishent de gent d'autes cultures ena franja d'edats que mès esquíe.

Era practica der eliesquí (modalitat que consistís a depausar es esquiadors en ua "cima vèrge" mejançant un elicoptèr pr'amor que descenen en tot esquiar) non afècte as lacertids, encara qu'òc a espècies d'aus coma *Lagopus* o tanben *Tetrao*. Aguesta modalitat se da puntuaument en Tuc de Mill (ua zòna sense cernalhes), mès pòt dar-se de forma incontrarotlada per toristes particulars que lòguen elicoptèrs entà hè'c (com succedís en Andorra, per exemple) en quinsevolh aute punt.

Es accèssi as estacions permeten tanben era arribada de fòrça persones enes zònes nautes, especiaument se remontadors e pistes son dauridi pendent er

ostiu. Era dubertura d'accèssi tot er an afavorís era subrefreqüentacion de zònes pòc accessibles. D'aguesta preséncia umana se deriven engüègi e possibilitat de furtiveig d'exemplars coma impactes mès sevèrs. S'afavorís eth caushigueig dera vegetacion, eca.. e era preséncia de possibles predadors oportunistes (vops, corvids, eca...) atrèti pes residus e rèstes de neurituds que dèishen es èssers umans.

En çò que tanh ara practica der esquí sus nhèu naturau, non ei perjudiciau, pr'amor qu'eth mantèu de nhèu sus eth quau se desvolòpe protegís es comunautats que se trapen en fasa de laténcia iuernau. Era practica der esquí ena sua version mès naturau (ei a díder, sense nhèu artificiau) sonque resulte perjudiciau enes extrèms dera estacion favorabla (ei a díder, ath començament e ara fin dera epòca esquiable, pr'amor qu'en auer-i pòga nhèu se damatge era vegetacion) e s'afècte as animaus pendent epòques especiaument sensibles entara sua subervivença (veir era seccion d'additius dera nhèu).

Ath delà, es pròpries estacions d'esquí eliminen es pèires des pistes entà evitar deterioracions deth materiau o lesions fortuites des esquiadors. Aguest esquí enes limits de sason va en detriment dera pròpria estacion d'esquí, pr'amor que perjudicie era vegetacion e un bon recurbiment erbenc deth solèr ei important entara retenguda ath temps dera nhèu.

En cas d'*I. aranica*, era situacion ei particularament grèu pr'amor qu'eth sòn diminut airau de distribucion a en sòn interior, aumens, dus projèctes de pistes d'esquí aupin que poderien desvolopar-se en un futur pròplèu. En vertent francés, ena zòna der Haut Birós existissen projèctes ath respècte. Ena zòna dera Val d'Aran, tota era localitat tipica dera espècia (es solanes d'Armeros) e es ombrèrs d'Areño, queden enquadrades laguens d'un projècte d'estacion d'esquí ena entèsta der arriu Varradòs segontes quede rebatut en Pla Rector d'Us i Gestió del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici).

Arren a díder ath dauant d'un projècte atau, damb es sues infrastructures acompanhaires, supausarie era desaparicion fisica d'enter un cincau e un siesau dera superfícia totau der airau de distribucion deth taxon (era mielhor, per inclinacion e superfícia), e per autant a d'èster evitat còste çò que còste. Damb igual prudéncia an de considerar-se toti es possibles agraniments de Baqueira-Beret cap ara zòna abitada pera espècia, tau com s'a definit naut, se ben peth moment, aguesta estacion non afècte er airau d'aguest endemisme.

Un cas particular de menaça, era nhèu artificiau.

Era fabricacion de nhèu artificiau tanben ei nociva en generau entath miei ambient. Ath delà des efèctes sus era fenologia (eth calendari vitau) des plantes des zònes artificialament innivades, se produsís ua contaminacion des aqüifèrs pes agents quimics presenti ena nhèu fabricada (principaument saus e patogèns vegetaus, veir mès enjós). Ath delà, aguesti aqüifèrs s'apraubissen, en tot produsir carestia d'aigua entà emplec potable, sanitari, reg, prevencion d'incendis e disminucion de coesion en terrens idromòrfs. Er enòrme consum d'aigua que hèn aguesti canons, espleite es recorsi aqüifèrs. Entà curbir ua superfícia de 60x60 m (com miei

camp de fotbòl) damb 15 cm d'espessor de nhèu, son de besonh 566 mètres cubics de nhèu, que gessen dera transformacion de 283 litres d'aigua.

Aguest apraubiment des corsi d'aigua, se ve agravat per aument de consum per part der increment sasoèr deth numerò de lhets residenciaus ena zòna.

Mentre qu'era nhèu, per era madeisha, protegís eth solèr des temperatures exteriores extrèmes, era temperatura deth solèr ei significativament menor jos era nhèu artificiau, e mès encara jos nhèu artificiau e ath delà compactada.

Era fusion nivala comence prumèr pera nhèu naturau, dempús se hon era nhèu artificiau non compactada e fin finau era nhèu artificiau e compactada. Era fenologia dera vegetacion seguís de forma parallèla aguesta seqüéncia de fusion. En zònes vertadièrament aupines, coma es abitades pera cernalha aranesa, era fusion pòt veder-se desplaçada enquia tres setmanes.

Eth compactatge dera nhèu enes pistes se hè entà facilitar er esguitlament. Eth compactatge ("grooming") facilite er esguitlament des esquiadors, mès aumente era densitat e era conductivitat termica, çò que permet qu'es temperatures gèlides der iuèrn artenhen eth solèr.

Ath delà, es canons de nhèu incrementen es sorrolhs, era contaminacion atmosférica e entath sòn bastiment e foncionament exigissen de prigondes modificacions deth païsatge, damb bastiment de pistes d'accès e mantenença, cimentación des canons (almohadillas de ciment), cables d'acièr, captacions d'aigua, eca.

Un aute aspècte mens considerat mès interessant ei que s'incrementen es risqui naturaus: era nhèu artificiau ei fòrça mès compacta e se gèle, damb çò qu'es queigudes des esquiadors son mès frequents. Semble èster tanben qu'es vertents damb nhèu artificiau son mens estables e precipiten en forma de lauegi fòrça mès facilament. Sustot, es coches de nhèu naturau depausades sus era nhèu vielha artificiau (fòrça mès gelada e esguitlanta).

En çò que tanh as additius entara fabricacion de nhèu son dus: un nucleador e un compactador. Eth compactador (PTX 311) ei Nitrat Amonic (NH4NON3) e a era facultat d'enduresir era nhèu des vertents, çò que facilite eth liscament e es carrères sus era nhèu. Eth nitrat amonic s'use coma fertilizant e entara fabricacion d'explosius. Càmbie era composicion dera vegetacion, per excès de neuritut. Eth nucleador (SNOMAX) ei un povàs de nucleacion actiu hèt de bacteries fitopatogènes (*Pseudomonas syringae*) e qu'ajude ara produccion de nhèu a temperatures superiores as naturaus. Er increment dera produccion de nhèu entath madeish volum d'aigua ei d'un 25 %. Damb aguest aument dera eficàcia se pòt pompar mès aigua per unitat de temps e incrementar era produccion totau de nhèu en un 40 %. Era bacteria utilizada, *Pseudomonas syringae* se trape fòrça abondiua ena naturalesa en tot tipe de vegetaus (arbes, èrbes, cultius) e tanben en aire que respiram. Es bacteries utilizades coma gèrme dera cristallizacion dera nhèu artificiau, fenomèn que se da constantament ena naturalesa damb era nhèu naturau, se hèn a créisher en equipes esterils de fermentacion, dempús se granulen, se liofilizen (congelacion damb extraccion dera aigua) e fin finau s'irradien, ben entà assegurar-se dera sua mòrt, ben entà eliminar autes possibles bacteries que poguen contaminar eth

producte finau pendent eth procès. Ei eth simple e diminut còs dera bacteria eth quau servís de nuclèu, de gèrme dera cristallizacion. Aparentament s'utilize aguesta bacteria pr'amor que non cause damnatge coneishut en mejan naturau e ei presenta en numeròs enòrmes ena Naturalesa. Segontes eth pròpri fabricant deth producte, existissen de forma naturau ues 40 bacteries de mieja en cada mètre cubic der aire que respiram. Segontes era madeisha hònt, un estudi deth Govèrn Canadian concludic qu'encara que totes es estacions d'esquí d'aguest país fabriquèssen nhèu damb snomax, eth depaus totau d'organismes vius (sic.!) non serie superior ath que se trape en cent huelhes de quinsevolh cultiu. Eth producte ei acceptat en Canadà, Norvègia, Japon, Suècia, Naua Zelanda, Chile, Argentina, França, Soïssa e Austràlia, encara que segontes ua auta hònt, peth que semble tanben ei proïbit en d'auti païsi que non se detalhen.

Urbanizacions de montanha.

Es complèxes a pè de vertent, destinadi as visitants des estacions d'esquí, atrèn mès gent cap as cimes propdanes pendent er ostiu, especiaument s'es accèssi e remontadors seguissen dauridi pendent er ostiu. Ath delà, es lordères produsides pes activitats umanes en aguesti lòcs aumenten eth numerò e densitat de predadors oportunistes (vops, corvassi, panquères) qu'evidentament actuen, quan era ocasion se presente, sus autes formes de vida sauvatja. Paradoxalament, er excedent de minjar entàs predadors redonde en perjudici des sues preses.

Fòrça gent acabe convertint aguesta dusau residéncia, cercada en un principi pes sòns valors naturaus, en un calc a petita escala de çò qu'a deishat endarrèr ena grana ciutat. Er usatgèr requerís comoditats, servicis, botigues, lòcs d'òci nocturn, eca... e acabe convertint un lòc idillic en ua "Minipòlis", imitacion dera "Megapolis" qu'a deishat endarrèr.

Emplecs militars.

Era zòna nauta dera Sèrra d'Armeros, eca. (airau d'*I. aranica*) ei (o ère) utilizada especiaument pes brigades de caçaires de montanha dera armada espanhòla coma zòna de marches e manòbres. Eth recent barrament dera casèrna de Vielha hè supausar que dita activitat serà encara mès esporadica de çò que ja ère.

En principi, er unic impacte (possibles desaprofitaments deishadi endarrèr apart) son es molèsties derivades des operacions que se desvolòpen, damb mès impacte puntuau per engüegi sus ongulats o tetraonides de montanha que non sus es cernalhes.

Damb freqüéncia, era preséncia d'ua activitat militar regulara o zònes d'emplec restringit ei avantatjosa entara fauna sauvatja pr'amor qu'espanten as visitants ocasionaus dera montanha e pòden proporcionar ua vigilància addicionau.

Escalada.

Se realize en parets verticaus o lèu, peth que a fòrça escàs o cap efècte sus es cernalhes.

Pesca.

Non a cap efècte sus es cernalhes, exceptat que pera preséncia umana se produsisquen baishes en quauqua espècia o se fomente eth restancament de lacs entà aumentar era sua capacitat, o se bastisquen accèssi o refugis entà fomentar era pesca, çò qu'òc aurie un efècte sus poblacions entières de lacertids (veir mès enjós).

Infrastructures idroelectriques:

Quauqui uns des abitats preferits des cernalhes se trapen a tocar de lacs glaciaus. Era proximitat dera aigua as ròques e era permanéncia d'èrba fresca e forniment d'invertebrats contunh mentre d'auti peisheus s'agarrussissen, ei era rason dera residéncia d'exemplars en aguestes zònes.

Se se restanquen es lacs, aguesti abitats s'inonden, rason pera quau se pèrden entàs espècies terrèstres. Era qüestion non ei excèssivament importanta pr'amor que nau abitat (e màger perimètre) queden ath bròc dera naua restanca, tostemp qu'es cernalhes poguen emigrar de forma rasonabla dauant der auanç lent deth nivèu des aigües.

Es dus problèmes principaus damb eth bastiment de naues restanques son:

a) Qu'er aumplit dera restanca se produsisque en iuèrn o ar inici deth desgèu, quan es animaus son inactius e s'estofen enes sòns refugis d'ivernada. Er aumplit a d'èster pendent era epòca d'activitat des sauris.

b) Qu'era restanca e desrestanca d'aigua sigue fòrça mercat e es variacions de nivèu fòrça brusques, rason pera quau se cree ua zòna nuda de vegetacion (e de paishères invertebrades) e ua zòna perilhosa d'inondacion subta pendent un periòde de tempèri o pendent era net.

A d'evitar-se eth desfigurat des lacs mejançant aguestes operacions enes zònes abitades pera cernalha aranesa. En cas de hèr-se, cau preveir eth correspondent efècte e era sua correccion en correspondent informe e declaracion d'impacte ambientau.

Explotacions minaires:

Encara que dificilament rendables ena actualitat, era preséncia istorica de mines ena zòna, non hè descabelada era sua preséncia e reutilizacion. Existís un projècte d'un possible camp de trabalh de recuperacion des antiques mines de Liat.

Es mines, se son a cèu dubèrt, pòden destruïr er abitat d'aguesti sauris, atau coma eth tarcum que se forme a compdar des materiaus que gessen des mines sosterranhes. Totun fòrça deth peiroses a on abiten aguestes cernalhes non diferissen substancialament de tarcumèrs de mina, rason pera quau un depaus suenhat e estudiat poderie crear nau abitat, açò òc, a còsta deth pastenc. Ei ua possibilitat a estudiar, era creacion d'abitat entara cernalha aranesa sus era base de tarcumèrs de mina in situ poderie constituïr un interessant e nau projècte, encara que s'efectue de forma marginau e coma experiéncia.

Andús tipes de mineria (sosterranha e a cèu dubèrt) an de condar damb un estudi detalhat d'impacte ambientau tostemp que se produsisquen laguens dera zòna naut definida.

Factors que menacen as individus dirèctament.

Construccion de camins o pistes.

Es efèctes generaus d'aguestes òbres sus er abitat ja s'an comentat mès ensús. S'es òbres afècten a zònes a on existissen poblacions d'aguestes espècies, ua part des individus pòt quedar sebelida peth movement de tèrres. Probablament non a d'auer-i fòrça diferéncia en impacte produsit segontes era epòca d'actuacion des maquines, dada era rapidesa damb era quau actue era maquinària pesada en contrast damb era baisha mobilitat d'aguesti animaus.

A d'evitar-se quinsevolh actuacion d'aguest tipe laguens des airaus naut senhaladi. D'èster imperiosament de besonh, an de condar damb er apertient estudi prealable der impacte e evitar ena mesura de lo possible er afectar a poblacions d'aguestes espècies (era quau causa tanpòc ei tan dificila, pr'amor qu'es òbres tendissen a evitar ena mesura de lo possible es zònes de ròca peth màger còst des actuacions). Un viatge bastida era pista, es cernalhes pòden aucupar es zònes de talús malhocós s'aguestes an henerècles e granes ròques desprenudes que les servisquen coma refugi, com succedís per exemple ena part nauta dera pista deth Còth de Varradòs.

Refugis en lòcs clau e acampada liura.

Es refugis de montanha complissen ua foncion importanta en apropament e sensibilisacion deth public respècte ara naturalesa. Non obstant, er apropament e estabilizacion d'un gran numerò de persones en zònes sensibles pòt provocar un important impacte.

Peth moment laguens der airau espanhòu d'*I. aranica* non existissen refugis de montanha (encara qu'es zònes son accessibles en apropaments tanben motorizadi). En cas de voler-ne bastir quauqu'un enes zònes de distribucion dera cernalha aranesa, eth possible impacte sus era conservacion d'aguesta e autes espècies aupines a de tier-se en compde.

Mòrt ocasionau d'individus.

Era ignorància per part d'adults o mainatges pòt portar ara destruccion o damnatges sensibles a individus de cernalha aranesa. Es damnatges pòden èster autant mès sensibles guaire mès temps demore era gent enes zònes de cernalhes (per ex. poblacions de sauris ath cant de refugis de montanha o zònes d'acampada).

Es uniques mesures realizables son era educacion ambientau (divulgacion en periodics e mieis de comunicacion) e evitar, ena mesura de lo possible, qu'era

gent freqüente en excès o se queden enes zònes sensibles, en lòc d'èster sonque de pas.

Captura scientifica e recuelhuda illegau d'especimèns.

Era descripcion d'un nau taxon tostemp genère curiositat en un variat grop de gents que va des deth simple amant dera naturalesa que s'apròpe a fotografiar quauque individu enquiath recolector furtiu e inconscient.

Era realizacion de fotografies des exemplars non implique granes molèsties ara espècia e ei ua activitat admissibla.

Era captura damb finalitats scientifiques d'exemplars a de minimizar-se ath maxim, en tot evitar era reïteracion d'estudis. Era genetica d'aguest grop ei un bon exemple d'açò, enquia quate articles qu'includissen ad aguestes espècies publicadi o en premsa, bèth un d'eri de legalitat de captures mès que suspècta. Actuaument es estudis de biologia dera espècia, ja en cors, curbissen tot er espèctre d'aguesta, d'ua auta faiçon era morfologia, osteologia, citogenetica e diferenciacion genetica (electroforèsi e seqüenciament de DNA) son ja publicadi o en premaniment.

De cara ara conservacion dera espècia, an d'evitar-se es duplicidtats inutiles d'estudis, sustot en tot tractar-se d'espècies tan localizades e rares. Eth supausat estudi de detalhs fòrça concrèts o pòc considerables entara conservacion dera espècia a d'èster defugit e, per supausat, ena mesura de lo possible, sonque realizat *in vivo* o damb es individus ja recuelhudi entà d'auti estudis.

Resulte pòc practic preténer que se pòt exercir un contraròtle estricte dera culhida illegau, encara qu'aguesta a d'èster evitada ena mesura de lo possible (veir mès endauant).

Es espècies en qüestion non son sometudes a cap explotacion que compòrte un benefici economic. Poderie dar-se ua venta illegau d'especimèns entà colleccionaires o terrariofils, mès non s'a detectat era preséncia d'un comèrç atau en espècies similares (aumens en çò que tanh a cernalhes de montanha, que presenten granes dificultats entara sua subervivença dehòra deth sòn abitat naturau).

Situacion legau.

Emparament actuau der abitat.

Diuèrses figures d'emparament son implicades en territòri actuau aucupat per aguestes espècies:

-Parc Naturau dera Val d'Aran (En Projècte).

Se considère era possibilitat de crear un parc naturau d'Aran, qu'en çò que tòque ar airau d'*I. aranica* aurie d'aganchar era TOTALITAT der airau aranés dera espècia. Agancharie, damb seguretat, era nauta Val deth Forcall e era part nauta deth massís de Maubèrme (o sigue, poblacions fòrça significatives coma es des

solanes de Maubèrme -en part- e era zòna d'Orlà). Malastrosament, non ei clar se fin finau includirà era zòna der Estanh de Liat ne es solanes dera Sèrra de Pica Palomèra-Tuc des Crabes, eca...fòrça significatives e que, dat lo rar e localizat dera espècia, serie desirable que se protegisse. Aguesta zòna, com ja s'expausèc abantes, ei era mès apropriada e favorabla entara espècia.

-Resèrva Nacionau de Caça.

Tota era zòna de distribucion dera cernalha aranesa quede laguens dera Resèrva Nacionau de Caça de Pallars-Naut Aran, creada en 1966 e que conden 94931 a. Aguestes resèrves son concebudes entara conservacion e gestion avienta des recorsi cinegetics excepcionaus que contien. Son definides ena Lei de 4 d'abriu de 1970 que ditz que se crearàn ?...en aqueres comarques es especiaus caracteristiques d'orde fisic e biologic des quaus permeten era constitucion de nuclèus d'excepcionaus possibilitats cinegetiques, poderàn establir-se Resèrves Nacionaus de Caça que , en tot cas, auràn de constituïr-se per Lei".

-PEIN:

Eth PEIN de Sant Joan de Toràn aganche dera distribucion d'*I. aranica* er extrèm de Maubèrme cap a Crabèra.

Eth der Alt Aneu a es limits prepausadi entath futur Parc naturau d'Aran, mès dèishe dehòra Liat, Crabèra e es solanes d'Armeros-Pica Palomera, Tuc des Crabes, eca...

Peth costat francés dus espacis petitons protegissen zònes d'*I. aranica*, "Cigalere"(ua tuta com "site classé" creada en 1981 e que protegís sonque ua ectara ath torn dera boca dera tuta) e "Isard"(Resèrve Biologique Domaniale pera sua avifauna forestau, e qu'ei fòrça dubtós que contengue *I. aranica*). Era part der ombrèr francesa des de Crabère enquiath Massís dera Pica d'Estats quede includida laguens d'ua auta zòna d'emparament entàs aus ("Melles-Aoueran, Artigascou-Valier") ath temps qu'ua estreta franja qu'includirie Eth Malh de Bolard e era part francesa deth Pòrt d'Orlà, tanben damb *I. aranica* queden laguens der espaci de "Valier" (Réserve domaniale de chasse, creada en 1937 e que curbís 9037 a en totau).

Emparament legau dera espècia.

Iberolacerta aranica (jos eth nòm de *Lacerta aranica*) ei considerada com "En Perilh d'Extincion" laguens deth catalòg Nacionau d'Espècies Menaçades (Orde de 9 de junhsèga de 1998, BOE nº 172 de 20 de junhsèga de 1998), damb correccion d'errors en BOE nº 191 der 11 d'agost de 1998, a on ges recuelhuda era categoria concrèta d'aguesta espècia.

Entara naua edicion dera Lista Vermelha des Vertebrats Espanhòus: *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos, J.M.; R. Marquez, M. Lizana, eds., 2002) de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid. (pp. 215-217), era categoria prepausada ei encara mès estricta e pregue atau:

Iberolacerta aranica: [CR B1 2+abcd]. "EN PERILH CRITIC", ei a díder, s'afronte a un risc extrèmament naut d'extincion en estat silvèstre en futur immediat. Aguest periòde de risc assumim qu'ei en termini d'un sègle. Es critèris que mos hèn dar-li aguesta categoria son:

B.- Ua estenduda de preséncia estimada coma menor de:

- Ua estenduda de preséncia estimada coma menor de 100 km² o un airau d'aucupacion estimada coma menor de 10 km² (En Perilh Critic). *I. aranica* ei presenta en quate quadrilhatges de 10 x 10, çò que serien 400 km², mès laguens d'aguest airau aucupe zònes fòrça petites e contigües enter quauques ues d'eres. Eth sòn airau ei actuaument ben prospectat, e era sua estenduda de preséncia se pòt afirmar sense error qu'ei fòrça inferior a 100 km² (36 en tot includir es potenciaus) damb un airau d'aucupacion efectiva de 25 quadrilhatges 1x1.

...e estimacions de que se dan aumens dues des següentes caracteristiques:

1.- **Sevèrament fragmentat o trapat en non mès de dètz localitats** (veir mès ensús)

2.- **En declinacion (sic.!) contunha, observada, inferida o projectada, per quinsevolh des següenti elements:** Toti eri degudi a rasons climatiques -escauhament en cors- o a destruccion deth sòn petiton airau de distribucion per infrastructures toristiques).

(a) Estenduda de preséncia.

(b) airau d'aucupacion.

(c) airau, estenduda e/o qualitat d'abitat.

(d) numerò de localitats o sospoblacions.

Era ficha ena naua edicion deth libre vermelh pregue atau:

Categoria mondiau UICN: Non catalogada.

Categoria Espanha e critèris: CR B1+2abcd.

Justificacion des critèris: Airau potenciau menor de 100 km² sevèrament fragmentat, damb declivitat contunhada de poblacions en preséncia/abséncia, airau d'aucupacion, qualitat der abitat e numerò de localitats.

Caracteristiques biologiques considerables entara sua conservacion: Airau de distribucion fòrça restrenhut (26 km² ena Val d'Aran). Abitat fragmentat (malhums e peisheus malhocosi e botassi de pèira).

Factors de menaça: Alteracion der abitat per actuacions e activitats en nauta montanha (estacions d'esquí, infrastructures de montanha, per exemple bastiments e de pistes [sic!], refugis de montanha de grana capacitat, excès de trafic totterren). Escauhament climatic.

Poblacions menaçades: Dada era sua distribucion restringida era menaça ei entà tota era espècia.

Actuacions entara sua conservacion: Plan d'actuacion redigit e pendent d'aprobacion en Catalonha [sic!].

Mesures de conservacion prenudes.

Mesures legaus.

Iberolacerta aranica siguec protegida en territòri catalan per orde deth 10 d'abriu de1997 (DOGC. 2377 de 23-4-1997.).

Sensibilisacion sociau respècte ara espècia.

Eth present libre constituís eth prumèr assag seriós de sensibilisacion respècte ad aguest tèma, ara aurèra de quauque article comentat era sua descubèrta ena premsa de tipe naturalista (revista Quercus) e comentaris ena premsa jornalièra (Avui, El Periódico, La Vanguardia Actual-Andorra-), autant ras dera sua descubèrta o reconeishement, coma dera presentacion deth catalòg d'espècies menaçades de Catalonha (presentat hè ans, mès non publicat en DOGC e per autant non oficiau).

Ei de besonh empréner accions d'educacion ambientau respècte ad aguesta espècia que siguen recurrentes en temps, ei a díder, de dar ua "propaganda" periodica non sonque dirigida ath public en generau, senon especificament entath public aranés de cara a conscienciar deth tresaur naturau e exclusiu que supause, en tot crear un sentiment de preocupacion, interès e credença, damb recèrca, segontes era disponibilitat economica e er interès dera administracion competenta, d'incentius economics, etics e estetics sus era espècia. Non i a animau mès exclusivament aranés (uns auti fòrça cridaires e que s'assòcien ad aguestes zònes coma era Gavèca de Tengmalm, er os o eth cap-arròi, entà méter exemples fòrça coneishudi, son estenudi per tot eth olartic o tot eth vielh mon encara que siguen rars en fòrça zònes). En cas que s'extinguissen, tostemp poderíem recórrer ara darrèra e penosa solucion d'anar a cercar-les a un aute lòc e reïntrodusir-les -ossi d'Eslovènia enes Pirenèus, cap-arròis de diuèrses procedéncies enes Alps, eca...-; maugrat açò, se mos les deisham extinguir aguesta espècia, s'acabarie entà tostemp. Ei un hèt qu'a d'auer-se plan en compde. Non pòden reïntrodusir-se des de cap lòc. Encara que com pregue eth dit "sonque un nèci confon valor e prètz", era estima en tèrmes economics de çò que poderie supausar era sua desaparicion (o mielhor dit, eth sòn ipotetic assag de recuperacion en cas de reduccion drastica dera espècia, pr'amor que se despareish non se pòt recuperar de cap manèra) pòt dar idèa ara gent de çò que supause aguesta espècia comparada damb er immens cabau dedicat ara recuperacion d'autes espècies de futur fòrça mès incèrt.

Auràn d'avalorar-se d'auti aspèctes coma es pèrtes economiques subjectives que se derivarien pera pèrta de "imatge ambientau" dera Val en cas qu'ua espècia exclusiva s'extinguisse o vedesse menaçada.

Eth nòm dera Val d'Aran ja sòne a naturalistes e amants dera naturalesa en tota Euròpa gràcies ara cernalha aranesa, mès ei urgenta era catalogacion a nivèu europèu e portar ua linha parallèla de divulgacion.

Non ei ua espècia conflictiva des deth punt d'enguarda des interèssi umans e era opinion qu'era gent de montanha a d'eres (cau liéger era aversion cap as grani carnovòrs coma exemple d'aquerò qu'immediatament met ara defensiva as abitants des zònes des Pirenèus abitades per aguesti sauris). Per autant, pòden promòir-se coma simbèu de "qualitat de naturalesa", torisme sostenible (o verd) eca.. Era pèira angulara deth torisme aranés ei eth binòmi torisme verd/torisme blanc.

Es cernalhes son animaus familhars, pròplèus a tot eth mon mès fòrça desconeishudes. Son animaus familhars mès peculiars, e era sua biologia e besonhs pòden èster utilizades en collègis e instituts aranesi, damb materiau de supòrt editat "ex-profeso", coma subjècte d'estudi e aprigondiment en biologia. Era existéncia d'ua espècia exclusiva, familhara e facilament simpatica entàs mainatges, poderie servir coma imatge d'aguest torisme verd d'Aran.

Ei fòrça desirable e urgenta era DESIGNACION DE RESÈRVES laguens d'un plan complèt d'emparament dera espècia.

Era designacion de diuèrses resèrves parciaus enes airaus a on s'establisquen bones poblacions d'aguesta espècia serie era mielhora manèra d'empedir accions de deterioracion der abitat, atau coma de promòir era vigilància en aguestes zònes, çò que redondarie en benefici de totes es comunautats aupines des zònes en qüestion, autant d'animaus coma de vegetaus.

Es mesures de conservacion ex-situ non son de besonh e en generau son pòc efectives, fòrça complèxes e plan cares, encara qu'en ocasions s'eth numerò d'individus ei fòrça baish ei era unica encara possibla. Maugrat açò, era creatura en captivitat a capitada damb reptils grani e de condadi individus, coma eth *"lagarto gigante del Hierro",* encara qu'er èxit posterior des metudes en libertat ei mès discutible.

En cas dera cernalha aranesa, per sòrt, era situacion (peth moment) non ei critica e se se consèrve eth sòn abitat integralament, era situacion ei bendisenta e non precise entrar en accions trerriblement cares e intrusives entara vida des animaus.

Un seguiment annau des zònes claus (es resèrves a designar, per exemple) ei conselhable entà detectar possibles menaces o problèmes enes poblacions.

Apendix 1:

Ficha tecnica dera Cernalha aranesa: *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993)

Morfologia

Biometria (mesures corporaus). Es caractèrs damb dimorfisme sexuau s'indiquen damb un asterisc (*):

Talha (*): Es femelhes d'*I. aranica* an usualament màger talha qu'es mascles (mascles: mieja = 53.84 mm; femelhes: mieja = 56.62 mm). Es diferéncies enter andús sèxes son fòrça significatives. Eth mascle màger trapat presentaue ua longitud de 61.8 mm des der extrèm deth morro enquiath toat (anus) e era femelha màger 66.88 mm. Es membres anteriors (*) mesuren de 28.31 a 38.41 % (33.13 %) dera longitud deth còs (LCC) enes mascles, e de 22.36 % a 38.28 % (30.95 %) enes femelhes. Eth membre posterior (*) mesure des d'un 39.32 % a un 53.47 % (45.50 %) dera LCC enes mascles, e d'un 36.91 % a un 52.41 % (42.31 %) enes femelhes. Era longitud dera part nauta deth crani (cap) represente de 1.82 a 2.83 (1.96) viatges era sua largor. Era placa masseterica (*) mesure d'un 34.84 a un 57.5 % (46.03 %) dera longitud dera escata parietau, e d'un 21.48 % a 55 % (42.1 %) enes femelhes. Era placa timpanica mesure de 0 a un 61.53 % (44.96 %) dera longitud dera escata parietau. Era placa anala (*) mesure d'un 40.42 a un 84.71% (60.11 %) en longitud respècte ara sua largor enes mascles, e d'un 45.71 a un 85.86 % (68.98 %) enes femelhes.

Folidòsi (escates):

De 0 a 9 (3.63) granuls supraciliars en costat dret e de 0 a 9 (3.54) en esquèr; de 18 a 25 (20.98) escates gulares (*) enes mascles e de 18 a 27 (21.53) enes femelhes; 7 a 14 (10.69) escates en colar; 35 a 48 (39.27) escates dorsaus; 22 a 27 (24.82) escates ventrales (*) enes mascles e 25 a 30 (27.53) enes femelhes; 10 a 15 (12.45) pòres femorals en costat dreit e 10 a 16 (12.67) en esquèr; 19 a 30 (26.23) huelhetons jos eth dit mès long deth pè e de 6 a 11 (7.76) escates circonanaus.

Es escates deth ròstre e enternasala son tostemp en ampli contacte (100 % des exemplars estudiadi); Era escata pòstoculara e era parietau se trapen usualament en contacte (en 70.6 % des especimèns estudiadi en andús costats, e en un

9 % sonque en un costat), atau coma era supranasala e loreala (91.9 % des especimèns en andús costats, e en un 6.2 sonque en un lòc). Usualament sonque existís ua escata enter era masseterica e era timpanica (andues ben visibles), en tot formar es tres ua disposicion temporau fòrça caracteristica similara ara que presente era espècia *Darevskia mixta* deth Càucas (s'ua disposicion temporau similara apareish en quauques *I. bonnali*, era escata intermediària ei usualament fòrça mès petita qu'era masseterica e era timpanica). Alteracions enes escates dera tèsta (plaques fusionades, partides o desformes) son fòrça freqüentes.

Coloracion:

Coloracion dorsau de tonalitat enter ròia e grisa, mès o mens clara o escura segontes eth color deth substrat qu'abiten, ocasionalament damb un reflèxe olivacèu clar, especiaument enes individus qu'an mudat recentament. Quauqui mascles presenten era rea de color verd malaquita (ua tonalitat enter verda e blua) sus eth grisaceo de hons (apròp d'un 12%). A lo long dera rea, dues bandes paravertebrales escures (80% des mascles e 60% des femelhes).

Pitrau e vrente sense pigment de color, abituaument en diuèrses tonalitats de blanc, ocasionalament damb un reflèxe verdós o blavenc qu'apareish associat as tonalitats malaquita ena rea e que non ei pigment senon un reflèxe (color fisic).

Era region ventrau ei freqüentment tacada de nere enes entorns anteriors des escates, especiaument enes mascles (90% des mascles e eth 30% des femelhes). Pòden existir punts blus enes escates ventrales mès extèrnes de quauqui mascles (sonque excepcionalment e fòrça pògui en quauqua femelha), mès son fòrça rars (10%) e semblen èster localizadi en zònes fòrça concrètes.

Albinisme: Se coneishen exemplars (tres) damb zònes despigmentades en còs. Usualament son petites taques blanques jaunasses, exceptat en un exemplar en quau ua banda despigmentada li corrie ath long dera coa regenerada.

Melanisme: Recentament s'an trapat animaus fòrça escuri (encara que non complètament neri), d'un gris lòsa fòrça escur, autant pera rea coma en vrente.

Exemplars "concolor": A viatges s'obsèrven exemplars anormalament clari en quauque punt concrèt. Aguesti animaus presenten eth dessenh escur despareishut, mès en dus grads, uns complètament despareishut e uns auti sonque parciaument (omocigòts e eterocigòts respectivament-?-).

Tanben coneishem un exemplar damb ua fòrta assimetria en desvolopament d'andús costats deth còs, çò que constituís ua variacion extrèmament rara. Pòt èster que se tracte d'un individu ginandromòrf (damb era meitat deth còs masculin e era auta meitat femenin, çò que s'arrevire en distint numerò d'escates ventrales ad andús costats).

Variacion geografica ena coloracion: Era màger variacion se da ena coloracion dorsau, que semble seleccionar-se segontes proporcione mielhor o pejor camoflatge as animaus en substrat malhocós en quau viuen. En ròques calcàries es cernalhes son freqüentment fòrça clares (per exemple ena zòna de Liat e quauques ues dera

Sèrra d'Armeros), mentre que sus lòses e esquisti son fòrça escures, en tot higer-se ath delà eth factor deth polverèl nere procedent d'aguestes darrères qu'impregne prigondament (coloracion cosmetica) as animaus. Sus quarsites (com en Forcall) son tanben fòrça clares.

Variacions dera coloracion damb era edat: Creatures acabades de nèisher (prumèr an de calendari): rea grisa o enter ròia e grisa coma enes adults, usualament uniforme (rarament damb es dues linhes paravertebrales un shinhau indicades), e damb es dues bandes dorsaus ben visibles. Vrente blanc, damb un eminent tacat nere ena vòra anteriora des escates ventrales, fòrça desvolopat en relacion damb es adults. Coa usualament grisa, coma era rea (Sª d'Armeros, Còth de Varradòs) o blu (Orlà), a viatges simplament blanquecina (disparièr dera rea, mès sense desvolopar eth pigment de color).

Exemplars joeni e subadults (enquiath sòn tresau an de calendari includit) son fòrça similars ath patron de coloracion descrit entàs pichons acabades de nèisher, mès sense cap color viu present ena coa, procedisquen d'a on procedisquen (eth color, d'estar present, se pèrd pendent eth dusau an de calendari). Eth patron escur des parts ventrales apareish progressivament mens estenut (cada viatge menor respècte ara part blanca dera escata). Dessenh dorsau: es linhes paravertebrales de punts e es dorsolaterales [=supratemporales] (se son presentes, sonque ena part mès anteriora dera rea) apareishen progressivament enes subadults (enquiath sòn tresau an de calendari).

Adults (coloracion des deth quatau an de calendari) fòrça similar ath patron basic des juvenils, damb un dessenh ventrau escur comparativament mens estenut en cada escata qu'en aguesti.

Osteologia: Crani damb es procèssi anterodistau deth pòstfrontau e anteromediau deth pòstorbitau presenti e ben desvolopadi, çò que la distinguís des dues autes espècies pirenenques. Er uas pòstorbitau ei un shinhau mès long o subigual qu'eth pòstfrontau. Era sutura enter eth pòstorbitau e er escatós aucupe apròp dera meitat dera sua longitud. Premaxila damb sèt dents e un procès nasal linge, de vòres subparallèles (en quauque exemplar apareish un shinhau enshamplat cap ath sòn apex, que pren un aspècte sublanceolat, tanben damb dus o tres prolongacions ena sua apex). De 14 a 17 dents maxilares (mieja 15.41) e de 16 a 20 (mieja 18.58) dents en dentari. Dents bicuspides dominantes sus es monocuspides.

Es mascles usualament an 26 vertèbres presacrales, e es femelhes 27. Era tresau vertèbra a freqüentment associada ua vertèbra ossosa cuerta. Formula *esternal-xifiesternal* (3+2). Fontanèla *esternal* ovala o arredondida. Clavicules dubèrtes (marginalizades) e interclavicula crotziforme tipica (rason enter es branques anteriora e posteriora de 0.20 a 0.35, mieja 0.26). Usualament sies vertèbres dorsaus posteriores cuertes (un mascle joen d'Orlà en presentaue cinc). Era prumèra vertèbra preautotomica cabau damb procèssi perpendiculars sonque ena sua part anteriora (tipe-A)/A).

Cariotipe: Ath contrari qu'es autes dues espècies pirenenques, autant es mascles coma es femelhes d'*I. aranica* mòstren eth madeish numerò de cromosòmes:

metafases damb 10 cromosòmes bibraquiaus e 16 monobraquiaus, similars as d'*I. aurelioi* ena sua morfologia; e meiocits damb 13 parelhs d'omològs.

Contrariament as autes dues espècies pirenenques d'*Iberolacerta (Pyrenesaura)*, es cromosòmes sexuaus non son discernibles per tecniques convencionaus de tincion. *I. aranica* a de possedir un sistèma ZW de cromosòmes sexuaus, omomorfics e omocromatics, donques que s'assumís que toti es lacertids presenten eterogametia sexuau femenina independentament que sigue discernible o non citologicament.

Eth NOR ei present en posicion telomerica en braç long deth tresau parelh de cromosòmes (tipe-L) com enes autes *Iberolacerta (Pyrenesaura)*.

Eth bandeg C revèle intenses bandes centromeriques enes cromosòmes monobraquiauss e febles bandes centroméricas e pericentromeriques enes bibraquiaus. Es bandes centroméricas son complètament digerides peth dessús Alu E, mentre qu'es pericentromeriques des tres prumèrs bibraquiaus, era subtelomerica associada ath NOR e era intensa pericentromérica deth setau parelh (monobraquiau) son resistentes ad aguesta tincion. Sonque aguesta darrèra banda ei positiua ara tincion damb DAPI.

Es dues poblacions estudiades (Armeros e Orlà) presenten iguals caracteristiques enes sòns cariotipes.

Dades aloencimatics (electroforèsi): Aguesta espècia diferís d'*I. aurelioi* en tres alèlos (AK, MDH-1 e VEIRE-1), e d'*I. bonnali* en quate alèlos (AK, MDH-1, VEIRE-1 e PGM-2).

Emipenis (morfologia genitala): Er aspècte generau des emipenis ei fòrça parièr as des autes espècies d'*Iberolacerta*. Contrariament a *I. aurelioi* qu'a a igualtat de dimension der animau, emipenis sensiblament mès petiti (e per autant base dera coa mens ampla enes mascles), *I. aranica* compartís damb *I. bonnali* es emipenis de "talha normau", mès se distinguís d'aguesta darrèra pr'amor qu'*I. aranica* manque des pòts engrossidi deth horat espermatic caracteristics d'*I. bonnali*.

Era microornamentacion amassada en aguesta espècia ei de tipe digitiforme (en forma d'espia), encara que s'an observat quauqui tuberculs d'aguesta ornamentacion clarament coroniformes en un des exemplars estudiadi. Totes aguestes dades se referissen a mascles estudiadi abantes dera epòca de ponduda de ueus per part des femelhes.

Distribucion: Endemisme pirenenc-centrau. Abite exclusivament eth massís de Maubèrme e es sòns contrafòrts, enter era Val d'Aran e Ariège.

Tipe dera espècia: Mascle. nº OA92081007. Còth de Varradòs, Vielha, Val d'Aran, Província de Lhèida, Espanha. Capturat eth 10-8-1992. 2300 m snm. In coll. Arribas.

Sinonimies:

- 1993 *Lacerta bonnali aranica* Arribas, 1993, Herpetozoa (Wien) 6 (3/4): 135.
- 1997 *Lacerta aranica*, Arribas, Distribución y biogeografía de los anfíbios y reptiles en España y Portugal, Granada. Pub. Universidad de Granada (Granada): 213.

- 1997 *Archaeolacerta aranica*, Arribas, Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos. Pub. Universidad Autónoma de Barcelona (Bellaterra): 3.
- 1997 *Iberolacerta aranica*, Arribas, Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos. Pub. Universidad Autónoma de Barcelona (Bellaterra) : 297.

REFERÉNCIES SUGGERIDES

1.- Tèxte generau

- Arribas, O. (1997): Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos. Ph. Dr. Thesis. Universidad Autónoma de Barcelona. (Bellaterra); 353 pp. (8 pp e microficha. Pub. U.A.B.).

[tèsi doctorau der autor, en marc dera quau s'explorèren es Pirenèus e se descurbiren es dues naues espècies de lacertids. Se pòt obtier deth servici de publicacions dera Universitat Autònoma de Barcelona- se tracte d'un petit resum imprimit e eth totau dera tèsi en ua microficha. Se se manque de lector de microfiches se pòt emplegar quinsevolh lópia binoculara damb illuminacion per dejós].

2.-Es mielhors tèxtes sus eres

- Arribas, O. (1999). Taxonomic revision of the Iberian "Archaeolacertae" II: Diagnosis, morphology and geographic variation of *'Lacerta' aurelioi* Arribas, 1994. *Herpetozoa* **11**: 155-180.
- Arribas, O. (2000). Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' III: Diagnosis, morphology, and geographic variation of *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). *Herpetozoa* **13**: 99-131.
- Arribas, O. (2001). Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' IV. Diagnosis, morphology and geographic variation of *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993). *Herpetozoa* **14**: 31-54.

[aguesta sèria de tres articles resumís TOT lo coneishut sus aguestes espècies -morfologia, osteologia, distribucion, cariotipes, genetica-. Pòden considerar-se es tèxtes mès actualizadi dera tèsi der autor -veir mès ensús-]

3.- Descripcions originales des espècies pirenenques

- Lantz, L.A. (1927). Quelques observations nouvelles sur l'herpetologie des Pyrénées centrales. *Rev. hist. Nat. Appl.* 8: 54-61.

[descripcion originau dera cernalha pirenenca]

- Arribas, O. (1993). Intraspecific variability of *Lacerta (Archaeolacerta) bonnali* Lantz, 1927 (Squamata : Sauria : Lacertidae). *Herpetozoa* **6**: 129-140.

[descripcion originau dera cernalha aranesa]

- Arribas, O. (1994): Una nueva especie de lagartija de los Pirineos Orientales: *Lacerta (Archaeolacerta) aurelioi* sp. nov. *(Reptilia: Lacertidae)*. *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino* 12 (1): 327-351.

[descripcion originau dera cernalha palharesa]

4.-Tèxtes sus es espècies o aspèctes d'eres

- Arribas, O. (1997). *Lacerta aranica* Arribas, 1993. In: *Distribución y Biogeografía de los Anfibios y Reptiles de España y Portugal*: 213-215. Pleguezuelos, T. J. (Ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada.
- Arribas, O. (1997). *Lacerta aurelioi* Arribas, 1994. In: *Distribución y Biogeografía de los Anfibios y Reptiles de España y Portugal*: 216-218. Pleguezuelos, T. J. (Ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada.
- Arribas, O. & Martinez-Rica, J. P. (1997). *Lacerta bonnali*. In: *Distribución y Biogeografía de los Anfibios y Reptiles de España y Portugal*: 219-221. Pleguezuelos, T. J. (Ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada

[es tres tèxtes anteriors son resums de lo coneishut, sustot sus er abitat, distribucion e conservacion d'aqueres espècies a data deth 1997]

- Arribas,O. (2002). *Lacerta aranica.* In *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*: 215-217. Pleguezuelos, J. M., Marquez, R. & Lizana, M. (Eds.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
- Arribas,O.J. (2002). *Lacerta aurelioi.* In *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*: 218-219. Pleguezuelos, J. M., Marquez, R. & Lizana, M. (Eds.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
- Arribas, O. J. (2002). *Lacerta bonnali.* In *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*: 223-224. Pleguezuelos, J. M., Marquez, R. & Lizana, M. (Eds.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

[com es tres prumèrs, que datauen deth 1997, mès actualizadi ath 2002]

- Arribas, O. (1998): Osteology of the Pyrenaean Mountain Lizards and comparison with other species of the collective genus *Archaeolacerta* Mertens, 1921 s.l. from Europe and Asia Minor (Squamata: Lacertidae). *Herpetozoa* **11**: 47-70.

[Estudi sus era osteologia des cernalhes de montanha d'Euròpa e Propdan Orient. Çò referent as pirenenques ei resumit enes articles o òbres des apartats 1 e 2]

- Arribas, O. J. (1998): Caracterización de los factores fisiográficos, geológicos y climáticos del área de distribución de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Iberolacerta* Arribas 1997; subgen. *Pyrenesaura* Arribas 1999) y otros lacértidos del Piso Alpino de los Pirineos. *Lucas Mallada* 10: 67-85.
- Arribas, O. (1999). Biogeografía del Piso Alpino y su congruencia con la distribución y diferenciación geográfica de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Archaeolacerta*, s.l.). *Lucas Mallada* **9**: 9-33.

[Eth prumèr d'aguesti articles includís en analisi d'afinitat enter es pisi aupins des diuèrsi massissi pirenencs e prepirenencs basadi ena sua carabofauna e compare era diferenciacion morfologica enes cernalhes damb es distàncies enter massissi e era sua supausada istòria basada ena afinitat enter es sòns pisi aupins; e eth dusau ei un estudi multivariant sus es relacions enter es caracteristiques der abitat des zònes pirenenques abitades per cadua des espècies de cernalhes de nauta montanha]

- Pape, T. & Arribas, O. (1999). *Sarcophaga protuberans* Pandelle –An Old World predator of lizard eggs (Diptera: Sarcophagidae; Reptilia: Lacertidae). *Studia dipterologica* **6**: 73-87.

[estudi sus era depredacion per diptèrs des pondudes de cernalhes pirenenques]

- Arribas, O. (1993 a). Estatus específico para *Lacerta (Archaeolacerta) monticola bonnali* Lantz, 1927 (Reptilia, Lacertidae). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)* 90 (1-4): 101-112.
- Perez-Mellado, V, Barbadillo, L. J., Barahona, F., Brown, R. P., Corti, C., Guerrero, F. & Lanza, B. (1993). A systematic survey of the Iberian Rock Lizard, *Lacerta (Archaeolacerta) monticola*. In *Lacertids of the Mediterranean Region*: 85-105. Valakos, E., Böhme, W., Perez-Mellado, V. & Maragou, P. (Eds.).

[estudis confirmant er estatus com espècie d'*I. bonnali*, abantes *"Lacerta monticola bonnali"*]

- Martinez-Rica, J.P. (1976). Nueva lagartija montana en España. *Mis. Zool.* 3 (5): 177-179.
- Martinez-Rica, J. P. (1977). Observaciones ecológicas de *Lacerta monticola bonnali* Lantz en el Pirineo español. *Publ. Centr. Biol. Exp. Jaca* 8: 103 - 122.
- Martinez-Rica, J. P. (1983). Atlas herpetológico del Pirineo. *Munibe* 35 (1/2): 51-80.

[Des prumèrs estudis sus era cernalha pirenenca: en prumèr se la cite per prumèr viatge en Espanha, en dusau se dan dades sus era sua ecologia en Monte Perdido e eth tresau resumís lo pòc coneishut dera sua distribucion prealable ar impuls dera darrèra decada]

- Pottier, G. (2001): Nouvelle donnée sur la limite occidentale de répartition du du Lézard des Pyrénées *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) (*Sauria Lacertidae*). *Bull. Soc. Herp. Fr.* 98: 5-9.

[Amplie uns pògui km ath W era distribucion coneishuda dera cernalha pirenenca, en tot citar-la deth Massís d'Ossau].

- Pottier, G. (2003): Liste commenté des reptiles et amphibiens des Pyrénées occidentales. *Le Casseur d'Os* 3 (2): 88-115.

[apòrte quauques dades interessantes sus era distribucion e reng altitudinal de *I. bonnali* enes Pirenèus Occidentaus francesi]

- Pottier, G. (S/F): Guide de reptiles & amphibiens de Midi-Pyrénées. Nature Midi-Pyrenees. 138 pp.

[polit libre de divulgacion belament illustrat sus era erpetofauna deth S de França. Gessen fòtos e un petit tèxte des tres espècies pirenenques]

Sus era filogenia des cernalhes de montanha

- Arribas, O. (1999*b*). Phylogeny and relationships of the mountain lizards of Europe and Near East (*Archaeolacerta* Mertens, 1921, Sensu Lato) and their relationships among the Eurasian Lacertid Radiation. *Russ. J. Herpetol.* **6**: 1-22.

[Estudi filogenetic des relacions enter es lacertids eurasiatics, damb descripcion deth sosgenre *Pyrenesaura* entàs espècies pirenenques d'*Iberolacerta.* Tanplan ei convenent guardar es estudis genetics que seguissen]

Genetica

- Odierna, G., Aprea, G., Arribas, O., Capriglione, T., Olmo, E. (1996). The karyology of Iberian Rock Lizards. *Herpetologica* **52**: 542-550.

[estudi cromosomic des *Iberolacerta*]

- Mayer, W. & Arribas, O. (1996): Allozyme differentiation and relationship among the Iberian-Pyrenean Mountain Lizards (*Squamata: Sauria: Lacertidae*). Herpetozoa 9 (1/2): 57-61.

[Estudio genético des Iberolacerta usando electroforèsi de proteina

- Mayer, W. & Arribas, O. (2003). Phylogenetic relationships of the European lacertid genera *Archaeolacerta* and *Iberolacerta* and their relationships to some other 'Archaeolacertae' (sensu lato) from Near East, derived from mitochondrial DNA sequences. *J. Zool. Syst. Evol. Research* **41**: 157-161.

[prumèr estudi genetic des *Iberolacerta*, mejançant seqüenciacion de DNA -gèns 12 e 16 s rRNA]

- Crochet ,P.A.; Chaline, O.; Surget-Gropa, Y.;Debain,C.; Cheylan, M. (2004): Speciation in mountains: phylogeography and phylogeny of the rock lizards genus *Iberolacerta* (Reptilia: Lacertidae). *Molecular Phylogenetic and Evolution*, 30: 860-866.

[Dusau estudi genetic mejançant seqüenciacion de DNA -CR region e cyt b- que includís es espècies pirenenques]

- Carranza, S., Arnold, E.N. & Amat, F. (2004) DNA phylogeny of *Lacerta* (*Iberolacerta*) and other lacertine lizards (Reptilia: Lacertidae): did competition cause long-term mountain restriction? *Systematics and Biodiversity*, 2, 57-77.

[Tresau estudi genetic. Com er anterior, mès mès complèt, damb naui gèns -C-mos tanplan de Cyt B e12s- e mès mòstres]

- Fulgione, D; Arribas, O. ; Milone, M. ; Odierna, G.(en prep): DNA-Microsatellite analysis in the Pyrenean High Mountain Lizards (*Iberolacerta* Arribas, 1997) by means of DNA-Microsatellite analysis.

[Estudi genetic des cernalhes pirenenques mejançant microsatelits deth DNA]

Biologia reproductora

- Arribas, O.J. & Galan, P. (2005): Reproductive characteristics of the Pyrenean High-Mountain Lizards: *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993)*, Ib. aurelioi* (Arribas, 1994) *and Ib. bonnali* (Lantz, 1927). *Animal Biology* 55 (2): 163-190.

[Estudi descriptiu e comparat fòrça complèt dera reproduccion des tres espècies pirenenques d'*Iberolacerta*]

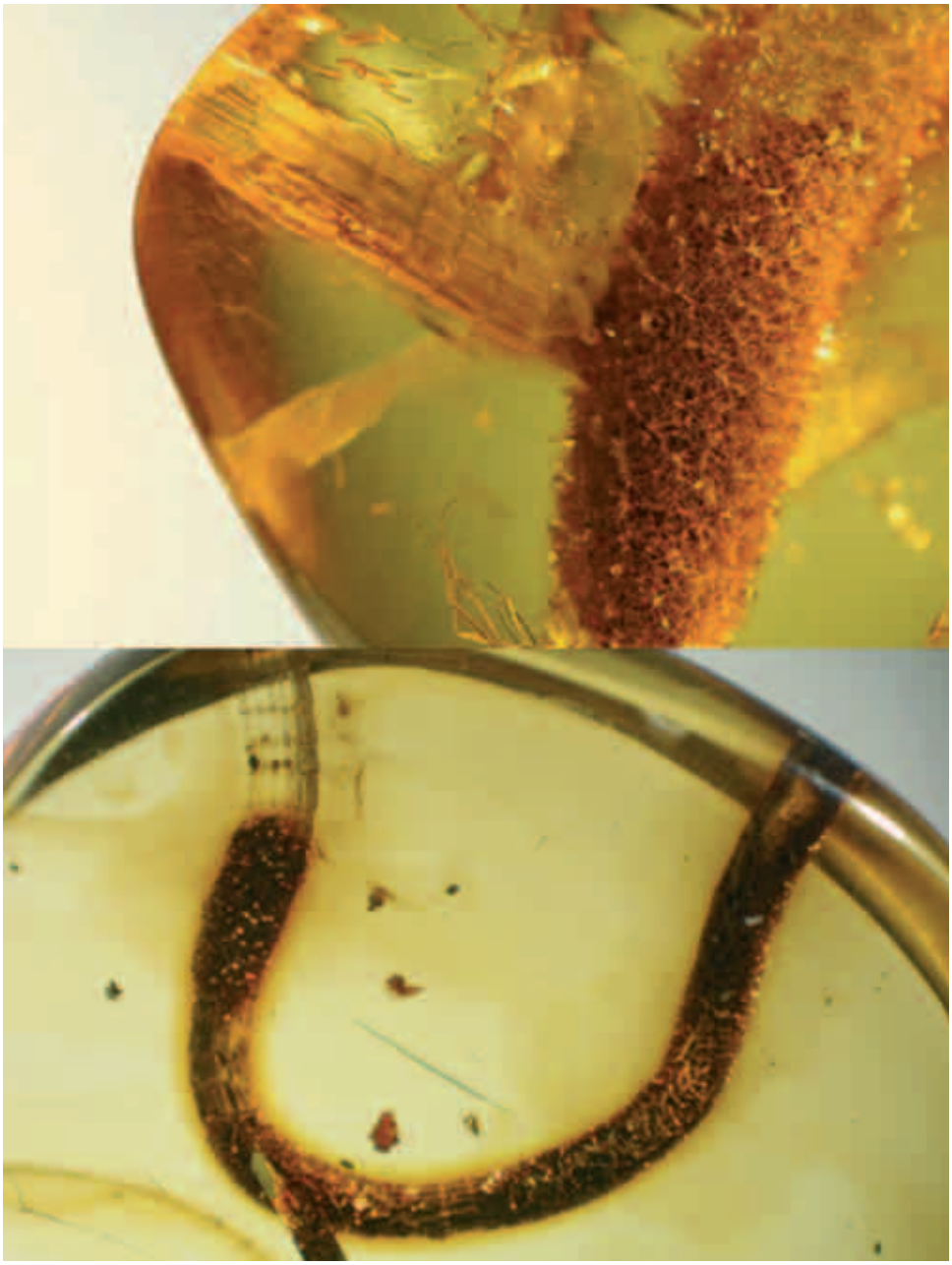


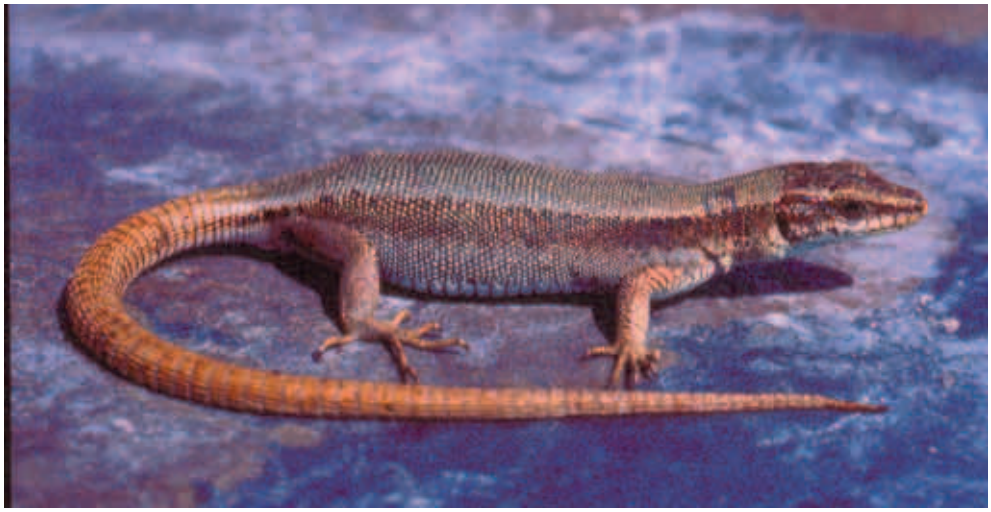
Foto 0: Fragmentos de cola atribuibles a *Succinilacerta succinea* (Boulenger, 1917) del Eoceno medio de Lituania (con unos 40 millones de años de antigüedad), uno de los lacértidos más primitivos conocidos, incluidos y excepcionalmente conservados en el ambar báltico.

Fòto 1- Mascle de cernalha aranesa (*Iberolacerta aranica*) damb coloracion dorsau de tons clarament verdosi. Sèrra d'Armeros (junhsèga de 1989). Com en toti es exemplars de cernalha aranesa, cau notar era peculiara disposicion des escates dera zòna temporau (costats dera tèsta).

Fòto 2- Femelha adulta de cernalha aranesa (*Iberolacerta aranica*). S'aprècien es linhes paravertebrales de punts que delimiten ua zòna dorsau mès escura en centre dera rea (tracte dorsau). Estanh Nere de Güèrri (Es Estanhons).

Fòto 3- Mascle de cernalha aranesa (*Iberolacerta aranica*) en norma ventrau. Cau observar eth vrente de color blanc (jamès colorit!), es punts neri des escates ventrales e era escata anala fòrça petita (comparar damb I. *bonnali* -fòto 6- e I. *aurelioi* -fòto 9-). S'aprècie quauqu'un des rars punts blus enes ventrales mès extèrnes e er engrossament dera base dera coa per rason dera preséncia des emipenis en sòn interior. Sèrra d'Armeros.

Fòto 4- Mascle de cernalha pirenenca (*Iberolacerta bonnali*) deth Lac Bleu de Bigorre (Hautes Pyrénées, França). Cau notar era disposicion d'escates dera zòna temporau ena quau existís mès d'ua escata enter era placa masseterica e era timpanica.



Fòto 5- Femelha gravida (damb ueus) de cernalha pirenenca (*Iberolacerta bonnali*). Lac Bleu de Bigorre (Hautes Pyrénées, França). Idem que fòto 4.

Fòto 6- Mascle de cernalha pirenenca (*Iberolacerta bonnali*) en norma ventrau. Lac Bleu de Bigorre (Hautes Pyrénées, França). Cau notar era menor puntuacion ventrau (lèu inexistenta) e era màger dimension dera placa anala en comparacion dera cernalha aranesa.

Fòto 7- Mascle de cernalha palharesa (*Iberolacerta aurelioi*). Estanh de Creussans (Andorra). Cau notar es nombroses e petites escates der airau temporau, era màger pigmentacion, eth color ventrau auriòu en tot apuntar pera part inferiora des costats e eth ton generau ròi (marron) en lòc deth mès grisenc des cernalhes aranesa e pirenenca.

Fòto 8- Femelha gravida de cernalha palharesa *(Iberolacerta aurelioi*). Pica d'Estats (Lleida, Espanha). S'aprècie era zòna temporau e es escates mès petites e nombroses qu'ena cernalha aranesa.

Fòto 9- Mascle de cernalha palharesa (*Iberolacerta aurelioi*) en norma ventrau. Ordino-Arcalís (Andorra). Era coloracion auriòla brilhanta, presenta en mascles e femelhes hè ad aguesta espècia inconfondible. Era escata anala ei petita (com ena cernalha aranesa) e eth dessenh escur deth vrente forme ua escampada transversau que s'esperlongue en forma d'anèths escuri ena coa.

Fòto 10- Es zònes abitades pera cernalha aranesa resulten inaccessibles peth perilh de lauegi tanben enquiar inici der ostiu. Era val de Varradòs ei particularament perilhosa per delavaci e lauegi, en tot demorar es pistes forestales barrades o talhades per delavaci enquiara fin dera primauera.

Fòto 11- Ar inici der ostiu, era nhèu retrocedís rapidament, en tot desparéisher prumèr des zònes planhères e malhocudes en tot dar pas a ua pleiada de petites flors. Varradòs.

Fòto 12- Banc de pèires aupines ena nauta val deth Forcall. Abitat dera cernalha aranesa sus blòcs de ròca grani (blestes cambroordovicics).

Fòto 13- Part nauta dera val deth Forcall (Agost 1999). Abitat dera cernalha aranesa.

Fòto 14- Era nhèu pòt quèir en quinsevolh moment der an per sus des 2000 m. ena fòto s'aprècie er efècte d'ua nheuada queiguda a principis de junhsèga deth 2001. Aguestes nheuades hèn qu'es cernalhes agen d'interrómper era sua activitat tanben pendent eth sòn cuert cicle annau.

Fòto 15- Coma ena fòto 14, era nhèu què tanben a principis d'ostiu damb espessor enes zònes abitades pera cernalha aranesa. Es animaus, que ja an començat era reproduccion, cessen ena sua activitat enquia que retornen es condicions favorables. S'eth heired s'esperlongue, es animaus apareishen fòrça magres e tanben quauqui uns morissen de hame o pendent era ponduda. Sus Vilamós (junh de 1998).

Fòto 16- Ròques calcàries ena Sèrra d'Armeros. Abitat dera cernalha aranesa.

Fòto 17- Era fotografia infraroja permet distinguir damb facilitat es zònes de ròca (escures) des d'èrba. Aguesta darrèra apareish autant mès vermelha guaire mès activa fotosinteticament se trape, e practicament blanca quan ei mòrta o ja agarrussida. Era fòto recuelh un des tres airaus d'estudi dera cernalha aranesa, aguesta sus lòses neres siluriques.

Fòto 18- Coma era fòto 17. Detalh dera part esquèrra dera parcèlla d'estudi, a on s'aprècie damb facilitat çò que son vegetaus e ròca, que de ua auta forma apareishen de colors òcres e escuri dificils de distinguir ena fotografia normau (en espèctre visible).

Fòto 19- Es gravèles de pèira menuda sonque son lòcs de pas, especiaument des juvenils en dispersion. Non obstant, s'existissen quauques pèires granes, aguesti mejans tan esterils tanben son aucupadi pera cernalha aranesa. Varradòs (junh de 1993).

Fòto 20- Vista des deth Tuc de Maubèrme cap ath SE. Ara vista, eth Lac de Montoliu. Cap ara fin deth maitin se hèn evidentes es bromes de desvolopament orogenic e es bromes de hons de val qu'ascenen e qu'alèugen es ores mès caloroses deth dia, en tot acabar freqüentament entà dar precipitacion pendent era tarde (junhsèga de 1999).

Fòto 21- Ua mar de bromes desbòrde damb temps anticiclonic er èish Armeros- Pica Palomera-Sascorjada, deishant, maugrat eth “bon temps” generau, endrabada en heireda bromèra er airau dera cernalha aranesa (agost de 1995).

Fòto 22- Femelha prens de cernalha aranesa. Sèrra d’Armeros. Junhsèga de 1994. Ath delà des caracteristiques plaques temporaus, cau observar es escates fòrça granes e baishes en numerò caracteristiques d’aguesta espècia.

Fòto 23- Femelha prens de cernalha aranesa. Coma fòto 22. Varradòs (junh de 1997).

Fòto 24- Femelha prens de cernalha aranesa. Coma fòtos 22 e 23. Cau notar era reduccion de quate a tres escates supralabiales per dauant deth nivèu der uelh (e dera escata sosoculara). Varradòs (junhsèga de 1996).

Fòto 25- Femelha prens de cernalha aranesa. Cau comparar era coloracion fòrça mès clara e contrastada des animaus que viuen sus esquisti cambrorvicics de colors clari, respècte as individus de Varradòs, Armeros, eca. que viuen sus lòses siluriques neres o de tons escuri (Pòrt d'Orlà, junhsèga de 1999).

Fòto 26- Id. qu'es anteriores. Se pòden apreciar tanben es embalums que hèn es ueus en interior dera femelha (Pòrt d'Orlà, junhsèga de 1995).

Fòto 27- Femelha premanida entà póner. Se non profite ua anfractuositat naturau, cave un horat e lo agrandís, en tot demorar entortilhada enquia qu'arribe eth moment. (Ponduda en laboratòri d'un exemplar de Varradòs, junhsèga deth 2003).

Fòto 28- Ponduda deth dusau ueu. Era femelha separe e auce es pautes deth darrèr ath temps que se contracte. Er ueu ei expulsat totaument en ath torn de quate segons.

Fòto 29- Expulsion deth tresau ueu. Parièr qu'ena fòto anteriora. Era femelha manten amassa es ueus damb es sues pautes deth darrèr, qu'ath cap d'ues ores apereisheràn enganchadi uns as auti.

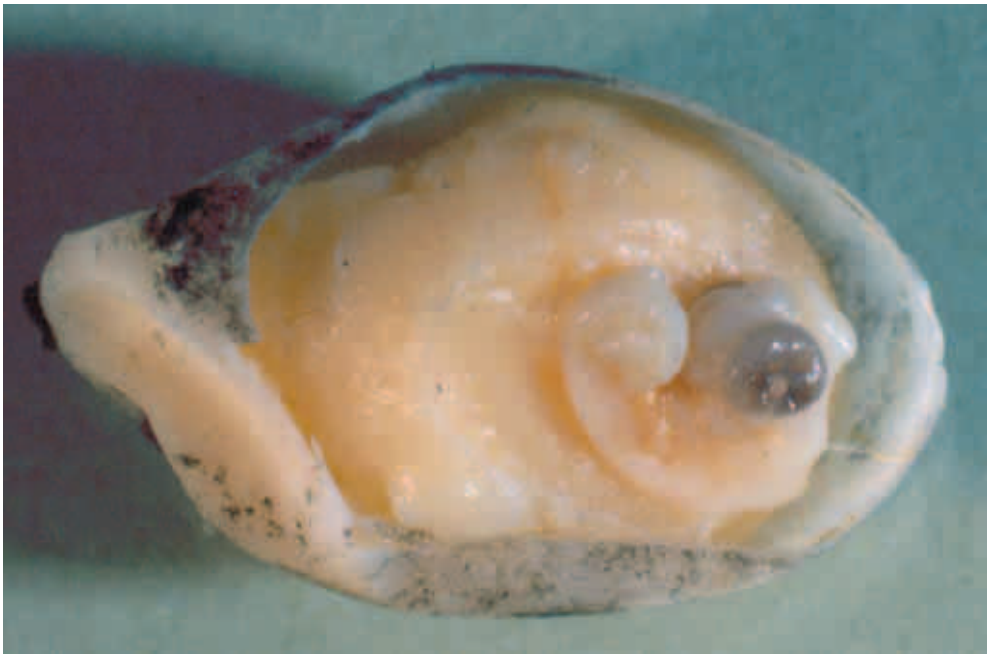
Fòto 30- Fin dera expulsion deth tresau ueu (sonque uns segons dempús dera fòto anteriora). Era femelha s'estire entà dauant e auce era base dera coa entà deishar lòc ath tresau ueu enter es anteriors.

Fòto 31- Expulsion deth cuatau e darrèr ueu, que quede enter es anteriors. Cau observar era posicion dera coa e sustot era des pautes posteriores.

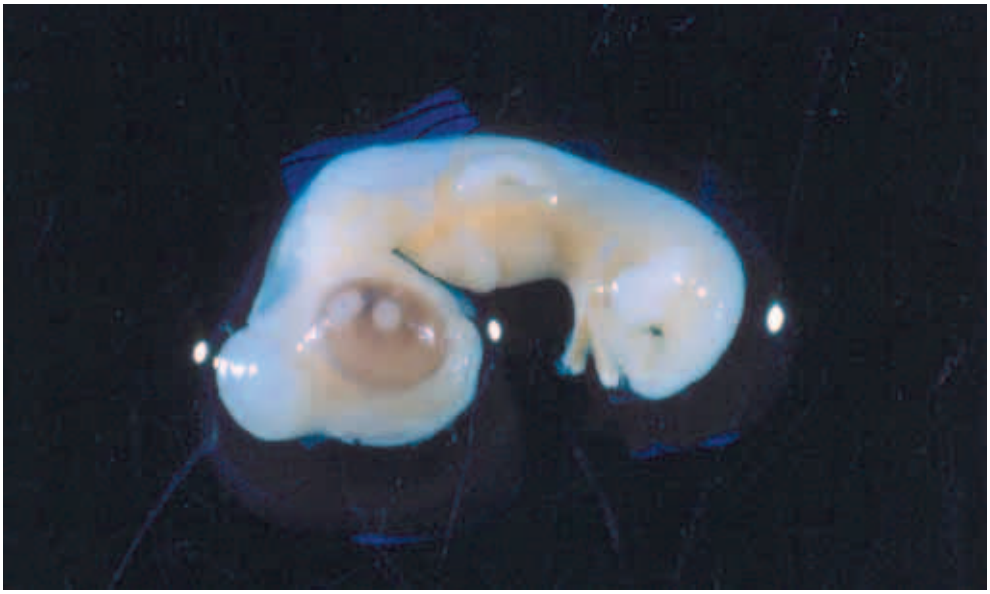
Fòto 32- Ath cap d'estona, era femelha, ja ueda de ueus, comence a mòir-se mès demore en lòc de pòsta pendent ores o dies, enquia reposar-se e repréner de nau era sua activitat e alimentacion.

Fòto 33- Ueus acabadi de póner de cernalha aranesa. Cau notar er aspècte rosat e translucid e era forma encara irregulara per rason dera sua compression e encaishament laguens deth vrente dera femelha. En pògui dies se tornen mès blanqui e opacs, queden aderidi enter se s'espompissen notablament per absorcion d'aigua.

Fòto 34- Comparacion enter ueus recenti (encara qu'an començat a créisher ja) de dues pondudes disparières (de tres e quate ueus respectivament, quèrra), e dus ueus de mès edat ja notablament espompidi (ara dreta).



Fòto 35- Ueu de cernalha aranesa enes sòns prumèrs dies d'incubacion. Conservat e daurit entà observar era posicion e forma der embrion.



Fòto 36- Embrion d'ueu acabat de póner de cernalha aranesa. Cau observar era grana dimension e desvolopament des uelhs (que pòden apreciar-se per trasparéncia des der exterior der ueu acabat de póner), er encefal encara non ben curbit peth crani, e es esbòci de membres.

Fòto 37- Encara qu'es pondudes comunales e repetides en madeish lòc son era excepcion e non era règla, jos aguesta pèira pòden apreciar-se tres pondudes de cernalha aranesa e espeles vielhes de ueus d'ans anteriors (Pòrt d'Orlà).

Fòto 38- Detalh des pondudes dera fotografia anteriora. Com pòt apreciar-se, eth substrat ei compausat d'escassa tèrra vegetau e nombroses arraïtzes deth peisheu aupin. Es larves d'elaterids (Coleoptera: Elateridae) en principi s'alimenten d'arraïtzes vegetaus e non constituïssen un perilh entàs pondudes.

Fòto 39- Quan un ueu se trape lèu d'eclosionar, un dia o pòc abantes comence a pèrder era sua turgéncia. Eth prumèr signe qu'era eclosion a començat ei ua goteta d'albumina transparenta qu'escape pes horats ja practicadi pera cernalheta.

Fòto 40- Un viatge dubèrta era clòsca, era cernalheta, que ja respire der aire damb es paumons, demore laguens der ueu reabsorbint eth velin (eth mijò), que va en tot passar deth sac vitellin ath sòn budèth a trauèrs dera cicatritz umbilicala.

Fòto 41- Detalh dera cernalheta en tot reposar mentre absorbís eth mijò deth sac vitellin. Cau notar es pòres sensitius enes escates deth morro, mès dificiles d'apreciar enes adults.

Fòto 42- Coma era fòto 41. Cau notar era peculiara disposicion d'escates temporaus ena cernalha aranesa, ja apreciable des deth neishement.

Fòto 43- Coma 41 e 42. Era eclosion de tota ua ponduda sòl èster fòrça sincronica, en mens de 24 ores. En exemplar dera dreta s'aprècie un punt nere areolat en escata interparietau (ara nautada deth reflèxe, mès ena part centrau-posteriora dera tèsta), se tracte deth tresau uelh o uelh pineau.

Fòto 44- Un viatge reabsorbit eth velin o s'ei shordada per quauquarren, era gessuda definitiva der ueu ei fòrça rapida, pendent tot just uns segons.

Fòto 45- Coma fòto 44, uns segons dempús.

Fòto 46- Dempús dera gessuda, era cernalheta pòrte aderidi en sòn melic es rèstes deth sac vitellin e quauqui rèstes de mijò non reabsorbidi. En generau aguesti rèstes se sequen e desprenen en pòga estona.

Fòto 47- Pichons de cernalha aranesa acabades de nèisher. Pòrt d'Orlà.

Fòto 48- Mascle fòrça adult de cernalha aranesa. Vertents deth Tuc de Maubèrme (junhsèga de 1999).

Fòto 49- Mascle de cernalha aranesa dera Sèrra d'Armeros. Cau notar era lesion ena part dorsau deth morro, nera e de consisténcia gomosa, possiblament produsida per un atac fongic dilhèu pendent eth periòde de repòs iuernau. Tanben pòden apreciar-se acars parasits ena base dera coa.

Fòto 50- Mascle de cernalha aranesa dera Sèrra d'Armeros mès de color fòrça clar entad aguesta zòna. Cau era preséncia d'ua anomalia enes escates deth morro, en tot resultar era enternasalaa e zònes adjacentes atomizada en multitud de petites escates arredondides.

Fòto 51- Mascle plan adult dera val deth Forcall. Enes animaus plan adults, es escates dera tèsta apareishen coma engrossades, damb relèu, per rason de que van aquerint un notable espessor.

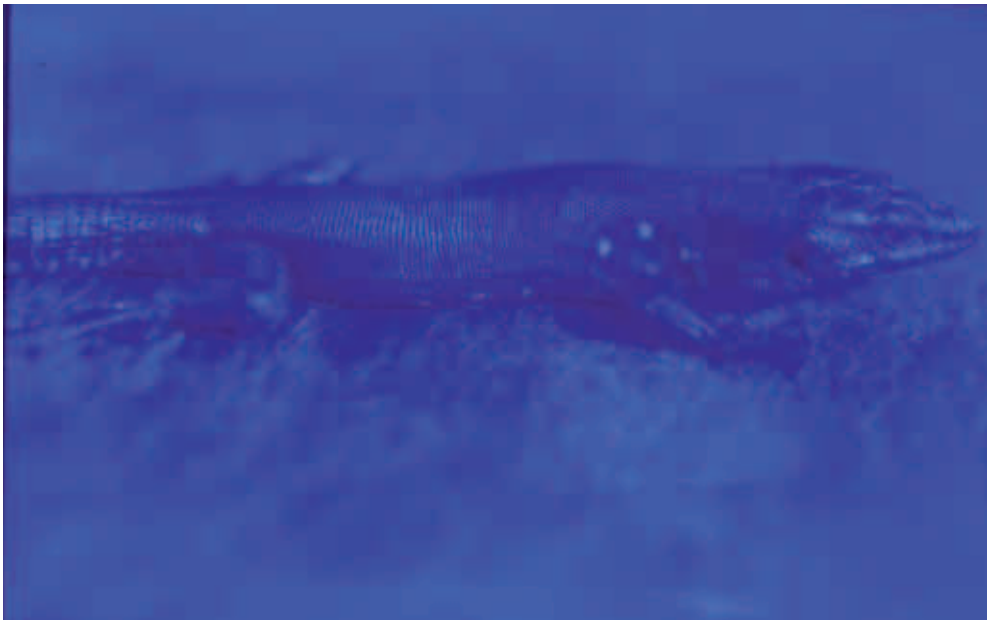
Fòto 52- Mascle adult dera val deth Forcall (agost deth 2000). Com toti es individus d'aguesta zòna, possedís ua coloracion de tons de hons clari e fòrça contrastada.

Fòto 53- Femelha prens de cernalha aranesa. Coa regenerada. Pòrt d'Orlà (junhsèga de 1999).

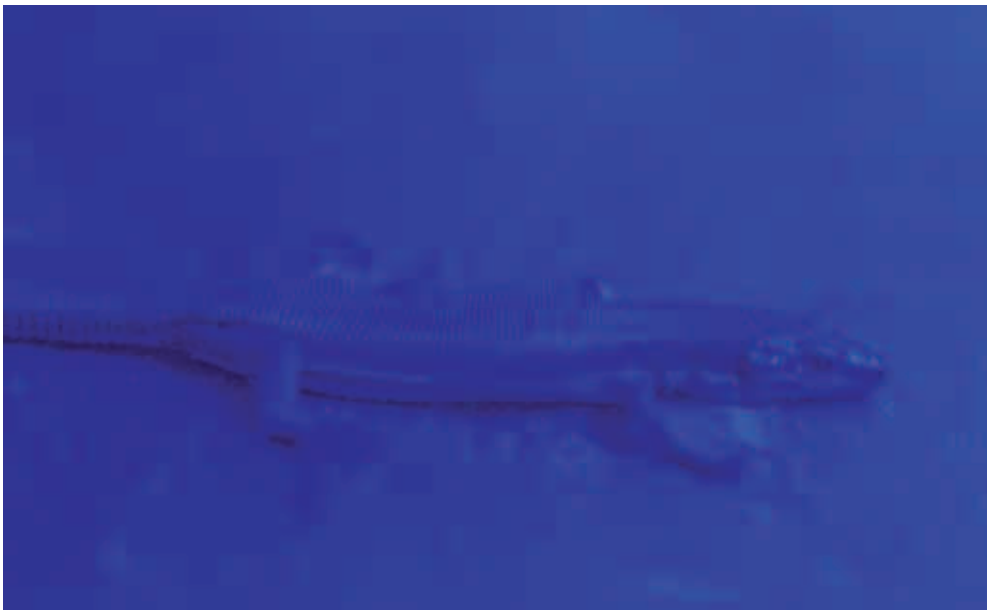
Fòto 54- Mascle de tons generaus verdosi (Sèrra dongues Armèros, seteme de 1994). Aguestes tonalitats verdoses non son degudes a pigments (colors pigmentaris), senon que s'an dera reflexion dera lutz en capes prigondes dera pèth (colors fisics). Sonque un percentatge fòrça baish d'individus, sustot mascles, presenten aguestes tonalitats verdoses.

Fòto 55- Dus extrèms de coloracion, un exemplar de tonalitats fòrça escura, lèu tendent ath melanisme, ath cant d'un damb dessenh clar e difominat mès damb dessenh escur encara present ("damb color eterozigòt", veir apèndix 1: ficha tecnica dera cernalha aranesa).

Fòto 56- Madeish ex. de fòto 49. Cau observar era cripsis der exemplar en sòn miei gràcies ath color de hons escur que la camofle enter es lòses neres siluriques (Sèrra d'Armeros, junhsèga deth 2003).



Fòto 57- Fotografia en ultravioleta d'un exemplar de cernalha batueca (*I. martinericai*) ena quau s'aprècie era anautita reflectància des ocèlles axillars en aguest color, que nosati non podem veir mès que semble que fòrça animaus coma insèctes floricoles, reptils, aus, eca.. òc aprècien. Probablament servissen entath reconeishement e comunicacion inter- e intraespecifics.



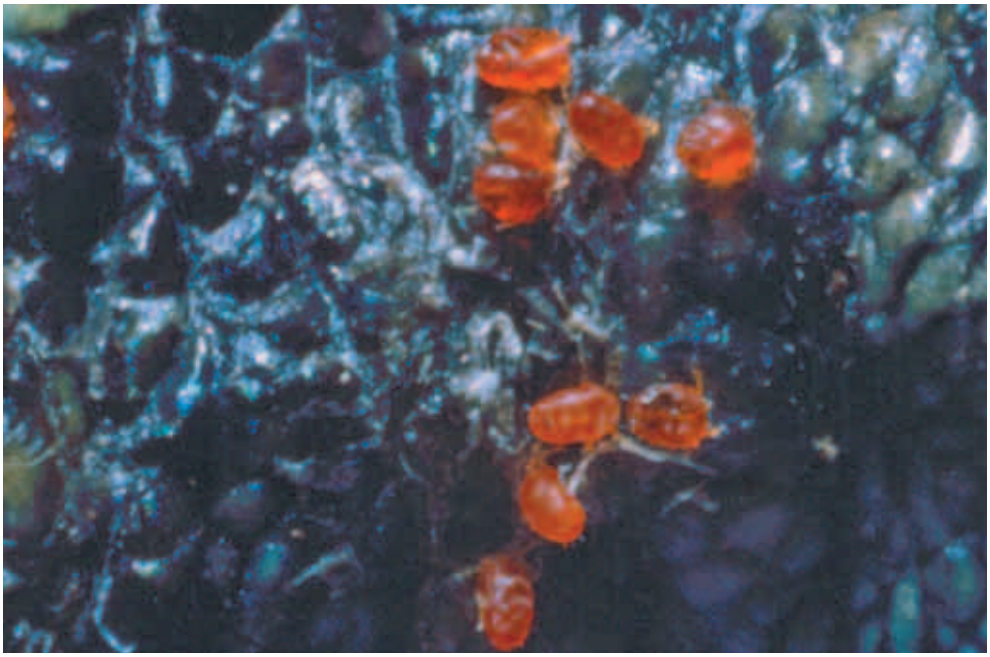
Fòto 58- Coma er anterior, mès d'un mascle de cernalha aranesa. Es tres espècies de cernalhes pirenenques de nauta montanha manquen de mèrques en UV.

Fòto 59- Imago de *Sarcophaga protuberans* procedenta dera creatura a compdar de larves amassades sus ueus destruïdi de cernalha palharesa. Aguesta espècia deprede egalament es pondudes *d'I. aranica* e d'autes espècies (aumens *d'I. bonnali, Z. vivipara e P. muralis*; dades pròpries, encara que damb distintes modalitats de cicle).

Fòto 60- Ponduda de cernalha palharesa (*I. aurelioi*) destruïda per larves de *S. protuberans* (Pica d'Estats, Lleida) Es larves destruïssen era ponduda e pupen a principis d'ostiu, en tot demorar en diapausa enquia passar er iuèrn e emergeents es imagos ath honer-se era nhèu, a temps d'aparelhar-se e depredar naues pondudes de cernalhes.

Fòto 61- Cernalha aranesa depredada per boheron des nhèus (*Chionomys nivalis*), un rosegaire que viu enter es pèires des malhs e non mensprede preses animaus. Dilhèu era cernalha siguec estonada heireda pendent un periòde de tempèri e non podec reaccionar. Eth boheron a devorat tot eth còs mens ua pauta e rosegat era caisha craneala entà accedir ath cervèth. S'aprècien es excrements qu'a deishat eth boheron en lòc. Era taula de pèira que recurbie eth lòc a estat escartada entara fòto (Pòrt d'Orlà).

Fòto 62- Cernalha aranesa damb nombrosi acars (¿trombiculids?) de color vermelh brilhant que s'acumulen enes lòcs a on non arribe eth gratat, particularament ena base dera coa. Er abundància d'aguesti acars vàrie enter ans per causes encara desconeishudes mès afècten as tres espècies de *Pyrenesaura*. Egalament pòden observar-se aguesti acars enes fotografies d'auti exemplars qu'illustren aguestes pagines (Varradòs, junhsèga de 2003).



Fòto 63- Detalh des acars dera base dera pauta der exemplar dera fòto 62.

Fòto 64- Un aute acar ena comissura der uelh deth madeish exemplar.

Fòto 65- Olotipe *d'Iberolacerta aranica*. Aguest "exemplar de referéncia", conservat actuaument ena colleccion scientifica der autor, servic de base entara descripcion dera espècia.

Fòto 66- Mascle de cernalha aranesa. Vertents deth Tuc de Maubèrme (junhsèga de 1999).

Fòto 67- Vista cap ath S des deth Tuc de Maubèrme (junhsèga de 1999) prenuda damb un objectiu "uelh de peish" (180° en diagonau). Ara vista quede lèu tot er airau espanhòu dera cernalha aranesa. Ara dreta s'aprècie er Estanh de Liat ath hons e es Estanhets de Maubèrme mès apròp. Es montanhes que se ven en prumèr tèrme ath sud (en tot includir es sues solanes enquiath Còth de Varradòs) e era zòna enter eres e Maubèrme constituís eth nuclèu dera distribucion dera cernalha aranesa. Es montanhes ja en dusau tèrme (Arenyo) manquen de cernalha aranesa. Ath hons, parciaument tapades pes bromes en creishement, es montanhes deth parc Nacionau de Sant Maurici-Aigüestòrtes (meitat esquèrra dera fòto), Maladeta e contrafòrts cap ath N (part dreta dera fòto), eca.

Fòto 68- Solanes dera Sèrra d'Armeros. S'aprècien es pastissaus e aflorament de lòses neres que constituïssen er abitat de cernalha aranesa.

Fòto 69- Detalh der abitat dera cernalha aranesa sus lòses neres siluriques (sus eth Còth de Varradòs, junhsèga deth 2003).

Fòto 70- Era val de Varradòs, tipica val glacèr talhada en U, constituís eth limit meridional dera cernalha aranesa, qu'abite es montanhes immediates ara dreta (N), mès non es deth hons (ath W) o era quèrra dera fotografia (ath S).

Fòto 71- Maugrat constituïr un abitat aparentament excellent, era Sèrra d'Arenyo manque de cernalha aranesa. Ena fòto, er Estanh des Trueites (junh de 1993) e ath hons eth glacièr dera Maladeta encara subrealimentat pera nhèu recenta der iuèrn anterior.

Fòto 72- Malhs e afloraments de ròca (esquisti cambroordovicics) que constituïssen er abitat dera cernalha aranesa ena nauta val deth Forcall (junhsèga de 1995).

Fòto 73- Mascle joen de cernalha vivipara (*Zootoca vivipara*) en tot mòir-se enter era èrba, eth sòn abitat. Encara que simpatrida (abite es madeishes localitats) damb era cernalha aranesa, rarament se les trape exactament en madeish lòc (sintopiques) (Còth de Varradòs).

Fòto 74- Femelha gravida de cernalha vivipara (Còth de Varradòs).

Fòto 75- Extraordinariament abondiua a baisha e mieja nautada (artenh e supère es 2000 m) en tota era Val d'Aran, era cernalha malhoquèra (*Podarcis muralis*) ei fòrça abondiua ath cant des abitacions umanes mès tanben entre en contacte damb era cernalha aranesa en limit inferior dera distribucion d'aguesta, encara qu'ei capabla de penetrar ena nauta montanha a on aucupe zònes e substrats non abitadi per *I. aranica.* Ena fòto ua femelha dera part baisha dera val de Varradòs.

Fòto 76- Es activitats tradicionaus coma er elevatge, era caça, e er excursionisme respectuós damb era naturalesa son activitats perfèctament compatibles damb era conservacion dera cernalha aranesa. Ena fòto, vaques en Còth de Varradòs. Des d'aguest punt cap ath N, es afloraments malhocosi des solanrs e zònes mès planhèths son abitadi pera cernalha aranesa.

Fòto 77- Es estacions d'esquí, damb eth bastiment e "neteja" de pistes e es sues infrastructures e accès-si acompanhants, pòden constituïr un des perilhs mès critics entara fauna de nauta montanha. Ena fòto pistes d'Ordino-Arcalís (Andorra) qu'afècten ar airau de distribucion andorrana dera cernalha palharesa (*I. aurelioi*). En tot veir era imatge, sobren es paraules.

Fòto 78- Subadult fòrça asimetric de cernalha aranesa. Aguestes asimetries se produsissen pendent eth desvolopament embrionari en fòrça tipes d'animaus e en quauqui casi se deuen a un ginandromorfisme (miei còs ei deth sèxe masculin e miei femenin) acompanhat d'esterilitat (Varradòs, junhsèga de 1996).

Fòto 79- Femelhes acabades de fresar de cernalha aranesa (ara quèrra) e cernalha pirenenca (ara dreta). Andues espècies son presentes ena Val d'Aran. Era cernalha pirenenca abite eth Pirenèu Centrau e tanben arribe enquias nautes montanhes que barren era Val d'Aran ath S e ath W (Montanhes deth Parc Nacionau d'Aigüestòrtes e dera Maladeta e es sòn contrafòrts), mentre qu'era aranesa ei presenta ath N e E dera val deth Garona (Maubèrme e es sòns contrafòrts).

Fòto 80- Femelhes gravides e plan adultes de cernalha aranesa (quèrra, de Varradòs) e palharesa (dreta, dera Pica d'Estats). Andues formen part des sèries tipiques damb es quaus se descriueren aguestes espècies.

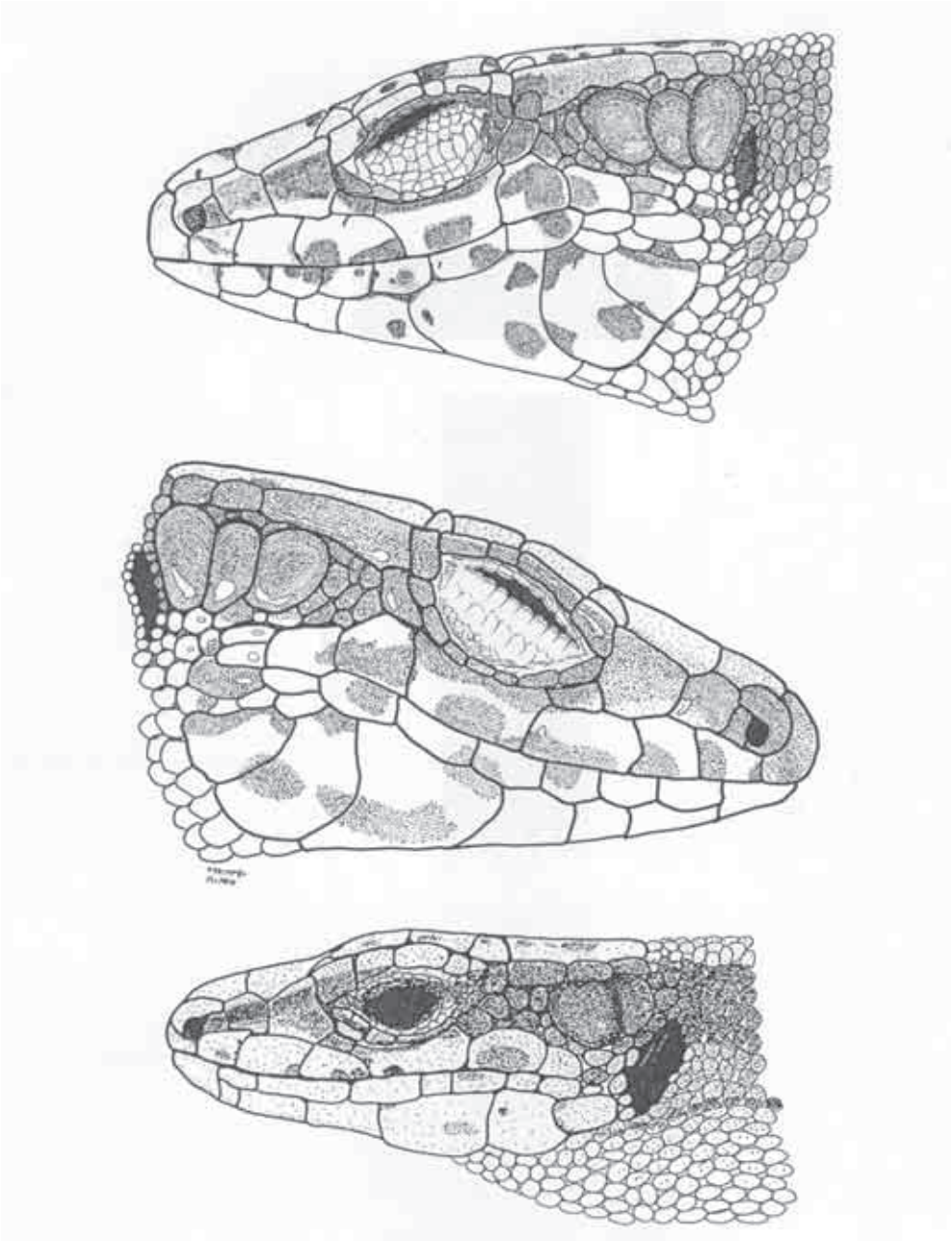


Fig. 1- De naut entà baish, vista laterau dera tèsta de tres mascles d'*Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993) dera Sèrra de Pica Palomera. Cau remercar eth contacte enter er escata supranasala e era prumèra loreala, caracteristic des tres *Iberolacertas* pirenenques (Subgen. *Pyrenesaura*) e dera cernalha croata, atau coma era peculiara disposicion des tres escates der airau temporau (masseterica, timpanica e ua intermieja en cunha enter andues).

Fig 2.- *Iberolacerta aurelioi* (Arribas, 1994). Mascle der Estanh de Sotllo (Lleida). Cau notar era reduccion en talha e aument en numerò des escates dera zòna temporau. Masseterica, timpanica se redusissen de tau manèra qu'arriben a non distinguir-se d'autes escates des entorns, coma en cas d'aguest exemplar.

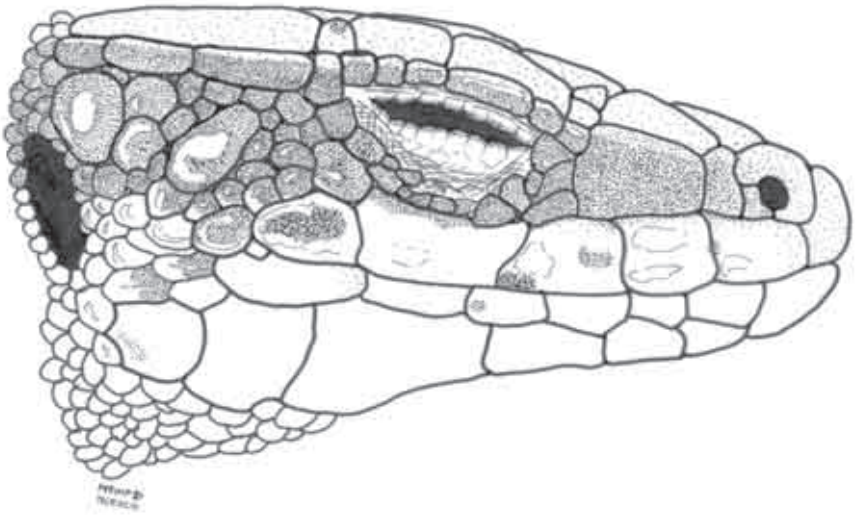


Fig. 3- *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). Femelha adulta deth Gran Encantat (Parc Nacionau d'Aigües Tortes e Estanh de Sant Maurici). Era disposicion des sues escates temporaus ei, en cèrta manèra, intermieja (e mès abituau enter es lacertids) enter es extrèms de variabilitat representadi pera cernalha aranesa e era palharesa, des mès disparières enter se.

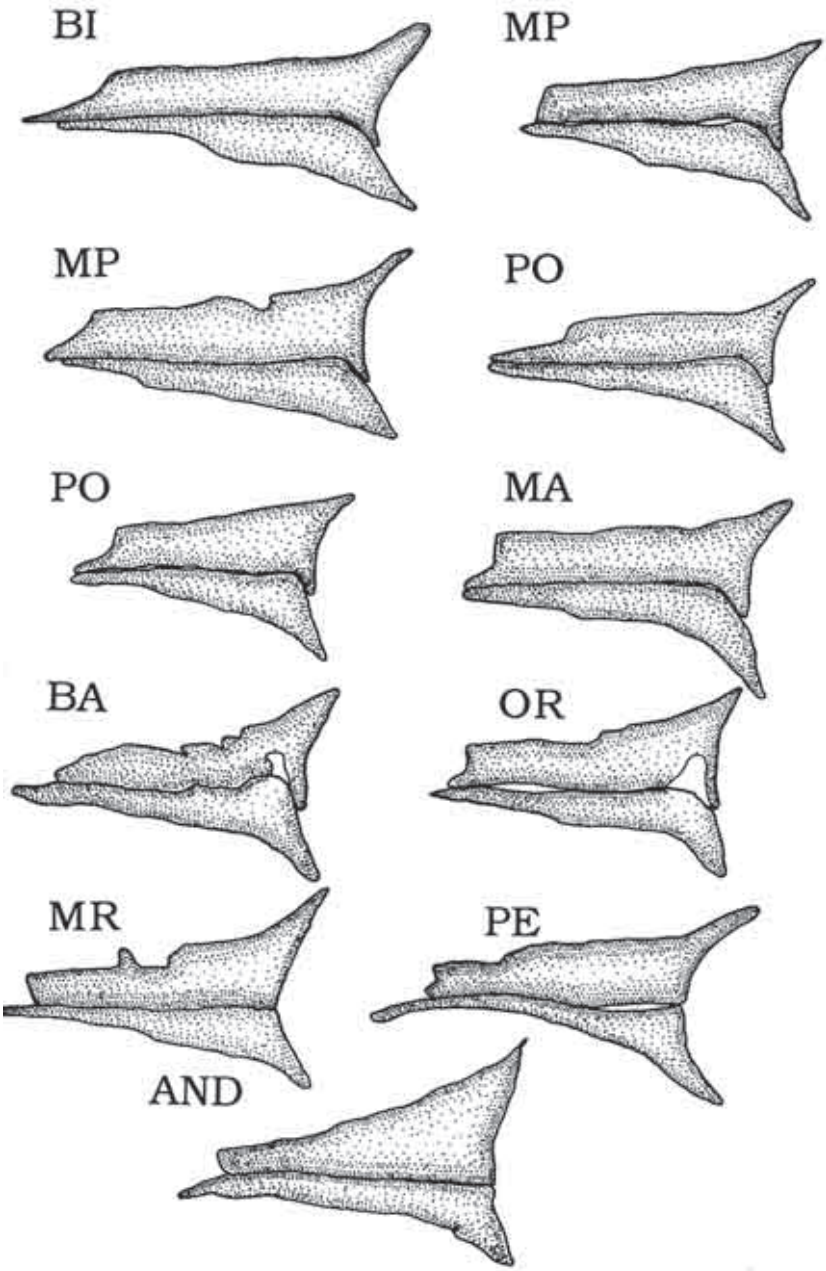


Fig. 4- Morfologia des uassi postfrontau e pòstorbitari des espècies d'*Iberolacerta*. En blanc se mòstre era part deth procès anteromediau deth pòstorbitari amagada jos eth pòstfrontau. *I. bonnali*: BI, Lac Bleu de Bigorre; MP, Monte Perdido; PO, Vall del Clot, Posets; MA, Estanh de Llauset, Maladeta. *I. aranica*: BA, Còth de Varradòs; ÒR Pòrt d'Orlà. *I. aurelioi*: MO, Estanh de Calberante, Montroig; PE, Estanh de Sotllo, Pique d'Estats; AND, Pòrt de Rat, Andorra.

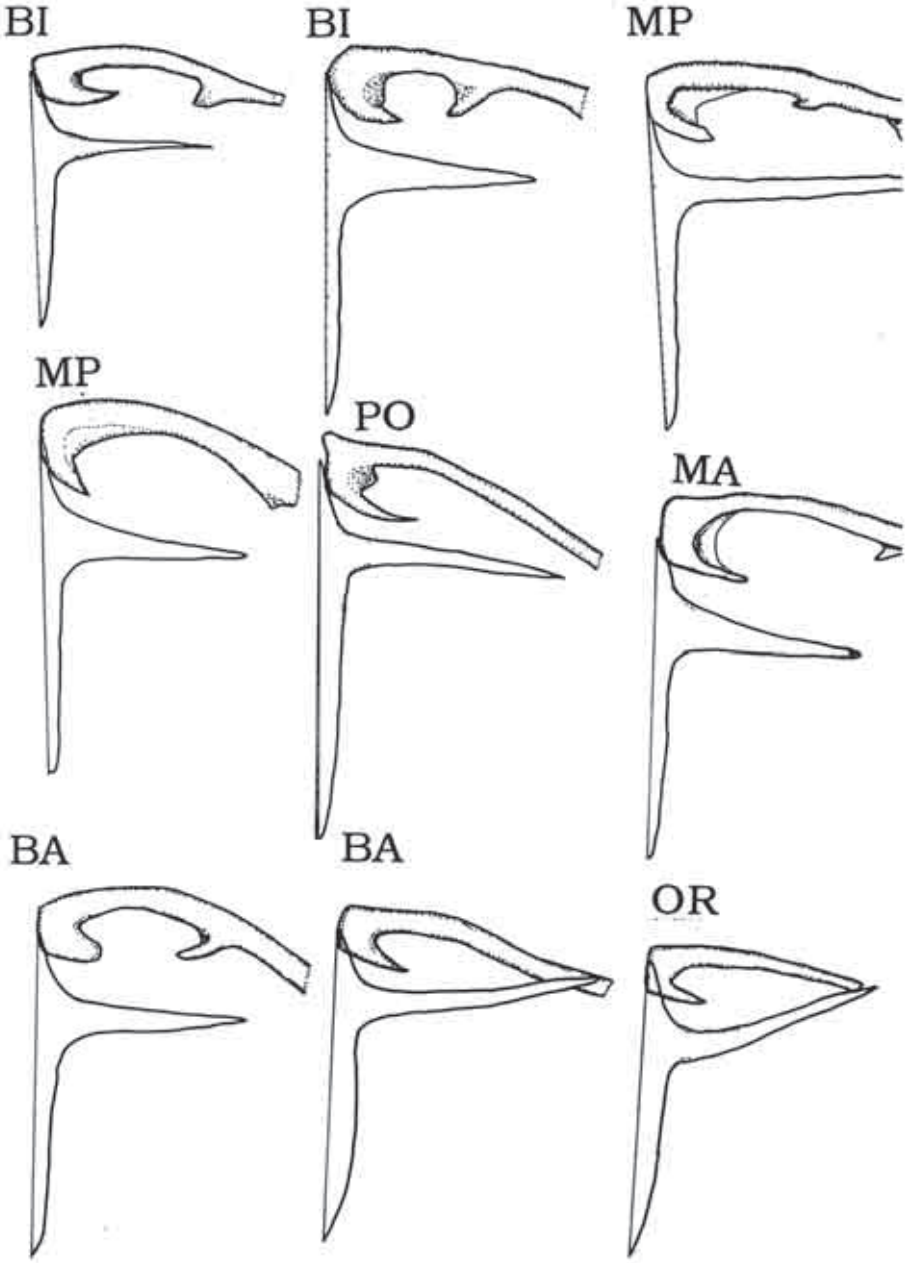


Fig. 5- Aspècte des clavicules e interclavicules d'ua sèria d'espècies d'*Iberolacerta*. Se represente sonque un costat der ipotetic èish de simetria. *I. bonnali*: BI, Lac Bleu de Bigorre; MP, Monte Perdido; PO, Val del Clot, Posets; MA, Estanh de Llauset, Maladeta. *I. aranica*: BA, Còth de Varradòs; ÒR Pòrt d'Orlà.

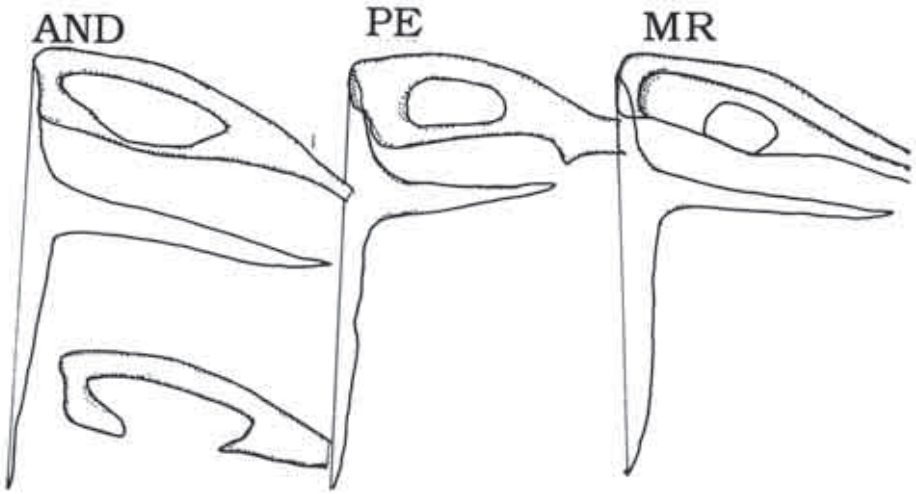


Fig. 6- Coma Fig. 5. *Iberolacerta aurelioi*: MO, Estanh de Calberante, Montroig; PE, Pica d'Estats; AND, Pòrt de Rat, Andorra.

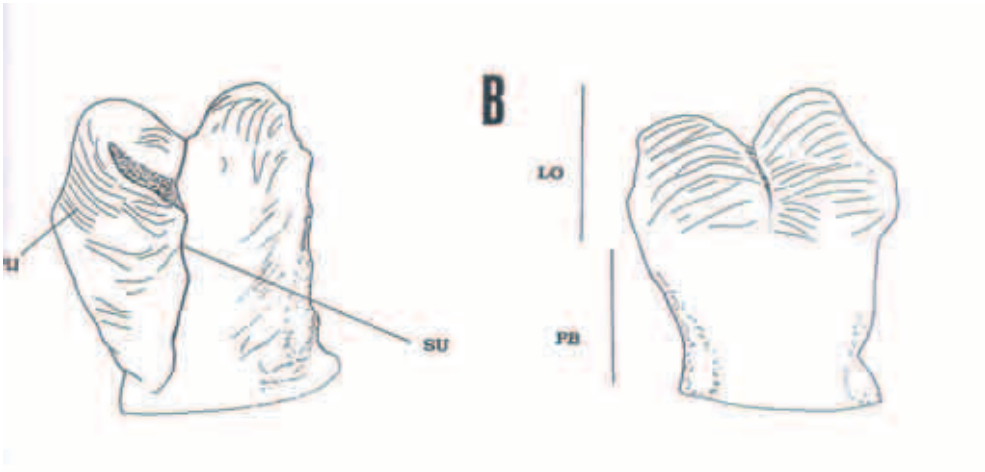


Fig. 7- Aspècte generau d'un emipenis de lacertid*: I. monticola* (Vilarello d'Ancares, Lugo; EBD 25644). A: cara sulcala. B: cara asulcala. (PLI: plicae. SU: *sulcus spermaticus*. LO: lobuls. PB: part bassala).

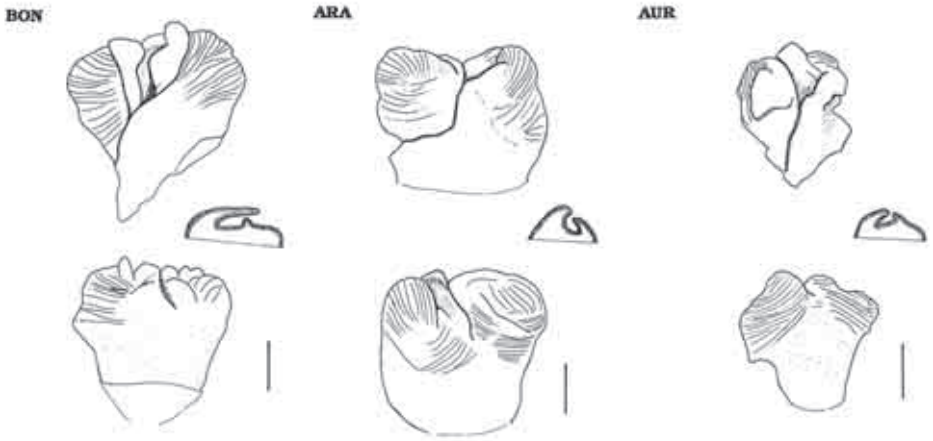


Fig. 8- Aspècte des emipenis *d'I. bonnali* (BON) (Lac Bleu de Bigorre, H. Pyr.), *I. aranica* (ARA) (Ressèga d'Armeros, Lleida) e *I. aurelioi* (AUR) (Pòrt de Rat, Andorra). Cares sulcal, asulcal e detalh dera seccion deth horat e es pòts ara nautada dera bifurcacion des lobuls. Era linha represente un millimètre.

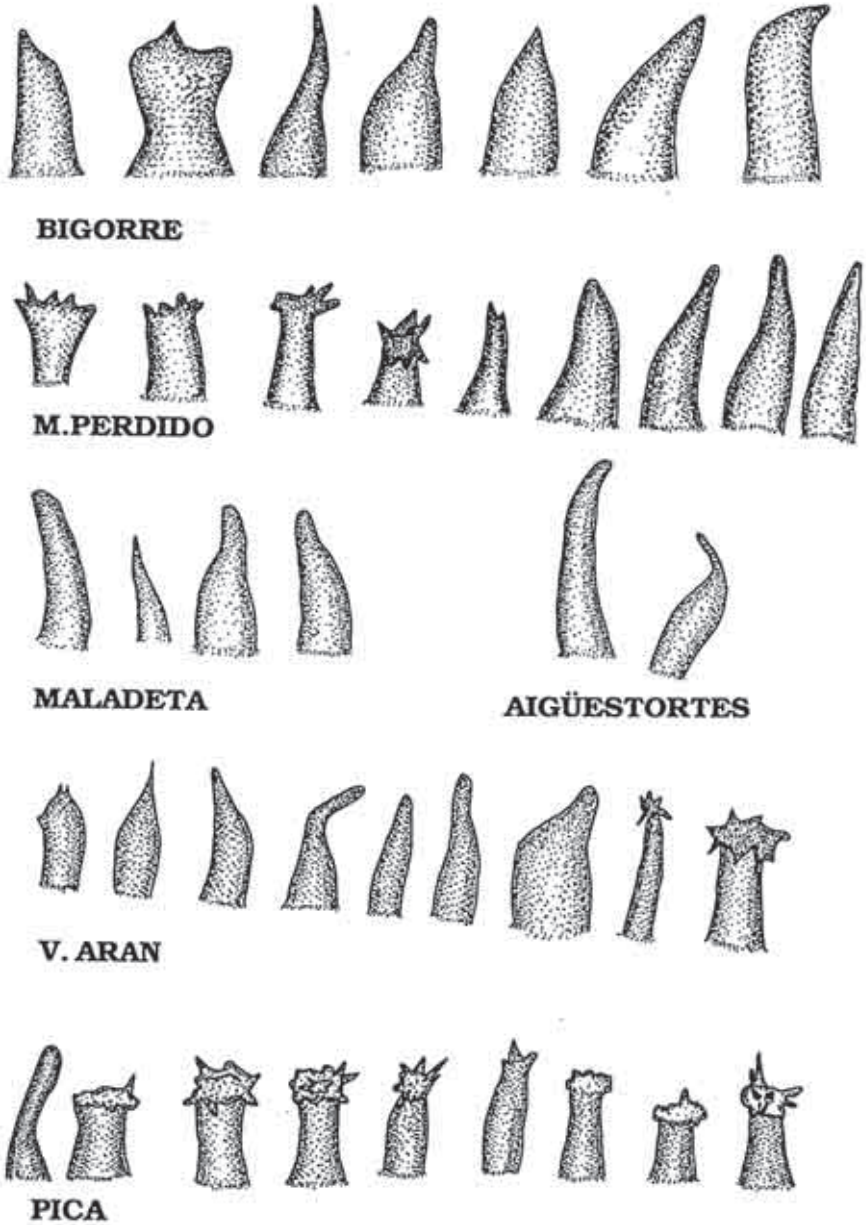


Fig. 9- Microornamentacion der emipenis enes tres espècies pirenenques *d'Iberolacerta.* Se represente era forma d'ua sèria de cellules epiteliales que rebaten eth grad de variabilitat trapat. *I. bonnali* de Bigorre, M. Perdido, Maladeta e Aigüestòrtes (Montanhon de Lacs); *I. aranica* dera Val d'Aran e *I. aurelioi* dera Pica d'Estats.

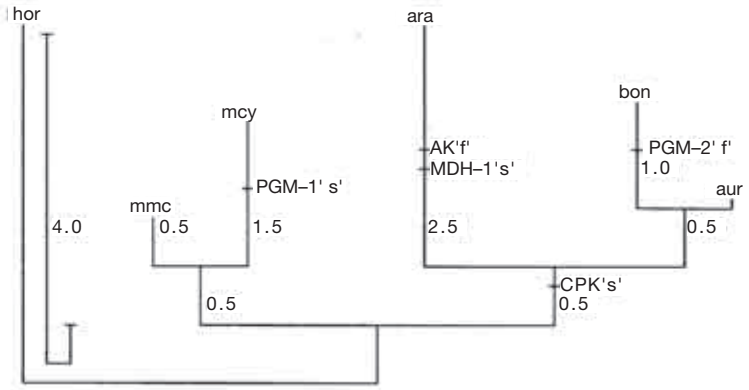


Fig.10- Dendrograma arraïtzat damb era cernalha croata (*I. horvathi*) coma grop extèrn des relacions basades ena electroforèsi d'Aloenzimes. Abreviacions: hor: *I. horvathi*; mmc: *I. monticola* (*cantabrica*); mcy: I. *cyreni*; ara: *I. aranica*; bon: *I. bonnali*; aur: *I. aurelioi*. S'indiquen es variantes apomorfiques (derivades) de cada branca atau coma es sues longituds.

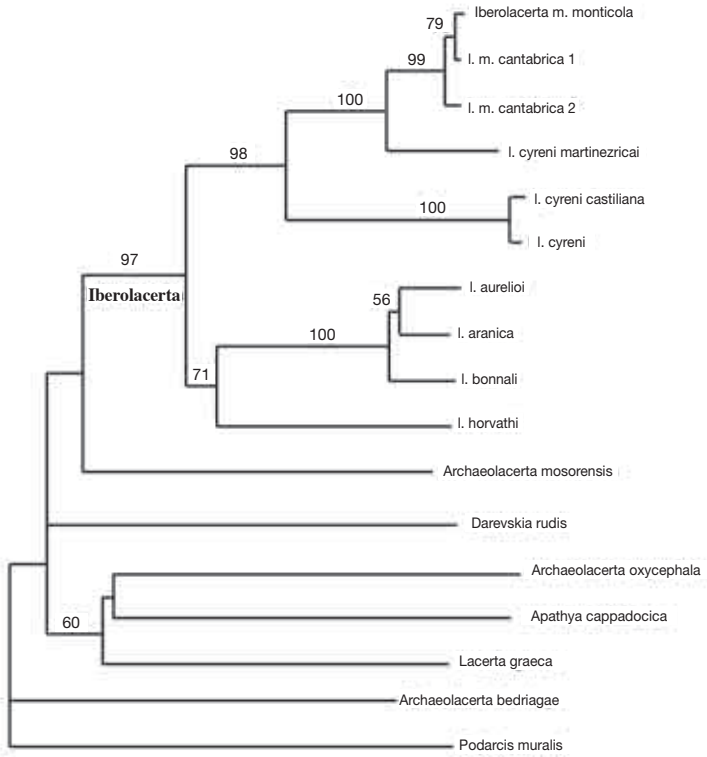


Fig. 11- Fig 1.- Arbe de màger semblat (Neighbor-Joining -NJ- tree) des seqüéncies der ADN mitocondrial (gèn 12s rRNA). Es valors d'autodocimacion (pseudoreplica o "bootstrap") sus eth 50% (2000 bootstrap en totau) se dan sus es branques respectives.

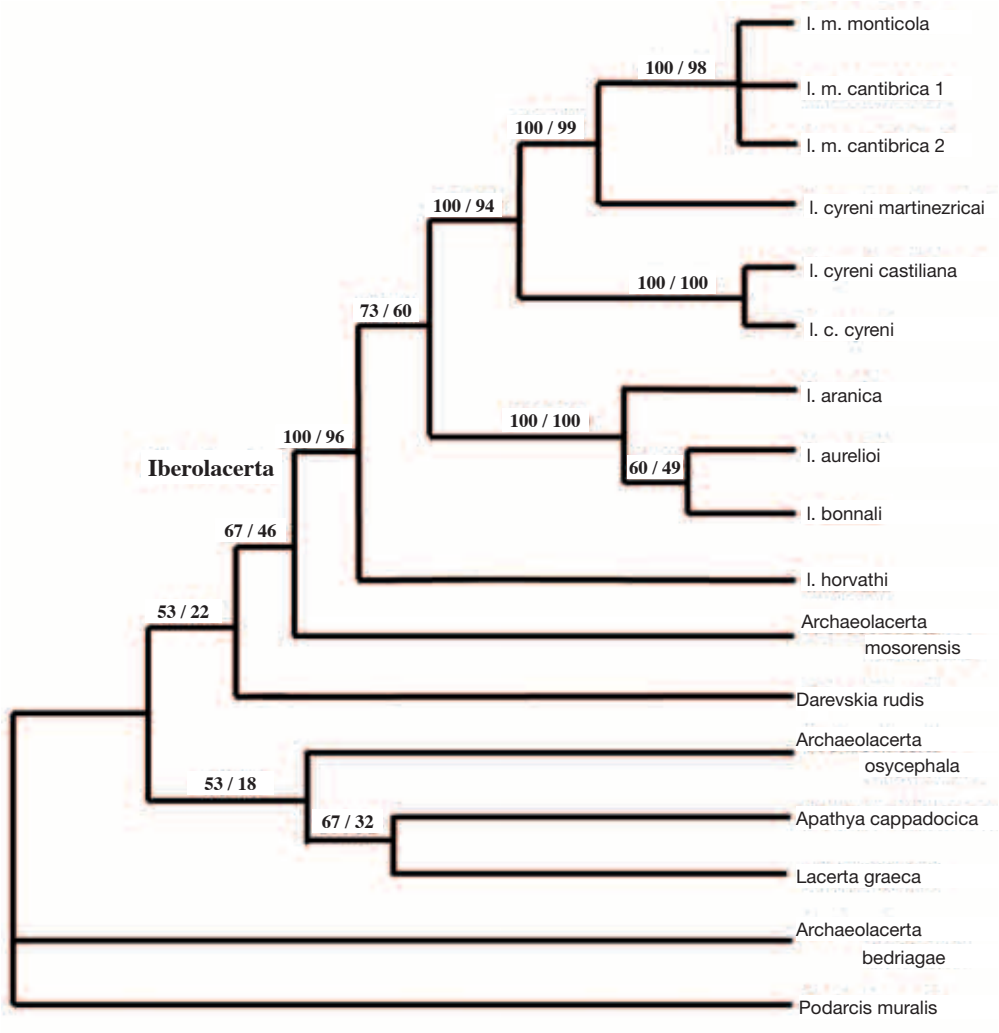
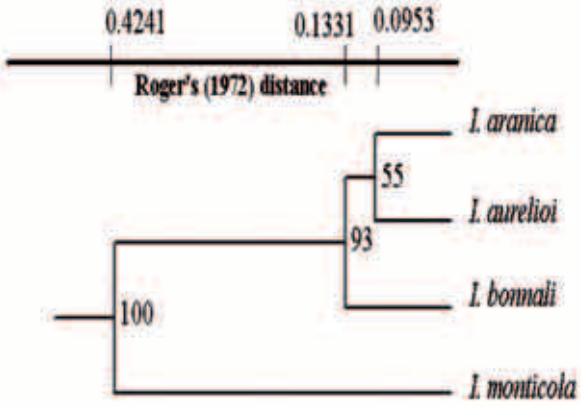


Fig. 12- Arbe de maxima parsimonia (Maximum-Parsimony -MP-) de consens ath 50% des (Majority Rule Consensus Tree) des 45 arbes mès parsimoniosi resultants des seqüéncies der ADN mitocondrial (gèn 12s rRNA). Es numeròs representen es freqüéncies de cada nosèl (quèrra) e eth percentatge de 2000 repliques deth “bootstrap” (ara dreta).



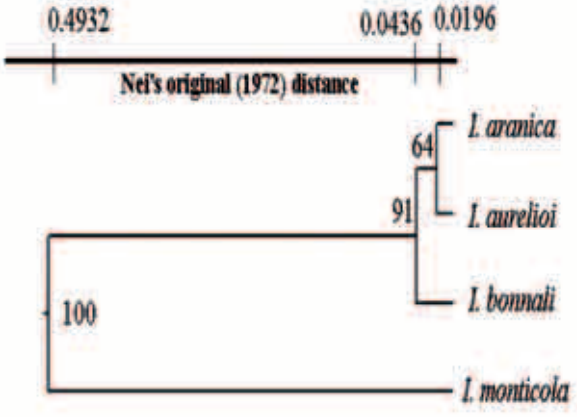


Fig. 13- Acorropament UPGMA ("UPGMA cluster") des espècies pirenenques d'*Iberolacerta* basat enes microsatelits der ADN en tot emplegar es distàncies genetiques estandard de Nei e de Rogers. Eth percentatge de supòrt des nosèls, damb mès d'un 50% de supòrt en 1000 "bootstrap" (pseudoreplicaciones) s'indique ath cant de cada nosèl.

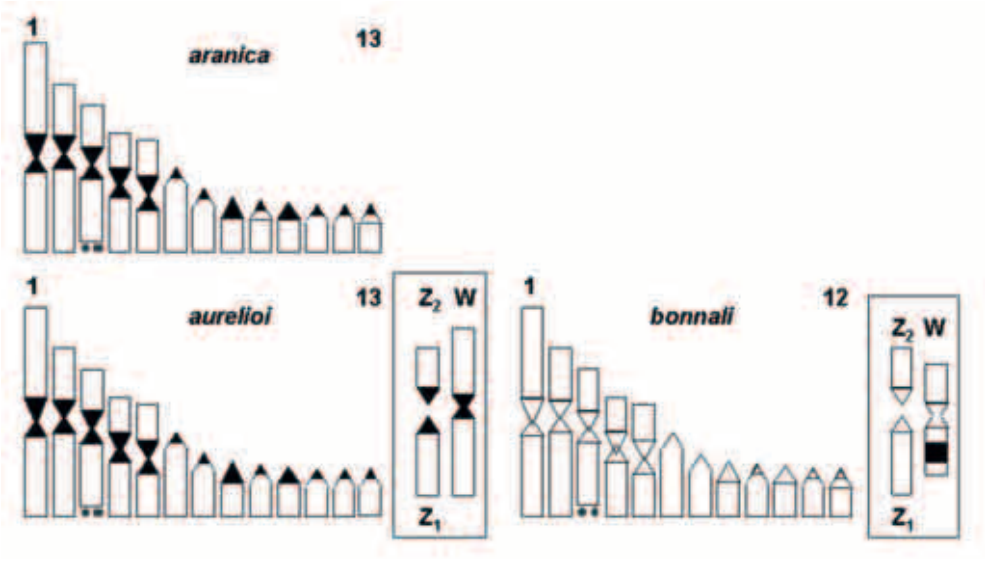


Fig. 14- Idiogrames aploïdes *d'I. bonnali, I. aurelioi* e *I. aranica*. En nere se represente era eterocromatina, damb cercles era localizacion der Organizador Nucleolar (AgNOR), e en requadre, es cromosòmes sexuaus (non localizables en *I. aranica*).

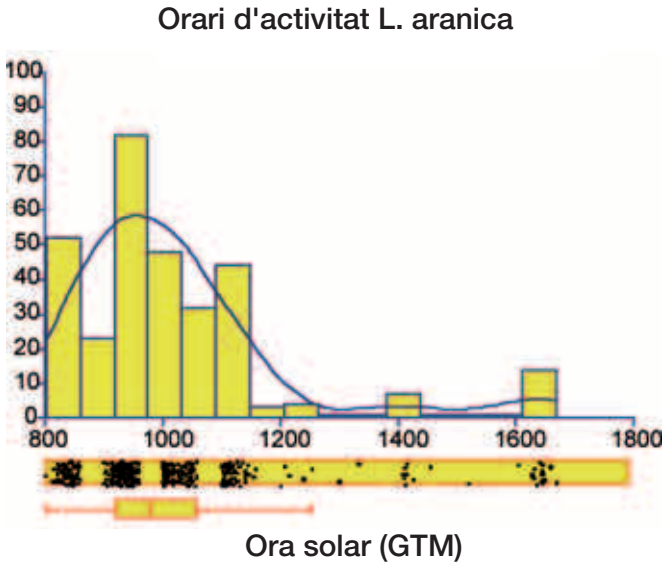


Fig. 15- Orari d'activitat *d'Iberolacerta aranica*. En èish orizontau se representen es ores solares (GTM) e en èish verticau eth numerò d'exemplars actius localizadi.

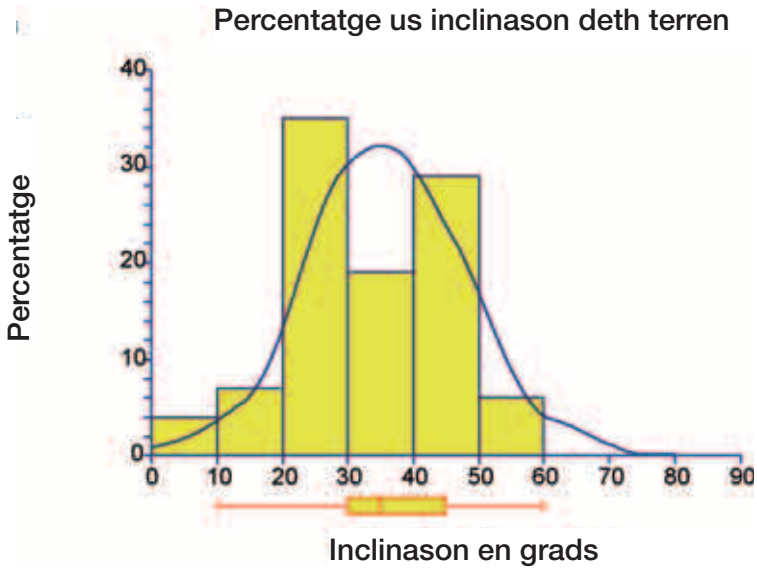


Fig. 16- Percentatges d'emplec per part des cernalhes des distintes inclinacions deth terren. En orizontau, er angle d'inclinacion deth terren (en grads) e en verticau eth percentatge d'individus localizadi en cada interval d'arribentor.

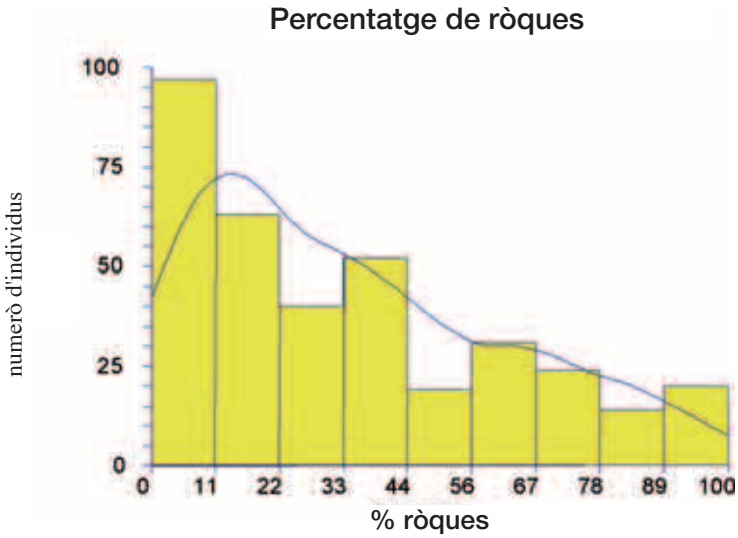


Fig. 17- Emplec des ròques. En orizontau es intervals de percentatges de recurbiment de ròques e en verticau eth numerò d'individus trapadi en cada categoria de recurbiment.

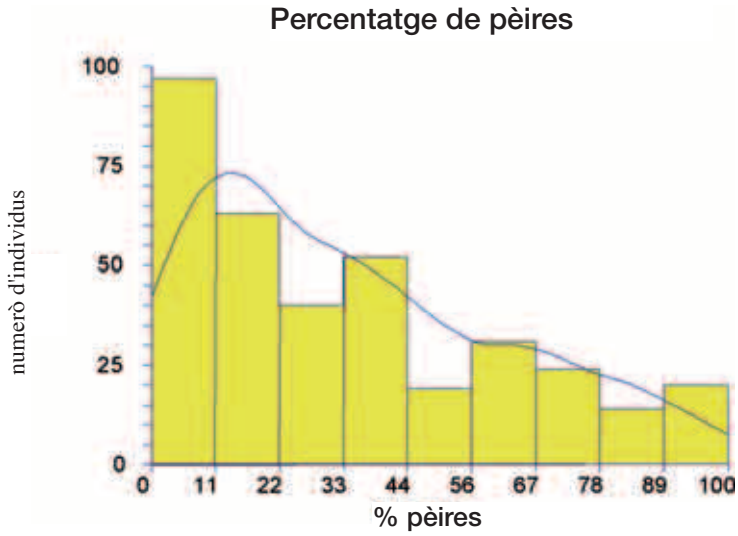


Fig. 18- Percentatge de recurbiment de pèires en solèr. En orizontau se representen es percentatges de recurbiment deth solèr damb pèira destacada (gravèl), e en verticau eth numerò d'individus observadi en cada categoria de recurbiment.

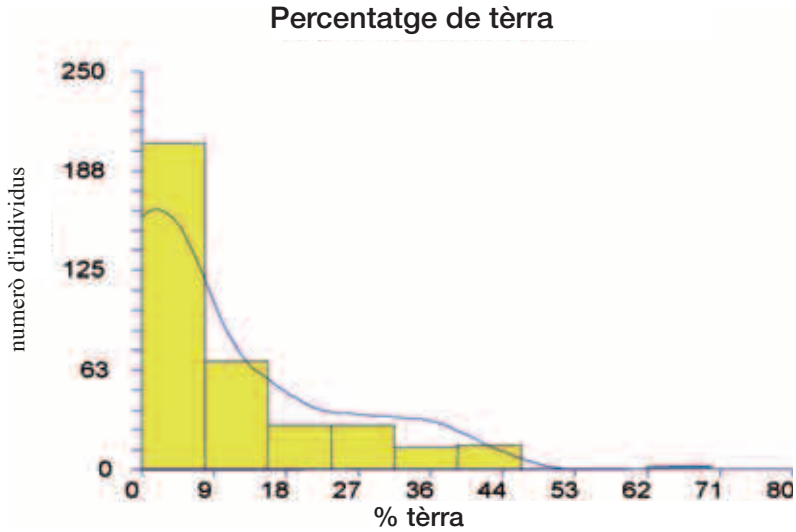


Fig. 19- Percentatge de recurbiment de solèr nus (tèrra). En orizontau se representen es percentatges de recurbiment de solèr nus, e en verticau eth numerò d'individus observadi en cada categoria de recurbiment.

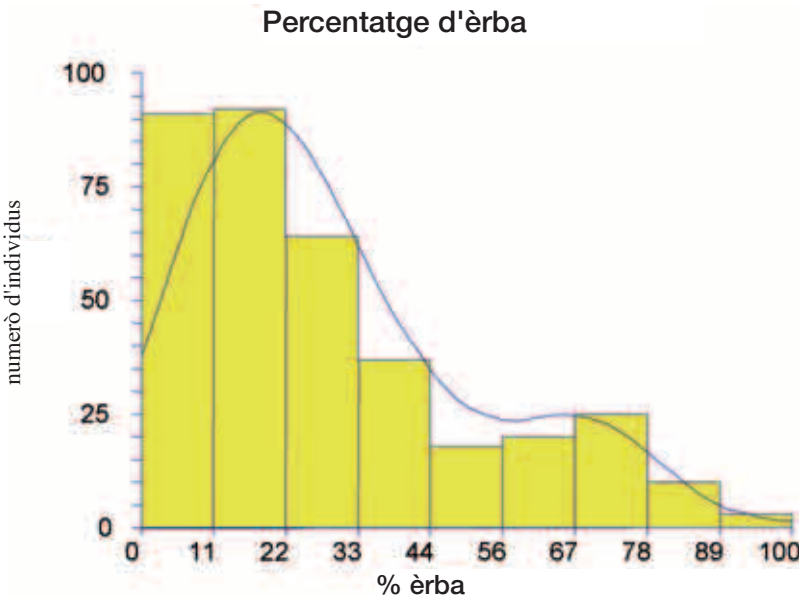


Fig. 20- Percentatge de recurbiment deth solèr damb èrba. En orizontau se representen es percentatges de recurbiment d'èrba, e en verticau eth numerò d'individus observadi en cada categoria de recurbiment.

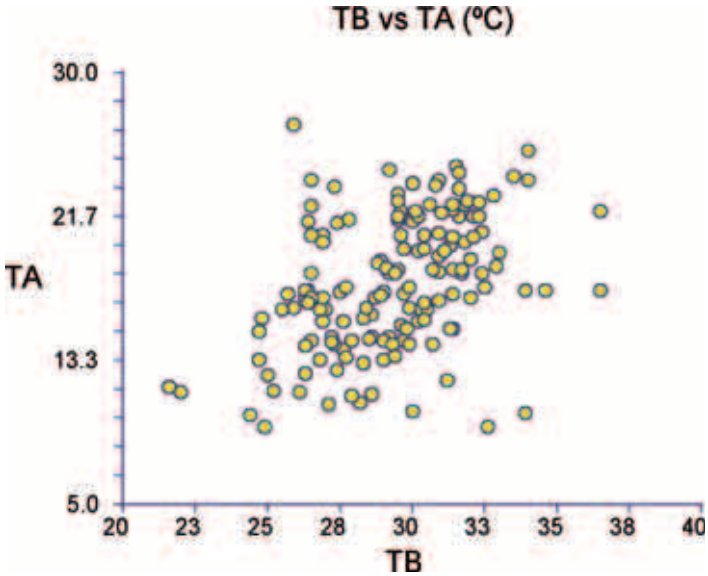


Fig. 21- Relacion enter era temperatura corporau (TB) e era temperatura der ambient (TA). Era relacion enter andues temperatures pòt exprimir-se coma ua dreita damb era següenta formula: TB = 24.4395 + 0.2830 TA.. Com pòt observar-se, er arribent ei 0.28, se trape fòrça mès apròp de zèro que de un, atau qu'era cernalha aranesa a un clar e fòrça precís comportament termorregulador respècte ara temperatura ambientau.

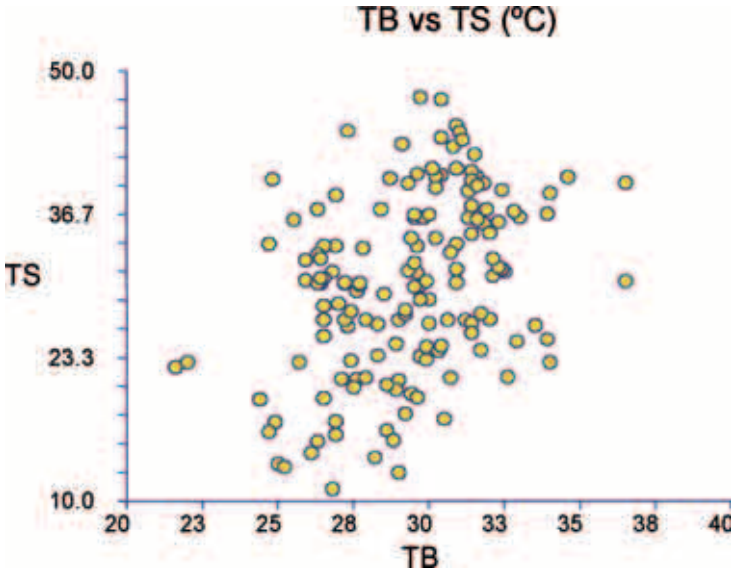


Fig. 22- Relacion enter era temperatura corporau (TB) e era temperatura deth substrat (TS). Era relacion enter andues temperatures pòt exprimir-se coma ua dreita damb era següenta formula: TB = 26.0377 + 0.1144 TS. Aciu er arribent encara ei mès petit atau que semble qu'encara termorregule mielhor entàs temperatures deth substrat qu'entàs der ambient. Aguest punt d'enguarda se ve confirmat peth hèt qu'existís mens dispersion des valors ath torn d'aguesta dreita ipotetica ena relacion TB-TS (R^2 = 0.14) qu'ena TB-TA (R^2 = 0.18).

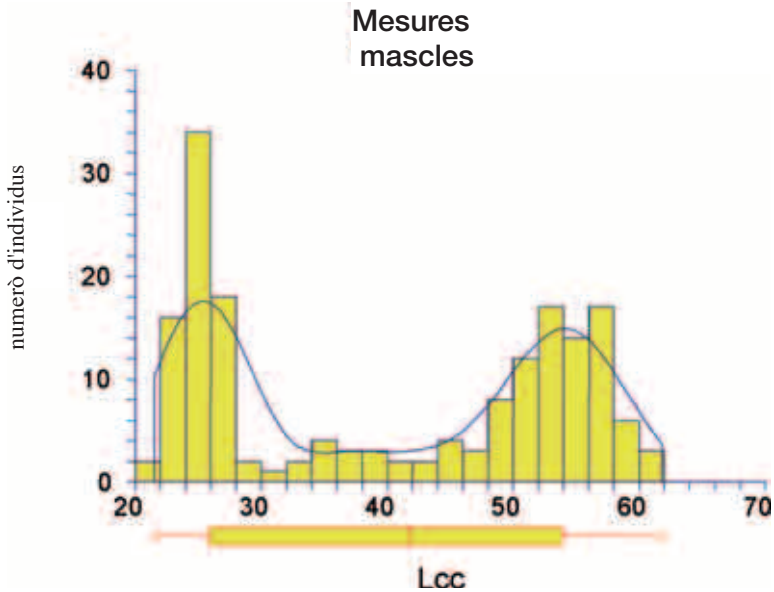


Fig. 23- Istograma de talhes des mascles de cernalha aranesa. En orizontau se representen es talhes en mm, e en verticau eth numerò d'especimèns en cada interval.

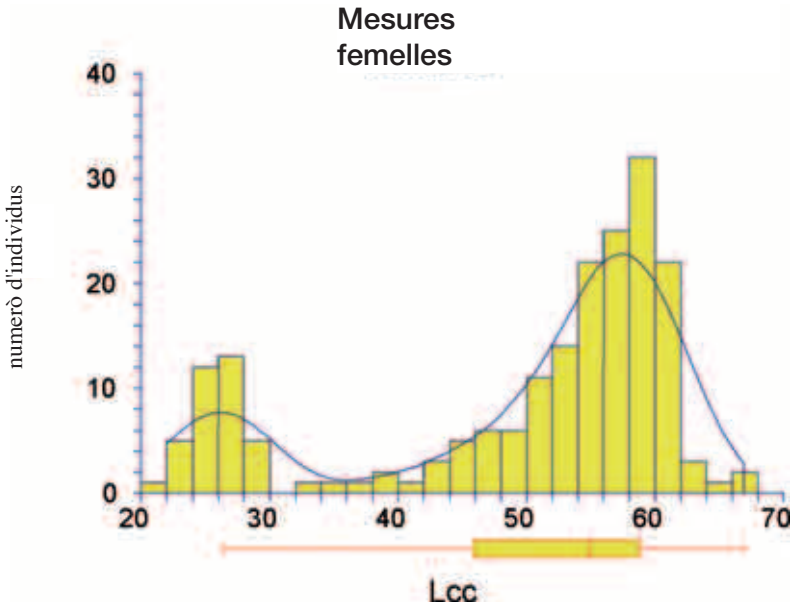


Fig. 24- Istograma de talhes des femelhes de cernalha aranesa. En orizontau se representen es talhes en mm, e en verticau eth numerò d'especimèns en cada interval de talhes.

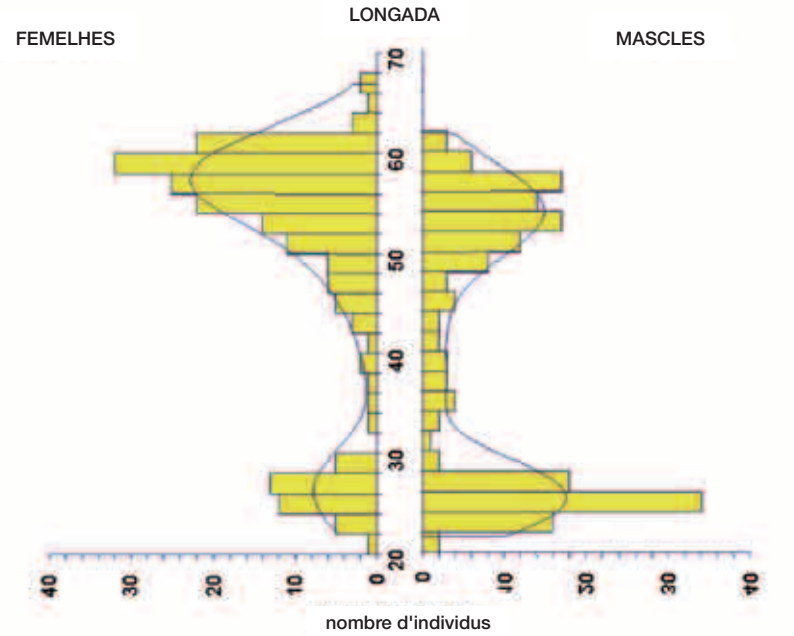


Fig. 25- Piramida d'edats (dimensions cap-toat) de mascles e femelhes de cernalha aranesa. Cau notar es diferéncies enes percentatges de sèxes enes creatures acabades de nèisher (favorabla as mascles) e es adults (favorable as femelhes).

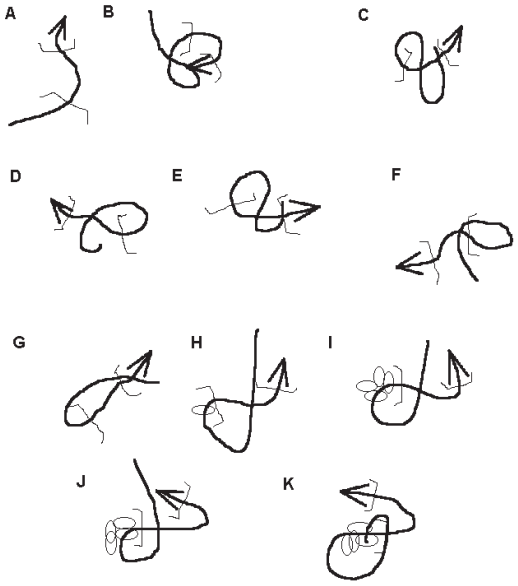


Fig. 26- Diuèrses postures dera femelha pendent eth procès dera ponduda (veir quadre de tèxt).

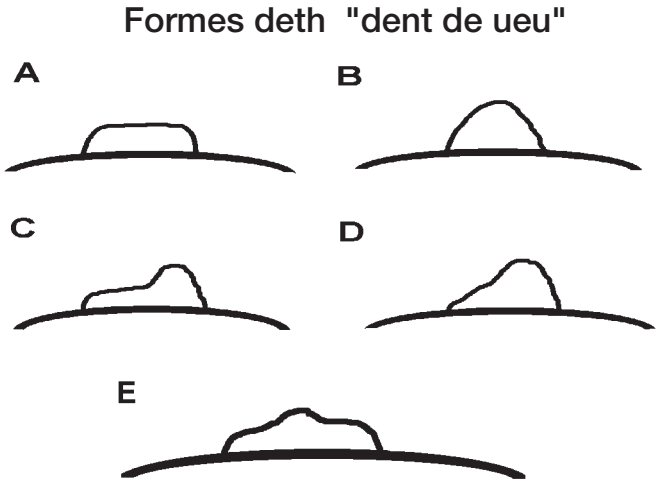


Fig. 27- Diuèrses formes d'eth "dent d'ueu" damb eth quau es creatures trinquen era clòsca e se daurissen camin ar exterior (veir tèxt).

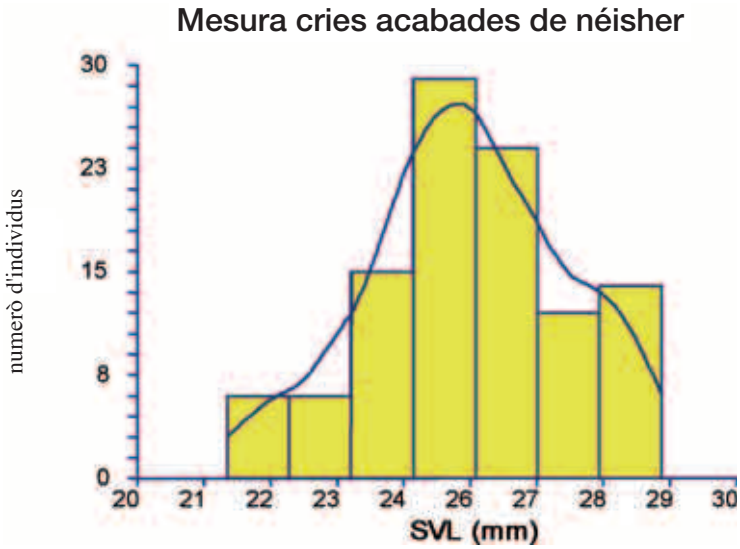


Fig. 28- Dimension des creatures acabades de nèisher. En èish orizontau se representen es classes de dimension (SVL: longitud cap-toat) en mm, e en verticau eth numerò d'individus en cada interval de dimension.

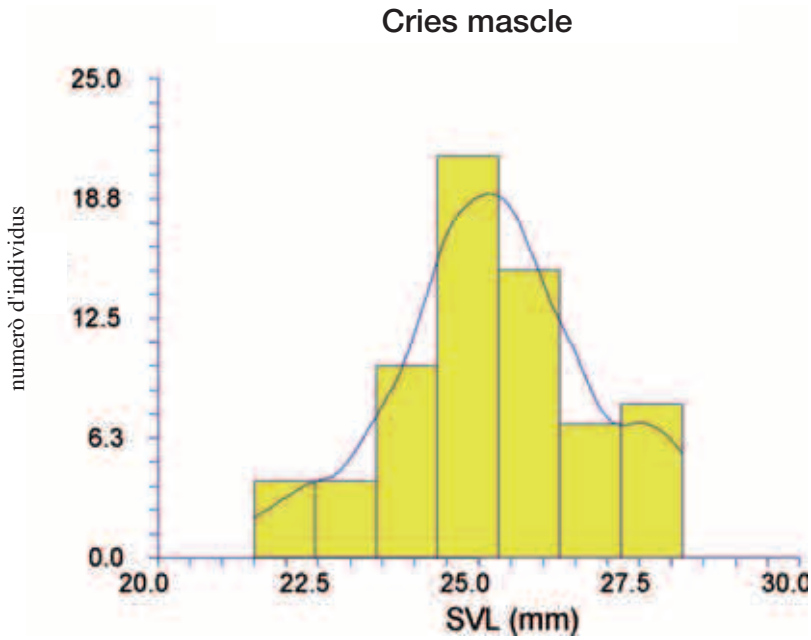


Fig. 29- Coma figura 28, mès sonque des creatures mascle.

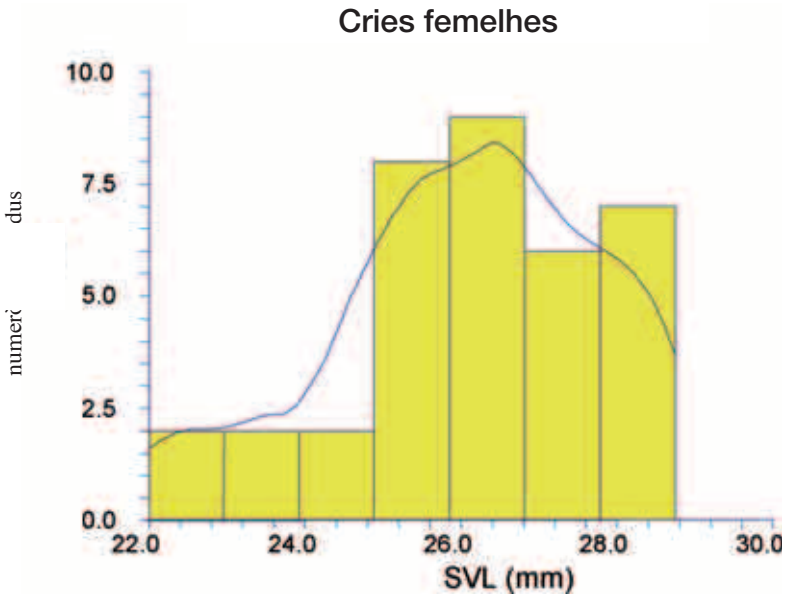


Fig. 30- Coma figures 28 e 29, mès sonque des creatures femelha.

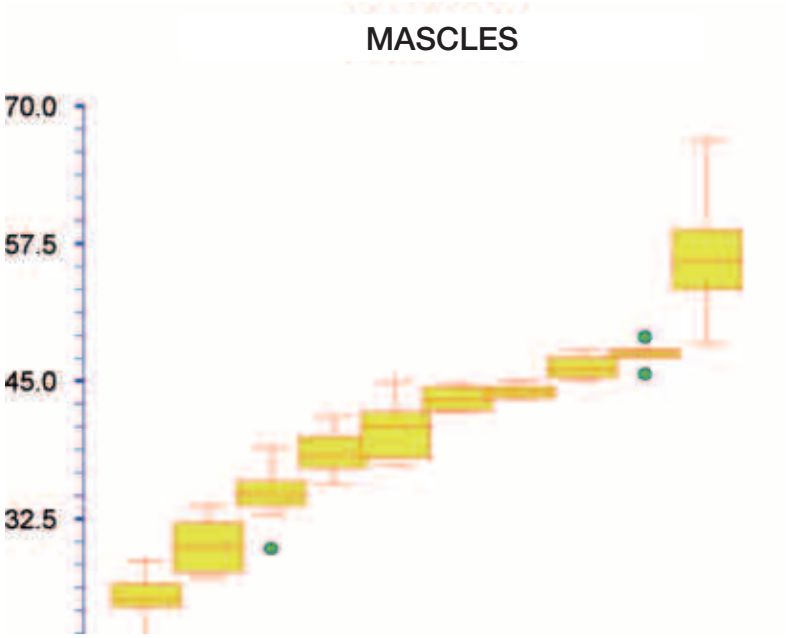


Fig. 31- Classes d'edat des mascles d'I. aranica. Es acabadi de nèisher son en sòn prumèr an de calendari (1CY, periòde 1). Dempús dera sua prumèra ibernacion entren en dusau an de calendari (2CY; periòdes 2 -prereproductor- e 3 -pòstreproductor). Dempús dera sua dusau ibernacion son en sòn tresau an de calendari (3CY; periòde 4 -prereproductor- e periòde 5 -pòstreproductor-), eca. Pendent eth sòn cincau an de calendari an d'arribar ara maturitat sexuau. Era categoria "100" se referís as animaus totaument adults.

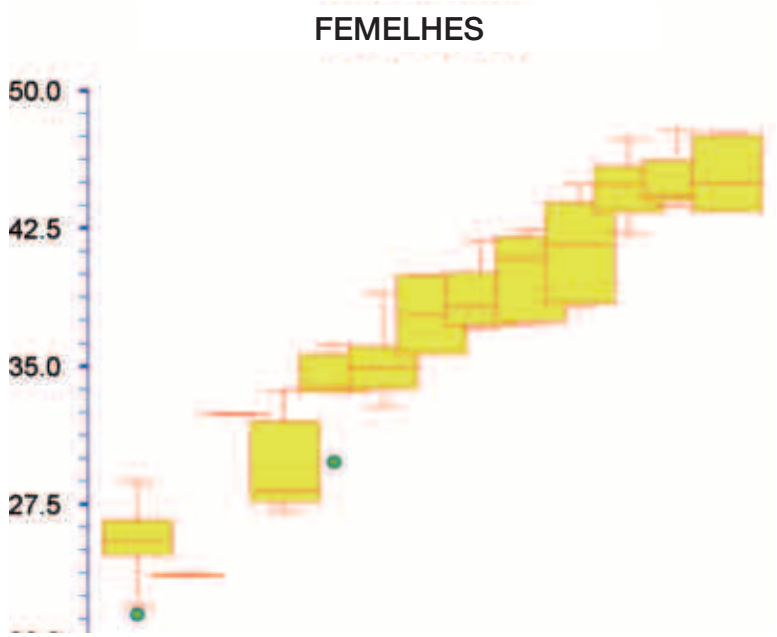


Fig. 32- Coma fig. 31, mès des femelhes. En aguestes dilhèu non arribe era maturitat sexuau enquiath siesau an de calendari.

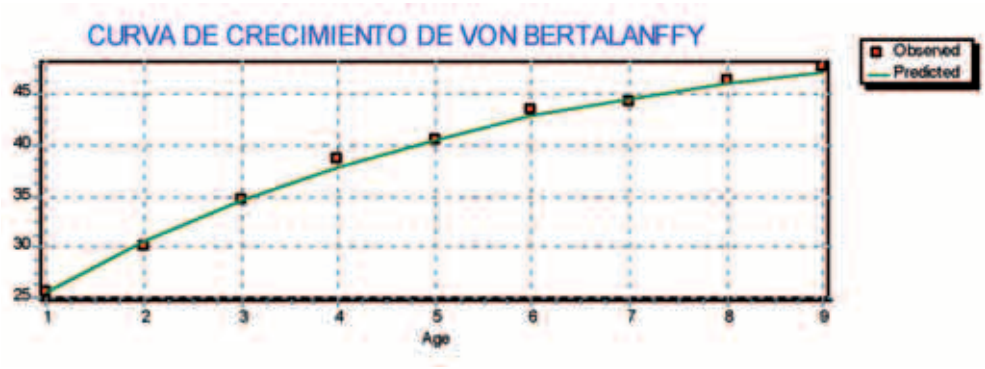


Fig. 33- Corba de creishement de von Bertalanffy. Se represente es longituds reaus ("observed") e es ajustades segontes eth modèu ("predicted") entà cada interval d'edat.

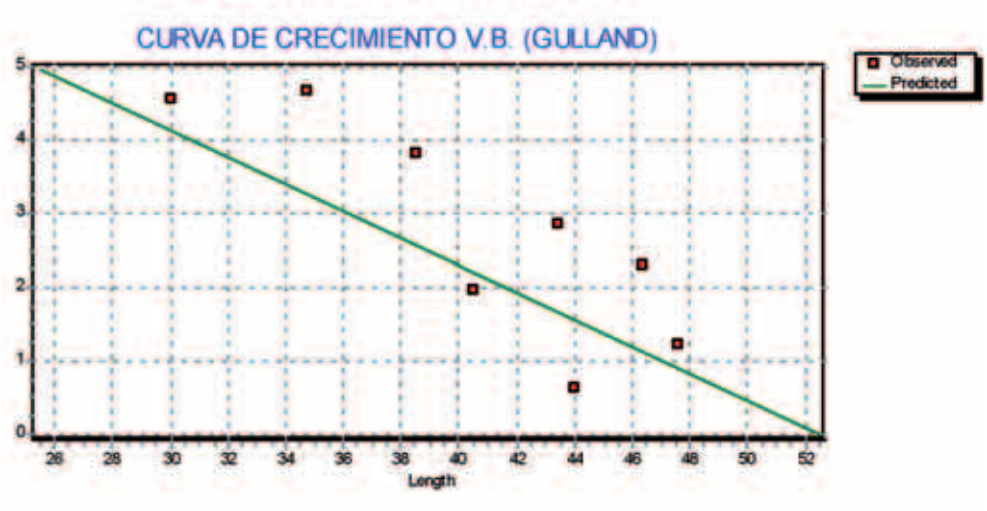


Fig. 34- Grafica de Gulland que represente er increment de longitud a cada dimension dada der animau. Es punts son cadua des edats damb era sua dimension en aguest moment e eth sòn increment de longitud ena edat posteriora. Com pòt veder-se, quan màger ei era talha, mens van creishent es animaus.

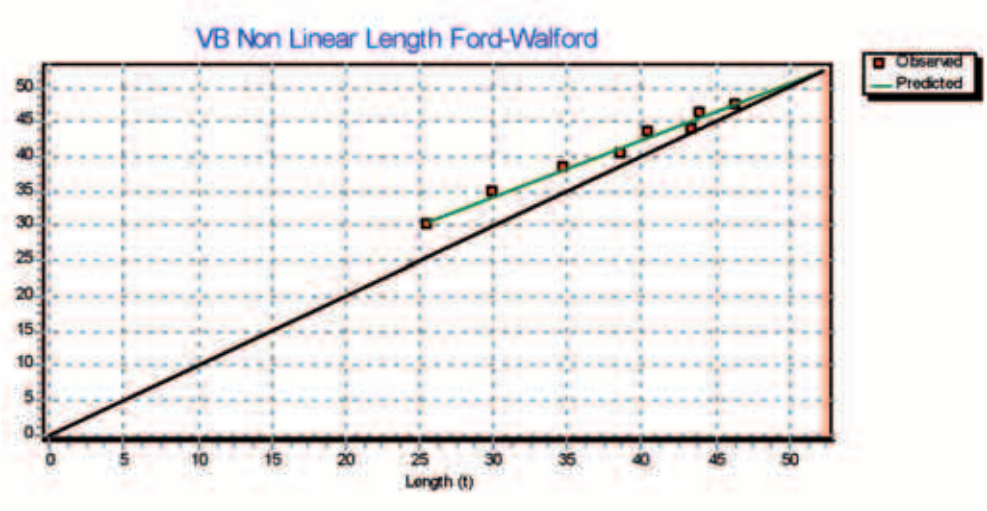


Fig. 35- Grafica de Ford-Walford que compare era longitud en un moment dat (t) damb era deth moment immediatament posterior (t+1). Se represente era linha de 45° que talhe era grafica proporcionaument e era linha d'ajust deth modèu. A on andues linhes se crotzen ei era longitud maxima (L_∞) segontes eth modèu.

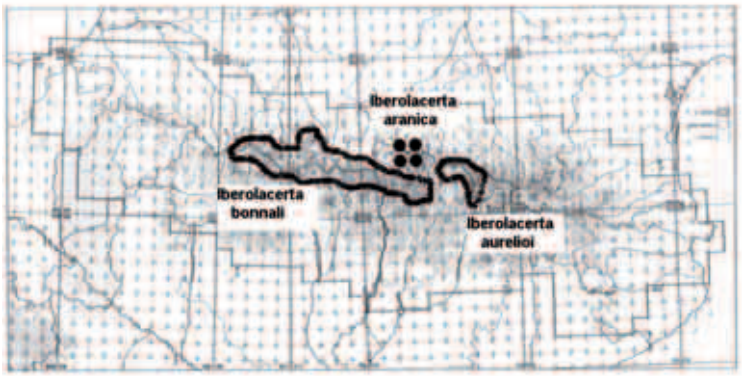


Fig. 36- Mapa de distribucion des tres espècies *d'Iberolacerta* (*Pyrenesaura*). Se representen perfiladi es airaus dera cernalha pirenenca (*I. bonnali*) e era cernalha palharesa (*I. aurelioi*), e es quate punts d'UTM 10x10 dera cernalha aranesa. Er airau reau de totes ei fòrça menor der aparent en mapa.

Història Natural i Evolució de la Sargantana Aranesa, *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993)

ENSENHADOR

Pròleg

Aquest llibre és el fruit de catorze anys d'estudi de les sargantanes d'alta muntanya del Pirineu, i especialment de la sargantana aranesa, amb la qual vaig fer coneixença (sense saber encara què era en realitat) al principi de juliol de l'ara llunyà 1989.

He procurat que les pàgines que segueixen resultin tan divulgadores com sigui possible, tot i que no sempre ho he aconseguit, ja que amb freqüència els temes, especialment els anatòmics o molt tècnics, com els genètics, filogenètics, etc., s'escapen totalment del coneixement i del llenguatge del gran públic. Espero que les notes aclaridores i els comentaris intercalats compensin la complexitat del text en algunes seccions amb el valor científic i l'interès patrimonial de la informació continguda.

Les fotografies intenten representar la màxima quantitat possible d'exemplars de la que és la protagonista d'aquest llibre, així com presentar, per comparar-les, les altres dues espècies de sargantanes d'alta muntanya del Pirineu i les altres dues espècies de sargantanes més abundants a la Val d'Aran. Les figures procedeixen en part de la tesi doctoral de l'autor i han estat publicades en diverses revistes (*Herpetozoa* i el *Butll. Soc. Cat. Herpetol.*, per la qual cosa agraïm a H. Grillitsch i a X. Rivera respectivament el seu consentiment per reproduir-les aquí), i la majoria han estat fetes *ex professo* per a aquest llibre. També cal tenir en compte que, a diferència dels aspectes anatòmics i taxonòmics, les dades de biologia són (la majoria) inèdites i que han estat tractades per obtenir els resultats que s'exposen.

Nombroses persones han col·laborat o ajudat en diversos graus, amb informació, comentaris, o acompanyant en algunes visites a alguna de les zones d'estudi. Són molts anys i moltes persones en visites puntuals, i podem anomenar (per ordre alfabètic) Marc Alonso, Rocío Baquero, Pedro Galán, Jesús García, E. García Nieto, Antoni Margalida, Jose Melero, Carmen Naranjo, Santi Palazón, Sergi Pla, Maria Teixidó, Lluís Toldrà. També els guardes de la Val van ajudar i proporcionar transport o informació de vegades; entre ells cal esmentar Antonio Carrasco, Joan Castet, Antonio Cuito, Enrique Larruy i J. M. Vergés. Possiblement oblidi molta gent, però espero que sàpiguen disculpar-ho.

A l'últim, és obligat citar les ajudes rebudes de les administracions competents en la conservació d'aquestes sargantanes, la Generalitat de Catalunya (Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca primer i de Medi Ambient després) personificada en el cap del Servei de Protecció de la Fauna etc., el Dr. Jordi Ruiz Olmo; i posteriorment el Conselh Generau d'Aran (Servicis d'Agricultura, Ramaderia e Miei Ambient) en la persona del cap de Serveis, Xavier Marco Sánchez. És especialment a Ivan Afonso a qui cal agrair l'interès i l'impuls per portar a terme la present publicació, que esperem que sigui un primer pas, un corpus de referència com a punt de partida per tirar endavant la conservació efectiva d'aquesta espècie.

Finalment, faig una crida a l'orgull dels aranesos per conservar el representant més autèntic i exclusiu de la seva fauna, l'emblema viu de la qualitat i l'exclusivitat del medi natural aranès. A diferència del patrimoni cultural o artístic, en els quals cal invertir diners per conservar-los, les espècies que constitueixen el patrimoni natural es reprodueixen soles, i no solament es conserven, sinó que s'incrementen tot just deixant-les en pau, i retornen cent per cada un dels esforços que es fan per conservar-les.

Espero que el present llibre i l'interès dels aranesos de naixement i de devoció contribueixi a la preservació de l'espècie almenys durant un altre parell de milions d'anys.

DR. OSCAR J. ARRIBAS

Zoòleg

BLOC 1:

Posada en escena: origen i evolució de la sargantana aranesa

El nostre personatge: la sargantana aranesa

A moltes persones els sonarà estrany sentir a parlar d'un llibre dedicat a una sargantana. Per al gran públic, les sargantanes són animals humils i superabundants. Precisament pel fet de ser tan conspicus i abundants, gairebé no els donem importància, ja que tendim a no valorar el que no és rar.

Els lacèrtids són un grup particularment prolix en espècies: al voltant de 230, atribuïdes a uns 27 gèneres i distribuïdes per Euràsia i Àfrica. Algunes espècies habiten també les illes, com la Gran Bretanya, les Canàries, Madeira, gran part dels arxipèlags mediterranis, Suqutr , Sri Lanka, Sumatra, Borneo, Java, Taiwan, el Japó i Sakhalin; tot i que falten en d'altres, com per exemple Madagascar.

Es tracta d'un grup molt diversificat quant a nombre d'espècies i hàbitats. Viuen als deserts i als cims de les muntanyes, tant al terra com entre la vegetació espessa, o grimpant entre les roques. La mida oscil·la entre els 33 mm d'*Ophisops beddomii* i els 1.200 mm d'alguns fòssils plistocens canaris.

Són diürns i depenen de l'energia del sol o de la calor ambiental per a la seva activitat. S'alimenten bàsicament d'artròpodes, però algunes formes grans s'han adaptat a consumir vegetals, especialment en condicions de superpoblació com les que hi ha en els medis insulars. Són generalment ovípars, però de vegades també es dóna la retenció d'ous a l'oviducte, cosa que en algunes formes es tradueix en ovoviviparitat (p. ex. *Zootoca vivipara*).

En general, es tracta d'una família morfològicament conservadora, l'èxit evolutiu de la qual es basa en la seva capacitat d'adaptació. L'enorme diversificació s'ha de relacionar amb la relativament baixa vagilitat i capacitat de colonització. Es produeix freqüentment l'especiació al·lopàtrica, i la diferenciació en tàxons diferents dins una línia es dóna amb relativa rapidesa. El seu extremat conservadorisme morfològic, que els porta a adoptar solucions similars davant de problemes ambientals iguals, així com a l'estasi morfològica en línies que van divergir fa bastant temps i que presenten un elevat nivell d'homoplàsia, dificulta en gran mesura l'establiment de les veritables relacions filogenètiques entre els diferents tàxons.

Sembla que els lacèrtids encara estan en expansió i colonitzant nous nínxols ecològics, adaptant-se als ràpids canvis causats en el paisatge per l'acció dels éssers humans.

Hem de dir, de tota manera, que de tipus de sargantanes n'hi ha molts. De fet, pertanyen a molts gèneres diferents que es reparteixen les, almenys, 22 espècies que habiten la península Ibèrica. La sargantana aranesa pertany al gènere *Iberolacerta* que, com veurem a continuació, engloba tres espècies que habiten les muntanyes del nord i del centre de la península (*Iberolacerta monticola*, *I. cyreni* i *I. martinezricai*), tres més del Pirineu (*I. aranica, I. aurelioi* i *I. bonnali*) (fotos d'1 a 9) i una dels Alps centrals i de les muntanyes dinàriques d'Eslovènia i Croàcia (*I. horvathi*).

La sargantana aranesa, com veurem més endavant, és una espècie tremendament rara. De fet, els mateixos avatars de la història dels últims milions d'anys que han conduït a la seva aparició en un lloc tan concret com les muntanyes de la Val d'Aran són els responsables de la seva raresa

extrema, ja que pels seus peculiars requeriments no s'ha pogut estendre a altres llocs quan les condicions li eren favorables.

Ens trobem, doncs, davant d'una relíquia, una joia viva que cal respectar i conservar per a les generacions futures, els avantpassats per dret de les quals habitaven aquestes terres abans que el primer ésser humà hi arribés.

Què és una espècie i com es forma?

Abans de començar aquest tomb per la vida de la sargantana aranesa i particularment per la seva evolució, caldria explicar alguns termes de manera preliminar.

Tots ens fem una idea de què és una espècie a la natura. Distingim gossos, gats, ocells diferents, etc., però la nostra idea es complica quan trobem animals que són veritables espècies i són indistingibles per fora, almenys per a nosaltres. Passa el mateix quan, per exemple, ambdós sexes d'una espècie animal presenten aspectes molt diferents, o quan hi ha diferències molt notables entre els adults i els juvenils d'un animal. Són situacions que posen a prova la nostra solidesa del concepte d'espècie. No obstant això, no costa convèncer ningú que les espècies són entitats reals a la natura i al voltant nostre. El gos i la gossa tenen gossets, no gats. El pardal i la pardala, tot i el seu aspecte netament diferent, tenen caganius. Així doncs, l'espècie és una entitat real; de fet, i deixant de banda discussions filosòfiques profundes, és gairebé l'única entitat real per damunt de l'individu.

No obstant això, de conceptes d'espècie n'hi ha molts: un concepte tipològic (per aspectes o associació a un «exemplar tipus», sobre el qual es va basar la descripció original de l'espècie per part d'un científic) potser no ens permetria ficar en el mateix sac mascles i femelles de pardal, o galls i gallines, però sí el concepte biològic d'espècie. El concepte biològic d'espècie diu que una espècie és una comunitat reproductiva, és a dir, una sèrie d'individus, generalment semblants entre ells, que es poden reproduir lliurement entre ells i donar lloc a més individus, i que es relacionen sempre amb individus semblants mitjançant línies antecessor-descendent. Al seu torn, aquests individus estan aïllats d'altres espècies semblants.

La sargantana aranesa és una espècie. Això vol dir que és un conjunt d'individus semblants entre ells i diferents d'altres conjunts que són espècies semblants, com la sargantana pirinenca, també present en altres zones de la Val d'Aran, o la veïna sargantana pallaresa, que habita a l'est del massís del Mont-roig.

Aquesta definició xoca amb el fet que en la pràctica és difícil saber si una possible espècie està o no està totalment aïllada, des del punt de vista reproductiu, d'altres de similars que de vegades habiten als mateixos llocs. La hibridació entre espècies semblants és un bon exemple d'aquesta incertesa. La hibridació posa a prova aquest suposat aïllament. Tanmateix, amb freqüència aquests experiments híbrids són estèrils, per la qual cosa les espècies continuen aïllades *de facto,* sense que importin les «vel·leïtats» reproductores d'algun dels seus individus que es desvien. No obstant això, la hibridació es dóna entre espècies properes (prou com perquè dos genomes diferents es posin «d'acord» per donar lloc a un individu viable), així que s'ha suggerit que la capacitat d'hibridació entre espècies properes que doni lloc a híbrids viables (compte, que poden viure, encara que no siguin fèrtils!) és una bona eina per definir el gènere (conjunt d'espècies emparentades amb un avantpassat comú), de fet una categoria ara artificial.

Les subespècies són poblacions que estan en curs de diferenciació. El seu destí és arribar a ser espècies amb el temps o quedar-se en res. Si l'aïllament persisteix, les diferències augmenten i acabaran constituint espècies *per se*. Moltes espècies emparentades que observem avui dia, al seu dia van ser subespècies (o «varietats geogràfiques» com es deia abans) d'una única espècie, el seu avantpassat comú. En cas que entrin de nou en contacte amb altres subespècies, com que encara NO estan aïllades reproductorament, es barrejaran i donaran lloc lliurement a exemplars mestissos que en poc temps diluiran els caràcters diferencials de cada subespècie. Un altre tipus

de variació és la de caràcter clinal (clines de variació) que consisteix en la variació gradual, sense salts marcats, de determinats caràcters morfològics al llarg de l'àrea de distribució d'una espècie, en general com a resposta a un o uns pocs factors ambientals. De vegades, en la unió de dues subespècies i la seva ulterior barreja, té lloc una clina, primer abrupta i després més suau. En canvi, una clina interrompuda pot acabar donant dues subespècies si l'aïllament persisteix.

Les espècies que presenten diverses subespècies clarament diferenciades es denominen espècies politípiques.

Així doncs, el mecanisme de formació de subespècies és el mateix que amb el temps desemboca en la formació d'espècies diferents. Podríem resumir-lo en dos tipus: l'especiació al·lopàtrica (amb aïllament geogràfic), que és la infinitament més comuna i es dóna quan dues o més poblacions queden aïllades per una barrera i comencen a diferenciar-se fins a formar dues espècies diferents; i l'especiació simpàtrica (a la mateixa localitat), que representa l'aparició d'una barrera biològica, un canvi sobtat en individus de la població que no són reconeguts pels altres com a pertanyents a la mateixa espècie (un canvi en el cant de zel en els ocells, en un detall clau de la coloració, en un comportament, en els genitals, etc.).

La nomenclatura zoològica

Hi ha tants noms d'animals com tribus, llengües i comarques. De fet, fins i tot individus de la mateixa espècie però de diferent aspecte reben noms diferents. Per evitar aquesta confusió i manca d'enteniment, els científics recorren al que s'anomena el nom científic, que consisteix bàsicament en dues paraules en llatí o llatinitzades i que rep el nom de nomenclatura binomial.

La nomenclatura binomial arrenca de l'obra del suec Karl Linné *Systema naturae*, en la seva desena edició. Fins aleshores, cada autor feia una petita diagnosi o descripció tota en llatí però diferent entre obres i autors que, depenent de l'encertada que fos, permetia (o no) saber de quin animal o planta es tractava. La «genialitat» de Linné (Linnaeus en llatí, com signava en les seves obres) va ser reduir tot això a les dues primeres paraules de la descripció: una primera que és el nom genèric i comença en majúscula (p. ex. *Iberolacerta*) i una segona que acompanya i que és l'epítet específic, tota en minúscules (p. ex. *aranica*).

El nom genèric és un substantiu llatí o llatinitzat (val gairebé qualsevol combinació de paraules llatinitzada, encara que en principi les més usades són en llatí o en grec llatinitzat). L'epítet específic pot ser un adjectiu (normalment en genitiu) o un substantiu en aposició. En general sol fer referència a alguna característica (p. ex. el llangardaix verd: *Lacerta bilineata*, llangardaix de dues ratlles), a una procedència geogràfica (*Iberolacerta aranica*, sargantana de la Val d'Aran) o pot estar dedicat a una persona (*Iberolacerta horvathi*, sargantana de Horvath).

Així, totes les espècies del gènere *Iberolacerta: I. aranica, I. aurelioi, I. bonnali, I. horvathi, I. martinezricai, I. monticola* i *I. cyreni* estan incloses en aquest gènere perquè són parentes properes entre elles, molt més que amb altres espècies de sargantanes com el llangardaix de dues ratlles (*Lacerta bilineata*) o la sargantana roquera (*Podarcis muralis*), per posar dos exemples d'espècies presents a la Val. En termes evolutius, totes les espècies d'*Iberolacerta* comparteixen un avantpassat comú que no comparteixen amb cap altra espècie de sargantana ni d'animal.

De vegades s'afegeix un tercer nom al nom científic: és el nom d'una subespècie. Per exemple, *Iberolacerta aranica* va ser descrita al principi com una subespècie de l'aleshores poc coneguda sargantana pirinenca amb el nom *Lacerta bonnali aranica*, però més tard, en comprovar-se que era una espècie *per se*, el seu nom va passar a ser *Iberolacerta aranica*.

Després del nom científic s'hi sol afegir el de l'autor de la descripció (el descobridor, per dir-ho així) i l'any de la descripció en una obra (una revista o més rarament un llibre) científica. Així, un nom complet de l'espècie protagonista d'aquest escrit seria: sargantana aranesa (*Iberolacerta aranica* Arribas, 1993).

Estudi de les relacions entre espècies

L'estudi de les relacions entre els organismes es basa primordialment en diferents mesures de divergència, és a dir, del grau de diferència entre les diferents poblacions o espècies. Ens és familiar la idea que les coses més semblants estan més properament emparentades entre elles. Aquest grau de diferència es pondera mitjançant mesures de distància, diferents segons la disciplina que es tracti.

Filogènia: totes les característiques morfològiques (externes i internes) i les genètiques (basades en el DNA) serveixen per a allò que els savis anomenen «inferir filogènies», és a dir, proposar models de com ha degut ser el procés d'especiació (formació de noves espècies) i la imminència de parentiu entre elles.

Per no ficar-nos en un embolic feixuc, direm que hi ha dos grans acostaments al problema (dues «escoles» científiques) gairebé irreconciliables: el feneticisme (o escola fenètica) i el cladisme (o escola sistemàtica filogenètica). El primer, el feneticisme, transforma tot tipus de caràcters (trets) estudiables en nombres i mitjançant les distàncies, que tenen en consideració tots els trets alhora, construeix arbres (fenogrames o dendrogrames) en què els tàxons (individus, poblacions o espècies) s'agrupen de dos en dos, en general de més semblant (menys distància) a més diferent (distàncies més grans). Cada vegada que es reuneixen dos parells de mostres, es recalcula la distància conjunta (intermèdia) a totes les altres mostres, i es busquen de nou les dues més similars, i es repeteix el procés un i més cops fins a interrelacionar-les totes. Aquesta escola defensa que aquestes relacions de «semblança global» representen l'evolució, és a dir, el patró de diferenciació i especiació d'aquests organismes.

L'altre acostament, el cladista, es basa en la compartició de caràcters derivats i en l'anomenat «principi de parsimònia». Quan s'estudia un ésser determinat, cal distingir entre caràcters anàlegs (que fan la mateixa funció però tenen un origen diferent, com l'ala d'un insecte i la d'una au), que no donen cap informació fiable del parentiu i fins i tot porten a error, i caràcters homòlegs (amb el mateix origen, encara que tinguin funcions molt diferents, com el nostre braç i l'ala d'una au). Aquest estudi es fa mitjançant l'anatomia comparada, l'embriologia (estudi del desenvolupament embrionari), etc. Una vegada localitzats els caràcters homòlegs, portadors d'informació filogenètica veritable (de parentiu), es busquen parells d'espècies que els comparteixin, la qual cosa indicarà que tenen un avantpassat comú i que, per tant, són parents. Aquests caràcters derivats i compartits es denominen sinapomorfies i en aquestes sinapomorfies es basa la reconstrucció de filogènies que representen el parentiu entre espècies. Amb tot el lot d'espècies i de caràcters es construeixen arbres (cladogrames) mitjançant sofisticats programes d'ordinador, que troben el de menor longitud (menor quantitat de canvis en els estats del caràcter) sota l'assumpció que l'evolució segueix el camí més curt possible (és l'anomenat principi de parsimònia). Això és discutible en molts casos, però sí que sembla cert que, en teoria, la hipòtesi més simple és sempre la que té més possibilitats de ser la certa o de ser més fàcilment comprovable o desmentida.

Morfologia externa: per conèixer el grau de diferències entre diferents espècies s'estudien tota una sèrie de característiques externes; posem per exemple, nombre de diferents tipus d'escates, diferents mides de parts corporals, etc. Aquestes mides o nombres es poden comparar de dos en dos, mitjançant proves estadístiques com el test T o l'anàlisi de variància, que ens diran si hi ha o si no hi ha diferències que calgui tenir en compte (estadísticament significatives); o bé totes al mateix temps, mitjançant un tipus d'anàlisi estadística denominada multivariant, que agafa un gran nombre de dades i les analitza totes a la vegada, i ens dóna una estima de les diferències globals entre les mostres considerades en forma de distància (un nombre).

Passem a veure quines són les característiques de la sargantana aranesa en tots aquests caràcters.

Biometria i folidosi (mides i escates): les tècniques d'estudi basades en la morfologia externa utilitzades (biometria i folidosi, és a dir, mides de parts del cos i comptatges d'escates) ens permeten distingir clarament l'existència de tres morfoespècies diferents al Pirineu: *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993); *Iberolacerta aurelioi* (Arribas, 1994), i *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) (fotos d'1 a 9). Les característiques amb més capacitat discriminatòria entre els tàxons (espècies) són les escates dorsals (nombre d'escates dorsals en un anell al voltant del cos), les escates gulars (nombre d'escates del coll en un comptatge linear des de la símfisi mentoniana fins al collar del coll), les escates ventrals (nombre de fileres d'escates en un comptatge des del collar fins a les escates perianals, al llarg de tot el ventre) i el diàmetre relatiu de l'escata timpànica (a la part lateral del cap, gairebé a meitat de camí entre l'ull i el timpà).

Iberolacerta aranica es distingeix perquè té un gran diàmetre de la placa massetèrica i elevats valors de punteig ventral, i els valors més baixos d'escates dorsals, ventrals i circumanals i longituds relatives dels membres anteriors i posteriors (vegeu l'apèndix al final del llibre amb la fitxa tècnica resumida de l'espècie). Usualment, la sargantana aranesa presenta una configuració molt característica a l'àrea temporal, als costats del cap, amb tres grans escates (massetèrica, timpànica i una gran temporal intermèdia) (figura 1 i fotos d'1 a 3).

Iberolacerta aurelioi, la sargantana pallaresa, es caracteritza perquè presenta valors alts de motejament ventral, i (al contrari de la sargantana aranesa) també d'escates gulars, dorsals i ventrals; i valors baixos del diàmetre relatiu de la massetèrica i la timpànica (no són rares les àrees temporals compostes únicament per escates petites i iguals, sense plaques grans diferenciades) (figura 2), absència generalitzada del contacte entre les escates postocular i parietal i menor nombre de circumanals i de porus femorals. A més d'aquests caràcters estudiats, aquesta espècie es pot distingir immediatament pel ventre groc, que falta en les altres dues espècies (fotos de 7 a 9).

Iberolacerta bonnali, la sargantana pirinenca, presenta valors intermedis entre els extrems de variació ocupats per *I. aurelioi* i *I. aranica* (figura 3 i fotos de 4 a 6).

Les tres espècies mostren una bona discriminació entre elles, basant-se en aquests paràmetres morfològics, superior en tots els casos al 75%. Això vol dir que, amb aquests criteris, més de tres quarts dels exemplars poden ser diferenciats sense error. La millor discriminació és per a *I. aurelioi*, ja que els exemplars gairebé no es confonen amb els de les altres dues espècies. Entre *I. aranica* i *I. bonnali* hi ha una discriminació més imprecisa, tot i que sempre superior al 75%, i més accentuada en els mascles.

Si s'agrupen les poblacions de sargantanes pirinenques (diferents massissos) s'adverteix una separació clara de les mostres en tres grups que corresponen a les tres espècies conegudes. Totes les poblacions estudiades dins de cada espècie s'uneixen a distàncies (mesures de la divergència morfològica entre les mostres) que van des de 3,76 fins a 8,9, mentre que les dues espècies morfològicament més semblants, *I. bonnali* i *I. aranica* s'uneixen a 22,97, una distància molt considerable. Posteriorment, el grup format per ambdues s'uneix a *I. aurelioi* a una distància de 45,27.

En les femelles el patró de diferenciació entre les poblacions és paral·lel en tot al dels mascles, però les diferències no estan tan marcades. Així doncs, la diferenciació entre poblacions de la mateixa espècie va des d'1,85 fins a 6,36, mentre que el valor mínim entre espècies és només una mica superior (7,94, entre *I. bonnali* i *I. aranica*).

Les distàncies d'agregació de les tres espècies entre elles són molt elevades i confirmen el seu estatus de morfoespècies ben diferenciades. Resulten particularment significatives les altes distàncies (d'entre les més grans de tot el conjunt) que es donen a la zona de confluència de les tres espècies entre poblacions veïnes pertanyents a cada una d'elles: Maladeta-Aigüestortes (*I. bonnali*), Val d'Aran (*I. aranica*) i Mont-roig (*I. aurelioi*), que formen un triangle de només uns 25 km de costat entre les tres. Curiosament, la distància entre les poblacions de sargantanes geogràficament veïnes de Maladeta-Aigüestortes (*I. bonnali*) i les del massís de Maubèrme (*I. aranica*), tot i ser la menor entre aquestes dues espècies, és molt elevada, cosa que indica una clara separació entre les espècies. En

el cas de les femelles, la diferència entre les de la Val d'Aran (*I. aranica*) i les de Maladeta-Aigüestortes (*I. bonnali*) és força baixa, però superior a qualsevol distància entre poblacions d'*I. bonnali.*

Així doncs, la biometria i folidosi ens mostra més semblança entre la sargantana aranesa i la pirinenca, que amb la sargantana pallaresa. La pallaresa i l'aranesa mostren els caràcters més divergents en folidosi (nombres d'escates) de tot el Pirineu, els més alts i els més baixos respectivament. Per això la sargantana aranesa, amb nombres molt baixos d'escates, té aquest aspecte «granular» a simple vista, amb poques escates i molt grans respecte a altres espècies.

Per coloració, la sargantana aranesa també és més similar a la pirinenca, ambdues són de color més aviat grisós al dors i blanquinoses a la part inferior, freqüentment amb dues fileres de petites taques juxtaposades als costats de la zona vertebral. No obstant això, difereixen en la forma i la disposició de les escates de la zona temporal (als costats del cap), l'escata anal (molt àmplia en la pirinenca i molt curta en l'aranesa) i la puntuació ventral (més abundant en l'aranesa). La sargantana pallaresa presenta més diferències, és clarament marronosa (no grisosa) al dors, els punts dorsals, si en té, són petits i estan escampats per tot el tracte dorsal (no alineats) i, el més important de tot, és d'un vivíssim color groc rovell, de vegades fins i tot de tons ataronjats, per la part inferior. Només la forma curta de l'escata anal i la profusió de taquetes negres al ventre l'acosten a la sargantana aranesa. (Vegeu per exemple, les fotos d'1 a 9.)

Morfologia interna: altres característiques externes o internes que es consideren dins de la morfologia però que es comparen «a ull», és a dir, sense mesures ni nombres, són l'osteologia (estudi dels ossos i la seva forma) i l'estudi de la morfologia genital (els hemipenis), dels quals parlarem a continuació.

Osteologia (l'esquelet): l'estudi dels ossos i la seva forma (osteologia) gaudeix d'una llarga tradició en zoologia (la ciència que estudia els animals). Aquesta tradició té l'origen en els temps antics en què, a part de l'aspecte extern, no existien altres tècniques sofisticades per buscar parentius entre animals. Té al seu favor el fet que és directament comparable amb els fòssils, i que en termes evolutius la selecció natural que exerceix l'ambient en les parts internes no és tan forta com pugui ser-ho en les externes. Dit d'una altra manera, un animal de color extern cridaner és fàcilment depredat, mentre que els canvis en l'interior (o la manca de canvis) no influeixen en l'èxit de supervivència o de reproducció dels individus.

Els animals d'espècies molt properes tenen esquelets i ossos individuals pràcticament indistingibles entre ells. Un llop i un gos (que en realitat serien la mateixa espècie biològica), o un tigre i un lleó (espècies properes) són virtualment indistingibles. Només podem separar-los mitjançant comparacions i mesuraments molt detallats. Són diferències quantitatives però no qualitatives.

Les sargantanes, fins i tot de gèneres diferents, presenten molt poques diferències i només un especialista pot distingir-les, i tot i així, només per ossos clau concrets. En el nostre cas, les tres espècies pirinenques de sargantanes d'alta muntanya es distingeixen de manera inequívoca per una combinació de característiques dels ossos que tanquen per darrere de l'òrbita ocular (postorbital i postfrontal) (figura 4).

Iberolacerta aranica es caracteritza dins del grup d'espècies pirinenques per presentar ben desenvolupats tant el procés anterodistal del postfrontal com l'anteromedial del postorbitari (figura 4: BA, Barrados; OR, Òrla), i per la possessió de clavícules obertes (marginades), amb una fontanel·la esternal oval o arrodonida ben desenvolupada (figura 5: com figura 4). *Iberolacerta bonnali* es caracteritza, dins del grup pirinenc, per tenir desenvolupat el procés anterodistal de l'os postfrontal i la falta del procés anteromedial de l'os postorbitari (figura 4: BI, Bigorre; MP, Mont Perdut; PO, Posets; MA, Maladeta). A més, té clavícules obertes (marginades) i fontanel·la esternal oval o arrodonida ben desenvolupada (figura 5: ídem figura 4). *Iberolacerta aurelioi* es caracteritza al seu torn per la falta

d'ambdós processos (tant el del postfrontal com el del postorbitari) (figura 4: MR, Mont-roig; PE, Pica d'Estats; AND, Andorra), per la possessió de clavícules tancades (emarginades) i la freqüent falta o reducció de la fontanel·la esternal (figura 5: ídem figura 4).

Morfologia genital (hemipenis): l'estudi dels òrgans genitals en zoologia té una història similar a la del dels ossos. La cerca de característiques morfològiques que no estiguin excessivament influenciades, és a dir, molt controlades de manera immediata per la selecció natural, i que mostrin similituds entre espècies emparentades encara que el seu aspecte extern (per viure en hàbitats diferents) sigui també molt diferent, ha portat a l'estudi anatòmic clàssic de l'aspecte (la forma i la mida) dels òrgans genitals d'espècies emparentades.

La morfologia genital ha estat utilitzada des de temps enrere com una font de caràcters sistemàtics útils per desenvolupar i provar hipòtesis filogenètiques en un ampli nombre de grups taxonòmics. En són exemples l'estudi de la morfologia de l'edeagus dels insectes, el bàcul en els mamífers, el gland del penis en tortugues i micromamífers, l'hemipenis en serps o llangardaixos, etc.

El principal interès de l'estudi de la *genitalia* radica en la suposada independència de les pressions evolutives que afecten altres caràcters, per la qual cosa se suposa que espècies properament emparentades compartiran una morfologia genital molt semblant, independentment del fet que pressions evolutives facin molt diferents les seves morfologies externes, cosa que permet reconèixer parentius fins i tot entre espècies separades en un passat més o menys remot. A la inversa, espècies que conserven durant llarg temps la mateixa morfologia externa, es poden diferenciar pels *genitalia*, diferents per evitar la hibridació.

Es creu que la interdependència de forma entre els òrgans reproductors masculins i femenins es correspon amb un model de «clau i pany». Si un animal sofreix (posem per mutació) un canvi sobtat de forma, els seus genitals no encaixen en els de les femelles i és, per tant, exclòs de la reproducció. Això és discutible ja que la hibridació entre espècies diferents, tot i que no molt estesa ja que les espècies mateixes tendeixen a evitar-la, és força freqüent. Un inconvenient greu de l'assumpte és que mentre que en entomologia (estudi dels insectes) és molt utilitzada, ja que la *genitalia* conté peces dures fàcilment reconeixedores, en els vertebrats sol ser tova i deformable en animals conservats i, per tant, difícil de comparar.

En el cas dels saures com la sargantana aranesa (i igual que a les serps) el nombre d'hemipenis és de dos, dels quals ja tractarem en parlar de la biologia de l'espècie. Es formen des de l'embrió, en el qual es poden apreciar perquè estan a l'exterior. Abans de néixer es retreuen cap a l'interior gràcies a un múscul retractor. Quan l'animal els ha d'utilitzar, el múscul retractor es relaxa i els teixits s'omplen de líquid per entrar en erecció.

Es pot comparar la seva mida, aspecte extern i proporcions (figura 7) així com la forma de la microornamentació genital, unes petites papil·les microscòpiques que, igual que les de la nostra llengua, cobreixen els lòbuls de l'hemipenis.

L'estudi de la morfologia genital i la seva microornamentació ens mostra que, malgrat que no solen haver-hi diferències notòries entre espècies properes de sargantanes, hi ha algunes petites diferències entre les tres espècies pirinenques d'*Iberolacerta* (figura 8).

Amb mides equivalents, *I. aurelioi* té hemipenis significativament menors que *I. aranica* i *I. bonnali*. Aquesta última presenta uns llavis (vorells) majors als costats del solc espermàtic. Ambdues característiques sembla que han aparegut després de la seva especiació (separació) de l'avantpassat comú, i en el cas de la mida reduïda de l'hemipenis de la sargantana pallaresa, es podria tractar d'un desplaçament divergent de caràcter (és a dir, un canvi en la morfologia d'aquesta «clau-pany») per evitar la hibridació amb *I. aranica* durant alguna fase de contacte entre aquestes espècies en el passat.

La microornamentació de l'hemipenis (figura 9) és clarament coroniforme (una estructura curta amb papil·les, com una anemone, amb un peduncle i una corona de prolongacions a l'àpex)

a *I. aurelioi*, i generalment espiniforme (amb forma d'espina o dit) a *I. aranica* i *I. bonnali*, tot i que ocasionalment n'apareixen alguns que apunten cap al model coroniforme en ambdues espècies. Sembla que el model espiniforme és un pas previ en la formació del coroniforme, més complex, i en la major part d'individus aquest procés és incomplet i es queda aturat en la fase de prolongacions allargades.

Genètica: abocant-se a les intimitats de la vida

El DNA o àcid desoxiribonucleic que es troba en el nucli de totes les cèl·lules i en alguns orgànuls com els mitocondris (orgànuls respiratoris, a mode de centrals energètiques en tot tipus de cèl·lules) i plastidis (orgànuls fotosintètics de les cèl·lules vegetals) és la font d'informació de la qual surten totes les instruccions de construcció i funcionament dels éssers vius.

El DNA està compost per quatre tipus de nucleòtids (àcids nucleics), que s'identifiquen amb les lletres A (adenina), G (guanina), C (citosina) i T (timina). Mitjançant la combinació d'aquestes quatre lletres es codifica la informació d'absolutament totes les funcions de l'ésser viu. Des de com s'han de sintetitzar totes les parts cel·lulars, fins a com s'associen en teixits, òrgans, sistemes, quan i com funciona cada cosa, com s'encadellen les diferents parts, fins i tot trets del caràcter individual de cadascú. Absolutament tot això està codificat mitjançant combinacions d'aquestes quatre lletres, igual que la informació en informàtica es codifica tota en forma d'uns i zeros (sistema binari) en arxius amb instruccions. És el que es denomina genotip, que podríem comparar amb un programa d'ordinador, mentre que el resultat del que està codificat en el genotip en la seva interacció amb el medi ambient és el que veiem externament, el fenotip. Així doncs, el fenotip, que és el que veiem, és el resultat de la interacció del genotip amb el medi ambient. Les característiques del genotip es transmeten als descendents, però no les del fenotip. Una persona de raça caucàsica (blanca) que faci un treball físic dur i a l'aire lliure, serà musculosa i morena, però els seus fills no heretaran ni el to bru de pell ni la musculatura (característiques fenotípiques), ja que són el resultat de la interacció del seu genotip (potencialitat de bronzejar-se i de desenvolupar musculatura) amb el medi ambient (condicions de treball físic dur i intensa radiació solar que efectivament desenvolupen aquestes capacitats).

El que sí és cert és que la selecció natural treballa sobre els fenotips i el seu comportament davant de les condicions del medi, seleccionant els genotips subjacents que millors característiques de resposta tinguin davant de l'estat actual de l'ambient.

Totes les cèl·lules d'un cos, absolutament totes, contenen al nucli tota la informació per fabricar i fer funcionar aquest cos. Així, una neurona (una cèl·lula del cervell), no solament té la informació per transmetre l'impuls nerviós i viure (informació que utilitza) sinó que té una gran quantitat d'informació que no utilitza i que pot comprendre des de com ha de nedar un espermatozoide, passant pel que ha de sintetitzar una cèl·lula del pàncrees, fins on i com s'ha de formar un braç en un embrió.

Un altre fenomen curiós és que, a més del fet que cada cèl·lula utilitza només una petita part de tota la informació que té, la major part del DNA no serveix per a res. Imaginem que tenim un programa d'ordinador com un paquet estadístic del qual només fem servir molt poques coses (una situació molt freqüent, i que és anàleg al que li passa a cada tipus de cèl·lula concret, que només fa una o unes poques funcions) i que, a més, cada vegada que de tant en tant se'ns espatlla alguna cosa, en comptes d'esborrar-lo sencer i tornar-lo a instal·lar, el tornem a gravar sencer al costat, amb la qual cosa en tindríem dues còpies, una sencera i una altra gairebé sencera. Doncs bé, això és el que fan les cèl·lules. El DNA «espatllat» no es destrueix, s'acumulen còpies gairebé senceres de gens on es donen mutacions que no influeixen en res perquè simplement no estan en funcionament. Així, entre seqüències repetides «a la babalà» com «...cacacacacaca...» i de funció obscura (anomenades DNA satèl·lit), còpies senceres o gairebé senceres de gens complets, duplicacions, introns (virus o fragments de DNA estrany que s'instal·len en el nostre genoma i produei-

xen coses tan curioses com berrugues, i que són tan ganduls que en comptes de contagiar com fan altres virus, es repliquen solament al mateix temps que el DNA, amb l'esperança de passar a una altra generació quan hi hagi descendents), oncogens (més terribles, que poden estar adormits però davant de determinades circumstàncies s'activen i produeixen un càncer), etc. El DNA està ple d'informació inútil que ni ve ni va enlloc.

Aquest DNA que es troba en qualsevol cèl·lula és el resultat de milers i milers d'anys d'evolució (incloent-hi l'acumulació de parts inútils i els «ocupes», com els virus o plàsmids, que pugen en marxa) i per tant és diferent entre les diferents espècies i irrepetible per a cada una d'elles. En principi, com ja hem dit, la selecció natural selecciona genotips, però a més, la font de variació natural és l'aparició de canvis en aquesta seqüència de quatre lletres, els nucleòtids. Hi haurà canvis que no afectaran res i es quedaran allà on són, però altres afectaran una secció important i tenen molts números per fer que allò deixi de funcionar correctament, i per tant aquests genotips seran contraseleccionats ràpidament. Alguns, molt pocs, seran gairebé per error una millora, i seran favorablement seleccionats, per la qual cosa amb el temps es faran més i més abundants.

Centrem-nos en el primer cas. La major part de mutacions (canvis en una o més lletres) no afecten res important, bé perquè afecten còpies que no estan en ús o bé perquè diverses combinacions de lletres poden sintetitzar el mateix. A còpia d'acumular-se canvis, si nosaltres seqüenciem un determinat fragment de DNA (per exemple un gen) la probabilitat que hi hagi més canvis augmenta amb el temps. Així, mesurant el nombre de canvis entre dues poblacions animals, sabem el temps que fa que es van separar d'un avantpassat comú (en això es basa la seqüenciació del DNA i el «rellotge evolutiu» o «rellotge molecular»).

Electroforesi (diferències en les proteïnes): la tècnica més primitiva i que es feia servir quan el DNA no era accessible directament és la d'estudiar i identificar proteïnes diferenciant-les mitjançant el seu comportament davant d'un camp elèctric. Aquesta tècnica, anomenada electroforesi, permet distingir proteïnes diferents (procedents per tant de diferents variants del mateix gen) i així inferir el grau de diferències entre espècies. Cada una d'aquestes variants pot ser estudiada bé de manera fenètica com a distàncies o bé de manera cladista, utilitzant cada variant de proteïna com un caràcter diferent.

El desenvolupament de la genètica bioquímica, en particular l'electroforesi de proteïnes, ha permès quantificar la variabilitat genètica entre poblacions i traçar paral·lelismes entre els processos de diferenciació genètica i d'especiació. L'electroforesi ha demostrat que és una tècnica molt útil en estudis sistemàtics i taxonòmics, en nivells que van des del de població fins al de gènere. Proporciona informació genètica que permet estimar la fragmentació dins d'un tàxon, encara que aquesta informació no necessàriament quadri amb l'evolució morfològica.

Les divergències genètiques es poden donar com un nombre d'al·lels diferents o com una distància genètica, la qual cosa ens permet inferir un temps aproximat de divergència (cessament del flux genètic) entre tàxons, mitjançant el que es denomina «rellotge molecular», que es basa en el supòsit que les mutacions són neutrals i que constitueixen un procés estocàstic, més similar al fenomen de la descomposició radioactiva que a un metrònom de ritme constant. No obstant això, s'assumeix que la probabilitat que ocorri una d'aquestes mutacions a l'atzar és més o menys constant, i per això, que tenen lloc a un ritme més o menys uniforme.

En el cas de les sargantanes pirinenques (figura 10), agrupant les espècies de més a menys relacionades depenent de la seva distància genètica (D_{Nei}: distància de Nei), l'espècie més diferenciada de totes les *Iberolacerta* és la sargantana croata (*I. horvathi*). La distància genètica mitjana respecte a la resta d'espècies iberopirinenques és de 0,75, cosa que correspon a uns 3,7 milions d'anys de divergència (basant-se en l'equivalència 1 unitat D_{Nei} = 5 milions d'anys, tot i que s'ha de dir que es queda MOLT curta en l'estima de divergència, en vista de les datacions procedents de la seqüenciació de DNA i l'estudi dels microsatèl·lits).

Dins de les espècies iberopirinenques, la més diferenciada en l'anàlisi electroforètica és la sargantana aranesa (*I. aranica*), ja que el dendrograma resultant ens deixa aquesta espècie com a germana de totes les altres d'aquest grup (figura 10). Aquest resultat és susceptible de ser mal interpretat, ja que *I. aranica* constitueix juntament amb *I. bonnali* i *I. aurelioi* un grup natural. Tanmateix, sí que ens indica que l'aïllament i la diferenciació d'*I. aranica* poden ser gairebé tan antics com la diferenciació mateixa dels dos grups (ibèric i pirinenc). Per això, preferim agafar les distàncies genètiques únicament com a referències de la diferenciació relativa entre tàxons i no de la successió de fenòmens d'especiació. En vista del grau de diferenciació entre el grup pirinenc i l'ibèric, sembla raonable creure que ja devien estar diferenciats des d'abans de l'inici del Plistocè (D_{Nei} = 0,41 de mitjana entre els grups, de manera temptativa 2,05 milions d'anys), tot i que la datació resultant també es queda evidentment molt curta.

Iberolacerta aranica comença a diferenciar-se d'hora de l'avantpassat comú d'*I. aurelioi* i *I. bonnali*, fa aproximadament entre 2,25 i 1,55 (mitjana de 2) milions d'anys respectivament (D_{Nei} = 0,45 respecte a *I. bonnali* i D_{Nei} = 0,31 respecte a *I. aurelioi*), coincidint amb les fases inicials del Plistocè, mentre que aquestes últimes dues espècies s'haurien diferenciat fa 450.000 anys (D_{Nei} = 0,09 entre *I. aurelioi* i *I. bonnali*) durant el Plistocè mitjà. La distància genètica entre *I. monticola* i *I. cyreni* és D_{Nei} = 0,20 (que correspondria a un milió d'anys, també molt infravalorada, al nostre entendre).

Seqüenciació de DNA (diferències en el material genètic): la seqüenciació del DNA és la tècnica que ha reemplaçat els últims anys l'electroforesi i, igual que aquesta, els resultats es poden estudiar de manera cladística, tractant cada posició en el DNA (nucleòtid) com un caràcter, o tractant les diferències globalment, en forma de distàncies.

La seqüenciació es pot fer amb gens nuclears, que es manifesten en el fenotip i, per tant, a més de recombinar-se estan sotmesos de manera indirecta a la pressió de la selecció natural; o bé mitjançant gens mitocondrials, que per codificar solament una sèrie de funcions d'aquest orgànul, estan poc influïts per l'exterior i evolucionen més ràpidament i lliurement per mutació. A més, com que el zigot (la primera cèl·lula de qualsevol organisme, procedent de la unió d'un ovòcit i un espermatozoide) és en realitat l'ovòcit sencer amb l'únic afegit de la còpia del DNA que portava l'espermatozoide, els mitocondris (i per tant el DNA mitocondrial) s'hereten només per via materna. Cada un de nosaltres, home o dona, té el DNA de la seva mare en tots els seus mitocondris, que és alhora el de la seva àvia materna, la seva besàvia materna, etc.; i així fins on vulguem, amb les possibles mutacions pertinents.

L'assumpte dóna joc, perquè gràcies a aquesta herència materna es poden rastrejar coses tan pintoresques com on raptaven els víkings d'antany les seves dones o qui era la femella d'una determinada hibridació entre espècies en el passat. Com a exemple d'això últim posarem el cas de les espècies de sargantanes partenogenètiques del Caucas del gènere *Darevskia*, molt similars a les nostres. Allí existeixen almenys set «espècies» partenogenètiques, és a dir, de les que només tenen femelles. Totes són femelles que posen ous sense la intervenció de cap mascle, dels quals surten cries (femelles, per descomptat) absolutament idèntiques a la mare. De fet, cada una d'aquestes espècies es va originar per hibridació entre dues espècies normals (bisexuals), i pot estar composta per un o diversos clons que almenys comparteixen la mateixa combinació d'espècies en la hibridació original. Efectivament, ja es va esbrinar per morfologia i sobretot per electroforesi que eren híbrides, però gràcies al mtDNA s'ha pogut saber de quina espècie era la femella original que mitjançant hibridació va donar lloc al clon que avui considerem com una «espècie partenogenètica».

Com a contrapunt als gens mitocondrials, és bo estudiar també gens nuclears per comprovar que coincideixen, perquè per culpa d'hibridacions en el passat o altres fenòmens, la filogènia procedent d'estudiar els mitocondris podria no ser la mateixa que ens projecta l'estudi del nucli.

Les diferències genètiques que s'han trobat en la seqüenciació del gen mitocondrial 12s rRNA són aproximadament d'un 2% entre les espècies pirinenques (figura 11). Això vol dir que la

seva diferenciació es remunta segons aquesta tècnica i aquest gen a uns 2 milions d'anys, és a dir, a l'inici de les glaciacions plistocèniques. Segons el mètode d'agregació (distància o parsimònia —mínim nombre de canvis possibles) l'espècie més diferenciada varia. Amb el primer, per distàncies aparentment és la sargantana pirinenca la més diferenciada (figura 11), però això no és tan clar si s'observen les distàncies recíproques entre elles. Concretament, la diferència menor és entre la sargantana pirinenca (*I. bonnali*) i la pallaresa (*I. aurelioi*), que seria d'1,8% (aproximadament 1,8 milions d'anys de divergència) i que casa bé amb les hipòtesis prèvies basades en osteologia i cariotips. La distància genètica de la sargantana pallaresa a l'aranesa seria de 2,2% (2,2 milions d'anys de separació entre les poblacions de Barlonguèra i Òrla —pertanyents a *I. aranica*— respecte a les de Mont-roig —ja pertanyent a *I. aurelioi*). La diferència entre l'aranesa (*I. aranica*) i la pirinenca (*I. bonnali*) és de 2,4% (2,4 milions d'anys). Si es considera com a criteri l'arbre de mínima extensió, també apareix la sargantana aranesa com la més diferenciada (figura 12).

Un altre estudi que té en compte el gen mitocondrial Cyt b (citocrom b) projecta aquestes diferències: 6,2% entre la pirinenca i la pallaresa, 7,4% entre la pallaresa i l'aranesa, i 9,8% entre la pirinenca i l'aranesa. Si es consideren en conjunt els tres gens (Cyt b + 12s rRNA + CMos; aquest últim, un gen nuclear d'evolució molt lenta), les diferències conserven la mateixa escala recíproca: 2,5% entre la pirinenca i la pallaresa, 3% entre la pallaresa i l'aranesa, i 3,7% entre la pirinenca i l'aranesa.

Com més diferències apareixen acumulades, abans es devia tallar el flux genètic i devien començar a diferenciar-se com a espècies diferents, així com més importància com a barrera biogeogràfica devia tenir l'obstacle que les va separar. En totes aquestes anàlisis l'espècie globalment més diferenciada és sempre la sargantana aranesa.

És clar que la barrera més important és el curs de la Garona, ja que les diferències més importants s'acumulen en tots els casos entre la sargantana pirinenca (*I. bonnali*), avui present al S i W de la Val d'Aran, a la Maladeta i a Aigüestortes, i la sargantana aranesa (*I. aranica*) del Maubèrme i els seus contraforts. Això devia passar entre fa 2,4 milions d'anys (amb el gen 12s rRNA) o al voltant de 4,2±1,4 milions d'anys segons la combinació de tots els gens estudiats (3,7% de divergència). Ambdues dates es poden correlacionar amb l'inici de les glaciacions, és a dir, amb la presència intermitent de glaceres a la vall de la Garona, o amb el modelat de la conca de la Garona, que és del final del terciari en la forma en què la coneixem avui dia.

La segona barrera més important és l'estret marge «en fil de ganivet» que separa el tuc del Milh del massís de Mont-roig (almenys és la zona en què actualment no viu cap espècie d'aquest grup de sargantanes), que va separar la sargantana aranesa de la pallaresa. Aquest aïllament entre poblacions devia tenir lloc entre fa 2,2 milions d'anys (gen 12s rRNA) i 3,8±1,4 milions d'anys amb el combinat de gens (3% de divergència). L'aïllament ha d'estar relacionat, igual que en el cas anterior, amb el modelat del relleu (la zona alpina de crestes es va fer molt estreta) probablement per l'acció de les glaceres de l'alta Noguèra Palharesa.

La tercera barrera és la vall de la Noguèra Palharesa, també glacial, una situació molt semblant a la Garona, que va separar les poblacions de sargantana pirinenca de les de la pallaresa fa uns 1,8 milions d'anys (gen 12s rRNA) o bé prop de 4,2±1,4 milions d'anys (un 2,5% de divergència).

En tots els casos és clar que el marge de diferències entre elles és molt petit, van quedar aïllades «gairebé alhora» o sigui, en un marge molt estret de temps, i en general sembla que de manera molt lligada a la dinàmica d'aparició glacial o de sobreexcavació per aquestes de les altes conques de la Garona i la Noguèra Palharesa.

El tractament de les distàncies mútues entre les espècies pirinenques no resol les relacions de parentiu entre elles de manera inequívoca. Segons l'algoritme d'agregació (el mètode de construcció d'arbre), la sargantana aranesa apareix com a espècie germana de les altres dues (la pallaresa i la pirinenca serien més parentes entre elles) o bé solament de la sargantana pallaresa

(i aleshores seria la pirinenca la més diferenciada). La primera hipòtesi: (aranesa (pirinenca + pallaresa)) coincideix amb els resultats més plausibles de l'osteologia i els cromosomes, mentre que la segona (pirinenca (pallaresa + aranesa)) coincideix amb la de l'estudi dels microsatèl·lits del DNA. Qui escriu això s'inclina per la primera hipòtesi, encara que aquest quasi «sincronisme» de la separació fa poc important en realitat l'ordre de la separació, ja que en qualsevol cas va ocórrer amb molt poc interval de diferència i va ser a causa de fenòmens anàlegs i paral·lels.

Microsatèl·lits (altres regions del DNA): l'estudi de variacions en aquests fragments repetits sense sentit i que sembla que no codifiquen res i que, per tant, són lliures per acumular mutacions, els microsatèl·lits i satèl·lits del DNA, també permet estudiar diferències i, per tant, temps de divergència. A més, permet estimar el grau de variabilitat genètica de les poblacions. No obstant això, se sospita que aquests graus de diferenciació no guarden la proporcionalitat quan se salta a espècies diferents.

Els microsatèl·lits o seqüències simples repetides (SSR) són seqüències d'un a sis nucleòtids repetides (en «tàndem») que apareixen en tots els genomes, tant de procariotes (bacteris i algues blaves) com d'eucariotes (fongs, plantes i animals) estudiats fins a la data. Són presents tant en regions del DNA codificants com no codificants, i al llarg i ample del panorama dels éssers vius.

En el cas de les sargantanes pirinenques estudiades (D. Fulgione, O. Arribas i G. Odierna, en preparació) la seqüència repetida és el dinucleòtid TG (timina i guanina). L'estudi prova que no hi ha flux genètic entre les tres espècies pirinenques i que aquestes es diferencien clarament pel seu genoma.

L'anàlisi de polimorfismes a *I. bonnali*, *I. aurelioli* i *I. aranica* mostra valors d'heterozigosi (o sigui, de variabilitat genètica dins de l'espècie) de 0,515, 0,098 i 0,373, respectivament, significantment baixos per comparació a altres espècies de saures, especialment amb els insulars que ja de si mateixos solen tenir-lo baix, i per descomptat molt menors que els habituals en les espècies continentals. Això significa que tenen una baixa variabilitat genètica (enormement baixa en el cas de la sargantana pallaresa i només moderadament baixa en el cas de l'aranesa), que deu ser conseqüència de les seves distribucions molt restringides i probablement a causa de colls d'ampolla poblacionals, és a dir, moments extremadament crítics de reducció poblacional de les espècies. Aquests colls d'ampolla poblacionals poden haver ocorregut tant durant els períodes glacials amb les espècies restringides a les zones més favorables i abrigades, com durant els interglacials amb les sargantanes arraconades al cim de les muntanyes. Mentre que pel que fa a la sargantana pirinenca la seva relativament acceptable variabilitat genètica deu ser conseqüència de la seva superior àrea de distribució i de la possible i més que probable existència de més d'un refugi glacial en l'última glaciació, en el cas de la sargantana aranesa i pallaresa, encara que amb àrees de distribució comparables en superfície, la situació és molt diferent, ja que mentre que l'aranesa té una àrea molt petita però compacta i sense poblacions gaire aïllades, la pallaresa es troba molt més dispersa en petites poblacions aïllades al llarg d'un territori més extens.

Pel que fa a les relacions entre les tres espècies, la sargantana aranesa i la pallaresa apareixen com una mica més relacionades (D_{Rogers} = 0,040, D_{Nei} = 0,190), i una mica més diferenciada, la pirinenca (però sense seguretat, tal com vam comentar en el text sobre la seqüenciació del DNA) (distàncies entre espècies; pirinenca-aranesa: D_{Rogers} = 0,076, D_{Nei}= 0,195; pirinenca-pallaresa: D_{Rogers} = 0,097, D_{Nei} = 0,281). Les diferències han estat calibrades a divergències que daten d'aproximadament un milió d'anys (molt menys que en els estudis de seqüenciació del DNA), i d'aquest grup respecte a *I. monticola* d'aproximadament 3,5 milions d'anys.

Citogenètica (estudi dels cromosomes): abans que les tècniques modernes permetessin l'accés al DNA l'única via d'accés que es tenia era l'estudi del cariotip (conjunt o dotació de

cromosomes característics d'una espècie). Fins avançat el segle vint, l'únic que es podia estudiar era el nombre de cromosomes i la seva morfologia, que servia després per fer comparacions entre espècies. Amb l'aparició de tècniques sofisticades de tinció (denominades bandeigs, perquè permeten posar en relleu un patró de bandes tenyides en els cromosomes) va ser possible posar al descobert detalls de la ultraestructura dels cromosomes i les característiques del DNA que els integra.

Els cromosomes no són més que el DNA molt enrotllat i compactat com si fos una bobina de fil, juntament amb proteïnes, etc. que serveixen d'estructura al filament enrotllat. Normalment el DNA es troba solt (desespiralitzat) en el nucli de la cèl·lula, llest per ser llegit, i amb les parts copiades amb les instruccions pertinents per a cada orgànul o funció en el moment exacte en què es necessita. El filament de DNA és tan fi que no es pot veure amb el microscopi òptic quan està desespiralitzat.

Quan la cèl·lula s'ha de dividir (i ho fa molt sovint, especialment en teixits molt actius com la melsa, la medul·la òssia, el testicle, teixits en creixement, etc.) ha de fabricar una còpia exacta de tot el DNA perquè cada una de les dues cèl·lules filles resultants tingui una còpia pròpia. Primer fa una còpia idèntica (en aquest moment, la cèl·lula «mare» té el doble de DNA del que li correspon) i després es prepara per a la divisió. Separar dos filaments llarguíssims i enrevessats no és fàcil, així que la cèl·lula empaqueta el seu DNA, com si es tractés d'un trasllat de casa, en paquets ben compactes. Aquests paquets són els cromosomes, que aleshores sí que són visibles al microscopi gràcies al seu gruix i són més còmodes de repartir entre les dues cèl·lules filles. Després de la divisió cel·lular (mitosi) els cromosomes es desespiralitzen, o sigui que s'han de localitzar cèl·lules en plena divisió per poder observar els cromosomes.

Encara que resulti tòpic dir-ho, els cromosomes tenen una mica l'aspecte de «cuquets» al microscopi. El conjunt de cromosomes d'una espècie es denomina cariotip i consisteix en un nombre determinat de cromosomes diferents (el nombre haploide, n). Com que tenim dues còpies de DNA, una del nostre pare i una de la nostra mare, en realitat tenim dos cromosomes aparentment iguals (cromosomes homòlegs) de cada (número diploide, 2n). Així, cada filament de DNA s'empaqueta en una dotació de cromosomes: dos filaments, dues dotacions. No cal dir que, encara que siguin iguals d'aspecte, cada còpia de DNA (o cada parell de cromosomes homòlegs) pot tenir variants diferents del mateix gen (p. ex. ulls clars - ulls foscos). Cada espècie té un cariotip característic i freqüentment amb lleugeres diferències respecte a altres espècies properes.

Així, recapitulant, podem dir que tota la informació per generar, encadellar les diferents parts i fer funcionar l'ésser viu, es troba en aquest DNA empaquetat, igual que si es tractés d'un programa d'ordinador comprimit en disquets. Abans de fer-lo funcionar, s'ha d'«instal·lar» i «descomprimir», cosa que passa en acabar la divisió cel·lular. El nombre de cromosomes és molt variable en els éssers vius, i explicar-ne l'evolució i el significat excedeix aquesta obra divulgadora. Només vull comentar que amb l'aparició de les tècniques de bandeig (tinció diferencial de les diferents formes de cromatina, és a dir, estats del DNA), els cromosomes d'espècies diferents poden ser comparats com si es tractés de codis de barres.

L'estudi del cariotip d'un grup zoològic proporciona importants caràcters que permeten l'establiment de filogènies entre els diferents tàxons (p. ex. espècies) que el componen. Al marge de l'estudi ja clàssic de la morfologia i del nombre de cromosomes mitjançant tècniques de tinció estàndard, des de l'aparició de les tècniques de bandeig i d'anàlisi del DNA, els estudis cariològics han experimentat una important embranzida que permet detectar un bon nombre de caràcters estructurals dels cromosomes, que mitjançant tècniques estàndard es revelaven com absolutament uniformes, i que permeten un acostament més profund a la filogènia (relacions evolutives i de parentiu) dels lacèrtids. D'altra banda, les diferències entre cariotips d'espècies properament emparentades han posat de relleu la importància de les mutacions cromosòmiques i l'especial paper que desenvolupen en el procés d'especiació. Des d'aquest punt de vista, les espècies pirinenques han resultat ser un cas dels denominats «de llibre de text» per la complexitat de les mutacions cromosòmiques (fusions

de cromosomes d'un sol braç —unibraquials o acrocèntrics— per donar cromosomes de dos braços —meta o submetacèntrics—, denominades fusions robertsonianes) que a més sembla que han estat el motor de la seva ràpida especiació.

Els cariotips dels lacèrtids estan compostos en la immensa majoria de les espècies per 36 macrocromosomes acrocèntrics (d'un sol braç) i dos microcromosomes (cromosomes molt petits i puntiformes), cosa que representa un nombre total (diploide) de 2n = 38 cromosomes (l'ésser humà té, per exemple 2n = 46, és a dir, cada un de nosaltres té 23 cromosomes procedents de l'òvul de la mare, i uns altres 23 de l'espermatozoide del pare). La pèrdua dels microcromosomes és un caràcter derivat que sembla que ha tingut lloc de manera paral·lela en aquestes sargantanes de muntanya (*Iberolacerta)* i en la sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*).

Des del punt de vista cromosòmic, tot aquest conjunt d'espècies iberopirinenques de muntanya pot ser dividit en dos grups: un en el qual només falten els microcromosomes i que per tant presenta un cariotip de 2n = 36, que inclou *I. monticola, I. martinezricai* i *I. cyreni*; i un altre grup caracteritzat per una dramàtica reducció en el nombre de cromosomes per fusions robertsonianes (figura 14), que inclou les tres espècies pirinenques: *I. bonnali*, *I. aranica* i *I. aurelioi,* i que constitueix indubtablement un grup monofilètic (és a dir, un grup natural que inclou TOTS els descendents d'un únic avantpassat comú).

En el cariotip d'*Iberolacerta aranica*, igual que passa en la pràctica totalitat de sargantanes, però compte!, al revés del que passa en les altres dues espècies pirinenques, mascles i femelles tenen el mateix nombre de cromosomes. En la sargantana aranesa tant els mascles com les femelles mostren 10 cromosomes bibraquials (de dos braços) i 16 acrocèntrics (d'un braç), similars als de la sargantana pallaresa en morfologia, per la qual cosa ha de tenir un sistema de cromosomes sexuals ZW no diferenciables (són el que es denomina cromosomes sexuals homomòrfics —d'igual aspecte— i eucromàtics —constituïts d'eucromatina, la part del DNA que està activa i a punt per transcriure's a «ordres» i que, per tant, no apareix ni sobreempaquetada ni tenyida en el cariotip) (figura 14).

Mentre que en els mamífers com l'ésser humà el sexe heterogamètic (amb dos cromosomes sexuals diferents) és el masculí (XY), i el femení és homogamètic (XX), en els rèptils i en les aus el sexe heterogamètic és el femení, i per convenció es designa amb lletres diferents (ZW); i són per exemple els rèptils i les aus del sexe masculí els homogamètics (ZZ). Com que s'assumeix que tots els lacèrtids presenten heterogametia femenina, independentment del fet que es pugui evidenciar citogenèticament (per observació al microscopi), es dedueix que aquests ZW deuen existir en la sargantana aranesa. Tanmateix, això s'haurà de corroborar, ja que la proporció de sexes nascuda en laboratori i la present en la naturalesa són molt diferents, com ja comentarem més endavant.

Aquests cromosomes sexuals homomòrfics i eucromàtics apareixen també en la sargantana cantàbrica (*Iberolacerta monticola*) i la sargantana de la Peña de Francia (*I. martinezricai*), mentre que són heterocromàtics i apareixen diferenciats al microscopi en la sargantana serrana (*I. cyreni*), en la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*), la pirinenca (*I. bonnali*) i la croata (*I. horvathi*).

El NOR (organitzador nucleolar: zona sempre heterocromàtica, és a dir, condensada i que no transcriu, però que no obstant això s'encarrega d'una cosa tan important com la separació de les parelles de cromosomes iguals —homòlegs— durant la divisió en dues cèl·lules filles en la mitosi) és present en posició telòmera (o sigui, a la punta del cromosoma) en el braç llarg del tercer parell de cromosomes homòlegs (el que s'anomena tipus L, *large*) com en les altres espècies pirinenques. Aquesta ubicació és la més freqüent en les sargantanes d'aquest gènere i d'altres de propers com *Podarcis* i *Lacerta*. Excepcions notables dins d'*Iberolacerta* són la sargantana de la Peña de Francia (*I. martinezricai*) i la serrana (*I. cyreni*), les dues del Sistema Central de la península Ibèrica, que el presenten en posició intersticial i de tipus MS (és a dir, en un cromosoma mitjà o petit, *medium-small*). També la nostra sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*) té el NOR en aquesta última posició (tipus MS).

El bandeig C en els cromosomes de sargantana aranesa revela bandes centromèriques (del centròmer, la zona apical del cromosoma que és la que queda al mig quan se'n fusionen dos) inten-

ses en els cromosomes acrocèntrics i bandes centromèriques i pericentromèriques (properes però no immediates al centròmer) dèbils en els bibraquials (figura 14).

Com a comparació, podem comentar que en la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*) hi ha 26 cromosomes en els mascles (10 de dos braços, metacèntrics o submetacèntrics) i 16 d'un únic braç (acrocèntrics). Les femelles presenten 25 macrocromosomes, 11 bibraquials i 14 acrocèntrics. Aquesta diferència entre ambdós sexes es deu a la presència de cromosomes sexuals del tipus Z_1Z_2W. En aquesta espècie i en la sargantana pirinenca, dos cromosomes d'un únic braç s'han unit (un d'ells, el primitiu cromosoma sexual W d'un braç, com el d'*I. aranica*) i han donat un cromosoma sexual de dos braços, cosa que fa que les femelles tinguin en el seu cariotip un cromosoma menys que els mascles. El bandeig C mostra bandes centromèriques especialment intenses en els cromosomes acrocèntrics i poc marcades en els bibraquials. Bandes pericentromèriques molt poc visibles apareixen en els primers tres parells de cromosomes bibraquials. El NOR apareix, igual que en la sargantana aranesa, en posició telòmera en el braç llarg del tercer cromosoma bibraquial (tipus L, un cromosoma dels més llargs) (figura 14).

Els mascles de sargantana pirinenca (*I. bonnali*) presenten 24 cromosomes (12 bibraquials i 12 acrocèntrics). Com en la sargantana pallaresa, les femelles presenten cromosomes sexuals del tipus Z_1Z_2W, i en els seus cariotips només apareixen 23 cromosomes (13 bibraquials i 10 acrocèntrics). El cromosoma W és fàcilment reconeixedor perquè és el menor dels bibraquials i diferent del d'*I. aurelioi* perquè és més petit i metacèntric i perquè presenta una conspícua banda tenyida (banda C) en un dels braços en posició subtelòmera (prop de la punta del braç). En els primers tres cromosomes bibraquials apareixen bandes pericentromèriques poc marcades. El NOR apareix en el tercer parell de cromosomes de dos braços en posició telòmera (tipus L). És destacable el fet que es va trobar un exemplar de sargantana pirinenca del massís de Posets amb un cariotip diferent, constituït per 22 cromosomes, tots bibraquials i amb el tercer parell heteromòrfic per les diferents longituds del braç llarg. Aquest cariotip sembla que deriva del cariotip normal d'*A. bonnali* però amb sis reordenacions cromosòmiques (mutacions!) diferents i simultànies, cosa que demostra que el procés de mutacions actives que pot donar lloc molt ràpidament a espècies noves en poblacions petites continua molt actiu (figura 14).

BLOC 2.

Un escenari: clima i vegetació en els últims 2,5 milions de anys. Una història del paisatge aranès

La diferenciació de les sargantanes pirinenques es remunta al període Pliocè, abans de l'inici de les glaciacions quaternàries, així que començarem un breu recorregut a través dels canvis del paisatge que han configurat l'escenari de l'evolució de la sargantana aranesa: una història que és la del paisatge de la Val d'Aran en els últims dos milions i mig d'anys.

Paisatges pliocens: el Pirineu tropical (5-1,65 milions d'anys)

Durant el Pliocè el nivell del mar era més alt que en l'actualitat, o sigui que el perfil de la costa, si poguéssim veure un mapa d'aquell moment, ens sorprendria perquè ens presentaria un Mediterrani amb les platges encara més properes al Pirineu. La plana de l'Empordà i part del Rosselló estaven inundades pel mar. També el peu de mont septentrional del Pirineu, al sud del que avui en dia és el curs de la Garona, estava parcialment ocupat per transgressions atlàntiques. Per la seva baixa altura general, la plana aquitana estava plena de zones pantanoses. Més al sud de la cadena, a tall d'exemple, la muntanya de Montjuïc a Barcelona era una illa davant de la costa catalana i el curs baix del Llobregat estava ocupat per un braç de mar que penetrava fins a Castellbisbal, avui terra endins.

Una ullada de prop ens revelaria que el relleu del Pirineu era una mica més jove que l'actual, amb valls més altes i cims menys abruptes, ja que la potent erosió glacial encara no havia començat a actuar.

La vegetació pirinenca durant el Pliocè presentava un caràcter pràcticament tropical, fins i tot a la muntanya, on juntament amb espècies avui extingides o característiques de climes més càlids trobem representants de gèneres actuals però estranys en la nostra flora. L'hipotètic estatge alpí a les muntanyes perimediterrànies devia situar-se entre els 3.000 i els 3.800 m, i el nivell teòric de les neus perpetues a 4.000 m o més.

Les flores del final del Pliocè (Vil·lafranquià mitjà i final) mostren al sud de França i al Pirineu septentrional (cosa que probablement era extensible a la part baixa de la Val d'Aran) la presència d'un clima netament temperat durant aquest període, amb estius més càlids que els actuals i els hiverns poc rigorosos. Més al nord, al centre de França, les faunes i flores indiquen també temperatures superiors a les actuals. Les espècies arbòries presents eren sorprenentment exòtiques, amb sequoies (*Sequoia langsdorffi),* xiprers dels pantans (*Taxodium* sp.*),* pacaners o nogueres (*Carya* sp.*),* canyellers *(Cinnamomum polymorphum),* pins (*Pinus[Haploxylon]*), tsugues (*Tsuga* sp.*)*, o bé les espècies immediatament antecessores de les actuals, com faigs (*Fagus pliocenica*), roures (*Quercus* sp.), aurons (*Acer* ssp.), zelkoves (*Zelkova crenata* i *Zelkova subkeaki*), til·lers (*Tilia* ssp.), alguns bedolls (*Betula speciosa*), avets (*Abies saportana*), castanyers (*Castanea atavia*) i potser alguns pins en els cims més elevats. A les valls d'aquesta mateixa zona es mesclaven al costat de les ribes dels rius el vern, l'àlber canescent, el freixe i els salzes, formant boscos de ribera com avui en dia. En els aiguavessants més secs es trobaven l'alzina, el boix i el ginebre.

Del vessant ibèric només es coneixen jaciments a Catalunya. En aquesta zona situada al SE del Pirineu, el clima comença amb un clar matís tropical, per evolucionar a poc a poc cap a un clima temperat suau, similar a l'actual mediterrani humit de les zones més baixes, però més humit, amb precipitacions regulars de prop de 1.000 mm, estacions seques molt poc marcades i una temperatura mitjana al voltant dels 18-20° C. Per tant, es tractava d'un clima molt més humit que fred, molt similar al benigne clima actual de les illes Canàries, Madeira, Açores, SE dels Estats Units, nord del Caucas o les muntanyes del Tibet exposades a l'acció monsònica. En aquest extrem SE del Pirineu, apareix una diversitat d'arbres formidable, amb espècies molt similars a les actuals, moltes els seus avantpassats directes: roures (*Quercus drymeja),* plàtans *(Platanus aceroides)*, llorers (*Laurus canariensis)* i alzines (*Quercus ilex*), canyellers (*Cinnamomum polymorphum)* i altres espècies més rares com aurons (*Acer trilobatum*, *Acer decipiens)*, nogueres (*Juglans vetusta, Juglans acuminata),* caquis *(Diospyros anceps, Diospyros protolotus)* i *Viburnum tinus.*

A les valls i planes del peu de mont meridional hi havia boscos amb predomini del plàtan (*Platanus aceroides*) juntament amb representants dels roures (*Quercus coccifera*, *Q. charpentieri, Q. drymeja*, *Q. gmelini*, *Q. ilex*, *Q. meriani*, *Q. pseudosuber*), oms (*Ulmus braunii*), pollancres (*Populus alba* i *P. mutabilis*), arbres del vernís (*Sapindus dubius* i *S. falcifolius*), i llorers (*Laurus canariensis* i *L. nobilis*), juntament amb tulipers (*Liriodendron procaccinii)*, liquidàmbars (*Liquidambar europaeum)* i sassafràs (*Sassafras ferretianum)*. Als llocs més secs devia haver-hi una vegetació composta per espècies considerades avui en dia com mediterrànies (*Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Viburnum tinus*) i a les zones més altes o més humides, avets (*Abies saportana*), faigs (*Fagus pliocenica)*, castanyers (*Castanea atavia)*, nogueres (*Juglans acuminata)*, grèvols (*Ilex cariensis* i *I. golpei*), pins (*Pinus palostrobus*), etc. Restes pol·líniques posen en evidència que en zones muntanyoses més allunyades hi havia *Tsuga*, *Picea, Cedrus*, etc.

En resum, al peu de mont septentrional pirinenc s'ha postulat l'existència durant el Pliocè superior d'un bosc de caràcter oceànic de coníferes amb sequoies i algunes ericàcies, mentre que a mesura que ens allunyem de la zona atlàntica, cap a la part central i oriental apareix un bosc de pins i altres coníferes amb *Tsuga* i taxodiàcies, on també hi ha presents *Quercus* (roures i alzines)*, Tilia* (til·lers)*, Fagus* (faigs) i juglandàcies (de la família de les nogueres). És molt possible que a l'eix de la serralada hi hagués boscos de muntanya similars als coneguts als Alps, amb *Abies, Picea, Tsuga*, *Chamaecyparis* i *Keteleeria*. També és molt possible que la gènesi de l'estatge alpí tal com el coneixem sigui finipliocena o plistocena. No és fàcil saber si els avantpassats de la sargantana aranesa ja vivien en zones alpines, però el més probable és que, igual que altres membres d'aquest grup de sargantanes, visquessin en zones forestals obertes (zones rocalloses al bosc) de manera semblant a les que avui en dia ocupen la sargantana cantàbrica (*Iberolacerta monticola*) o la sargantana croata (*I. horvathi*).

L'inici de l'edat glacial va eliminar a poc a poc aquesta flora de dominància tropical, de la qual són restes els actuals gèneres oròfits com *Ramonda, Iris, Saxifraga, Petrocoptis, Borderea*, etc. separats dels seus parents de les zones més baixes igualment al final del Terciari i que constitueixen el que els fitogeògrafs denominen relíquies de la flora artoterciària.

El pas d'un règim climàtic de tipus subtropical a un de més sec i glacial no va ser sobtat. El deteriorament del clima es dóna de manera progressiva i lenta, en diverses etapes des del Miocè, i ve de la mà d'un descens en la humitat ambiental marcat en dos esdeveniments successius datats de 3,2 milions d'anys i 2,3 milions d'anys:

a) Fa 3,2 milions d'anys comença una progressiva instal·lació de la sequedat estival i una aclarida natural dels boscos que es repetirà fins a unes vint vegades al llarg del Plioplistocè. Fins aleshores els boscos pirinencs havien estat molt exuberants però amb l'inici del deteriorament climàtic la diversitat devia començar a disminuir. Es passa d'un règim climàtic subtropical amb una estació seca i una plujosa, a un règim glacial amb estacions diferenciades no solament per precipitacions sinó també per temperatures, i amb alternança entre períodes glacials i interglacials.

En el primer esdeveniment, fa 3,2 milions d'anys, comença un període en què arriben a dominar les coníferes, essencialment pins (*Pinus*), però també cedres (*Cedrus)* i gèneres exòtics com *Cathaya*; i comença a créixer la representació de gèneres tan típicament mediterranis com oliveres (*Olea),* festucs o llentiscles (*Pistacia), Phillyrea,* alzines *(Quercus)*, etc.

b) Més tard, fa 2,3 milions d'anys sobrevé el primer període realment sec, amb desenvolupament d'estepes obertes, que va comportar un canvi que va conduir el paisatge pirinenc del clima i la vegetació subtropicals (amb alternança d'estacions seques i estacions humides i sense grans variacions de la temperatura) a un de tipus temperat, més similar al règim actual, amb períodes tèrmicament diferenciats que arriben al màxim en els períodes glacials (freds i secs) i interglacials (càlids i humits, fins i tot més que actualment).

Després del segon esdeveniment fa 2,3 milions d'anys, la regió mediterrània pateix un important avanç de l'estepització, amb augment de les espècies herbàcies (*Artemisia*, quenopodiàcies, etc.) que, juntament amb les cupressàcies i *Ephedra,* prenen possessió de grans superfícies. Així mateix, comencen els primers símptomes del fred que ha de venir amb el Plistocè, i al nord d'Europa es comencen a crear uns paisatges similars a la tundra actual, amb abundants ericàcies, gramínies i ciperàcies. A la península Ibèrica i al Pirineu, malgrat la lenta però persistent caiguda tèrmica al llarg del Pliocè superior, un clima temperat, amb hiverns no molt freds, es manté fins fa 1,8 milions d'anys.

Aquests dos esdeveniments podrien haver actuat com a desencadenants de l'especiació de diferents espècies de sargantanes de muntanya. Com que es tracta d'espècies adaptades a viure en llocs relativament humits, el progressiu deteriorament del clima i la sequedat van tenir l'efecte d'aïllar poblacions, la qual cosa va afavorir l'especiació. Al nostre entendre (vegeu l'apartat de genètica), el desencadenament dels freds quaternaris devia produir la separació de tàxons (prop de 2 milions d'anys segons el gen 12s rRNA), però altres estimacions postulen diferenciacions que van des dels 4,2±1,4 milions d'anys per a la separació d'*I. bonnali* de les altres dues espècies i de 3,8±1,4 milions d'anys per a la separació d'*I. aurelioi* d'*I. aranica*, fins a diferències de només un milió d'anys segons la datació dels microsatèl·lits del DNA). En tot cas, sí que es pot afirmar que el progressiu deteriorament climàtic i l'inici de les glaciacions devien ser el motor de tot el procés d'especiació en les sargantanes de muntanya.

Plistocè inferior (1,65-0,78 milions d'anys)

És difícil traçar una línia divisòria entre el Pliocè superior i el Plistocè inferior. L'ambient (clima i vegetació) probablement era molt similar en ambdós, bastant càlid i humit per comparació a etapes posteriors del Plistocè.

Pel que fa al Pirineu, l'ambient devia ser molt similar al que hi havia a la serralada Cantàbrica, que n'és la prolongació natural cap a l'oest, fet que vindria reforçat per la presència d'aquestes transgressions marines en la zona de les Landes i abundants zones pantanoses, amb la qual cosa les condicions d'oceanitat del clima cantàbric s'estendrien més, encara, i de manera més marcada cap al que avui és l'interior del Pirineu. Altres autors advoquen per la presència de zones pantanoses i llacs en aquestes zones del peu de mont septentrional de la serralada pirinenca, i postulen que el peu de mont septentrional pirinenc va ser una prolongació més o menys recta de la costa cantàbrica, que va proporcionar a la cara nord del Pirineu (almenys fins a la Val d'Aran) condicions molt suaus i oceàniques (encara més que avui en dia), molt similars a les que regnen actualment a les zones baixes cantàbriques o gallegues.

Durant el Plistocè inferior, el Pirineu presentava encara formes més joves que en l'actualitat, amb valls més altes (menys profundes) perquè encara no havien estat tallades pel glaç. Per a alguns autors, des del pic d'Anie fins a Andorra hi havia un casquet glacial del qual sobresortien els cims, algunes crestes altes i les arestes de massissos individualitzats com els de Balaitós, Mont

Perdut, Maladeta o Montardo. El límit altitudinal del casquet seria al peu de la muntanya al vessant nord o a les valls mateixes al vessant sud... Aquesta visió tan «glacial» d'aquest primerenc moment del Quaternari pirinenc sembla bastant excessiva en vista de les dades del clima i la vegetació disponibles. Les glaceres, si realment existien, no devien ser encara permanents per debilitat de les altures màximes del Pirineu sota el règim climàtic encara present (en climes subtropicals el nivell de les neus perpetues es troba per damunt dels 4.200 m).

Al relleu preexistent s'hi afegeix l'acció d'erosió i entallament de les valls per cursos d'aigua torrencials i irregulars amb enfonsaments durant els interglacials i per avanços i retrocessos del glaç durant els períodes glacials. Aquestes fases torrencials testimonien més aviat un clima càlid i semiàrid.

La flora del SE del Pirineu és encara de clara filiació pliocena i característiques càlides, però ja marca el canvi des d'un clima subtropical cap a un de més àrid i fresc. La paleoflora té representants arcaics que no van sobreviure més enllà del Cromerià (interglacial Míndel/Riss) però amb representants també moderns que parlen d'un bosc amb components hidròfils i termòfils. El progressiu refredament comporta la pràctica desaparició al Pirineu d'arbres molt termòfils, com totes les lauràcies, el plataner, el liquidàmbar, etc.

Pel que fa a la fauna, el Plistocè inferior s'inicia amb un recanvi faunístic que implica l'arribada a Europa d'espècies procedents d'Àfrica i Àsia, i finalitza amb una segona renovació de les comunitats de mamífers en la transició cap al Plistocè mitjà. Aquesta última va afectar nombroses espècies, relictes del Pliocè i noves durant el Quaternari basal, que van ser substituïdes en els seus nínxols ecològics per altres procedents de l'extrem oriental d'Euràsia.

A la península Ibèrica i al Pirineu, trobem dins dels macromamífers tres grups de diferents orígens durant el Plistocè inferior: a) un conjunt de remugants originaris d'Àsia, b) un conjunt molt variat d'espècies procedents d'Àfrica, i c) un conjunt d'espècies relictes del Pliocè, com l'ós del Tibet (*Ursus thibetanus*), un felí de dents de sabre (*Homotherium latidens*), rinoceronts (*Stephanorhinus etruscus*) i el mamut meridional (*Mammuthus meridionalis)*. Les faunes del Plistocè inferior es caracteritzen entre els herbívors sobretot per la presència del mamut meridional (*Mammuthus meridionalis*) i dels cavalls *Equus stenonis*, espècies que entren de ple des del Pliocè. També apareixen el rinoceront *Stephanorhinus etruscus* i els hipopòtams, que falten en els registres pliocènics. Entre els nous bòvids que apareixen en escena hi ha *Capra, Bison* i *Soergelia*, així com els cèrvids *Megaloceros, Dama* i *Capreolus*. Són característics *Eucladoceros tetraceros* i *Cervus perolensis*. Entre els carnívors hi ha present *Pachycrocuta brevirrostris* i *Ursus etruscus*. Persisteixen *Felis schaubi, Acinonyx, Canis etruscus* i *Xenocyon rosi*. En altres localitats apareixen *Canis lupus mosbachensis, Capra* sp. i *Soergelia*. Entre els rosegadors és característic *Allophaiomys pliocaenicus*, que abans d'acabar el període dóna lloc a altres *Microtus* (s. str. i *Terricola*). Recentment ha estat trobat el primer dels giràfids (*Mitilanotherium*) en la transició del Pliocè al Pliocè inferior (d'1,9 a 1,7 milions d'anys BP) al sud d'Espanya (Granada).

Plistocè mitjà (780.000-130.000 anys)

El Plistocè mitjà comprèn el període de temps entre 780.000 i 130.000 BP, un període molt curt per comparació al Plistocè inferior, però en general molt important en l'evolució de les espècies que ara coneixem. Els períodes alternats de fred i calor són llargs, al voltant d'uns 100.000 anys de durada. Els períodes càlids van succeir fa uns 600.000 (l'anomenat període isotòpic 15, denominat així, igual que altres períodes isotòpics, perquè va ser detectat per isòtops de sediments marins: IS 15), 500.000 (IS 13), 400.000 (IS 11), 300.000 (IS 9) i 200.000 (IS 7) anys BP. Els contrastos climàtics devien ser molt exagerats per comparació a altres moments del Quaternari, amb màxims de calor i pics de fred abans mai assolits. Els moments més freds es registren a IS 16 (615.000 BP), IS 12 (460.000 BP), IS 6 (150.000 BP), mentre que els períodes més càlids van ser els d'IS 11 i IS 9 (vegeu més amunt). El clima àrtic va arribar durant els pics de fred fins a l'altura de Londres, els Alps i els Carpats.

Els períodes interglacials revelen climes secs i càlids similars als presents avui en dia al vessant sud del Pirineu, però aquesta vegada es desenvolupen a la plana aquitana, per la qual cosa podem suposar que les zones més seques del vessant sud encara devien ser més càlides (i probablement més seques) que actualment. La vegetació era de tipus laurifoli (com l'actual laurisilva canària), i boscos decidus encara amb afinitats pliocèniques, que es van desenvolupar durant l'interglacial, amb *Fagus*, *Rhododendron* de port arbori com els que hi ha avui a l'Himàlaia, landes de *Vaccinium* (que van desplaçar zones forestals d'avet i boscos mixtos de fulla caduca durant el fred del Míndel), i reapareixen *Pinus*, *Carya*, *Pterocarya*, *Quercus, Alnus, Fagus* i *Betula* al vessant nord. Igualment s'ha registrat la presència de *Taxus, Cupressus, Quercus* —espècies esclerofil·les— *Olea* i *Vitis* (que indiquen un clima calent i sec). Durant els períodes càlids, com l'interglacial Míndel/Riss, es va produir una expansió molt notable de les faunes i flores càlides cap al nord de França. Algunes espècies, com per exemple la vinya (*Vitis vinifera*) o les juglandàcies (*Carya* i *Pterocarya*), van assolir latituds molt més septentrionals que avui en dia, fins a Dinamarca i el S d'Anglaterra.

Des del Plistocè mitjà, el peu de mont oriental del Pirineu ha conservat un caràcter mediterrani en la vegetació, alterat només breument per moments de menys temperatura o més sequedat, que com a molt han portat faunes fredes que s'han adaptat parcialment i breument a les condicions d'aquestes zones.

Per als defensors dels models pluriglacialistes, durant el Míndel les glaceres apareixen més encaixonades dins les valls que ja havien estat excavades durant el Günz. El casquet glacial era més limitat i digitat a través de les valls i amb petites glaceres perifèriques. Més pics sobresortien per damunt de les masses de glaç. Totes aquestes dades s'han de considerar amb molta prudència.

Durant la glaciació del Riss, el paisatge ja presentaria valls més profundes com a resultat de l'acció de les glaciacions anteriors i de l'erosió fluviotorrencial durant els interglacials anteriors. Les glaceres serien més petites en volum i, per tant, més individualitzades al voltant dels grans massissos. Ja no hi ha una carcassa glacial sinó «rius de glaç», amb les llengües glacials individualitzades, com als Alps o a l'Himàlaia en l'actualitat.

Pel que fa a la fauna, aproximadament fa 0,9 a 0,8 milions d'anys BP hi ha una gran extinció en l'àrea mediterrània i comencen a aparèixer moltes espècies de mamífers procedents de la franja oriental d'Euràsia, sobretot lligats a ambients esteparis. Prèviament a l'inici del Plistocè mitjà (0,72 milions d'anys BP) i just a l'inici arriben un bon nombre de nous immigrants: els avantpassats del cavall (*Equus caballus* s. l.), de la hiena (*Crocuta crocuta*), el porc senglar (*Sus scrofa*) i els óssos de les línies *arctoide* (*U. prearctos-arctos*) i *speleoide* (*U. deningeri, U. spelaeus*). Desapareixen els felins de dents de sabre i apareixen els panterins moderns com el grup del lleó (*Panthera* —subgènere *Leo*— sp.) i el lleopard (*Panthera pardus*) i els éssers humans, que evolucionen en la línia *H. antecessor-Homo heidelbergensis* (acheulià)-*H. neanderthalensis* (Mosterià).

A les paleofaunes del Plistocè mitjà perviuen dos óssos, *Ursus deningeri* i *U. «prearctos»*, el primer dels quals donarà lloc en el Plistocè superior a *U. spelaeus*. També conviuen un jaguar (*Panthera gombaszoegensis)* i un lleó *(Panthera mosbachensis,* del grup que donarà lloc a *P. spelaea* en el Plistocè superior). Sobreviuen en tot el Plistocè mitjà el mastodont *Paleoloxodon antiquus* i els rosegadors *Allocricetus bursae* (un hàmster) i *Microtus brecciensis* (l'avantpassat del talpó de Cabrera). Des del Plistocè inferior fins a entrat el superior perviuen els rinoceronts *S. hemitoechus* i *S. kirchbergensis*. Ja apareixen *Cervus elaphus*, *Canis lupus* i *Equus caballus*, espècies que encara sobreviuen, així com l'extingit bisó de bosc (*Bison schoetensacki*).

L'aparent paradoxa que es dóna en jaciments del Plistocè mitjà, on apareixen espècies de faunes fredes, mentre que els estudis de la vegetació ens mostren clarament la presència d'un mantell típic de tipus mediterrani, seria a causa, una vegada més, d'aquesta disincronia en el temps de reacció als canvis climàtics entre les comunitats animals (molt més ràpides) i les vegetals (molt més lentes). Així doncs, les faunes fredes europees haurien respost «fugint» cap al

sud, cap a la conca mediterrània, i adaptant-se temporalment a aquests nous hàbitats abans que aquests canviessin.

Igualment, en el cas de les aus, les comunitats de les quals són pràcticament les mateixes que les actuals, en aquestes pulsacions fredes devien aparèixer irrupcions breus d'espècies de tipus septentrional que segurament van conviure amb les mediterrànies. Probablement tots aquests desajustos climàtics successius van produir canvis en les pautes migradores molt espectaculars i desconeguts avui, que potser tenen la seva reminiscència en rutes de migració o moviments erràtics que observem en l'actualitat davant de circumstàncies climàtiques excepcionalment extremes.

El Plistocè superior (130.000-actualitat)

Es considera Plistocè superior el penúltim interglacial (Riss/Würm o Eem) i l'última glaciació, la més freda de les hagudes fins ara (Würm o Weichsel).

El penúltim interglacial: la calma que precedeix la tempesta

Després de la penúltima glaciació, l'interglacial Riss/Würm va ser un període humit i càlid (fins i tot més que el moment actual —Holocè), amb temperatures molt similars o fins i tot superiors a les actuals, menys extremes, i amb més precipitació general. Es creu que des de 130.000 BP fins a 80.000 BP es va produir l'expansió cap al nord de les faunes i flores mediterrànies, fins a aconseguir posicions notablement més septentrionals que en l'actualitat.

Les reconstruccions de les paleotemperatures suggereixen una diferència mitjana de dos o tres graus Celsius per damunt de les mitjanes actuals, cosa que ens permet suposar que el límit natural del bosc es podria haver situat fins a uns 400 m per sobre de l'actual. Els canvis de temperatures devien ser bastant notables i sobtats, d'uns 10 a 12° C en només 5 i 10 anys, i devien durar entre 5.000 i 70.000 anys, cosa que resultava en un clima molt oscil·lant i bastant més irregular que el dels últims 8.000 anys, malgrat les seves aparents oscil·lacions. Els registres pol·línics indiquen així mateix marcats canvis de vegetació que demostren oscil·lacions climàtiques àmplies. Modernament, s'ha calculat un increment d'almenys 300 mm de precipitació i un mínim de 2° C més que en l'actualitat, pel que fa a les condicions dels mesos de juliol i agost, i a la mitjana anual de fa uns 120.000 anys BP.

La distribució per hàbitats de les espècies presents devia ser molt similar a la que presenten actualment, i moltes espècies devien arribar també a latituds molt més septentrionals que avui en dia. En les condicions expressades més amunt, s'afavoriria l'ascens dels cinturons de vegetació per damunt de la seva ubicació actual, cosa que provocaria més aïllament encara de les espècies pròpiament alpines, com les sargantanes de muntanya, a les parts més altes dels massissos (amb les conseqüències previsibles de colls d'ampolla poblacionals i alt risc d'extinció).

Al Pirineu, durant aquest temps hi va haver oscil·lacions en el grau de desenvolupament dels boscos de roures i van retornar al vessant sud les espècies mediterrànies (*Quercus ilex, Buxus sempervirens, Vitis* sp., *Olea europaea*, etc.). Al vessant nord van dominar les espècies característiques de la vegetació temperada oceànica, amb un bosc mixt de roures, mentre que als vessants meridionals es va instal·lar una vegetació mediterrània rica en plantes laurifòlies i estepes en algunes zones. Concretament, a l'alta Garona hi havia un bosc mesotermòfil (temperat-càlid i humit), que posteriorment va donar pas a un bosc caducifoli amb avellaners i pins (temperat humit).

El final d'aquest últim interglacial sembla que va ser bastant abrupte, per entrar en unes condicions plenament glacials en uns 150 anys.

El gran fred: la glaciació del Würm

Durant l'última glaciació (coneguda com Würm en la nomenclatura alpina), és potser quan es va arribar als nivells de fred i aridesa més alts de tot el Quaternari, i és, de bon tros —per des-

comptat—, la que coneixem millor. Cap als 75.000 BP podem dir que s'inicia la que es considera l'última glaciació, la de Würm, que comprèn quatre períodes clarament freds, que s'enumeren de l'I al IV amb xifres romanes, separats per interestadis més temperats entre ells.

La modificació en l'extensió dels continents, la influència de les enormes masses de glaç i la distribució de les temperatures marines devien influir en gran manera en el comportament de la maquinària climàtica en tot l'hemisferi nord.

El clima degué ser tremendament fred i àrid. No obstant això, i sense entrar en detalls, sí que podem dir que, per la situació meridional del Pirineu, les condicions aquí devien ser una mica menys dures que en els paisatges d'estepes assotades per la borrascada que ens solen mostrar les representacions sobre el Quaternari. La insolació relativament important en les latituds meridionals europees permet la vida vegetal i de petits animals d'escasses exigències tèrmiques a poca distància del glaç. A més d'aquesta vida prop del glaç, en *nunnatakker* o «massissos de refugi», evidentment, existien refugis al costat de la costa i zones abrigades com gorges o valls fluvials.

El concepte *massís de refugi*, que recull espècies de muntanya que van sobreviure a les glaciacions en àrees lliures de glaç del vorell dels Alps, ha estat comprovat per a un bon nombre d'invertebrats paleoendèmics i alguns vertebrats com *Salamandra atra aurorae* i *Salamandra lanzai*. Aquest tipus de tàxons són típicament mals recolonitzadors postglacials i romanen restringits en àrees petites («illes muntanyenques»), com és el cas de les sargantanes d'alta muntanya del Pirineu (*Iberolacerta aranica, I. aurelioi* i *I. bonnali*).

Al començament de l'última glaciació la vegetació sofreix un nou retrocés que veurem en detall. En general, en els moments més frescos i humits, els boscos de pins i savines s'erigeixen en senyors del paisatge, acompanyats per *Artemisia, Ephedra, Armeria, Galium*, etc. (actualment, solament presents a les crestes més assotades i a les zones més àrides).

Moltes espècies d'animals i plantes devien quedar acantonades solament en petits refugis, almenys durant el màxim glacial (de 45.000 a 60.000 anys BP al Pirineu). Al començament del deteriorament climàtic que va abocar a l'última glaciació, al peu de mont pirinenc dominen els avets i a mitja muntanya les fagedes, les rouredes i els boscos de ribera mixtos (encara amb òstria) per sota dels 1.000 m. No són rars ametllers *(Prunus amygdalus),* aurons *(Acer opalus, Acer mospessulanum),* arços blancs *(Crataegus monogyna),* boixos *(Buxus sempervirens),* moixeres (*Sorbus* sp.*),* aranyoners *(Prunus spinosa)* i grèvols (*Ilex aquifolium)*.

Els boscos caducifolis van desaparèixer del paisatge com a unitats de vegetació amb identitat pròpia en els moments més freds però, pel que sembla, es devien refugiar en hàbitats favorables on el microclima i la naturalesa del sòl eren prou bonancencs com per mantenir aquestes espècies. Espècies arbòries (especialment les caducifòlies) refugiades en «trinxeres» naturals, és a dir, formant ripisilves acantonats en fondalades o valls fluvials tallades en el terreny i de característiques abrigades, o bé en peus de penya-segats ben orientats, dels que durant els moments de més fred tot just sobresurten o dispersen pòl·lens fora d'aquests microrefugis, envoltats d'un paisatge d'interfluvis i planes estepitzats pel fred i la sequedat. En els moments favorables, quan disminueixen la sequedat i el fred, i amb una inèrcia als canvis molt marcada, surten de les seves trinxeres del terreny (pràcticament invisibles pol·línicament i paisatgísticament fins aquell moment) i reconquisten els paisatges oberts en l'ordre d'espècies pioneres que més endavant indicarem.

Les zones mediterrànies no devien patir grans canvis. Si de cas, potser un canvi cap a un clima més fresc i, sobretot, més sec; res estrany que no puguin resistir les espècies que avui són capaces de colonitzar els freds i secs altiplans del cor de la península. Es dóna doncs, una certa estepització, però la vegetació mediterrània resisteix *in situ*. Que els rens apareguin puntualment entre alzines o juntament amb la tortuga mediterrània no significa que una onada de fred ho envaís tot. Simplement que puntualment van arribar allí i devien menjar el que van trobar en un paisatge obert com els que habiten actualment, encara que de caire marcadament mediterrani.

A l'inici del Würm (Würm I i II), a l'est del Pirineu el paisatge vegetal havia canviat progressivament dels boscos de pins i fageda en muntanya mitjana i de les rouredes i òstries per sota dels 1.000 m, passant a les armenteres i els paisatges estèpics, i els arbres havien quedat refugiats en els fons de valls i zones més baixes, com veurem detalladament a continuació.

Entre els 45.000-40.000 BP es va produir un episodi càlid (l'interpleniglacial) datat segons els llocs entre 40.000 i 48.500 BP, que es fa notar per exemple a l'alta Garona amb una taxa de cobertura forestal d'un 63%.

Entre els 40.000 i els 35.000 anys BP s'ha documentat de nou una forta baixada de la humitat i la temperatura que comporta l'aparició d'un paisatge estèpic amb gramínies (començament de l'últim màxim glacial) (amb formació de casquets o carcasses de glaç als pols, glaceres continentals, baixada del nivell del mar que va deixar al descobert àmplies zones avui submergides, etc.).

Durant el Würm III, al vessant nord del Pirineu, a l'alta Garona, el període comença amb un paisatge d'estepa arborada amb pins (clima fred i sec) per passar posteriorment a una mescla de pins amb caducifolis i falgueres (clima suau i humit) i a una estepa amb gramínies i compostes (clima fred i sec). A continuació hi ha una millora amb desenvolupament d'espècies d'arbres termòfils (millora climàtica) per caure de nou en un període fred i sec amb una estepa de gramínies i compostes o una mescla de pins amb les anteriors. Finalment la milloria comença amb una estepa amb pins i bedolls (fred sec) per passar a pins amb frondoses (símptoma de més humitat).

Durant el Würm IV, que és l'última veritable fuetada glacial i el moment de més fred de tot el Plistocè, a l'alta Garona, de l'últim pleniglacial tenim l'espectre pol·línic de l'àrea de Barbazan, que mostra la presència d'un paisatge obert dominat per les gramínies, *Artemisia*, quenopodiàcies, *Helianthemum* i compostes, però amb petites àrees de refugis forestals amb *Pinus* com a espècie dominant, acompanyat per *Fagus, Picea, Abies* i també relictes com *Quercus* i *Corylus*. La presència de glaceres al peu de mont pirinenc proper a la vall de la Garona (Barbazan) està comprovada almenys fins fa 21.000 anys BP. Des dels 26.000 fins als 24.000 BP la fusió va ser més gran a les valls terminals de la Garona alhora que es desenvolupava al Pirineu un clima de tipus sec amb formacions estèpiques. Abans d'aquest fet, cap als 25.000-26.000 BP, els dipòsits pol·línics mostren la presència d'arbres montans (*Fagus, Picea* i *Abies*) que sobrevivien solament en refugis prop de l'eix encara glaçat de la vall principal de la Garona. Als 26.000 BP l'espectre pol·línic mostra el desenvolupament de formacions herbàcies amb poàcies, quenopodiàcies i igualment amb tàxons heliòfils associats, com diverses compostes, *Helianthemum* i *Ephedra*.

Aquestes comunitats suggereixen un règim de precipitacions molt escàs. Des dels 26.000 BP fins als 16.000-15.000 BP les glaceres es retiren progressivament i cap a altituds mitjanes. Des d'aquestes dates fins ara, els dipòsits lacustres i fluvioglacials indiquen que les muntanyes ja estaven extensament desglaçades, i el glaç continuava només als llocs més favorables. Al vessant nord, el desglaç de les parts més altes ja estava pràcticament acabat durant el període sec desenvolupat a Europa cap als 15.000 BP (coincident amb el màxim glacial als Alps) i testimoniat a l'àrea per un increment de l'aridesa.

És en aquests moments de més fred quan entren en escena les espècies més característiques dels paisatges gelats de tundra o estepa, que són les que apareixen amb freqüència en les representacions sobre la vida dels homes de les cavernes, com ara el mamut, el ren o el rinoceront llanut, però que excepte en moments puntuals al nord d'Espanya i al nord del Pirineu resulten més típiques de zones que devien patir amb molta més severitat els rigors del clima würmià, com el centre de l'actual França i Europa central. Aquestes representacions d'espècies «fredes» es corresponen més aviat amb l'espai entre la carcassa de glaç del nord d'Europa i els massissos muntanyencs del sud, entre els quals es trobava un desolat corredor ocupat per paisatges de tundra i estepa freda que s'estenia des del nord del Pirineu fins a Rússia i els Urals.

Pel que fa a aquestes faunes, el trànsit al Plistocè superior es fixa cap als 120.000 BP i no s'aprecien grans canvis en les faunes de mamífers. Les condicions fredes i seques imperants

van induir algunes espècies a modificacions anatòmiques per adaptar-se a la duresa del clima imperant i els canvis de dieta. En són exemples les intenses modificacions maxil·lofacials de l'home de Neandertal (*Homo neanderthalensis*); o de la hiena (*Crocuta crocuta intermedia*) del Plistocè mitjà, que augmenta la dentició jugal per «carronyar» grans preses, fins a donar la coneguda hiena quaternària (*Crocuta crocuta spelaea*) en el Plistocè superior. L'ós de les cavernes (*Ursus spelaeus*) augmenta de talla (i abundància) i espècies típicament fredes com els rinoceronts i els mamuts llanuts (*Coelodonta* i *Mammuthus,* respectivament) reflecteixen en la dentició com n'era de magra i dura la vegetació que havien de pastar, i estenen les seves àrees de distribució fins a la península Ibèrica en la primera meitat del Plistocè superior.

Els registres paleontològics que ens han arribat apareixen sempre molt esbiaixats cap a espècies caçades pels éssers humans. La recruada ambiental datada el 30.000-20.000 BP comporta la desaparició de la majoria de grans mamífers típics de l'«edat del glaç»: mamuts i rinoceronts, grans hienes i felins, fins i tot l'home de Neandertal, es rarifiquen en general i tots desapareixen d'Europa al final del Würm o una mica abans, per la qual cosa les faunes queden empobrides i després renovades per noves aportacions holocenes de comunitats constituïdes per les espècies que podem veure en qualsevol guia de camp actual de la península Ibèrica o d'Europa.

Tot i que, conscientment, no hem tractat els homínids del Plistocè pirinenc, comentarem a tall de curiositat que es calcula que fa 20.000 anys BP només hi havia unes 2.000-3.000 persones en tot el territori de l'actual França, i menys de 10.000 a tot Europa.

El tardiglacial (final de l'última glaciació): l'inici del paisatge que coneixem

Es creu que la temperatura mitjana estival fa 15.000 anys era uns 10° C inferior a la d'ara, i s'assolien condicions comparables a les actuals fa uns 8.000 anys, a l'inici del període Atlàntic.

L'expansió del bosc és lenta i es porta a terme en uns 7.000 anys. Les espècies pioneres són primerament les amants dels espais oberts (*Betula, Pinus* i *Juniperus*). S'ha calculat la velocitat (o taxa de migració) d'una sèrie d'espècies a partir dels seus refugis, expressades en metres per any. Aquestes taxes de migració no tenen en compte el període de maduració de l'arbre des que germina fins que llança les primeres llavors, per la qual cosa la velocitat ha de ser en realitat superior. També estan calculades sobretot per a condicions òptimes (terreny per conquerir més o menys pla). Cada espècie té les seves formes de dispersió de les llavors, que en alguns casos inclouen ales (*Acer, Ulmus* o *Pinus*), o transport per l'aigua o animals (*Alnus, Corylus, Quercus, Fagus*, etc.) i en gairebé tots els casos un rol més o menys important de la gravetat si el terreny és pendent. Aquestes velocitats per als arbres pirinencs són: *Abies* (de 40 a 300 m/any, mitjançant el vent i els animals), *Acer* (de 500 a 1.000 m/any, ajudat pel vent), *Alnus* (de 500 a 2.000 m/any, ajudat per l'aigua), *Castanea* (de 200 a 300 m/any, probablement dispersats per animals), *Corylus* (1.500 m/any, mitjançant animals o per l'aigua), *Fagus* (de 200 a 300 m/any, per animals), *Fraxinus* (de 200 a 500 m/any, pel vent), *Juglans* (400 m/any, per aigua, gravetat o animals), *Picea* (de 80 a 500 m/any), *Pinus* (1.500 m/any, pel vent o animals), *Quercus* (de 75 a 500 m/any, per animals), *Tilia* (de 50 a 500 m/any, pel vent) i finalment *Ulmus* (de 100 a 1.000 m/any, pel vent).

L'expansió dels animals és també considerablement ràpida, seguint molt ràpidament i de prop el ritme d'expansió dels seus recursos (vegetals per a fitòfags, etc.). Evidentment, com més àmplia és la valència ecològica, abans són capaços d'estendre's cap al nord. L'expansió de les espècies continua el model del que en termes militars podríem denominar un front d'avanç, relativament lent (dispersió secular) i amb albarranes més enllà del límit de l'espècie (com paracaigudistes) que, si s'estableixen, freqüentment prenen possessió del territori adjacent i ja el tenen ocupat quan arriben les poblacions principals de l'espècie.

Durant el Dryas antic, i igual que en la resta d'àrees, al vessant nord del Pirineu, en general, dominen els paisatges oberts i esteparis. A la Val d'Aran (Bassa d'Ules) entre els 14.000 i els 12.000 BP trobem una vegetació oberta amb *Pinus* (de 14.000 a 13.500 BP) i posteriorment amb

Betula (13.500-12.000 BP), ambdós acompanyats respectivament per gramínies i artemises, que denoten un clima fred i sec.

Durant l'Al·leröd (11.800-11.000 BP) augmenta la cobertura arbòria, especialment al peu de mont del Pirineu central, tot i que al Pirineu occidental els espais oberts continuen dominant un paisatge amb alguns *Pinus*, *Salix, Betula* i *Juniperus,* per ordre d'abundància. Com a comentari general per a tota la serralada, es produeix l'expansió de *Pinus*, amb màxims valors pol·línics d'aquest, juntament amb *Betula*. El peu de mont del Pirineu central (inclosa la Val d'Aran) presenta durant l'Al·leröd un paisatge obert d'estepa arborada, amb *Pinus*, *Betula* i herbàcies a parts pràcticament equivalents.

El Dryas recent (11.000-10.000 BC) marca un nou retrocés dels percentatges de pol·len arbori. A la Val d'Aran l'espècie arbòria dominant és *Pinus*, juntament amb gramínies i *Artemisia*. A l'estanh Redon (cresta entre els vessants nord i sud) al final del Dryas recent s'hi estableixen *Betula*, *Quercus* (roures) i *Pinus uncinata* fins als 2.000 m.

HOLOCÈ: el final de la glaciació

DESGLAÇ I RECOLONITZACIÓ

Com ja hem indicat, les cronologies del glacialisme pirinenc sembla que difereixen de les de la resta d'àrees europees (com els Alps o el nord d'Europa) respecte al moment de l'expansió postglacial de les espècies animals i vegetals. El màxim glacial al Pirineu té lloc cap als 45.000-50.000 BP (de 18.000 a 20.000 BP als Alps); per tant, la desglaciació comença molt aviat.

La primera retirada de les glaceres està datada abans de 38.000-35.000 BP i és francament clara des de 25.000-24.000 BP, quan les glaceres desapareixen del peu de mont pirinenc i queden gairebé totalment absents a la part alta de les valls, coincidint amb el màxim glacial alpí (!) i el període d'aridesa extrema viscut a Europa fa prop de 15.000 anys BP.

Amb el retorn de les condicions més suaus del final del Würm, els boscos tornen a pujar, una vegada més, pels aiguavessants de les muntanyes i a vestir de nou els paisatges. L'ordre d'aparició al paisatge, en quantitat significativa, dels arbres al Pirineu septentrional va ser el següent; fa 15.000-13.000 anys BP: pins i bedolls; entre els 13.000-9.000 BP: roures, avellaners i oms; entre els 9.000-5.000 BP: til·lers, freixes, verns i avets. Finalment s'expandeixen en dates posteriors al 5.000 BP: faigs, castanyers, vinyes i nogueres. Així doncs, el característic paisatge aranès dominat per avets i faigs, té menys de 4.000 anys!

Els patrons i orígens de recolonització són molt clars en alguns casos, i no tant en altres. L'avet apareix des de l'extrem oriental del Pirineu. El pi roig ve des de la península i reconquista la mitja muntanya (estatges montà i supramediterrani). La data de l'inici de la recomposició d'aquestes comunitats altimontanes és controvertida. Si el màxim glacial ocorre al Pirineu entre 45.000 i 60.000 BP, pot ser que les espècies de muntanya i adaptades al fred s'estenguessin des dels seus refugis tan aviat com fa 25.000 anys BP, quan les glaceres van desaparèixer del peu de mont pirinenc i es van retirar cap a la part alta de les muntanyes (al voltant de 26.000 BP).

A l'inici d'aquest procés de recolonització, la vegetació del peu de mont pirinenc devia ser una «tundra» alpina. Tot i aquesta retirada primerenca de les glaceres, les dades palinològiques mostren que el gran canvi en la vegetació associada a aquesta millora climàtica inicial apareix fa 15.000 anys i queda clar que en aquell moment, si les glaceres encara existien, estaven situades més amunt dels 1.800-1.900 m, i es considera la desglaciació ja completa al voltant dels 13.000 BP. Així mateix, les dades procedents de la desglaciació de l'Atlàntic nord suggereixen que el Pirineu, igual que el nord d'Europa, va tenir un màxim de fred (però no de desenvolupament de les glaceres, ja que el clima era extremadament sec) al voltant dels 20.000 BP.

A part d'aquestes consideracions exposades més amunt, durant els temps postglacials l'expansió de les espècies des dels seus refugis würmians deu haver estat ràpida i sincrònica amb

la recuperació en altura del bosc (sempre posterior a l'«esdeveniment dels 15.000 BP», vegeu més amunt). En el cas de les espècies alpines de baixa vagilitat (com coleòpters, mol·luscs o rèptils) no ha d'estranyar, per tant, que si no són prou ràpids colonitzant puguin trobar els corredors d'hàbitat alpí cap a altres massissos tancats per la ràpida ascensió del bosc. Quan les espècies estrictament alpines arriben fins a una zona de pas ja forestada es veuen obligades a aturar-se. Per això probablement aquestes espècies són gairebé sempre reimmigrants a curta distància o recolonitzadors molt dolents, acantonats encara en la immediata rodalia del seu massís de refugi.

Amb l'arribada del Preboreal (de 10.000 a 9.500 anys) es produeix un abrupte canvi climàtic a tot Europa. Comença un progressiu escalfament (en algunes zones de fins a 5° C en tot just dues dècades) que produeix un marcat gradient tèrmic estival entre les zones de terra ferma i el mar, encara molt fred, amb un desplaçament de la zona de convergència intertropical cap al nord que va fer variar l'estacionalitat de les precipitacions. Les condicions d'estacionalitat i d'insolació (un 7% superiors que en l'actualitat), juntament amb els efectes combinats de la temperatura i la precipitació, que entre els 10.000 i els 6.000 BP eren notablement diferents de les actuals, van provocar el desglaç ràpid a l'hemisferi nord. El glaç es va fondre ràpidament als casquets glacials (inlandsis) i el seu límit va retrocedir amb celeritat cap al nord. La gran quantitat d'aigua alliberada de nou va produir l'elevació del mar i va separar un cop més zones que havien estat unides durant més de 100.000 anys. Irlanda, per exemple, es va separar de la Gran Bretanya, i posteriorment aquesta última del continent, deu fer uns 7.000 BP (separació definitiva cap a la fi del Boreal).

Al vessant septentrional del Pirineu s'aprecia un enorme creixement dels pòl·lens arboris que denota una recuperació total i ràpida del bosc. L'inici ve marcat per l'augment de la humitat. Al Pirineu central es detecta la primera arribada (tot just testimonial) d'*Abies* i una expansió puntual de *Corylus*, amb màxims valors pol·línics a la zona dominats per *Quercus*. A la Val d'Aran (Bassa d'Ules) apareixen *Pinus, Betula,* gramínies*, Quercus* i *Artemisia* en una situació que no devia diferir molt de la de la zona immediata al jaciment en l'actualitat. A la zona de l'estanh Redon (a la cresta a cavall entre els vessants nord i sud) dels 10.000 als 8.000 BP és un període de transició en el qual guanya importància *Corylus avellana*.

Durant el període Boreal (de 9.500 a 7.500 anys), el model de circulació atmosfèrica (calculat en concret per a les condicions del 6.500 a. de C.) ja era molt semblant a l'actual. Les diferències més notables són que a l'hivern la circulació general de l'oest era més dèbil en les latituds mitjanes, i el flux del sud a l'oest d'Escandinàvia, més intens. Per contra, a l'estiu predominaven les condicions anticiclòniques sobre la major part d'Europa i del flux del sud sobre l'Atlàntic occidental cap a Groenlàndia i Islàndia. Els dos fluxos del sud, tant estival com hivernal, van contribuir a accelerar la desglaciació de l'oceà Àrtic.

A la península Ibèrica disminueix la pluviositat, amb la qual cosa desapareixen els grans remugants que van caracteritzar el Paleolític. Un altre fet important és que les zones de vegetació ja comencen a adquirir la seva fesomia actual i s'accentua la diferenciació entre l'«Espanya verda» (o Ibèria humida) i l'«Espanya bruna» (o Ibèria seca).

El clima, en general, es fa més irregular i tendent als extrems, amb grans pluges i importants sequeres (els estiatges devien ser particularment llargs i secs). El SE de la península, per exemple, ja és marcadament sec, però no tant com en l'actualitat.

Quant a la vegetació, al principi s'estenen els boscos de pins, bedolls i avellaners. Al nord d'Europa són cada vegada més abundants els arbres i arbustos caducifolis característics de climes suaus, com els roures, els oms i, en particular, l'avellaner. A la Val d'Aran (de 9.700 a 9.300 BP) apareixen *Pinus, Betula,* gramínies*, Corylus* i *Quercus*. Més endavant (de 9.300 a 7.500 BP) són *Betula, Corylus, Pinus, Quercus* i *Ulmus* els que es troben. En aquesta segona part del Boreal comença a donar informació el jaciment de Tredòs on *Pinus* i *Corylus* es reparteixen el protagonisme gairebé a parts iguals, acompanyats de *Betula* i, en poca quantitat, *Quercus*.

Durant el període Atlàntic (7.500-5.000 BP), el procés de desglaç accelerat que es produeix entre el 8.000 i el 7.000 BP durant el Boreal assoleix la màxima expressió, i és aleshores quan la capa de glaç escandinava queda reduïda solament a les glaceres de les muntanyes i el glaç de l'Àrtic pràcticament desapareix. L'Atlàntic és el més càlid i humit dels períodes postglacials. Per això és conegut com l'«òptim climàtic postglacial». A Europa occidental es calcula que l'augment de la temperatura mitjana va rondar els 2° C. Hi predomina, com ja hem dit, una circulació zonal (és a dir, a favor dels paral·lels) amb borrasques i fronts atlàntics que porten precipitacions cap a Europa.

A la península es nota el desplaçament cap al nord del cinturó d'altes pressions subtropicals, amb la qual cosa augmenta en molts llocs la mediterranització, però no una mediterranització seca sinó humida. Al Cantàbric i probablement al Pirineu s'afavoreix la presència de precipitació orogràfica, fins i tot més que avui en dia.

A tot Europa roures i oms de muntanya són cada vegada més abundants i formen boscos. Augmenten el vern i el til·ler formant petits bosquerons o com a acompanyants en els boscos mixtos. El clima més càlid i humit va afavorir l'augment de les torberes. Finalment, un efecte important és que el bosc va pujar més a les muntanyes, fins a zones on avui en dia escasseja o no existeix, cosa que va poder representar un coll d'ampolla important per a espècies alpines en massissos perifèrics, de poca extensió o escassa altura, per conduir-les a l'extinció i sense possibilitats de recuperació. Es calcula que el màxim nivell aconseguit per *Pinus uncinata* als Alps (almenys 200 m per damunt de l'actual) es devia donar cap als 4.800-3.000 BP.

A la Val d'Aran augmenten *Pinus* i *Quercus* en detriment de *Corylus* i de *Betula* a Tredòs; mentre que a la Bassa d'Ules l'ordre d'abundància decreixent és *Betula-Corylus-Pinus-Quercus-Ulmus-Tilia*.

Durant el Subboreal (5.000-2.500 BP), si bé la influència del període Atlàntic es va prolongar encara dins d'aquest període, entre els 5.000 i els 3.000 BP ja van començar a aparèixer els senyals d'un lleu deteriorament climàtic. Hi ha un empitjorament general de les condicions climàtiques, molt més inestables i irregulars que en el període Atlàntic (i que en l'actualitat), inclosos períodes curts (d'uns pocs segles) tan càlids com qualsevol dels del període Atlàntic.

Durant el Subboreal, l'avanç de nou del glaç torna a canviar el panorama de circulació atmosfèrica que ja és pràcticament idèntic a l'actual pel que fa a la posició habitual d'anticiclons i borrasques. La circulació meridiana (en sentit nord-sud) domina sobre la zonal (d'oest a est), cosa que es tradueix en més aridesa al sud d'Europa. Augmenten les glaceres a les muntanyes. Alguns creuen que el deteriorament climàtic d'aquest període pot estar relacionat amb l'explosió del volcà de l'illa de Santorí (cap al 1450 a. de C.), que amb la seva capa de cendres hauria dificultat la insolació, de manera anàloga al que va passar amb l'explosió del Krakatoa fa una mica més d'un segle.

A la península el deteriorament no el provoca la disminució de les temperatures, sinó l'augment de les sequeres. Al NW i al N de la península Ibèrica hi ha condicions més favorables per a la vegetació, amb pluges orogràfiques i estius més assolellats i relativament secs. A la resta de la península les condicions eren de més sequera.

A Europa se substitueix la coberta vegetal de tipus marcadament termòfil per una de més mesòfila que comporta, per exemple, la desaparició dels alzinars més septentrionals (costa atlàntica del Canal de la Mànega) i afavoreix l'expansió de la fageda a expenses de la roureda. Apareixen al sud els primers símptomes d'aridesa que marquen una creixent mediterranització (aquesta vegada sí, de caire més sec) i la progressiva desertització al N d'Àfrica. En general, Europa pateix en aquesta època una forta caiguda del percentatge del pol·len d'om i un augment de les herbàcies *(Plantago lanceolata, Cerastium, Polygonun, Rumex, Artemisia*) i de la falguera aquilina (*Pteridium aquilinum*). També es nota l'augment d'arbres pioners com el freixe i els bedolls. Una part d'aquests canvis van ser probablement provocats per la mà de l'home (coincideixen amb la revolució del Neolític i l'edat del bronze) amb el desenvolupament de l'agricultura i de la ramaderia.

Les zones esbancades o eixermades, quan eren abandonades per esgotament de la productivitat del sòl, eren recolonitzades per bedolls i freixes que amb el temps donaven pas a boscos mixtos. Aquest arrabassament es practicava en els sòls més lleugers, on posteriorment es nota un augment de *Crataegus* i *Ulex* en ser abandonats els conreus. En aquesta època es constata l'expansió de prats i bruguerars i, en general, es comencen a notar les primeres agressions greus al bosc. Cap al final del Subboreal (uns 3.000 BP) es coneixen als Alps dues etapes d'avanç de les glaceres que durarien uns 600 anys, fins al començament del Subatlàntic.

A la Val d'Aran (Tredòs) es manté *Pinus* mentre que decreixen *Betula* (que pràcticament desapareix) i *Corylus*. Apareix en petita quantitat *Alnus* i sobretot una bona representació d'*Abies* (primera aparició tant a Tredòs com a Ules: 3.600+/-65 BP). A la Bassa d'Ules es manté encara *Betula*. Entre els 5.500-4.000 BP i per ordre d'abundància apareixen *Betula-Corylus-Pinus-Quercus-Ulmus-Tilia-Abies* (aquest últim al final) i de 4.000 a 2.000 BP l'ordre d'abundància és *Betula-Corylus*-gramínies-*Abies-Pinus-Fagus*. Cap als 4.900 BP apareixen rastres d'agricultura a l'estany Redon de Conangles.

Sembla que el faig, *Fagus,* va venir de l'est del Pirineu i hauria colonitzat la part oest al voltant dels 4.000 BP. En realitat creiem que hi havia diversos refugis per a aquesta espècie arbòria (vegeu més amunt), on la seva presència era merament anecdòtica, i que va aparèixer de manera estesa però local per tot el Pirineu septentrional cap als 5.000-4.500 BP, per colonitzar ràpidament l'estatge montà i les zones planes cap als 4.000-3.800, ajudada potser per una mica de desforestació antròpica. Pel nord de la península Ibèrica es va estendre mil anys més tard, cap als 3.000 BP. El castanyer (*Castanea sativa)* apareix a l'Arieja (Soulcem, 4.820 BP) i a la vall d'Ossau (Louvie-Juzon, 4.860-4.310 BP) paral·lelament al seu desenvolupament en altres llocs (a la serra d'Estrela portuguesa, on apareix abans de 4.340 BP).

El període Subatlàntic, que comprèn des de fa 2.500 anys fins al present, resulta, mirat globalment, més bonancenc que el Subboreal. Se'l denomina Subatlàntic perquè és en certa manera comparable a l'Atlàntic, encara que presenta episodis momentanis amb un marcat empitjorament de les condicions climàtiques en què hi ha un creixement de les glaceres, pluges torrencials i una marcada irregularitat climàtica (vegeu més endavant). El clima és més fred i més humit que a l'Atlàntic. Es constata un augment de les torberes, especialment al N d'Europa. Els anticiclons i les borrasques ja estan més o menys situats en les seves posicions actuals.

L'inici del Subatlàntic coincideix amb l'edat del ferro i l'establiment de conreus permanents, no arrabassats. Durant aquests períodes hi ha una disminució del freixe i dels til·lers (possiblement per l'excés de l'escapçada per donar de menjar al bestiar) i un increment del faig i de l'òstria a Europa.

A la Val d'Aran (Tredòs) augmenta molt lleugerament *Pinus* i reapareix, en poca quantitat, *Betula*. Igualment apareixen petites quantitats d'*Abies* (que retrocedeix respecte al Subboreal), *Fagus* (que apareix en aquest moment), roureda mixta i *Corylus*. A la Bassa d'Ules (2.000-1.000 BP) apareixen gramínies, *Corylus, Pinus, Quercus-Abies, Fagus, Cerealia* i *Juglans*; i durant el present mil·lenni (1.000-0 BP) *Pinus,* gramínies*, Quercus, Abies, Fagus*, i el que més sorprèn, *Olea*, que deu venir de molt lluny, al vessant sud de la serralada.

Les glaceres de la Val d'Aran i les zones dels voltants durant el Plistocè

Glacera de la Garona (vessant nord): la vall de la Garona va estar ocupada durant les fases glacials del Plistocè per un potent aparell glacial de fins a 800 m de gruix instal·lat sobre una vall el modelat de la qual data del final de l'era Terciària. Aquesta glacera naixia a la Val d'Aran, des d'on rebia multitud de valls laterals, com les de Toran, Barradós, Artiga de Lin, Nere, Valarties, Aigoamotx, Ruda, etc., que l'alimentaven, cada una amb més de 10 km, que donaven lloc en ajuntar-se successivament a masses de glaç de gruixos d'entre 400 i 800 m (p. ex. a Vielha). A més, es creu que ocasionalment sobrepassava el pla de Beret formant un coll de transfluència i es

pensa que part de la capçalera actual de la Noguèra Palharesa era part de la conca de la Garona. S'aprecien diverses fases que no se sap si corresponen a diferents glaciacions plistocenes.

Durant el «Günz» (o una primera fase glacial, perquè les datacions dels autors antics no són absolutes i els autors més moderns pensen que més aviat són avanços i retrocessos de l'últim període glacial i la petita edat del glaç, per això donem els noms entre cometes) la glacera de la Garona tenia fins a 700 m de gruix a la Val d'Aran, i a l'altura de Sant Beat passava per damunt del nivell de les muntanyes que envolten aquesta localitat, situades a l'est del pic de Gard (segons Trutat), sense arribar fins a Sent Gaudenç. També s'hi unia la vall lateral que baixa del Col de Menté, per la qual desbordava cap a la vall de Ger, així com la de Crabère a l'altura de Melles i la de la vall de Lys. Durant el «Riss» (segona fase) i el «Würm» (tercera fase) tenia 700 m a la sortida de la Val d'Aran per Pònt de Rei.

Sens dubte es tractava d'una de les glaceres més boniques i imponents del Pirineu, amb impressionants encreuaments de glaceres confluents, com les actuals dels Alps i de l'Himàlaia, que donaven lloc a un únic i enorme curs de glaç que abandonava en la seva retirada enormes blocs morènics a Garin i Cazaux en arribar a l'altura del massís de Barousse, que l'obligava a virar 90° la seva trajectòria. Passat Saint-Bertrand-de-Comminges la glacera sortia a la plana, a Bazert. En el moment de màxim apogeu superava el pas de Tibiran-Jaunac i s'acabava a Mazers, prop de Montréjeau. Durant el «Riss» i el «Würm» tenia 700 m de gruix en sortir de la Val d'Aran, i durant el «Günz» cobria les conques de la Barousse, Loures i Antichan, amb una massa contínua de la qual solament sobresortien unes poques crestes, i acabava abruptament a la plana de Rivière, formant una més que possible impressionant muralla de glaç en fusió, vista des de la plana. En total, en el moment de màxim desenvolupament arribava fins als 460 m d'altura, després de recórrer 70 km.

Glaceres del Couserans (vessant nord): més a l'est de la Garona, la glacera del Couserans descendia des del Mont Vallier al llarg de 18 km per la vall de Riberot, alimentada per una dotzena de petites llengües glacials d'uns 4 o 5 km que baixaven dels flancs del Maubèrme i Mont-roig. El gruix de les llengües era de 200 a 400 m. Durant el seu màxim desenvolupament la glacera del Salat va arribar a baixar fins a 420 m després d'un recorregut de 36 km.

Glacera de la Noguèra Ribagorçana (vessant sud): tenia l'origen a les altures dels massissos de la Maladeta i el Montardo. Descendeix des de la capçalera de la vall rebent les de les valls suspeses de Salenques i Llauset. Després de la unió amb la glacera que baixava de Llauset va formar una gran cubeta d'uns 5 km de llarg i de 600 a 800 m d'ample, que es pot observar en forma d'eixamplament de la vall a l'altura de Bono i Aneto. Descendia fins a l'ermita de Sant Antoni, un quilòmetre aigua avall de Vilaller. Per damunt de Bono i Senet tenia un gruix de 500 m i a Vilaller, poc abans de les morenes terminals, 260 m. En total va arribar als 27 km de longitud.

Glacera de la Noguera de Tor (vessant sud): descendia dels circs de Travessani, Culieto i Besiberri i rebia també les glaceres de Sant Nicolau, Taüll i Durro. Recollia el glaç d'una conca molt àmplia i geològicament diversa. L'enorme complexitat del relleu granític i la plèiade d'estancs d'origen glacial que s'estenen pel paisatge granític de la zona del Parc d'Aigüestortes fan pensar que les capçaleres de les glaceres de la Garona (Valarties, Aigoamotx, Ruda), amb les de la Noguera de Tor i el Flamisell formaven gairebé un continu de glaç entre elles que va donar lloc al paisatge que avui hi trobem.

Pel que fa a la glacera de la Noguera de Tor en si, la llengua principal descendia de la vall de Cavallers on la glacera tenia 600 m de gruix (400-500 la que descendia del Llong). A Barruera tenia encara 500 m (atribuïts al «Günz» pels autors pluriglacialistes) i a Llesp (a 890 m), prop del final, 320 m de gruix.

Glacera de la Noguèra Palharesa (vessant sud): la glacera de la Noguèra Palharesa, amb 52 km de longitud i les morenes terminals a una altura de 700 o 800 m, era la més llarga del vessant meridional del Pirineu. Naixia a la Val d'Aran, al pla de Beret, tot i que com ja hem dit és possible que una part de la capçalera de la vall actual estigués captada per la Garona, o sigui que no es cor-

respondria exactament amb el que és la vall de la Palharesa avui en dia. En els moments de màxim avanç («Günz» i «Míndel») devia vessar per damunt de Beret i la Bonaigua. Són molt espectaculars les valls suspeses laterals al curs principal (Espot, Bonaigua, Bassiero, Unarre).

Els seus afluents principals durant la màxima glacera eren els de les valls dels rius Bonaigua, Noguèra Palharesa (el principal), Ribera de Cardós (o Tavascan), Vallferrera, Espot i Cabdella (Flamisell). La glacera lateral de la vall de l'Escrita (Espot) va assolir un gruix de 400 m.

Durant la seva màxima extensió s'acabava a l'altura de Llavorsí (820 m), però en moments més regressius («Riss» i «Würm») no devia connectar amb les d'Espot, Ribera de Cardós ni Vallferrera. A la cubeta d'Esterri, on confluïen diverses glaceres, el gruix de glaç sembla que va superar els 1.000 m. Malgrat que es considera la glacera més llarga del vessant sud del Pirineu, la seva delimitació és insegura a causa de les poques restes deixades pel tipus de roques que conformen la seva conca (principalment esquists) i s'ha posat com a exemple de vall d'obi amb delimitació insegura de l'àrea terminal.

BLOC 3:

Un mode de vida: biologia i ecologia de la sargantana aranesa

L'estudi de la biologia i la història natural dels lacèrtids ha experimentat en les últimes dècades un notable avenç. Això es deu al fet que són organismes abundants, diürns, fàcilment localitzables i molt més densos que les poblacions de mamífers o aus i, a més, es poden manipular manualment, cosa que permet la presa de multitud de dades biològiques difícils d'obtenir d'una altra manera.

Les sargantanes permeten estudiar els grans problemes de l'ecologia terrestre que configuren la història natural dels organismes. En les pàgines següents passarem revista als aspectes quotidians de la vida de les sargantanes araneses, tan condicionats per la duresa del clima i per les peculiars característiques de l'alta muntanya pirinenca.

Metodologia d'estudi

Les localitats habitades per la sargantana aranesa van ser supervisades amb atenció des del 1989 fins al 2003 amb vista a anar completant aspectes sobre la bionomia d'aquesta espècie.

Estudi de l'activitat

De cada espècimen trobat actiu o sota pedres es van agafar dades sobre els aspectes següents:

a) Data i hora (GTM).

b) Activitat: pot ser «inactiu» (fred o calent), «prenent el sol» o «actiu».

c) Sexe (en cas de ser capturat i ser identificable) i edat aproximada dins de les categories següents: adult, adult jove, subadult, i nounat. Els subadults es van classificar, quan era possible, en cohorts o classes d'any de calendari. Els nounats estan en el seu primer any de calendari (1CY). Després de la primera hibernació entren en el segon any de calendari (2CY). Després de la segona hibernació estan en el tercer any de calendari (3CY), etc.

d) Hàbitat: estimació visual dels percentatges de cobertura de roques, pedres petites (gleres i tarteres), sòl nu, herba i matolls en un radi de 2 m al voltant del primer punt d'observació de l'animal. Aquests percentatges de cobertura (%) van ser calculats a simple vista però per comparació a escales visuals de cobertura de les usades en estudis forestals (Emberger, 1983). També es va anotar el pendent del lloc d'observació (en categories discretes: 0°-10°, 10°-20°, 20°-40°, 40°-50°, 50°-70°, 70°-80°, 80°-90°).

e) Temperatures: les temperatures corporals dels animals (BT) es van obtenir mitjançant termòmetres de lectura ràpida de tipus Schultheis (Wesco® , EUA; 0°-50°, precisió ± 0,1° C) a la cloaca (anus) de la sargantana en els 20 segons immediats a la captura, substrat (ST) i temperatura de l'aire a l'ombra i a 20 cm sobre el sòl (AT).

Estudi de la reproducció

Les femelles gràvides (amb ous en desenvolupament) (fotos de 22 a 26 i foto 53) van ser localitzades actives o sota pedres. De cadascuna es van anotar els aspectes següents:

f) Activitat: inactiva (fred o calent), prenent el sol o activa.

g) Estat reproductiu: copulada (detectat per la presència de les característiques marques de còpula en forma de «V»), desenvolupant fol·licles oviductals o ous (detectats per palpació), o fresada (recentment o no, per la presència de plecs als costats distesos en les recentment fresades).

h) Hàbitat: estimació del percentatge de cobertura de roques, pedres, sòl nu, herba o arbustos en un radi de dos metres al voltant de la primera localització de l'animal. Aquests percentatges de cobertura (%) van ser calculats a simple vista també per comparació a escales gràfiques usades per a aquest propòsit, igual que en el cas de l'hàbitat general (Emberger, 1983). El pendent es va calcular en intervals discrets (0°-10°, 10°-20°, 20°-40°, 40°-50°, 50°-70°, 70°-80°, 80°-90°).

Les femelles gràvides van ser transportades al laboratori (situat a 1.020 m sobre el nivell del mar) per fer el seguiment de la posta i el procés d'incubació, i es van instal·lar en aquaris de vidre o plàstic de 30 x 20 cm amb torba i una pedra plana per cavar a sota. Se'ls va proporcionar menjar (petits artròpodes de l'àrea) *ad libitum*, si bé les femelles gràvides prop de l'oviposició no s'alimenten, ja que el seu interior està col·lapsat pel volum dels ous. Les sargantanes van ser mantingudes en condicions d'il·luminació i fotoperíode naturals (sol directe durant diverses hores al dia, entre la sortida del sol fins prop de les 12 hores GTM, i ombra des d'aquest moment fins a la posta del sol).

Les femelles gràvides van ser controlades pràcticament cada hora durant el dia i dues vegades al llarg de la nit (entre les 0 GTM fins a les 5 GTM) durant el procés d'estudi de la posta.

Els ous acabats de posar van ser marcats, mesurats i dipositats en caixes de diapositives buides per estudiar el procés de la incubació sota condicions de temperatura naturals (de 24 a 30° C) en les condicions de laboratori esmentades més amunt. A aquestes caixes de diapositives se'ls va afegir torba i una peça de molsa per cobrir els ous, proveir humitat i facilitar-ne la inspecció visual. Quatre forats a les cantonades de la caixa van assegurar una circulació d'aire limitada que evitava l'aparició de floridures.

Es van agafar dades dels ous (longitud, amplària i massa) immediatament després de la posta, i després setmanalment, per controlar el seu estat cada dia. El volum dels ous es va calcular assimilant-lo a un el·lipsoide:

$V = 4/3 _ a^2 b$

sent *a* i *b* el radi (meitat de l'amplària) i la longitud de l'ou, respectivament.

Les mides es van prendre amb un calibrador digital MITUTOYO® (precisió de 0,1 mm) i la massa (pes) dels ous amb una balança digital portàtil TANITA® 1479 (precisió de 0,1 g).

Quan les cries van descloure, es va anotar l'hora i la durada de tot el procés de l'eclosió, així com la persistència de la dent d'ou després del trencament de les cobertes embrionals. De cada sargantana acabada de néixer es va anotar la longitud cap-cloaca (SVL), pes i nombre de fileres d'escates ventrals (per determinar el sexe de les cries). Així mateix, es va anotar l'extensió de la cicatriu umbilical en relació amb les escates ventrals. El sexe de les cries va ser determinat per comparació als nombres d'escates ventrals dels adults: *Iberolacerta aurelioi*: mascles fins a 28, femelles 29 o més; *I. aranica*: mascles fins a 26, femelles 27 o més; *Ib. bonnali*: mascles fins a 27, femelles 28 o més.

Les cries acabades de néixer van ser alimentades amb àfids (pugons) fins que van ser alliberades a la localitat d'origen de la mare.

Postes en llibertat

Quan una posta era trobada a la muntanya, s'agafaven les dades següents:

1) Nombre d'ous recents (de l'any en curs).
2) Nombre d'ous vells (closques en llocs de posta usats altres anys).
3) Presència d'ous parasitats o destruïts tant de l'any en curs com dels anteriors (revelat per la presència de puparis de mosca).
4) Mida de la roca (diàmetres superior i inferior) així com el gruix. La superfície relativa de les roques (per calcular la talla total) va ser aproximada a la superfície d'un paral·lelogram simplement multiplicant ambdós diàmetres.
5) Paràmetres de l'hàbitat en els llocs de posta (els mateixos que per a les femelles gràvides i en general).

La disponibilitat de l'hàbitat va ser calculada per fotointerpretació de l'àrea d'estudi, superposant una retícula i calculant els percentatges de cobertura de cada tipus d'hàbitat.

Els càlculs estadístics generals van ser realitzats amb NCSS-2002© (Hintze, 2001) i les ordenacions i clústers (agrupaments) amb NTSYS 2.1© (Rohlf, 2000).

Les diferències interespecífiques de cada sexe van ser provades amb un ANOVA d'un factor, i proves *post-hoc* de Tukey-Kramer per a comparacions múltiples entre les mitjanes de cada grup. Les diferències entre mascles i femelles van ser provades amb proves T. Quan les condicions de normalitat no eren assumibles es van fer servir proves no paramètriques (Kruskal-Wallis o proves khi quadrat).

Període d'activitat (hivernada): el període d'activitat de les sargantanes araneses depèn molt de la climatologia de l'any en qüestió. La seva vida està marcada des de fa milions d'anys pel ritme que els marquen les estacions i els avatars climàtics.

La successió de precipitacions de neu al llarg de l'estació desfavorable i la seva compactació per congelació tenen una importància capital en la seva persistència i en la seva resistència al desglaç primaveral, que té lloc al maig, i sobretot al juny.

Les precipitacions primerenques en forma de neu durant la tardor no solen tenir més importància pel que fa a la sortida de les sargantanes a la primavera següent (tot i que sí que marquen, com veurem més endavant, el moment de retirada de les sargantanes durant la tardor). Les precipitacions de neu que ja cauen cap al començament de l'hivern (desembre i gener) són les primeres que tenen una persistència notable al sòl, com molt bé saben els esquiadors i la gent que treballa a la muntanya. Aquesta neu acostuma a glaçar-se ràpidament per les baixes temperatures i es compacta i transforma en un bloc semblant a glaç, més o menys porós, sobre el qual es van dipositant altres capes de nevades posteriors que, al seu torn, també es compacten, i creen estrats de neu molt resistent al desglaç. Aquestes capes de neu nova sobre altres de més velles fan que la coberta nival no sigui homogènia i sí inestable, amb el consegüent perill d'allaus per despreniment gravitacional d'unes capes respecte a altres que obliguen a mantenir pistes tancades per seguretat fins a molt avançada la primavera (foto 10).

Mentre passa tot això, les sargantanes es troben hivernant alienes al món exterior. Aquesta hibernació pot durar fàcilment set o vuit mesos. Freqüentment s'usa el terme *hibernació* per definir aquesta torpor hivernal, però aquest terme només és aplicable als animals de sang calenta com els mamífers (marmota, liró, ós, toixó) que durant aquest període disminueixen la temperatura corporal i el nombre de batecs del cor, per quedar com en estat de vida suspesa fins que arriba la primavera (encara que alguns es poden despertar amb facilitat, com els ossos, cosa que demostra que la desactivació vital no és gaire profunda).

La hivernació ha de tenir lloc (tot i que això no s'ha pogut, òbviament, comprovar) en esquerdes molt profundes entre les roques. És molt possible que la sargantana busqui el contacte estret

amb parets de pedra, freda però estable, i s'introdueixi per tant fins al fons d'esquerdes on tot just cap. Aquesta cerca de sensació de seguretat pel contacte amb les parets s'anomena tigmotactisme o estereotactisme. Les esquerdes han de ser, a més, moderadament seques, ja que si no podrien provocar-los malalties cutànies. Aquestes malalties deixen cicatrius en forma de deformacions en les escates del crani (els límits de les quals desapareixen i són substituïdes per un material esponjós de color similar a la resta de la pell) que deuen ser el resultat d'atacs per fongs i altres possibles agents patògens que aprofiten la baixada de defenses durant la hivernada.

En aquestes condicions i sota una espessa capa de neu, la temperatura amb seguretat no deu baixar dels 4 graus centígrads. És possible que com més profunda sigui l'esquerda, més estable sigui també la temperatura durant tot l'hivern, independentment de les borrasques i les temperatures exteriors.

En algunes espècies es donen hivernades en grup en llocs favorables. No sabem si això pot ocórrer en la sargantana aranesa. La hivernada, en general, és més aviat una torpor pel fred en què els animals es mouen una mica si se'ls toca i es recuperen molt ràpidament si se'ls posa en un lloc calent, i no una veritable hibernació com la que experimenten alguns mamífers.

Algunes espècies acumulen substàncies «anticongelants» en els teixits. En les sargantanes araneses no es coneixen aquests detalls com en espècies molt comunes i fàcils d'estudiar, però per exemple en la sargantana vivípara, que també habita zones de mitja muntanya a la Val d'Aran, s'emmagatzemen fins a 6 mg de glucogen al fetge per gram de teixit corporal. Aquest glucogen es comença a acumular des del final de la reproducció amb vista a la pròxima hivernada, i representa fins a un 3% de la reserva energètica de la sargantana per a l'hivern, i la resta de les reserves (un 97%) són greix. El glucogen del fetge es gasta durant l'hivern, i en queda una mica al múscul, fins a la primavera. Així, la sargantana perd part del seu anticongelant durant l'hivern. Al voltant d'un 10% de l'energia gastada durant la hivernada prové del greix dels cossos grassos. Al llarg de la hivernada, una sargantana vivípara de 3 g gasta uns 40 mg de glucosa que provenen al 50% tant del greix com del glucogen, i gasta d'un 2% a un 10% del seu pes corporal.

La principal reserva de les sargantanes són els cossos grassos. Aquests es presenten com dues masses que ocupen la part posterior de l'abdomen. Al final de l'estiu i al començament de la tardor estan ben plens i desenvolupats, i disminueixen una mica durant la hivernada. Al principi de l'activitat primaveral aquests cossos grassos es gasten a gran velocitat en els mascles (es consumeixen en l'activitat reproductora ja que en aquesta època encara apreciem una mancança gairebé total de preses), mentre que en les femelles una part es gasta a causa de la manca de preses (tot i que molt menys que en els mascles) però disminueix, sobretot, després de les còpules, quan passen a formar el vitel (el rovell) dels ous, que és la seva funció prioritària. Així doncs, ambdós sexes surten de la reproducció amb les reserves de greix exhaustes. En els juvenils tot just són visibles, cosa que demostra que la seva funció és gairebé exclusivament reproductora.

En la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) sembla que aquests cossos grassos procedents de les reserves acumulades l'estiu anterior passen a formar part del vitel de la primera posta, mentre que la segona posta, que si existeix ocorre uns 20 o 30 dies després de la primera, es nodreix de l'aliment acumulat durant l'estació d'activitat en curs, ja que no queden reserves de l'any anterior. Això fa que les segones postes (si n'hi ha) siguin menors que les primeres. Només hi ha segones postes a les poblacions galaicocantàbriques d'*I. monticola*, però no es coneixen a les de la serra d'Estrela ni en cap altra espècie d'*Iberolacerta*.

En els mascles de la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) es produeix una reducció de les reserves grasses des d'abril fins a juny (a causa de la reproducció), que augmenta de nou al juliol, agost i setembre, ara amb vista a la reproducció de l'any següent. En les femelles, la reducció màxima es produeix al juliol (postes) i el volum augmenta de manera notable a l'agost i al setembre.

En les sargantanes sembla que és més perillosa l'època d'activitat que no pas el període d'hivernada. Dit d'una altra manera: moren més animals depredats durant l'activitat, que congelats o exhaustos a l'hivern.

La sortida del refugi hivernal la provoca un canvi sobtat en aquesta temperatura baixa però estable durant mesos, com ara canvis en la humitat i la temperatura que indiquen a la dorment que l'entrada ha quedat expedita de neu. Quan a causa del desglaç l'entrada de l'esquerda queda exposada a l'aire, aquest aire humit i de temperatura variable entra, i si és prou càlid, «reanima» la sargantana que sortirà a prendre els primers raigs de sol després de la hivernada.

Les sargantanes araneses són oportunistes pel que fa al moment de sortir de la hivernada, però conservadores quant al moment de posar-s'hi de nou. Què vol dir això? Doncs que mentre que la retirada als quarters d'hivern està dictada pel fotoperíode (nombre d'hores de llum) i la baixada gradual de les temperatures que acompanya les primeres fuetades del fred, a la primavera tardana, que coincideix gairebé amb el moment de màxima insolació anual i prop de la màxima durada dels dies, les sargantanes surten dels seus refugis tan aviat com el sòl queda lliure de neu (normalment a les zones de roca que s'aclareixen abans) (foto 11). En aquesta època la seva activitat consisteix en ben poca cosa, tret de prendre el sol per afavorir l'espermatogènesi (la formació d'espermatozoides) en els mascles i possiblement les primeres manifestacions del zel. La vida deu passar molt ràpidament quan tens poc més de tres mesos d'activitat anual! Acabades de sortir de la hivernada encara no s'alimenten. De fet, tot just trobarien com a preses alguns artròpodes que han hivernat també allí o altres voladors que procedeixen de zones més baixes.

La durada del cicle d'activitat anual és molt breu i molt similar en les tres espècies de sargantanes pirinenques (*Iberolacerta* subgènere *Pyrenesaura*). Dura uns quatre mesos en els mascles i en les femelles adultes, des de mitjan maig fins al principi d'octubre. Altres espècies d'*Iberolacerta* de mitja muntanya tenen períodes d'activitat similars (des de la primera meitat de maig fins a mitjan octubre en la sargantana croata, d'abril a octubre en la sargantana cantàbrica i la sargantana de la Peña de Francia, de maig a octubre en la serrana, etc.).

Com ja hem dit, les tres espècies de *Pyrenesaura* són oportunistes pel que fa al moment de sortir de la hivernada, i apareixen quan es fon la neu persistent (gelada), usualment cap a la segona meitat de maig. Les primeres observacions d'*I. aranica* daten del 16 de juny (2001) a Maubèrme, el motiu però és que les localitats no són accessibles fins aquestes dates a causa del perill d'allaus o per la presència d'aquestes allaus tallant les pistes (foto 10). El moment real de sortida de la hivernada deu ser semblant al de les altres espècies que han pogut ser controlades en llocs més accessibles (19 de maig del 1992 [Mont Perdut] en *I. bonnali*, i 5 de juny del 1994 [Andorra] en *I. aurelioi*).

En molts lacèrtids els juvenils són els primers que apareixen, després els mascles i finalment les femelles, i és aproximadament el contrari a l'ordre de retirada cap al final de l'estació activa. En general els juvenils també poden ser observats en circumstàncies de clima desfavorable durant el període d'activitat, ja que la seva relativament gran relació superfície/volum els permet escalfar-se molt ràpidament. La superfície creix al quadrat (en dues dimensions) de la longitud (una dimensió lineal), i el volum (en tres dimensions) al cub. Això implica que si la calor ve de fora, com més gran sigui l'animal, menys superfície (que creix al quadrat, bidimensional) té per escalfar el cos (un volum que creix al cub, dimensió tridimensional). En unes poques espècies, com al llangardaix verd (*Lacerta bilineata*), els juvenils apareixen més tard que els adults. En les sargantanes pirinenques no sembla que cap dels sexes aparegui abans. Possiblement com que el cicle vital és tan comprimit, no permet aquests desfasaments, i hi ha molt poc temps per desenvolupar el cicle vital, i per tant aquest apareix com a comprimit.

Horaris d'activitat

Els saures, com totes les espècies pecilotermes, depenen de les condicions de temperatura de l'ambient per desenvolupar la seva activitat. Per això, les sargantanes només poden estar actives quan les condicions climatològiques els són favorables. És incorrecte dir que les sargantanes són animals de «sang freda», simplement tenen una capacitat limitada per controlar la seva temperatura interna.

La inactivitat no solament té lloc en els períodes desfavorables, sinó que moltes vegades es dóna també en períodes aparentment favorables si les necessitats energètiques, reproductores, etc. ja han estat satisfetes. Per dir-ho d'una altra manera: no surten ni s'exposen si no és per necessitat. Així disminueixen les probabilitats de ser depredades i conserven l'energia ja atresorada durant el període d'activitat.

L'activitat normal en els rèptils sol estar marcada per dos fets clau. El primer, aconseguir prou temperatura per iniciar l'activitat, cosa que aconsegueixen mitjançant l'exposició al sol (assolellament o insolació; *basking* dels autors anglosaxons). El segon és retirar-se del sol, almenys parcialment, quan les condicions de temperatura es tornen massa altes i hostils.

Així, molts rèptils presenten en els períodes menys calorosos, durant la primavera i la tardor, ritmes d'activitat unimodals (amb una sola moda, és a dir, un pic d'activitat en les hores centrals del dia), mentre que durant l'estiu l'activitat és més aviat bimodal (amb dos pics d'activitat, un al matí, al qual segueix una retirada en les hores centrals i més caloroses del dia, seguit per un altre generalment més petit durant la tarda). Si la calor a ple estiu és massa excessiva, l'activitat es pot reduir de manera dràstica, aleshores es produeix una veritable estivació (es denomina així la inactivitat a causa del període desfavorable produït per l'excessiva calor i sequedat) i sembla que no hi hagi sargantanes en una determinada zona.

Pel que fa a la seva parenta, la sargantana croata (*I. horvathi*), s'ha postulat que practica algun tipus d'activitat sublapidícola (per sota de les roques) ja que entre les preses apareixen opilions i aranyes, però aquestes preses també es poden capturar en esquerdes o a l'exterior, o sigui que aquesta activitat és molt relativa: una espècie que s'amaga entre les roques, captura preses que també s'amaguen entre les roques. També podria ser que altres *Iberolacerta*, com la sargantana de la Peña de Francia, poguessin tenir activitat entre els grans blocs de roca, a causa de qüestions tèrmiques com la conservació de l'aire fresc de la nit en zones excessivament caloroses.

En l'alta muntanya, no obstant això, aquestes condicions climàtiques estan molt matisades i condicionades. Encara que hom pugui tenir dades aparentment homogènies, gairebé no hi ha dos dies iguals. A més dels dies calorosos i de temperatures suaus; hi ha dies clars, serens i freds; altres són clars i amb un persistent vent que glaça fins els ossos; i finalment (per posar només uns exemples), n'hi ha de parcialment nuvolosos però més càlids. Parlarem de tot això quan tractem la termoregulació (la modificació de l'activitat per mantenir la temperatura adequada per tal d'estar actives).

A causa de la brevetat del cicle anual de la sargantana aranesa, no es pot parlar que aquesta espècie tingui una activitat pròpia dels moments més càlids o més frescos de l'any, ja que aquests estan molt comprimits en una època molt limitada de l'any. Una sargantana aranesa pot passar en escassos minuts d'unes condicions de calor extrema a un vent gelat gairebé hivernal només amb l'aparició d'un núvol interposant-se davant del sol, com passa sovint durant les hores centrals d'un dia d'estiu qualsevol, quan el vent del vessant va acumulant núvols que, potser a la tarda (si no abans!), acaben descarregant en una tempesta d'estiu que alleuja les temperatures a cotes baixes, però torna hivernals les condicions a l'alta muntanya. L'heterogeneïtat de les condicions atmosfèriques és més gran dins d'un dia qualsevol que entre períodes diferents dins de l'època d'activitat.

L'activitat de les sargantanes amb temps assolellat té lloc al matí i és gairebé unimodal (amb un sol pic d'activitat màxima), encara que a la tarda quan baixen les temperatures es pugui observar algun individu a l'exterior dels refugis. En altres espècies properes, com en la sargantana pirinenca (*I. bonnali*), la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) i la sargantana serrana (*I. cyreni*), l'activitat també és pràcticament unimodal. En la sargantana croata (*I. horvathi*) al maig i a l'octubre (extrems de l'època favorable) l'activitat és unimodal (de les 10.00 a les 16.00 h), i bimodal en la resta del període d'activitat (de les 8.30 a les 12.30 h, i de les 14.00 a les 17.30 h).

L'activitat de les sargantanes consisteix a prendre el sol (o escalfar-se sota una llosa plana de pissarra) i realitzar l'activitat de campeig (recorregut en què busca aliment, es baralla

amb individus rivals si l'espècie és territorial, es corteja o accepta el festeig d'individus de l'altre sexe, etc.). Normalment, surten del seu refugi i no hi tornen fins que acaben l'activitat diària amb l'estómac ple. Quan la temperatura és excessiva (no la de l'aire, sinó la de la roca, que s'escalfa com una planxa al sol i comunica aquesta calor a les sargantanes) o l'estómac ja està replet, les sargantanes s'amaguen i aturen l'activitat. Això té lloc habitualment al matí, per això no és molt important l'activitat de tarda (si és que el temps acompanya, que aquesta és una altra!), ja que freqüentment a la tarda creixen núvols de tempesta que amaguen el sol i refreden de manera notable l'ambient.

La immensa majoria d'exemplars es troba actiu entre les vuit hores solars (8 GTM: *General Time Mode*, les hores solars que es mesuren respecte al meridià de Greenwich, que serien equivalents a les deu de l'actual horari d'estiu) i les tres de la tarda (3 GTM). L'hora mitjana d'activitat (moment en què més animals actius s'observen) són les 9.59 GTM. El primer exemplar observat en activitat va ser trobat a les 8.01 GTM, i l'últim, a les 14.55 GTM.

La topografia del lloc també té una importància clau, ja que la presència de muntanyes o l'orientació de la zona influeixen en el fet que el sol surti o es posi abans en un lloc determinat.

Com es pot observar en la figura 15, entre les 8.00 i les 12.00 GTM té lloc la major part de l'activitat de les sargantanes. En la localitat típica i a mitjan juliol, fins a les 8.30 GTM no comença a sortir el sol per darrere la muntanya. Altres pics d'activitat, però ínfims respecte al d'activitat principal, apareixen cap a les 14.00 i les 16.00 hores GTM. No hi ha diferències entre els sexes en aquesta activitat, ni entre el període anterior a la posta (prereproductiu) i el posterior (postreproductiu).

Com ja hem indicat, amb freqüència s'observen animals amagats sota pedres planes (lloses de pissarra) que ja presenten temperatures corporals elevades abans d'iniciar l'activitat a l'exterior, i que estan a punt, doncs, per iniciar l'activitat sense passar pel període d'immobilitat al sol. Aquest comportament és molt característic de les *Pyrenesaura*, que habiten zones de pissarres i esquists, i molt particularment de la sargantana aranesa.

Si considerem tots els tipus d'individus observats (sota pedres, actius, parats, assolellantse) no hi ha una gran variació respecte a les dades exposades més amunt.

Característiques de l'hàbitat

Els animals no estan distribuïts a l'atzar, sinó que es concentren a les zones més favorables. Cada lloc té uns factors abiòtics (substrat, orientació, inclinació, microhàbitat, etc.) i biòtics característics (espècies competidores, paràsits, depredadors, etc.). Els rèptils no són científics especialitzats, per tant, en comptes de reconèixer les espècies o característiques particulars de tal paràmetre ambiental o tal altre, reconeixen els grans trets de l'hàbitat que els són favorables. Es diu que els rèptils són millors morfòlegs que taxònoms o meteoròlegs.

Passarem ara revista a les característiques de l'hàbitat on transcorre la vida de la nostra protagonista.

La sargantana aranesa habita zones supraforestals d'alta muntanya (fotos 12 i 13, i de la 67 a la 72). És a dir, viu per damunt del nivell natural de l'arbratge (en àrees de fisonomia alpina que van dels 1.940 m als 2.540 m), sobre substrats rocallosos i en àrees disperses caracteritzades per un període lliure de neu al sòl molt curt (des de mitjan maig, com a molt aviat, fins a mitjan octubre com a màxim) i condicionat pel fotoperíode (hores de llum) i la cobertura nival. Per descomptat, habita en vessants de solell (orientació sud), com altres elements amb origen a les muntanyes perimediterrànies, mentre que els obacs (vessants d'orientació nord) són habitats per animals i plantes de tipus boreoalpí o articoalpí (com la perdiu nival). Dins d'aquestes orientacions generals al sud, la microtopologia desenvolupa un paper fonamental i les localitats de sargantanes de muntanya apareixen més aviat en orientacions est. El sol de matí sembla molt més important per a les sargantanes araneses que el sol de tarda.

La radiació solar (especialment els raigs ultraviolats), la precipitació (sobretot en forma de neu) i l'efecte del vent, s'incrementen amb l'altura, mentre que la temperatura i la pressió atmosfèrica disminueixen.

Les temperatures mitjanes anuals de l'estatge alpí (zones d'altitud marcades per la desaparició del bosc), on té lloc la vida d'aquestes sargantanes, van des de -2 fins a 5° C (usualment són inferiors als 3° C, de mitjana). Les temperatures mitjanes del mes més fred són de -10° C o més baixes, mentre que les màximes d'estiu poden oscil·lar en el millor dels casos entre 20 i 25° C, tot i que normalment són inferiors.

El règim pluviomètric és hiperhumit (més de 1.400 mm de precipitació en tots els casos) i el període vegetatiu va des d'un fins a tres mesos. Aquest període vegetatiu és el període de temps en què la temperatura i la llum són suficients per permetre que els vegetals herbacis visquin i creixin amb uns mínims requeriments (en l'estatge alpí és insuficient, tanmateix, perquè hi visquin els arbres).

La neu cobreix el sòl de l'estatge alpí de manera contínua durant un període que va dels sis als nou mesos, segons les zones. A més, hi ha set mesos de glaçades nocturnes contínues que igualment són freqüents durant uns altres dos o tres mesos més. Finalment, cal indicar que a aquesta altura les precipitacions en forma de neu poden caure de manera esporàdica en qualsevol moment de l'any, incloent-hi els mesos de juliol i agost. Cap a mitjan juny, ja en ple període reproductor, és freqüent que un temporal de neu cobreixi el sòl en tot l'estatge alpí pirinenc (fotos 14 i 15). També és característic que cap a mitjan setembre o en el segon terç d'aquest mes, el primer temporal seriós, semblant al de juny, marqui l'inici de la retirada cap als abrics hivernals.

Aquestes zones per damunt del límit natural de l'arbratge estan sotmeses a forts contrastos circadiaris (al llarg del transcurs del dia) en temperatura, humitat, vent i insolació, així com a diferències dramàtiques entre la temperatura del sòl i de l'aire. Fins i tot a l'estiu, les temperatures cauen fins a prop de zero graus durant la nit a causa de la intensa radiació nocturna.

Totes aquestes característiques converteixen les àrees supraforestals (alpines) en zones molt dures i extremes per a animals dels anomenats peciloterms (de sang freda). Aquestes sargantanes, juntament amb les seves parentes la sargantana pirinenca i la pallaresa, són els únics vertebrats exclusius de l'estatge alpí (alta muntanya) a Europa i constitueixen subjectes de primer ordre per entendre els mecanismes d'especiació i supervivència en zones que resulten extremes fins i tot per a animals de «sang calenta» (homeoterms) com les aus i els mamífers.

Inclinació del terreny: sobre 335 exemplars observats, la inclinació mitjana del terreny és d'uns 35° (figura 16). El 50% de les observacions cauen dins del rang de 30° a 45°, i el 80% del total, entre 20° i 45°, cosa que indica una clara predilecció de les sargantanes pels terrenys d'inclinació suau que afavoreixin els seus desplaçaments. El rang total d'observacions va des del terreny totalment pla (0°) fins al molt pendent (80°). No hi ha diferències entre ambdós sexes quant a les inclinacions utilitzades.

Cal recordar aquí que la sargantana aranesa és més «camacurta» que les seves congèneres, les sargantanes pirinenca i pallaresa, ja que utilitza més el sòl i aquests pendents d'inclinació suau que no pas els grans rocs. No obstant això, en alguns llocs com Barlonguèra, Malh de Bulard o la vall del Forcall, les sargantanes habiten grans blocs de roques i presenten diferències significatives respecte a, per exemple, les sargantanes de les solanes d'Armèros, pel que fa a la longitud de les potes.

Alguns autors han suggerit que en un ambient amb pocs depredadors, les potes acaben perdent longitud, però no creiem que aquest sigui el cas de la sargantana aranesa, sinó més aviat que la reducció de la longitud de les potes es deu a la manca de necessitat de grimpar.

El moviment d'aquestes sargantanes és mitjançant sinuoses ondulacions del cos. Les sargantanes utilitzen les potes per desplaçar-se a velocitat moderada o com a punt de suport mentre ondulen el cos. En cas que necessitin fugir ràpidament, ho fan a la manera dels escincs: doblegant

les potes i ondulant el cos, escapant preferentment costa avall fins al refugi més proper. No és estrany, doncs, que els medis poc pendents els siguin més favorables per desplaçar-se.

És molt interessant ressenyar que hi ha diferències significatives entre els pendents habitats en el període prereproductor i el postreproductor. Durant el període prereproductor la mitjana dels pendents és de 37±0,80 graus, i cau en el 50% de les observacions entre els 30° i els 45°, i en el 80%, entre els 25° i els 46° (rang, des de 0° fins a 80°). D'altra banda, en el període postreproductor es troben en llocs més plans amb un pendent mitjà de 32,8±0,89 graus, que cau en un 50% de les observacions entre els 30° i els 40°; i en un 80%, entre els 20° i els 45° (rang des de 10° fins a 60°). Aquestes diferències poden estar dictades per un ús diferencial de l'hàbitat. Quan la reproducció és una prioritat i fa poc que han sortit d'hivernar, els pendents més grans, generalment més associats a les roques i pedres, els permeten una millor insolació i canvis d'angle per continuar la trajectòria del sol, així com potser en menor mesura (perquè no hi ha diferències entre sexes) la prospecció de terreny amb finalitats reproductores i territorials. Finalment, cal recordar que, com que la hivernada transcorre en esquerdes de les roques, és natural que aquest sigui l'hàbitat utilitzat quan emergeixen els animals al final de la primavera.

Posteriorment a la reproducció, els animals apareixen durant la resta de l'estiu més concentrats prop d'on hi ha humitat (a la vora de torrents i zones d'herba més fresca que han conservat neu fins més tard, ja ben entrat l'estiu). En aquesta època, les seves prioritats són l'alimentació i la reposició de les reserves de greix que els permetran reproduir-se l'estiu següent. Les zones menys pendents tocant a l'herba i els rierols conserven humitat, herba més fresca, i concentren els invertebrats que constitueixen les preses d'aquestes sargantanes, mentre que les zones de roques són més seques i pateixen l'estrès hídric, i escassament s'hi troben invertebrats, si no és de passada (molts de voladors), durant la segona meitat de l'estiu.

En altres espècies similars que habiten també en zones de muntanya a Armènia (al petit Caucas), s'han descrit així mateix migracions estacionals fins i tot de diversos centenars de metres (de 300 a 500 m) entre les zones de roca habitades durant la hivernada, la primavera i la tardor, cap a les ribes de llacs i torrents utilitzats a l'estiu, de manera semblant al que fa la sargantana aranesa.

Percentatge de roca: el percentatge de roca dels llocs habitats per la sargantana aranesa (360 observacions) oscil·la al voltant del 30% de cobertura rocallosa, tot i que els animals es poden observar en medis que són des de zones d'herba amb un 0% de roca (on s'aventuren de manera ocasional durant la caça d'insectes) fins a afloraments totalment rocallosos (100% roca) (figura 17). El 50% de les observacions tenen lloc entre el 10% i el 50% de roques, i el 80% de les observacions, entre el 5% i el 75% de roques. Per a l'estima dels percentatges de recobriment de roca, vegetació, etc., ens ha estat molt útil l'ús de la fotografia d'infraroigs en fals color, que permet distingir molt clarament entre tons ocres, pedra o vegetació fotosintèticament activa, en aquest cas (fotos 17 i 18).

És molt interessant el fet que apareguin diferències entre l'ús de les roques en el període prereproductor i el postreproductor. Durant el període prereproductor, la mitjana en el percentatge de roca dels llocs utilitzats és del 25%; en el 50% de les observacions, entre el 10% i el 40% de roca; i en el 80% d'observacions, entre el 5% i el 70%. En canvi, durant el període postreproductor la mitjana del percentatge de roca puja fins al 40%, per caure en el 50% de les observacions entre el 10% i el 60%, i en el 80%, entre el 5% i el 80%. Hi ha, per tant, un petit però significatiu augment de l'ús de la roca a mesura que avança l'estiu (que es tradueix en paral·lel en un petit augment també de l'herba però en una disminució de l'ús de les zones de pedres petites). No hi ha diferències en els percentatges de roca utilitzats per ambdós sexes.

Percentatge de pedres soltes (pedregars i gleres): el percentatge de pedres soltes en els llocs de localització de les sargantanes araneses oscil·la al voltant del 15% de cobertura (figura 18). El 50% de les observacions és entre el 0% i el 40% de pedres; i el 80% de les observacions, entre el 0% i el 64,5% (el rang total d'observacions va del 0% al 95%) (foto 19). No hi ha diferència entre sexes.

Igual que amb el percentatge de cobertura de roques, hi ha una variació significativa entre el període prereproductor i el postreproductor. Al contrari que en el cas de les roques, el percentatge de cobertura de pedres baixa a mesura que avança l'estiu; els animals canvien cap a zones amb més roques i herba (vegeu més avall).

Durant el període prereproductor la cobertura mitjana de pedres és 28,29±1,8. El 50% de les observacions cauen dins de l'interval del 0% al 50% de cobertura de pedres; i el 80%, entre l'interval de 0% a 70%. Durant el període postreproductor la cobertura mitjana de pedres és sensiblement inferior: 16,75±2,03, per caure el 50% de les observacions dins de l'interval de 0% a 31,25%; i el 80% dins del que va de 0% a 60%.

Percentatge de sòl (terra) nu: el percentatge de terra nua en els llocs d'observació de sargantanes araneses és molt baix (del 4%); en el 50% de les observacions és d'entre el 0% i el 15%; i en el 80% de les observacions, d'entre el 0% i el 30%. El rang total que inclou els valors extrems va del 0% al 70% (figura 19). No hi ha diferències ni entre sexes ni entre períodes.

Percentatge d'arbustos: encara que en zones properes a les habitades per les sargantanes hi hagi alguns arbustos (boixerola, nabius, rododendres), no n'hem trobat mai just a les zones habitades per *I. aranica* (tot i que sí molt a prop o als obacs immediats). Per tant, la cobertura d'arbustos a les zones de sargantana aranesa és nul·la, sense diferències entre sexes o períodes.

Percentatge d'herba: el percentatge d'herba al llarg de tota l'època d'activitat oscil·la al voltant del 20% (figura 20). En el 50% de les observacions és d'entre el 10% i el 40%; i en el 80%, d'entre el 5,5% i el 70%. Els valors extrems van del 0% al 100%. No hi ha diferències entre sexes.

Hi ha diferències significatives entre els períodes prereproductor i postreproductor. En el període prereproductor la mitjana és de 27,58±1,42%, amb el 50% de les observacions entre el 10% i el 36,25%; i el 80% del total d'observacions, entre el 5% i el 60%. Durant el període postreproductor, les sargantanes utilitzen un hàbitat amb una mica més de cobertura herbàcia, amb una mitjana de 32,64±1,89, que cau en el 50% de les observacions, entre el 15% i el 50%, i en el 80%, entre el 10% i el 70%.

Densitat

En la sargantana aranesa (*I. aranica*) hem calculat densitats d'uns 78 individus/ha (33,3 adults i 44,4 juvenils per hectàrea) (29.6.1991) i en un lloc òptim de fins a 600 exemplars/ha (7.7.2002).

En la sargantana pirinenca (*I. bonnali*) a Bigorre hem calculat densitats de 380 exemp./ha (29.6.1994). A Ordesa, 2.090 adults/ha i 4.750 juv./ha (a 2.200 m), 1.550 exemp./ha (12.8.1993), 175 exemp./ha (8.6.1991), amb densitats de fins a 12 juvenils per metre quadrat. A Posets, densitats de 200 exemp./ha (27.6.1991) i a Arriel (Artouste), de 20 exemp./ha (5.8.1993). Les densitats més grans es troben sobre roques molt clivellades (pissarres, esquists i rascler calcari), mentre que les menors sempre sobre granits.

En la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*) hem calculat densitats de 175 exemp./ha (5.6.1994) i 145 exemp./ha (6.6.1995) a Andorra (Ordino-Arcalís). L'any 2005 (al final de juny i al principi de juliol) es van calcular les densitats en les localitats òptimes de cada massís dins de territori català, i el resultat va ser un valor de 20,8 exemp./ha al massís del Mont-roig, de 25,8 exemp./ha a la Pica d'Estats i de 10,27 exemp./ha al de Salòria.

En la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) s'han obtingut densitats de 52,5 indiv./ha (màxim de 150 indiv./ha) a la serralada Cantàbrica. A la serra d'Estela s'han registrat valors de 150 a 1.200 indiv./ha. Aquestes densitats més baixes (de 100 a 200 indiv./ha) són equivalents a les d'altres petits lacèrtids paleàrtics: de 200 a 300 indiv./ha en *Zootoca vivipara*, 500 indiv./ha en *Podarcis muralis*. D'altra banda, les densitats puntuals molt elevades es corresponen més amb les

insulars (en zones de baixa competència): de 1.037 a 1.120 exemp./ha en *P. muralis* (poblacions insulars al S de França) o de 1.300 a 1.500 indiv./ha en *P. carbonelli berlengensis* (de l'illa de Berlenga, a Portugal).

Temperatures d'activitat i termoregulació

Com és ben sabut, les sargantanes necessiten l'energia del sol per estar actives. «Estar-se al sol com una sargantana» s'ha convertit en una frase del llenguatge col·loquial referent a aquests animals i coneguda per tots. Però a l'alta muntanya estar actiu no és tan fàcil. Durant la major part de l'any el sòl està cobert per un espès mantell de neu i les temperatures, també les de les roques que puguin quedar a l'aire, són prohibitives per a la vida, fins i tot d'aquests animals tan associats al sol.

Com és obvi, un animal que depèn de la calor ambiental per desenvolupar la seva activitat ha de presentar mecanismes per «autocontrolar» la seva temperatura de manera independent als vaivens del medi extern. Aquests comportaments que desenvolupen els animals per regular la temperatura del seu cos es denominen «termoregulació».

En el cas general d'una sargantana que visqui en un medi estable, com per exemple la sargantana roquera (*Podarcis muralis*), que habita el fons de la vall, la seva activitat diària s'inicia quan el sol comença a tocar al terra i ella, completament freda de la nit, surt a exposar-se al sol. Mitjançant aquest assolellament, la temperatura del seu cos augmenta ràpidament i, un cop assolida la temperatura d'activitat, aleshores comença a moure's, a caçar, a defensar territoris, etc. Mentre està freda, no solament és incapaç de moure's, sinó que sembla que ni tan sols és capaç de veure-hi bé. És com si estigués «drogada» i no fos capaç ni de seguir el moviment del que l'envolta. En una altra espècie ben estudiada en altres llocs d'Europa, la sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*), s'ha descrit que a primera hora del matí, treu només el musell al sol naixent de l'est, per escalfar-se una mica després del fred nocturn, i gràcies a això, el reg sanguini porta aquesta calor per tot el cos fins que assoleix un mínim que li permet exposar-se amb més garanties de reacció en cas de perill.

Per escalfar-se, les sargantanes s'exposen tan perpendicularment com poden als raigs del sol, aplanant el cos per facilitar aquest escalfament. Si tant l'aire com la roca estan molt freds, hem observat sargantanes que s'aixequen sobre les potes i s'exposen al sol amb el cos aplanat, com si es posessin «de puntetes», per no perdre per conducció, en tocar la roca freda, part de la calor que estan captant per radiació solar.

Una vegada calenta, la sargantana pot alternar les seves activitats al sol o a l'ombra amb petits banys de sol puntuals per mantenir la temperatura més o menys dins d'uns límits estables. Si la temperatura esdevé massa alta, la sargantana s'ha de refugiar, ja que el sol excessiu la mataria. Quan la temperatura baixa a la tarda, perquè el sol s'ennuvola o bé ja en penombra però amb la roca encara calenta, es pot aventurar de nou a l'exterior durant una estoneta.

Si el cicle és d'una única activitat en les hores centrals del dia i en temps fresc, es denomina cicle unimodal, i és característic de moltes espècies de rèptils a la primavera o a la tardor. En canvi, si les hores centrals del dia són molt caloroses, l'activitat a les hores de més calor es redueix i el cicle s'anomena bimodal (usualment amb l'activitat principal al matí i molt poca activitat a la tarda).

De l'estudi de les temperatures corporals respecte a les de l'ambient i del substrat es poden inferir aspectes del comportament termoregulador de la sargantana. Per exemple, mirant el rang de temperatures corporals en què l'animal està actiu es pot veure si és molt estricte i només està actiu en un rang molt estret de temperatures (animal estenoterm), o bé si és capaç de mantenir-se actiu en un rang bastant ampli (animal termoconformista o euriterm). També es pot fer la regressió entre les temperatures corporals i les de l'ambient o substrat. El pendent de la recta ens indicarà si té una termoregulació molt eficient i es manté calent a unes temperatures concretes

independentment de la temperatura de l'ambient o del substrat (si el pendent és o s'acosta a zero) o bé si la seva temperatura corporal segueix la de l'exterior de prop (si el pendent és o s'acosta a u). Evidentment els animals es troben entre aquests dos casos extrems. També el grau de dispersió al voltant d'aquesta recta teòrica ens dóna una idea de la precisió de la termoregulació en l'espècie.

En el cas de les sargantanes araneses, la situació és bastant particular, ja que l'activitat solament transcorre pràcticament a l'estiu, i la climatologia particular de cada dia imprimeix un caràcter especial a l'activitat.

Hem pogut observar que a l'inici de l'activitat anual, en circumstàncies climàtiques adverses, un o altre sexe s'exposen amb més freqüència al sol segons el moment de què es tracti. Si féssim una estima de la proporció de sexes (*sex ratio* o quocient sexual) en aquest moment, estaria tremendament esbiaixada. Al juny, a l'inici de l'activitat, si l'aire és fred, els mascles s'exposen al sol a sotavent de les roques, mentre que les femelles romanen inactives. En aquest moment es registren notables diferències entre la temperatura de l'aire i la dels animals. Aquesta termoregulació en circumstàncies molt adverses pot estar relacionada amb l'activitat reproductora, mobilització de greixos, acumulació d'espermatozoides, etc. L'activitat termoreguladora forçada dels mascles està relacionada amb la mobilització de greixos i l'espermatogènesi.

Una mica més tard, després de les còpules, quan les femelles estan gràvides i fent els ous (vitel·logènesi), si les circumstàncies climatològiques són adverses però fa sol, no s'observa cap mascle (que ja estan disminuint la seva activitat reproductora) però sí les femelles escalfant-se a recer de les roques, en aquest cas aprofitant fins a l'últim raig de sol per mobilitzar greixos que utilitzaran per fabricar el vitel (el rovell) dels ous que estan en desenvolupament. Aquestes femelles gràvides corren menys per culpa de la grossor, per això modifiquen la seva activitat reduint-la al mínim i estant-se al costat del refugi, d'aquesta manera disminueixen el risc de morir depredades.

Un dia assolellat normal, els animals s'exposen al sol a la vora dels seus refugis (escalfant-se per heliotèrmia) o s'escalfen per contacte sota una pedra plana (escalfament per tigmotèrmia). L'activitat comença amb els animals calents, amb freqüència amb diferències enormes respecte a les temperatures de l'aire (molt fred) (vegeu figura 21). En poc temps la roca s'escalfa, i cap al migdia ja assoleix temperatures superiors als 40°, per això les sargantanes s'han de refugiar i, com a molt, poden exposar-se momentàniament al sol mitjançant una ràpida carrera pel substrat ardent fins al pròxim refugi fresc.

Així doncs, és primordial començar l'activitat com més aviat millor —per això s'escalfen primer sota les pedres sense exposar-se al sol mentre encara estan fredes (per minimitzar el risc de depredació)— i que la caça sigui ràpida, ja que en un parell d'hores la temperatura del substrat (però no la de l'aire) esdevindrà inhabitable. També és possible que a mesura que avança l'activitat diària es desplacin més cap a les zones que s'escalfen menys, com l'herba i la terra. A mitja tarda, quan el sol baixa, fan algunes petites incursions fora dels refugis, però aquest segon pic d'activitat és molt més breu i solament ho fan alguns individus. Com ja vam indicar, en casos de temperatures molt desfavorables, tant per fred excessiu com per calor abrasadora, els individus juvenils, que són capaços de guanyar i perdre calor molt ràpidament, són els que se solen observar al descobert.

Paradoxalment, podem dir que aquestes sargantanes es comporten d'una manera similar als llangardaixos del desert i que pateixen més per l'excessiva temperatura del substrat durant el breu període d'activitat, que no pas pel fred que puguin passar en el gèlid ambient d'alta muntanya.

Les escates granulars que té aquesta espècie podrien servir per dissipar calor durant l'activitat, ja que quan es fan semiesfèriques augmenten de manera notable la superfície de l'animal sense augmentar-ne la mida, que possiblement estigui constreta pel seu escàs creixement anual i la seva història evolutiva (totes les seves parentes properes són bastant petites).

No obstant això, aquest cicle d'un dia ideal en la vida de la sargantana aranesa queda matisat amb freqüència (i és més la norma que l'excepció) per les particularitats del clima de l'alta muntanya. La veritat és que no importa gaire que el cicle diari de les sargantanes s'hagi d'escurçar tant per l'excessiu reescalfament de la roca. De fet, no hi ha pràcticament mai un dia de sol complet. Paradoxalment, si el temps s'espatlla a la muntanya les sargantanes en surten beneficiades, perquè quan es tapa el sol la temperatura baixa però la roca encara es conserva calenta durant una bona estona, mentre es va refredant gradualment, cosa que permet de nou l'activitat de les sargantanes. La facilitat d'escalfar-se per tigmotèrmia els facilita escalfar-se de nou enganxades a la roca i estar una mica actives quan el sol s'ennuvola.

És típic que s'encapoti, que arribi el vent fresc del vessant arrossegant lleganys de boira del fons de la vall (foto 20), creui el mar de núvols des del vessant N (foto 21), o que un núvol de tempesta en formació s'interposi davant de l'astre rei, i que permeti aleshores que les sargantanes que ja estaven amagades recomencin l'activitat durant una bona estona. Si el temps va canviant entre sol i núvols, les condicions són òptimes per observar les sargantanes actives, que aleshores van alternant períodes d'assolellament i activitat.

La temperatura corporal en la sargantana aranesa va des dels 18,6° C fins als 36,5° C (mitjana de 29,21° C). El 50% de les observacions se situen entre els 27,2° C i els 31,2° C; i el 80% del total, entre els 26,04° C i els 32,3° C. No s'aprecien diferències entre els dos sexes ni entre el període prereproductor i el postreproductor (156 temperatures preses).

En altres *Iberolacerta* es coneixen temperatures corporals que van de 20,4° a 35,4° a *I. monticola monticola,* i de 29,0° a 37,5° a *I. monticola cantabrica*, sense que hi hagi diferències significatives entre edats ni sexes. Aquesta sargantana es considera una termoreguladora precisa (fins i tot en els individus que han perdut la cua que, no obstant això, tenen períodes d'assolellament més llargs al costat d'un refugi segur, i tenen el mateix *termopreferendum* que els de cua intacta). La sargantana serrana (*I. cyreni*) s'ha dit que s'escalfa tant per heliotèrmia com per tigmotèrmia, però segons el nostre parer, moltíssim menys per tigmotèrmia (si és que ho arriba a fer) que les pirinenques, ja que habita en zones granítiques. La sargantana croata (*I. horvathi*) presenta temperatures corporals de 28,69° C (de 20 a 35° C). En altres espècies de mitja muntanya com la sargantana armènia (*Darevskia armeniaca*) (unisexual) la temperatura òptima és de 30° C, i en la sargantana de Crimea (*Darevskia lindholmi*), de zones més baixes, les temperatures corporals oscil·len entre els 30 i els 35° C. En general, les espècies de muntanya tenen taxes d'escalfament molt més ràpides que les espècies de les zones baixes.

Les temperatures del substrat obtingudes mentre els animals estan actius van des dels 11,2° C fins als 47,6° C (la màxima capacitat del termòmetre usat és de 50° C i a aquestes temperatures els animals ja es troben normalment refugiats) però segur que la roca de tons molt foscos o negra, com les pissarres i els esquists silurians i devonians, arriba a valors tèrmics superiors. Solament un 20% dels animals estaven actius amb la roca per sota de 18° o per damunt de 40° C. La mitjana de les temperatures del substrat amb animals actius és de 30,18° C. Tampoc no varia entre períodes ni sexes.

Les temperatures ambientals mentre els animals estan actius van des dels 9,5° C fins als 27° C. La mitjana és de 17,81° C. El 50% de les observacions es troba entre els 14,7° C i els 21,3° C; i el 80%, entre els 12,5° C i els 22,9° C. No hi ha diferències entre els dos sexes però sí entre períodes, les temperatures prèvies a la posta són, com correspon al començament de l'estiu, més baixes (mitjana de 17,88° C) que les de plena canícula (mitjana de 18,54° C).

La relació entre aquests paràmetres és clara. El sol escalfa per radiació la roca (o el substrat que sigui) i després, la roca retorna part de la radiació escalfant l'aire proper. Això, que es compleix arreu, és particularment cert en l'aire fred i sec de l'alta muntanya. Els substrats s'escalfen depenent de la seva densitat i color. Així, el que més s'escalfa és la roca, i sobretot la fosca (com les pissarres o esquists silurians o devonians) més que la de color intermedi (com el marró de les quarsites cambroordovicianes), i aquesta més, per descomptat, que la de color clar (com les calcàri-

es o el granit). En segon lloc, s'escalfa el sòl (i més el fosc que el clar; i més l'humit que sempre és més fosc, que el sec), i el que menys s'escalfa és la vegetació, que pràcticament es conserva freda. Així, a l'alta muntanya, si fa fred surt a compte viure a les roques, per això hi ha tantes espècies rupícoles o saxícoles, i no simplement per l'abundància de roca en aquestes zones.

També és important la morfologia de la roca. Com ja hem dit, les sargantanes araneses s'escalfen ocultes sota lloses planes de pissarres. Aquestes roques planes, molt clivellades, proporcionen multitud de refugis i són un medi més favorable que les quarsites (clivellades però menys, i de tons intermedis) i que les calcàries (solament amb fissures on tenen lloc els processos càrstics, i que no absorbeixen calor a causa de la seva tonalitat gairebé blanca, però que reverberen molt la llum del sol, com una mena de forn refractari!). Les pitjors de totes són els granits (no habitats per la sargantana aranesa, però sí per la pirinenca) que no tenen gaire valor com a refugi, ni fissures, i són a més molt freds. És molt possible que sobre les roques clares, les sargantanes de muntanya com la pirinenca, desenvolupin estratègies tendents a l'heliotèrmia (escalfament directe pel sol) més que a la tigmotèrmia (escalfament per contacte amb el substrat), que desenvolupa la sargantana aranesa.

La relació entre les temperatures corporals (TB) i les de l'ambient (TA) es mostra en la figura 21. La relació entre ambdues temperatures es pot expressar com una recta amb la fórmula següent (de la forma y = a + bx; en què *y* és la variable dependent, és a dir, la temperatura de l'animal; *a* és el punt de tall a l'eix, i *b* és el pendent i *x* el valor de la temperatura de l'ambient):

$$TB = 24{,}4395 + 0{,}2830\ TA$$

Com es pot observar, el pendent és 0,28, es troba bastant més prop de zero que d'u, així que la sargantana aranesa té un clar i bastant precís comportament termoregulador.

Respecte a les temperatures del substrat (TS) (vegeu figura 22) la TB es relaciona mitjançant la fórmula:

$$TB = 26{,}0377 + 0{,}1144\ TS$$

Aquí el pendent encara és més petit, per tant sembla que encara termoregula millor per a les temperatures del substrat que per a les de l'ambient. Aquest punt de vista queda referendat pel fet que hi ha menys dispersió dels valors al voltant d'aquesta recta hipotètica en la relació TB-TS (R^2 = 0,14) que en la TB-TA (R^2 = 0,18). La temperatura del substrat és la més decisiva i davant de la qual més es desenvolupa el comportament termoregulador. La relació entre l'aire i el substrat és més laxa (pendent de 0,23 i R^2 = 0,25) i ens serveix com a referència d'alguna cosa (l'aire) que s'escalfa directament i passivament (sense cap comportament actiu, com sí que el té, per exemple, la sargantana) a partir del substrat. El seu pendent (0,23) és menor que el de la relació TB-TA, per la qual cosa les sargantanes no termoregulen (o no s'ajusten) gaire bé respecte a la temperatura de l'aire, però superior al de TB-TS (0,11), cosa que ens demostra que termoregulen de manera molt precisa respecte a les temperatures del substrat. Evidentment, els valors entre TA i TS no s'ajusten gaire entre ells, ja que no són un ésser viu amb un comportament dirigit sinó dues substàncies inanimades.

En l'única espècie d'*Iberolacerta* extraibèrica, la sargantana croata (*I. horvathi*), passa una cosa molt semblant: s'ajusten millor les temperatures corporals respecte a la del substrat (R^2 = 0,47) que respecte a les de l'ambient (R^2 = 0,15), segons un estudi fet a Eslovènia. Tot i amb això, els mateixos autors diuen el contrari en un altre estudi fet a la mateixa zona (R^2 = 0,59 respecte a l'ambient, R^2 = 0,4 respecte a les roques, i R^2 = 0,33 respecte a la de les esquerdes). L'estratègia és clarament diferent en aquesta espècie montana respecte a les nostres espècies alpines, ja que les relacions entre temperatures són TB = 9,89 + 0,76 TA respecte a l'ambiental, i TB = 13,04 + 0,55 TS respecte a la del substrat, amb un pendent molt elevat en ambdós casos

i, per tant, amb escassa independència respecte a les temperatures ambientals i del substrat. La sargantana croata és, segons això, aparentment una molt mala termoreguladora, al revés de la sargantana aranesa.

És molt probable, de totes maneres, que en la sargantana aranesa aquesta tendència a «defensar-se» de les temperatures del substrat canviï al llarg del dia. A primeríssima hora termoregulen contra la temperatura de l'aire fred (i del substrat), i després sobretot contra la del substrat, massa calent.

La temperatura corporal mantinguda dicta la despesa metabòlica de l'animal. Així, si es mantenen temperatures relativament baixes, els animals gasten menys; mentre que més temperatura corporal significa més despesa metabòlica. Per exemple, la sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*), que manté una TB de 3 o 4° C menys que la sargantana roquera (*Podarcis muralis*), necessita només un 42% del menjar que necessita la segona. Per això mateix, amb igualtat de producció en un medi determinat (per exemple alta muntanya o bé una illa) es pot mantenir una densitat molt superior de peciloterms (sargantanes) que no pas de petits mamífers (per exemple, musaranyes).

Pel que fa a les temperatures màximes suportades pels animals, sabem que les temperatures per damunt de 40° solen ser letals. Nosaltres hem observat la mort accidental d'un espècimen en captivitat a una temperatura de substrat de 40,6° C. A 39,2-39,6° C, prop ja de la temperatura letal, apareixen moviments tremolosos i descoordinats.

Reproducció

Maduresa sexual

En la sargantana aranesa l'edat mínima per a la maduresa sexual en els mascles està determinada per la presència de caràcters sexuals secundaris ben desenvolupats (per exemple la base de la cua boteruda per la presència dels hemipenis). El mascle adult més petit d'*I. aranica* conegut feia 45,4 mm. Aquesta talla és assolida quan l'animal té quatre anys d'edat, és a dir, en el cinquè any de calendari (es compta l'any de naixement com el primer any de calendari).

La maduresa sexual en les femelles és més difícil d'identificar, així que ens guiem per la presència de signes reproductius, fol·licles engrossits (ous en formació, determinats per palpació), així com per cicatrius o marques de còpula als costats. Les tres femelles de sargantana aranesa ja aparentment adultes més petites trobades feien 50,3 mm, 51,0 mm i 52,1 mm de longitud del musell a l'anus (longitud cap-cloaca, SVL). Per tant, sembla que la maduresa sexual en les femelles és assolida quan aquestes tenen cinc anys d'edat (en el sisè any de calendari), tot i que no es pot descartar que algunes puguin atènyer-la durant el cinquè i la resta durant el sisè.

Els mascles adults fan 53,98 mm de SVL de mitjana (de la punta del musell a l'obertura anal o cloaca) (de 45,4 a 61,8 mm) (vegeu figura 23 per al total de talles dels mascles), mentre que les femelles fan 56,97 mm de mitjana (de 48,04 a 66,88 mm) (vegeu figura 24 per al total de talles de les femelles). Així doncs, les femelles adultes d'*I. aranica* són una mica més grans que els mascles (figura 25).

En la pròxima sargantana cantàbrica (*I. monticola*) la majoria de les femelles atenyen la maduresa amb 3 anys d'edat. En la sargantana croata (*I. horvathi*) la situació és molt similar i la maduresa sexual de les femelles arriba el quart any de calendari, poc abans de complir els 3 anys (el dimorfisme sexual es comença a notar a partir del primer any d'edat, i la talla de maduresa està al voltant dels 50 mm de SVL).

Com a regla general en els saures, les espècies petites arriben a la maduresa sexual en 1 o 2 anys, mentre que les grans tarden més, i freqüentment maduren de manera desigual en ambdós sexes. Així, per exemple, pel que fa al llangardaix pirinenc (*Lacerta agilis*) els mascles assoleixen la maduresa amb dos anys d'edat (després de la tercera hivernada) i les femelles amb tres (després de la quarta hivernada). En el llangardaix verd (*Lacerta bilineata*) a partir de l'any i mig (després

de la segona hivernada), i en el llangardaix ocel·lat (*Timon lepidus* o *Lacerta lepida*) també amb un mínim d'un any i mig els mascles i als tres i mig les femelles. En la sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*), que malgrat la seva mida reduïda es comporta com un petit llangardaix, els mascles arriben a la maduresa als 22 o 23 mesos (després de dues hivernades), i les femelles entre els 32 i els 36 mesos (després de la tercera hivernada). Finalment, la sargantana roquera (*Podarcis muralis*) madura als dos anys o una mica abans (comença a criar durant el tercer any de calendari).

Calendari de la reproducció

La reproducció comença amb còpules poc després de l'emergència dels adults del llocs de la hivernada (segona meitat de maig o primera de juny). Els ous es desenvolupen al juny i les postes són de mitjan juny a mitjan juliol (excepcionalment fins a final de juliol) depenent de la quantitat de neu acumulada aquell any, de la fusió nival i de l'orientació de la localitat en qüestió.

Les primeres cries acabades de néixer apareixen durant la segona meitat d'agost i són fàcils de veure al setembre i a l'octubre, fins que s'acaba l'època d'activitat.

Còpula

En moltes espècies de lacèrtids, els animals vells es comencen a reproduir abans que els joves, i abans els que tenen més reserves de greix que els que en tenen poques. No ens consta que hi hagi diferències temporals en la sargantana aranesa, un cop més a causa de la brevetat del cicle. El testicle ja ateny una mida gran a la tardor, abans de la hivernada. Això sabem que també passa en la sargantana pirinenca (*I. bonnali*) i en la cantàbrica (*I. monticola*).

Els individus de l'altre sexe, particularment les femelles per part dels mascles, sembla que són detectats més per la vista que no pas per l'olfacte.

Cada animal copula amb diverses parelles. Les marques que els mascles deixen en el costat de les femelles (marques de còpula) donen una idea, tot i que imperfecta, del nombre de còpules en què ha intervingut cada femella. Aquestes marques, de color escassament blavós o grisós quan són recents, es tornen més fosques, gairebé negres, i poden durar setmanes al ventre de les femelles. En altres espècies de sargantanes habitants de mitja muntanya (com les *Darevskia* del Caucas) les còpules tenen lloc de 3 a 5 setmanes després d'emergir de la hivernada, tot i que en les pirinenques el temps ha de ser molt inferior, a causa de la contracció del cicle anual.

No existeix fidelitat entre la parella de sargantanes. Només hi ha una «guarda» (o vigilància, o cura) de la femella durant una estona després de la còpula. Aquesta guarda evita que altres mascles puguin inseminar-la. En altres rèptils, dins d'una mateixa posta sol haver-hi fills de diversos mascles diferents (almenys dos). No sabem si això passa en la sargantana aranesa.

La còpula ocorre de la manera habitual en les sargantanes. Després d'un festeig amb pocs preliminars, el mascle que troba una femella (i de vegades una femella encara no adulta però crescudeta!) l'agafa fort amb les mandíbules pel flanc, corba el seu cos i acobla la seva cloaca a la de la femella introduint-hi un dels dos hemipenis.

Els hemipenis, en nombre de dos igual que les serps, no són un aparell copulador tan eficaç com el penis d'un mamífer ja que no constitueixen un tub completament tancat. Recorden més aviat una sèquia que un tub, no obstant això, i gràcies als llavis del solc que es repleguen sobre el conducte obert, s'aconsegueix un efecte semblant al que aconseguiríem utilitzant com a embut una fulla enrotllada. Un resultat més que acceptable.

La còpula en si és molt breu i possiblement els dos hemipenis són introduïts indistintament i de manera alternativa. Hi ha taps copulatoris, és a dir, taps formats per una substància que es coagula a la part baixa de les vies genitals femenines i evita que l'esperma surti (o que el d'un mascle rival entri). Es creu que la utilització d'ambdós hemipenis en la còpula es deu al fet que amb un es treu, s'empeny o s'elimina el possible tap de còpula d'un altre mascle; per això s'usen

alternativament els dos hemipenis: un fa de «llevataps» obrint pas i eliminant l'esperma d'altres mascles, i l'altre insemina amb l'esperma propi. Com que cada hemipenis està connectat a un testicle diferent, es creu que fan servir alternativament l'un i l'altre, amb la qual cosa, a diferència dels mamífers que descarreguen ambdós epidídims a la vegada per un únic conducte, les sargantanes poden alternar tots dos. Avantatges de tenir dos hemipenis independents!

Com indiquem més amunt, les còpules solen deixar unes marques característiques en forma de «V» als flancs i a la base de la cua de les femelles, que quan són recents són de color més clar (blavoses o grisoses), i després s'enfosqueixen. Persisteixen durant molts dies.

Aquestes sargantanes amb prou feines són territorials i, més que mantenir territoris estables, simplement sembla que els mascles aborden els rivals que troben al seu camí, tot i que aquest extrem s'haurà de comprovar amb futures investigacions. És molt probable que les deposicions (excrements) actuïn com a fites territorials entre els diferents individus. En la pròxima sargantana serrana (*I. cyreni*) les deposicions serveixen de marques per reconèixer el territori i els mascles inclouen en el seu territori el d'una o diverses femelles, encavalcant-se amb el d'elles i sense que hi hagi diferències significatives en la mida del territori entre sexes o edats. Entre els llangardaixos en general, es considera que les secrecions de la pell, cloaca i porus femorals són senyals químics que intervenen també en la comunicació intraespecífica.

En altres espècies de sargantanes de mitja muntanya (com les *Darevskia* del Caucas) les còpules tenen lloc o comencen de 3 a 5 setmanes després d'emergir de la hivernada, tot i que en les pirinenques el temps ha de ser molt inferior, per la contracció del cicle anual. En aquest mateix grup s'ha comprovat que, en contra del que semblaria ser de sentit comú, les espècies de zones altes de clima més dur es reprodueixen abans que les de zones baixes que ja fa un temps que estan actives abans que surtin les primeres. Tot això està relacionat amb la necessitat de reproduir-se sense pèrdua de temps quan el cicle anual és necessàriament curt.

En algunes espècies de lacèrtids (p. ex. *Lacerta bilineata*) la posta sembla que té lloc de 4 a 6 setmanes després de les còpules. No obstant això, en altres espècies petites és tot just uns dies abans. En el nostre cas, l'estat avançat del desenvolupament embrionari en el moment de la posta ens permet suposar que el període és relativament llarg, però pel fet que l'ou es comença a desenvolupar dins de la femella.

En molts lacèrtids existeix un desfasament entre les còpules i la fecundació. Es poden veure femelles de *Podarcis* aproximant-se a mascles a la recerca de sexe (còpula) quan aquests ja no estan en zel, acostant-se a ells espeternegant i movent sinuosament la cua. En la sargantana aranesa la curtedat del cicle anual probablement no permet grans desfasaments entre ambdues activitats.

Els òvuls madurs es desprenen de l'ovari (on deixen una cicatriu) i comencen a baixar per l'oviducte, on té lloc la fecundació. En algunes espècies l'estímul de la còpula és necessari per a l'ovulació (en espècies partenogenètiques nord-americanes pertanyents a la família dels iguànids, en què solament existeixen femelles, una de les femelles fa el paper de «mascle» i hi ha una pseudocòpula que indueix a l'ovulació de l'altra), mentre que en altres no (com és el cas, per exemple, de les sargantanes de muntanya partenogenètiques del Caucas).

Aquests òvuls van baixant per l'oviducte i són fecundats. Primer s'envolten de vitel (rovell), posteriorment d'albúmina (clara), que és quan van agafant la forma ovalada, després de l'embolcall fibrós tou i finalment de la superfície calcària, que en el cas de les sargantanes no és gaire important.

Quan fa bastants dies que estan en el terç posterior de l'oviducte ja estan a punt perquè els ponguin. És possible que en les sargantanes pirinenques (*Pyrenesaura*) aquesta permanència sigui superior, ja que l'estat embrional en la posta és bastant avançat. Les fotos de la 22 a la 26 mostren diverses femelles gràvides, tal com estan des de final de juny i al començament de juliol.

En la sargantana roquera (*Podarcis muralis*) l'oviducte dret sol contenir un ou més que l'esquerre. En la sargantana aranesa, en cas que n'hi hagi un nombre imparell, sembla que passa el mateix.

Es donen aparents casos d'esterilitat tant d'ous com d'adults. Coneixem tant ous no fecundats dins d'una posta (tot i que més en la sargantana pallaresa) com femelles copulades que no ponen cap ou (en l'aranesa).

Època de posta

La posta en la sargantana aranesa, única, té lloc cap a mitjan juny i més freqüentment cap al final de juny, fins a mitjan juliol. La variabilitat interanual depèn de si la neu es fon aviat o tard. Així, per exemple, va tenir lloc durant la primera setmana de juliol el 1989; la primera meitat de juliol el 1991 i el 1992; de manera més extensa durant la segona setmana, almenys fins al 25 de juliol, el 1993; l'última setmana de juny i la primera de juliol el 1994 i el 2003; sobretot l'última setmana de juny el 1995; al voltant de la segona setmana de juliol el 1996; des de l'últim terç de juny (Barrados) fins almenys el final de juliol (les postes més tardanes conegudes, que són del port d'Òrla) depenent de la localitat (orientació i neu acumulada de l'hivern) el 1997; la segona meitat de juny el 1998; primera meitat de juliol el 1999 i el 2000; principalment cap al final de juny el 2001; i des de la primera fins a la tercera setmana de juliol el 2002.

En altres espècies d'*Iberolacerta*, les postes tenen lloc també cap a la segona quinzena de juny, més rarament al juliol (p. ex. la sargantana croata i la serrana). A *I. monticola* de la serra d'Estrela (Portugal) s'ha descrit també una forta variabilitat depenent de la persistència de la neu al sòl.

En la sargantana croata (*I. horvathi*) la posta s'estén al llarg d'una setmana. En les *Pyrenesaura* la major part d'individus ponen també de manera concentrada, però alguna femella (especialment primigràvida o jove) sempre es pot despenjar d'aquest moment, particularment si ha sortit d'hivernar més tard per les característiques particulars del lloc on es trobava refugiada.

Durada i hora de la posta

Sobre un total de 49 femelles controlades, la posta ha tingut lloc sempre de dia, probablement per qüestions d'activitat i temperatura, tot i que pot tenir lloc gairebé a qualsevol hora del dia. Així, les postes controlades van tenir lloc entre les 8 hores i les 23 hores GTM. La mitjana de l'hora de la posta és cap a les 14 hores GTM (les hores més càlides del dia). El 50% de les postes té lloc entre les 11.30 i les 17.30 h, i el 80% entre les 10.00 i les 19.00 h.

Des que troben un lloc on decideixen pondre, fins que ponen els ous, amb freqüència passen prop de 24 hores cavant i, en algun cas, uns quants dies cavant aquí i allà.

Notes de posta

Quadern de l'autor (19-7-2002): [la femella] «excava a la terra tova sota el roc utilitzant el cap a mode de falca» (...) «pon tres ous entre les 7 i les 9 p. m.» [les 5 i les 7 GTM].

En altres espècies com el llangardaix verd (*Lacerta bilineata*), les femelles comencen a cavar a la tarda i la posta sembla que té lloc sobretot de nit. En la sargantana roquera (*Podarcis muralis*) la femella cava una galeria d'entre 10 i 20 cm, ocasionalment més. Les femelles d'aquesta espècie excaven i ponen en poques hores, però si troben obstacles tarden més, de vegades un o dos dies. També pot passar que abandonin l'excavació i en comencin una altra. L'excavació pot ser també de nit i dipositen els ous en dues fileres superposades, sense que els ous estiguin enganxats entre ells (cosa que solament passa en la sargantana vivípara i en les *Pyrenesaura*, com la sargantana aranesa).

En la sargantana aranesa, la durada del procés total de la posta des que la femella ja està en posició de pondre (o sigui, enterrada sota una pedra) fins que acaba el procés, pot arribar a ser de fins a 534 minuts (gairebé 9 hores, i això perquè la femella va quedar inactiva durant la nit). En un cas concret, una femella que havia post dos ous a les 12 GTM (migdia), va pondre el tercer gairebé de nit, i va completar així la posta.

La mitjana de durada del procés de posta és de 70 minuts. El 50% de les postes van durar entre 15 i 120 minuts, i el 80% entre 1,6 i 540 minuts. Així doncs, el procés és habitual que duri entre una mica menys d'una hora i dues hores. La figura 26 i les fotos de la 27 a la 32 mostren els moviments de la femella i el moment de la posta, respectivament.

Procés de posta

Quadern de l'autor (14-7-1999): «Procés de posta uns 15 minuts, aproximadament 5 minuts entre ou i ou.»

La femella cameja, fa un moviment de cavar nerviós que sembla que ajuda a ajuntar els ous, que presenten coalescència. (Avantatges de l'intercanvid'aigua —?—; menys coeficient superfície/volum; més resistència a canvis —rodament).

Quan ha d'expulsar un ou es contrau, aixeca les cuixes i expulsa en tres o quatre segons l'ou (en realitat tot surt gairebé en només un parell de segons).

L'ou roman adherit a la cloaca i la femella estira completament les potes durant uns segons. Després continua camejant i es queda feta un «vuit» (doblegada en forma de «8») des de les 6 p. m.»

Notes de posta

Quadern de l'autor (8-7-2003):
8.45- L'altra [sargantana] en posició.
9.15- Guimba.
9.31- En posició.
9.39- En posició.
9.42- En posició.
9.53- Ídem (ja és fosc).
11.37- Ídem adormida.
12.21- Ídem.
1.04- Ídem.
(...) NIT

12.46- Entra de nou.
3.23- Guimba.
3.52- [En] posició.
5.33- [En] posició.
6.18- En posició.
6.54- En posició. Una contracció com un espasme de l'abdomen.
6.59- Calma.
14.08- Petites contraccions curtes de l'abdomen.
15.22- Contracció amb el cul cap endarrere (figura 26 a).
16.00 a 18.00- Quieta.
19.07- Es mou (cap).
20.42- Cava amb les potes del davant.
21.27- Es va movent en «S».

(...) NIT

7.10- Respira ràpida i excitada.
7.16- Caragolada i en repòs.
7.20- Ídem.
7.30- Canvia d'orientació (cap <—> cua).
7.33- Caragolada, inquieta.
7.35- Es mou.
7.36- Es mou i gira.
7.49- Més posada. Incrustada de cul i aixecada.
7.53- Més relaxada una altra vegada.
8.04- Cul incrustat cap enrere.
8.06- Gairebé en «donut».
8.08- Es mou inquieta en cercle cap endavant.
8.10- Clava el musell i respira nerviosa. Ja no «donut».
8.11- Sembla que dilata cloaca (base cua una mica aixecada).
8.19- Enrotllada en repòs (figura 26 b).
8.22- Ídem (figura 26 c).
8.34- Ídem (figura 26 d).
8.39- Ídem.
8.43- Cavant amb el musell (figura 26 e).
8.46- Canvia 180° (figura 26 f).
8.48- Ídem.
8.48- Ídem.
8.50- Ídem.
8.52- Ídem.
8.56- Ídem.
9.05- Cul inclinat (figura 26 g).
9.20- Un ou! (figura 26 h).
9.26- Ídem.
9.28.35- Dos ous, i els ajunta amb les potes del darrere.
9.32.20- Tercer ou.
9.34- Quart ou (figura 26 i).
9.36- Contrau una mica el ventre i mou el maluc de costat.
9.37.00- Mou maluc.
9.37.49- Ídem.
9.38.46- Mou pelvis per desenganxar-se una mica.
9.39- Ídem.
9.40- (Figura 26 j).
9.43- (Figura 26 k).
9.56- (Figura 26 l).
10.06- Ídem. Fi del procés de posta.

Mida de posta

La sargantana aranesa és monoestra, és a dir, fa una sola posta anual. Passa el mateix en les altres *Iberolacerta* (*I. bonnali, I. aurelioi, I. cyreni, I. horvathi* i potser en *I. martinezricai*) excepte en les poblacions de la sargantana cantàbrica (*I. monticola*), que en àmplies zones de la seva distribució fan dues postes.

El volum de posta més habitual en *I. aranica* és de tres o quatre ous. El volum mitjà de posta és de 3,44 ous i el rang va de dos a cinc ous (sobre un total de 54 femelles gestadores estudiades). Dos ous és el volum de posta de les femelles primigràvides, i cinc el de les més grans.

En altres espècies similars (les *Darevskia* del Caucas) aquests dos ous de les femelles primigràvides procedeixen amb freqüència del mateix oviducte, com si madurés un ovari/oviducte abans que l'altre i només un fos madur en aquesta primera posta.

En les altres espècies pirinenques (*Iberolacerta* sbgn. *Pyrenesaura*) el volum de posta és de 2 a 4 ous (3,03 de mitjana) en la sargantana pirinenca (*Iberolacerta bonnali*) i la xifra habitual és de solament 1 a 3 ous; recentment, però, hem trobat una posta de 4 ous (2,53 de mitjana) en la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*). En altres *Iberolacerta* (s. str.) de mida més gran, els volums de posta també són superiors. La sargantana serrana (*I. cyreni*) té un volum mitjà de posta de 7,2 ous a Gredos (5,6 de mitjana i de 2 a 8 de rang per a altres autors), i pon de 4 a 9 ous (mitjana de 6 o 7) a Guadarrama. La sargantana cantàbrica (*I. monticola*) pon de 2 a 11 ous a Estrela, de 3 a 10 ous a Lleó, de 4 a 10 (una mitjana de 6,17) a Astúries, i de 4 a 9 (10) ous a Galícia (amb un volum mitjà de posta de 6,41 ous en aquesta última zona). A Galícia, la segona posta és clarament inferior (de 4 a 6 ous, amb 4,67 de mitjana) a la primera (de 5 a 9 ous, 7,67 de mitjana). De la recentment descrita sargantana de la Peña de Francia (*I. martinezricai*) coneixem dues femelles amb dos ous cada una al començament de juliol (segona posta o postes retardades de femelles primigràvides?). La sargantana croata (*I. horvathi*) pon de 2 a 5 ous (normalment tres).

En les sargantanes de muntanya del Caucas (*Darevskia* sp.) el normal és que només hi hagi una posta (monoestria), si bé els exemplars més vells de les espècies grans (*D. armeniaca, D. valentini* i presumiblement *D. rudis*) ocasionalment fan una segona posta amb menys ous. *Darevskia valentini*, a la vora del llac Sevan (Armènia, a 3.000 metres d'altura), pon a mitjan juny, i a continuació emergeixen enormes quantitats de mosquits del gènere *Chironomus* que proporcionen aliment extra i que permeten que algunes femelles tornin a pondre cap a mitjan juliol (un mes després) (Ilya Darevsky, comunicació personal).

La longitud mitjana dels ous en la sargantana aranesa és de 12,59 mm (de 10,09 a 15,3 mm) i l'amplada de 7,65 mm (de 6,8 a 11,1 mm), d'un total de 95 ous mesurats. El volum total d'aquests ous és de 393,68 mm^3 de mitjana (de 276,58 a 954,78 mm^3). El pes dels ous és de 0,46 g (de 0,3 a 1,1 g).

El volum total de la posta a *I. aranica* és de 1.338,27 mm^3 (de 847,86 a 2.332,67). La quantia de la posta està significativament correlacionada amb la mida de la femella (SVL) ($r = 0,64$), no obstant això, no està correlacionada amb la longitud en si ($r = -0,05$), però sí amb l'amplària ($r = 0,43$), el volum de l'ou ($r = 0,29$) i el volum de la posta sencera ($r = 0,64$).

En la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*), l'ou fa de mitjana 13,81 mm de longitud (d'11,6 a 15,35 mm), i 7,28 mm d'ample (de 6,2 a 8,2 mm), amb un volum de 386 mm^3 (de 289,17 a 517,54 mm^3) i una massa de 0,43 g (de 0,3 a 0,6 g). En la sargantana pirinenca (*I. bonnali*), l'ou fa de mitjana 13,37 mm de longitud (d'11,8 a 14,9 mm), i 7,99 mm d'ample (de 6,18 a 9,9 mm), amb un volum de 485,33 mm^3 (de 252,36 a 692,79 mm^3) i una massa de 0,46 g (de 0,46 a 0,47 g). En la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) a Lleó, els ous tenen una longitud i una amplada mitjanes d'11,34 i 6,80 mm, i el seu volum pot ser diferent en dos anys successius (0,263 cm^3 l'any 1984 i 0,280 cm^3 l'any 1985). En la sargantana serrana (*I. cyreni*) la longitud i l'amplada varien de 10,5-15,0 x 6,6-9,2 mm (mitjana de 12,60 x 7,59 mm).

Hi ha un notable grau d'encavalcament en els volums de posta entre les diferents talles de les femelles. Amb un determinat volum (i excepte per circumstàncies particulars com l'estat de nutrició, la pèrdua de la cua, etc.) la femella pot fer un determinat esforç de posta, amb un estret marge de maniobra. Aquest esforç de posta (el que pot invertir en material per als ous) el pot repartir entre més ous (però més petits) o menys ous (però més grans). El primer tendeix al que s'anomena «una estratègia de la R», és a dir, un animal que prima la reproducció, posant el màxim

nombre de descendents sobre la faç de la terra. El segon tendeix cap a una «estratègia de la K», és a dir, posar menys descendents en circulació però més grans i amb més possibilitats individuals de supervivència. L'assumpte no és una qüestió banal. Com més gran és el nounat, més possibilitats de supervivència té, més corre, etc.

Hi ha tota una sèrie de mides de femelles (un interval ampli) amb què poden pondre un ou més o menys; però com que la quantitat de «matèria primera disponible per a ous» és limitada (és l'anomenat esforç reproductiu, que es calcula com la relació entre el pes de la posta i el de la femella) i més o menys similar per a una mida determinada, trobem una elevada correlació entre la mida de la femella i el volum total de la posta. Si ponen un ou més (per exemple 4 en comptes de 3) seran més petits. És com un pas endavant en el nombre d'ous però un salt enrere en la mida dels ous.

Si relacionem la longitud de la femella amb l'arrel cúbica del volum de la posta (per convertir la mida tridimensional que és el volum, en una unidimensional directament comparable amb la longitud de la femella; que denominem «proporcionalitat de la descendència»), aquesta inversió reproductora en *I. aranica* és de 19,22 (de 17,04 a 21,28).

Al contrari del que passa amb els coneguts ous de les aus, els ous de sargantana no són de closca dura. Igual que els ous de gairebé tots els escamosos, tenen la closca apergaminada i són translucidorosats quan els acaben de pondre (figura 33), i es tornen mats i més blancs en unes hores. Posteriorment, i com veurem més endavant, creixen durant la incubació (la foto 34 mostra la notable diferència de mida entre uns ous acabats de pondre i uns altres en avançat estat d'incubació). A més, quan els ponen, els ous estan adherits entre ells. Si els intentem separar, s'observa la presència d'unes fibres entre ells que els uneixen durant gairebé tota la incubació. Les tres sargantanes pirinenques i la sargantana vivípara (que als Pirineus, a la serralada Cantàbrica i a l'E dels Alps i zones properes és ovípara) són les úniques sargantanes europees els ous de les quals s'enganxen entre ells i també les que fan les postes més embrionades. Això podria estar relacionat amb l'estat avançat de l'embrió en el moment de la posta i podria tenir a veure amb el fet d'evitar el rodament de l'ou amb la consegüent mort d'aquest. Els ous dels rèptils, a diferència dels de les aus, no tenen calazes, lligaments a mode de suspensió que eviten que l'embrió quedi aixafat pel propi vitel (el rovell) en cas que l'ou es giri. En un ou escassament embrionat, l'embrió se situa a la part superior de l'ou en uns dies. En un de molt embrionat, aquest procés ha de ser més ràpid i qualsevol rodament podria ser-li fatal, cosa que s'evita amb l'adherència i la fixació de posició dels ous.

Pocs dies després es pot observar per transparència la presència de vasos sanguinis adherits a les parets de l'ou (pseudoplacentació) a través dels quals ha d'agafar oxigen de l'exterior i deixar substàncies de rebuig a l'al·lantoide (una de les membranes embrionàries).

Tot i que encara no en coneixem cap cas en la sargantana aranesa, en els saures hi ha casos de bessons (dos embrions en el mateix ou). Coneixem un cas en una sargantana pirinenca (*Iberolacerta bonnali*) del Mont Perdut, l'ou de la qual tenia una mida molt notable (18,6 x 11,1 mm) i dos embrions a l'interior, un molt més avançat que l'altre, per la qual cosa és poc probable que en puguin néixer més d'un de viables, ja que l'altre deu morir quan el primer desclou. També es coneix algun cas de bessons en el llangardaix verd. En les sargantanes de muntanya del Caucas (*Darevskia* sp.) el percentatge d'ous amb bessons és d'1,5% (calculat sobre una mostra de 276 ous), mentre que en la nostra mostra de sargantana pirinenca (*I. bonnali*) és d'1,8% (un d'entre una mostra de 53 ous).

Tendència a la viviparitat

Els ous són dipositats en un estat de desenvolupament embrionari relativament avançat: de l'estadi 30 (n = 5), 31 (n = 7), 32 (n = 3), al 33 (n = 1) de les taules de Dufaure i Hubert, que són les que s'utilitzen en embriologia de lacèrtids. És a dir, els ous ja són postos amb un embrió

a l'interior que té visibles els ulls i uns rudiments de potes. No és difícil observar en un ou acabat de pondre (com ja hem dit, són translúcids i després la closca es fa més mat) l'ombra d'un punt negre: es tracta de l'ull de l'embrió! La foto 35 mostra un ou recent conservat en alcohol i obert, en què es pot observar la mida i la posició de l'embrió dins de l'ou. En la foto 36 s'aprecia l'embrió bastant desenvolupat d'un ou acabat de pondre.

En la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*) els ous són postos en els estadis 30 (n = 2), 31 (n = 4) i 32 (n = 2). En la pirinenca (*I. bonnali*) l'únic ou recent estava en l'estadi 31. La sargantana cantàbrica (*I. monticola*) a Astúries els diposita sobretot en els estadis 29 i 30 (del 28 al 31). Les poblacions ovípares de *Zootoca vivipara* són els lacèrtids coneguts amb més proximitat a la viviparitat (estadis del 30 al 32) mentre que altres poblacions de la mateixa espècie són vivípares.

Llocs de posta

Les femelles probablement no es mouen molt del seu domini vital per fer la posta ja que, com veurem més endavant, els llocs apropiats abunden. No obstant això, en algunes espècies com el llangardaix pirinenc (*Lacerta agilis*), sabem que poden viatjar uns quants centenars de metres fins a llocs més apropiats per dipositar els ous. Això deu estar relacionat amb la localització dels llocs propicis per pondre i potser aquests animals retornen on van néixer.

Tornant a la sargantana aranesa, el nombre d'ous frescos a cada lloc de posta és de 6,22 ous de mitjana (mitjana = 3 ous junts; rang total de 2-29; n = 27 llocs de posta investigats). Així doncs, hi ha postes comunals (foto 37) però no són gaire freqüents. El nombre mitjà d'ous frescos trobats correspon a la posta de dues femelles juntes (o més ben dit, sota el mateix roc). Les fotos 37 i 38 mostren les postes de tres femelles sota la mateixa pedra.

El nombre total d'ous vells (closques) acumulats sota la mateixa pedra dóna idea de l'ús d'un lloc de posta determinat en anys successius, i l'aparició d'ous frescos al costat de closques d'altres de vells mostra l'ús reiterat dels mateixos llocs de posta any rere any.

En la sargantana aranesa, el nombre mitjà de closques d'ou velles trobades juntes és de 9,87 (mitjana = 6) i els valors extrems són d'1 a 58 ous vells (31 llocs de posta estudiats).

Els nombres freqüentment baixos d'ous vells i frescos trobats junts suggereixen que una gran part dels llocs de posta són usats molt poques vegades o solament de manera intermitent al llarg dels anys.

A tall de comentari direm que per al conjunt de dades de les espècies pirinenques (119 postes estudiades en la naturalesa), el 58% dels llocs trobats contenen ous frescos però no vells (són llocs de posta nous o almenys no utilitzats durant els últims anys), el 27,7% contenen ous vells però no recents (llocs no reutilitzats l'any en qüestió) i solament un 13,4% contenen alhora ous frescos i vells (i per tant es pot afirmar que han estat reutilitzats l'any en qüestió i alguns dels anteriors). Així, podem desmentir la impressió inicial que les postes comunals eren freqüents en aquestes espècies: n'hi ha, però són l'excepció i no la regla.

Tal com es pot veure, encara que diverses femelles (usualment al voltant de dues) puguin fer la posta al mateix lloc, el més normal és que cada femella faci la posta en solitari i en un lloc nou.

Hi ha una forta renovació dels llocs de posta d'any en any, cosa que no és estranya, ja que en habitar àrees rocalloses i vessants pedregosos, aquests llangardaixos tenen un gran nombre de roques apropiades per utilitzar-les com a lloc de posta i l'elecció d'un determinat lloc per fer-la no sembla que sigui un gran problema per a aquests animals. La contínua solifluxió i la meteorització de la roca condueix a canvis lents però continus en la fisonomia d'aquests vessants de muntanya, i contribueix a la creació de llocs de posta apropiats cada any, al mateix temps que d'altres es destrueixen per la mateixa dinàmica dels vessants.

No hi ha relació entre el nombre d'ous frescos (de l'any) i la mida (superfície) de la pedra ($r = 0,24$; $p > 0,05$), és a dir, no necessàriament hi ha més postes en pedres grans que en petites. No obstant això, si tenim en compte el nombre d'ous vells (closques d'altres anys) podria haver-hi una relació significativa amb la mida (superfície) de la pedra ($r = 0,28$; $p = 0,06$), que sí que

existeix clarament en les altres dues espècies pirinenques. Això sembla que es deu al fet que les pedres grans conserven millor les restes al dessota i n'allarguen la persistència en el temps, per tant el resultat és una aparent correlació del nombre d'ous vells amb la mida de la pedra, que en realitat no existeix.

En la pròxima sargantana cantàbrica (*I. monticola*) les postes es troben generalment sota pedres, en petites cambres de manera irregular excavades en el sòl, de 8-13 x 4-6 x 2-3,5 cm i a uns 5-17 cm del vorell de la pedra. Pot haver-hi una acumulació de diverses postes sota la mateixa pedra (una, dues, tres i fins a cinc postes juntes) (fotos 37 i 38). En la sargantana serrana (*I. cyreni*) es coneix una posta trobada a la base d'un bàlec (*Cytisus balansae*), a una profunditat d'uns 10 cm.

En les sargantanes del Caucas (*Darevskia* sp.) les postes comunals són freqüents en les espècies partenogenètiques (unisexuals), especialment en *D. dahli* i *D. rostombekowi*, tot i que l'elevada densitat i el fet que tots els individus posin ous pot ser-ne la causa (Ilya Darevsky, comunicació personal).

Durada de la incubació

La incubació en la sargantana aranesa dura de mitjana 30,45 dies en condicions de laboratori (de 23 a 34 dies, sobre 64 ous estudiats). En la natura la incubació deu ser sensiblement més llarga, pel descens nocturn de les temperatures i els períodes de mal temps.

En espècies pròximes les incubacions són lleugerament (espècies pirinenques) o clarament més llargues (altres *Iberolacerta*). En la sargantana pirinenca (*I. bonnali*) la incubació dura de mitjana 34 dies (de 31 a 36), i en la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*) 36 dies (de 31 a 44). En la sargantana serrana (*I. cyreni*) la incubació és de 46 a 53 dies, i les cries neixen en la naturalesa des de final d'agost fins a final de setembre. En la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) la incubació va de 45 a 54 dies a Galícia, i les cries neixen a l'agost i al setembre. La sargantana croata (*I. horvathi*) té una incubació de 37 a 41 dies i els primers juvenils apareixen prop de mitjan agost. En les *Darevskia* del Caucas, les incubacions són similars a les d'aquestes *Iberolacerta* de mitja muntanya, i la incubació, per exemple, és de 50 a 55 dies en *D. valentini*; de 52 a 56 dies en *D. derjugini,* de 45 a 50 dies en *D. praticola*, de 37 a 40 en *D. saxicola*. En l'espècie de mitja muntanya dels Balcans «*L.*» *mosorensis* la incubació és només de 23 dies.

Creixement dels ous durant la incubació

Els ous de molts rèptils, al contrari dels de les aus que estan més calcificats per fora, tenen la closca apergaminada i flexible. En el moment de la posta estan poc turgents (com desinflats) i passen amb facilitat pel canal pelvià de la femella, però durant els primers dies absorbeixen molta aigua del substrat i guanyen volum ràpidament. S'inflen. Aquest volum fa que els ous semblin (i ho són!) anormalment grans per a la mida de les sargantanes adultes. En la sargantana roquera (*Podarcis muralis*) ous que acabats de pondre fan de 10 a 12 mm de longitud per 5-6 mm d'ample, passen a tenir de 14 a 15 mm de longitud per 11 o 12 mm d'ample.

Procés de posta

Quadern de l'autor (12-7-1993): una femella de *L. (b.) aranica* (sic.!) observada just en actitud de pondre. La part terminal de l'anus (sic.!) s'evagina una mica.

L'ou acabat de pondre no està turgent —probablement perquè sigui més fàcil que surti per la cloaca de la femella.

El calcificat se «solidifica» una estona després de post (unes hores), en assecar-se plenament turgent.

Tot i que és un fenomen habitual i general en les sargantanes, aquest augment de volum és especialment marcat en les sargantanes de muntanya del Pirineu (foto 34), ja que els seus ous són per si mateixos bastant grans.

És molt possible que les femelles, que ponen en un moment en què la humitat és abundant, utilitzin aquesta facultat com a estratègia perquè l'ou pugui resistir el període de sequedat marcada que hi ha cap a la meitat de l'estiu, un cop les geleres s'acaben de fondre i la humitat edàfica desapareix.

Tot i que la mida dels ous ha rebut molta atenció per part dels ornitòlegs com a factor en la supervivència dels embrions, no ha passat igual respecte als ous de rèptil. En el cas de la sargantana aranesa, el notable volum de l'ou pot tenir importància com a factor de supervivència davant de les condicions externes. No solament conté més vitel i més aigua (recordem que l'ou és una petita càpsula en què viatja cap al futur un embrió en creixement amb unes provisions i una reserva d'aigua), sinó que gràcies a la seva mida més gran també han de presentar més inèrcia i resistència als vaivens de la temperatura exterior.

A continuació donem les mides dels ous en diferents moments de la incubació: longitud, amplària, pes, volum dels ous i creixement setmanal (els valors negatius de creixement corresponen a imprecisions de mida, decreixements de mida o estats patològics dels ous):

Mitjana±stdE mín.-MÀX.	**1a setmana (n = 95)**	**2a setmana (n = 79)**	**3a setmana (n = 73)**	**4a setmana (n = 55)**	**5a setmana (n = 26)**
Longitud (L)	12,59±0,16 10,09-15,3	13,07±0,12 10,8-16,7	13,57±0,13 11-16,7	13,94±0,16 11,8-17,1	14,06±0,16 12,75-15,86
Amplària (A)	7,65±0,08 6,8-11,1	9,87±0,12 6,5-11,1	10,03±0,12 7,5-13,52	10,11±0,10 8,26-11,9	10,12±0,12 9,03-11,09
Pes (P)	0,46±0,03 0,3-1,1	0,66±0,03 0,4-1,5	0,80±0,02 0,5-1,1	0,88±0,02 0,5-1,2	0,84±0,02 0,6-1,1
Volum (V)	393,6±12 276,5-954,7	565±19 285,3-1.077,3	730,4±22,4 323,97-1.293,9	757,41±22,3 439,6-1.267,9	760,04±23,21 560,1-999,3
Creixement L	–	0,39±0,08 -0,2-2,21	0,07±0,01 -0,11-0,3	0,05±0,007 -0,11-0,17	0,03±0,01 -0,06-0,21
Creixement A	–	0,39±0,05 -0,2-1,58	0,13±0,01 -0,05-0,67	-0,0009±0,01 -0,50-0,17	-0,009±0,01 -0,17-0,1
Creixement V	–	340,2±4,09 -19,45-140,28	218,2±2,69 -12,6-109,32	17,2±2,41 -81,59-22,3	0,13±2,46 -29,23-17,85

Com es pot veure, el màxim creixement té lloc durant la primera i la segona setmana d'incubació. Aquest creixement es tradueix sobretot en increment de l'amplària i és particularment fàcil de veure en el pes i sobretot en el volum total dels ous.

En cas que hi hagi ous no fecundats (més freqüent en la sargantana pallaresa que en l'aranesa), cap a les dues setmanes es nota clarament, ja que no creixen i es comencen a enfosquir, a arrugar, i tard o d'hora es floreixen. Els ous viables de les mateixes postes deuen tenir importants substàncies antibiòtiques, ja que la infecció i la floridura no els passa encara que estiguin adherits als infectats.

No coneixem casos de malformacions en embrions de sargantana aranesa, tot i que deu haver-n'hi, com sabem que passa en la pròxima sargantana pallaresa (*I. aurelioi*).

Desclosa

Quan l'ou ha arribat al final de la incubació, uns dies abans (usualment de 24 a 48 hores abans de la desclosa) esdevé més tou al tacte, menys turgent, menys «farcit», en definitiva.

Aquesta pèrdua de turgència podria estar provocada per canvis metabòlics en l'economia hídrica de l'embrió dins de l'ou, així com per l'inici de la reabsorció del rovell (el vitel) a través del cordó umbilical cap a l'intestí.

No totes les cries desclouen alhora, però sí que és cert que tots els ous d'una mateixa posta solen descloure en menys de 24 hores. Potser el moviment produït per unes sargantanetes estimula les altres que encara romanen dins de l'ou per descloure.

En altres espècies com la sargantana roquera (*Podarcis muralis*) pot haver-hi un desfasament de fins a 5 dies en la fase d'eclosió de la mateixa posta. Aquestes diferències es podrien deure al fet que uns i altres ous siguin de diferents fecundacions (diferent pare) però el que sembla que es compleix és que com més temperatura tenen durant la incubació, més alhora neixen les cries. En el llangardaix pirinenc la desclosa d'una posta es pot prolongar al llarg de tres dies. En una posta observada de *Zootoca vivipara* totes les cries de sargantana van néixer seguides.

La cria s'obre camí trencant la closca apergaminada de l'ou mitjançant la denominada «dent d'ou», una veritable dent que sobresurt del premaxil·lar cap endavant i que cau poques hores després de la desclosa. Aquesta dent d'ou té naturaleses molt diferents segons el grup de què es tracti. Així, mentre que en les aus o les tortugues és una carúncula corneal (de la mateixa substància que un bec o que les nostres ungles) que cau una mica després de néixer, en els escatosos (llangardaixos i serps) és òssia i surt del premaxil·lar. Aquesta dent està fins i tot present, tot i que de manera més rudimentària (de vegades tot just treu el cap) en els rèptils vivípars. Hi ha, per exemple, diferències entre les poblacions ovípares i les veritablement vivípares de la denominada sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*). Les poblacions vivípares tenen menys desenvolupada aquesta dent, tot i que igualment continua present, i un terç perden la dent durant les primeres 24 hores i dos terços ja l'han perdut a les 48 hores.

En la sargantana aranesa la dent d'ou té forma subtrapezoïdal (figura 27 A) o subrectangular (figura 27 B) en visió superior, de vorells arrodonits. Com a variacions sobre el tema, pot ser la meitat subtrapezoïdal i l'altra meitat pot sobresortir més, com en el cas dels subtriangulars (figura 27 C), la forma subtriangular pot estar desplaçada cap a un dels costats (figura 27 D), o bé pot ser subtrapezoïdal amb un sortint (figura 27 E).

Hem notat que la desclosa pot tenir lloc pràcticament a qualsevol hora del dia o de la nit (hem registrat eclosions de les 0 a les 23 hores). Així doncs, la mitjana de les hores d'eclosió dins del dia és les 12 GTM (hora solar), el 50% de les descloses té lloc entre les 8 i les 16.25 hores GTM; i el 80%, entre les 6 i les 22 hores. Sí que creiem que en llibertat deu ser necessari un mínim de temperatura que no entrebanqui el nounat, així que és possible que sigui més fàcil que neixin quan la pedra està calenta, és a dir, durant les hores d'insolació diürna. En la sargantana serrana (*I. cyreni*) s'han descrit naixements al matí.

Notes sobre la desclosa

Quadern de l'autor (18-08-2000): «Els estrips en l'ou els fan en només dos o tres segons (1), en un moviment compulsiu. Acaba sortint per l'estrip final, on queda el cap.» (...) «La número 2 va esquinçar l'ou entre dues fotos successives... en res.»

Normalment, la sortida de l'ou és molt ràpida. Els moviments convulsius de la cria dins de l'ou provoquen estrips en la superfície i ràpidament l'ou es veu esquerdat. De vegades, si només

s'ha fet una petita punció, la desclosa es manifesta per una goteta de l'albúmina (clara) d'ou que surt per un foradet imperceptible (foto 39). Un cop esquinçat l'ou, la cria de sargantana roman dins, traient només la punta del musell i començant a respirar aire (fotos 40 i detall en la 41). Aquesta estada dins de l'ou (fotos 42 i 43) serveix per acabar de reabsorbir el vitel (el rovell), reserves precioses que passen a l'intestí i que seran la seva manutenció els primers dies de vida de l'animal. Si molestem la sargantana en aquest moment, surt corrents arrossegant des de la cicatriu umbilical el sac del vitel encara incompletament reabsorbit (fotos de 44 a 46). La desclosa, des que esquinça l'ou fins que en surt definitivament, és de 0 a 28 hores (mitjana de 7,34 hores). El 50% de les sortides definitives de l'ou són entre les 2 i les 10 hores després d'haver començat a esquinçar l'ou; i el 80% és dins de l'interval de 0 a 15,8 hores.

En la sargantana roquera (*Podarcis muralis*) la desclosa pot durar des de poques hores fins a dos dies, lligada a la temperatura. Si és alta, la desclosa és ràpida. Si és baixa, la sargantana tarda més a reabsorbir el vitel i sortir de l'ou.

En la sargantana aranesa la dent d'ou cau entre 1 i 47 hores després de l'inici de la desclosa (la mitjana és de 22,51 hores). El 50% dels exemplars la perd entre les 16 i les 24 hores; i el 80%, entre les 12 i les 36 hores posteriors. En la sargantana roquera sol caure poc després de la desclosa, però pel que sembla pot durar fins a una setmana. En el llangardaix verd cau del primer al cinquè dia de vida (normalment el segon o tercer).

Les cries acabades de néixer són comparativament molt més ràpides que els adults. Tremendament inquietes, corren d'aquí cap allà sense assentar-se aparentment en una zona fixa i estan actives fins i tot amb condicions de fred extrem o de calor en què els adults ja no surten dels seus refugis. També colonitzen o estan de pas per zones que no ocupen els adults, zones d'herba, lluny de les roques. Igual que en moltes altres espècies animals, aquests joves són la fase dispersiva de l'espècie, els aventurers que viatgen i colonitzen nous hàbitats, per proporcionar gens frescos a les poblacions properes i que sovint acaben pagant car el seu atreviment en aventurar-se en terreny hostil.

Val la pena comentar també que, a més d'aquesta remarcable velocitat, aquestes cries de vegades tenen coloracions vives de to blavós a la cua. La qüestió és confusa, ja que la cua de les cries va des de tons tan grisos com el del dors (foto 47), de vegades més pàl·lids, fins a d'altres, molt rarament, de to clarament blavós. Se suposa que aquesta cua, de color viu o no, a la qual s'uneix un moviment nerviós, atreu els depredadors sobre aquest apèndix, i permet que l'animal escapi. El cert és que aquestes sargantanetes poden moure de manera serpentejant i sinuosa la punta de la cua, de manera molt cridanera (capacitat que es perd en els adults, que només la poden moure molt limitadament en casos de perill o excitació). Així, en cas de perill, alternen carreres extremadament ràpides amb aturades en què fan serpentejar la punta de la cua atraient l'atenció sobre aquesta. Durant les carreres, la velocitat i el cos ondulant és tal que gairebé es desdibuixa la silueta de la sargantana (es fa en certa manera «invisible») per reaparèixer en les aturades sobretot com una punta de cua sinuosa i ondulant que crida l'atenció.

Hem pogut comprovar que la capacitat de trencar la cua com a mecanisme defensiu no apareix fins a uns dies després del naixement. Sobre 11 casos estudiats en la sargantana aranesa, la cua no comença a trencar-se en cas d'agressió fins a entre 1 i 5 dies (mitjana de tres dies) després. Aquest fet pot estar relacionat amb una encara incompleta ossificació durant els primers dies de vida del pla de fractura pel qual es parteix la vèrtebra. En la sargantana roquera la cua es trenca immediatament des del naixement (però té una incubació molt més llarga). En una posta de *Zootoca vivipara* la cua no es trencava almenys les primeres 48 hores després de la desclosa.

Mida de les cries acabades de néixer

Les cries de la sargantana aranesa fan de mitjana 26,15 mm (de 22,1 a 28,75 mm) (figura 28, general; figura 29, cries mascle; figura 30, cries femella) i pesen 0,41 grams (de 0,2 a 0,5

g). Evidentment, la mida de la cria està fortament correlacionada amb el volum de l'ou de què ha sortit (r = 0,63) i negativament correlacionada amb la mida de la femella (r = -0,20). Així que, probablement, la tendència és que les femelles més grans i que ponen més ous es vegin obligades a pondre'ls més petits, per la qual cosa els nounats són menors. Des d'aquest punt de vista, almenys en el pla teòric, les cries de les femelles primigràvides o més joves i amb volums de posta menors, tenen més possibilitats de sobreviure ja que tot i que poques en nombre, són més grans.

En altres espècies pròximes com la sargantana pirinenca (*I. bonnali*) les cries fan de 22,1 a 28,7 mm (mitjana de 26,15 mm) i pesen de 0,2 a 0,5 g (mitjana de 0,41 g), mentre que en la pallaresa (*I. aurelioi*) fan de 26,4 a 29,9 mm (mitjana de 27,57 mm) i pesen de 0,4 a 0,6 g (mitjana de 0,49 g). En la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) les cries fan de 22,9 a 29,5 mm (mitjana de 25,46 mm en els mascles i de 26,21 mm en les femelles) i pesen de 0,245 a 0,625 g (mitjana de 0,410 g en els mascles i de 0,406 g en les femelles) i en la sargantana serrana (*I. cyreni*) fan, a Guadarrama, de 24,9 a 26,6 mm (mitjana de 25,91 mm) i pesen de 0,49 a 0,62 g (mitjana de 0,56 g); i a Gredos, de 24,8 a 29,7 mm (mitjana de 26,19 en els mascles i 28,05 mm en les femelles), i pesen de mitjana 0,528 g els mascles i 0,580 g les femelles. En la sargantana croata (*I. horvathi*) les cries fan de 24,5 a 28,5 mm (mitjana de 26,3 mm).

Percentatge de sexes

És molt sorprenent el fet que la mostra de cries acabades de néixer d'*I. aranica* s'aparta clarament i significativament del percentatge 1:1 (_:_), per ser 1,8:1, que és favorable als mascles (gairebé el doble!). El percentatge de sexes en els adults també és diferent d'1:1 (0,55:1) però justament en sentit oposat (!), i afavoreix clarament les femelles. La figura 25 mostra la piràmide de mides (edats) en la sargantana aranesa, on s'aprecia el canvi en el *sex ratio* (quocient sexual) entre les cries i els adults.

Com que la mostra de cries procedeix del sexatge d'ous incubats en laboratori, és difícil saber si això ha tingut alguna influència en el percentatge de sexes. La sargantana aranesa no té cromosomes sexuals (que determinen el sexe per herència) detectables en el cariotip, però se suposa que existeixen i que simplement no són discernibles. Sí que existeixen en les altres dues espècies pirinenques. També és gairebé segur que els ous incubats en condicions de laboratori estan sotmesos a temperatures més altes i més constants que en llibertat. Si això té influència sobre el sexe de l'embrió com passa en molts rèptils, és una cosa que caldrà demostrar.

En molts rèptils s'ha comprovat que la determinació del sexe és per temperatura. En les tortugues per exemple, a temperatures relativament baixes neixen solament mascles, i a temperatures altes, femelles. Se suposa que en les diferents condicions de temperatures del niu es donen mascles i femelles a la vegada (poden néixer individus de sexe intermedi, estèrils). En alguns llangardaixos, com l'agama (*Agama agama*), sembla que passa el contrari, a temperatures altes surten mascles, com en el nostre cas. Si és cert (i encara s'ha de demostrar), seria el primer cas en un lacèrtid amb determinació del sexe per temperatura durant la incubació.

D'una altra manera, i com que tant la mostra d'adults com de juvenils sexats és molt alta, hauríem d'assumir una mortalitat molt diferencial que deixés el nombre de mascles molt per sota del de femelles. Com a comparació, direm que en les altres dues espècies pirinenques el percentatge de sexes no s'allunya d'1:1 ni en adults ni en cries.

Les diferències en el *sex ratio* entre les cries i els adults han estat explicades en altres espècies en relació amb l'estructura social que afavoriria una mortalitat superior en un dels sexes. Així, els mascles d'espècies polígines (amb més femelles que mascles, com la sargantana aranesa i la serrana) tindrien més mortalitat a causa d'activitats com la defensa del territori i comportaments de festeig, que els farien més fàcils de depredar. En la sargantana serrana hi ha més femelles adultes que mascles (0,69:1) en les nostres pròpies dades, amb diferències estadísticament significatives entre ambdós sexes. En aquesta última espècie s'han mesurat a Gredos diferències

entre mesos: al juliol el nombre de mascles és superat per les femelles a raó de 0,48:1, i a l'agost, de 0,37:1.

El normal és que no hi hagi diferències significatives entre ambdós sexes, com passa en la sargantana pirinenca (0,98:1), la pallaresa (1,2:1), la de la Peña de Francia (0,78:1), la croata (1,01:1) i la cantàbrica (1,14:1) (a Estrela en els punts de densitat extremadament elevada com A Torre, el pic més alt de Portugal, les femelles excedeixen el nombre de mascles en una proporció d'1:3,6). En les sargantanes de muntanya del Caucas (*Darevskia* sp.) els mascles són més nombrosos que les femelles: 1,3:1 a *D. valentini* (probablement no difereix de la proporció 1:1) i 2,6:1 a *D. portschinskii* (que sí que deu diferir realment de la proporció 1:1). Les estimes s'han de basar en diverses mostres temporals per evitar esbiaixades a causa de la menor activitat dels mascles o de les femelles en determinats moments del període reproductiu o durant la gravidesa.

Pel que fa a les cries nascudes en laboratori, en la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) i la serrana (*I. cyreni*) el *sex ratio* no difereix estadísticament d'1:1, encara que, com és freqüent en els lacèrtids, neixen uns quants mascles més que femelles (1:0,85 en la cantàbrica), com també passa en la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*) (1,21:1). La mostra de cries de sargantana pirinenca és insuficient per definir-nos en un sentit o un altre. En les sargantanes de muntanya del Caucas (*Darevskia* sp.) també neixen més mascles que femelles, excepte en les partenogenètiques de reproducció clonal en les quals, evidentment, només hi ha femelles.

Creixement dels joves

Els rèptils, com molts altres vertebrats (no els mamífers), tenen un creixement continu i indefinit. Això vol dir, en la pràctica, que creixen ràpidament quan són joves i que quan atenyen l'edat adulta aquest creixement disminueix en gran mesura, tot i que els animals no paren de créixer mai. Els adults joves no difereixen gaire en talla dels adults vells, tot i que de vegades sí en coloració o aspecte. Aquests últims creixen fins a la fi dels seus dies, encara que tan poc, que gairebé resulta imperceptible.

El creixement està determinat per dos grups de factors: uns són genètics —d'origen filogenètic—, que condicionen la mida màxima depenent de les talles màximes que atenyen les espècies del grup i els seus avantpassats; i els altres són ambientals, depenent del fet que les temperatures i la quantitat d'aliment permetin el desenvolupament de les potencialitats de creixement d'una espècie. Respecte als primers, si una espècie viu en un hàbitat productiu però pertany a un grup d'espècies que són totes petites, aconseguirà créixer però de manera limitada a causa d'aquest condicionant filogenètic; mentre que respecte als segons, és conegut que en localitats més extremes o amb menys aliment, els animals creixen menys que en localitats «riques».

En la sargantana aranesa, l'edat dels juvenils és fàcil de discernir en una mostra a l'atzar de sargantanes, ja que com que només hi ha una posta anual, només existeix una cohort de joves (en altres espècies, n'hi ha diverses al llarg de l'estiu i les més primerenques difereixen de les últimes en néixer en la talla). Aquesta uniparitat (una sola posta a l'any), unida al fet que durant la llarga diapausa hivernal el creixement queda completament detingut i només creixen durant els mesos d'activitat, fa que es puguin apreciar a la vegada diverses classes de mida que corresponen a les diferents edats (cohorts anuals). Només quan s'acosten a la maduresa, les femelles subadultes es van destacant dels mascles subadults perquè són més grans.

L'edat absoluta es pot estudiar de dues maneres, una solament fiable durant els dos o tres primers anys, que és mitjançant el comptatge dels anells de creixement (com als arbres) en algunes escates com les parietals o la primera supratemporal, o bé mitjançant la secció d'ossos llargs d'exemplars prèviament sacrificats i als quals es fan talls en el fèmur que després es tenyeixen i es compten també com els anells dels arbres. En algunes espècies es pot fer amb falanges de dits, però en aquestes sargantanes tan petites, l'os es reabsorbeix per la part interior (es va balmant a

mesura que creix per fora) i impedeix comptar anells. Això pot passar també una mica en la part interna dels ossos llargs com el fèmur, però es pot reconstruir millor l'edat.

Per estudiar el creixement des de la desclosa fins a arribar a una talla d'adult en la qual ja no és possible discernir l'edat, hem dividit les mostres en cohorts anuals, i dins d'aquestes, hem considerat igual que per a altres anàlisis, l'existència de dos períodes (prereproductor i postreproductor). El resultat d'aquest estudi del creixement i la variabilitat dins de cada edat es pot observar en les figures 31 (mascles) i 32 (femelles).

Naixement (1 CY): en néixer, cap al final de l'estiu (període 1, primer any de calendari = 1 CY) les cries fan de cos —del cap a la cloaca, sense comptar la cua— (mitjana±stdE) 25,49±0,16 mm, oscil·lant entre 21,5 i 28,75 mm (n = 106 cries mesurades).

Segon any de vida (2 CY): al final de la primavera i al començament de l'estiu (per. 2, 2 CY), després de la primera hivernada, les cries fan 30,06±0,79 mm, oscil·lant entre els 27,08 i els 33,7 mm (n = 10 cries mesurades). En la segona meitat de l'estiu (per. 3, 2 CY) les cries fan 34,73±0,41 mm, oscil·lant de 29,82 a 38,96 mm (n = 20 cries mesurades).

Tercer any de vida (3 CY): al final de la primavera i al començament de l'estiu (per. 4, 3 CY), després de la segona hivernada, les cries fan 38,56±0,41 mm, oscil·lant dels 35,7 als 48,1 mm (n = 16 cries mesurades). En la segona meitat de l'estiu (per. 5, 3 CY) les cries fan 40,54±0,58 mm, oscil·lant de 37,28 a 44,9 mm (n = 18 cries mesurades).

Quart any de vida (4 CY): al final de la primavera i al començament de l'estiu (per. 6, 4 CY), després de la tercera hivernada, les cries fan 43,41±0,42 mm, oscil·lant de 42,16 a 44,83 mm (n = 6 cries mesurades). En la segona meitat de l'estiu (per. 7, 4 CY) les cries fan 44,05±0,20 mm, oscil·lant de 43,41 a 45,04 mm (n = 8 cries mesurades).

Cinquè any de vida (5 CY): durant aquest cinquè any de calendari, després de la quarta hivernada i quan compleixen els quatre anys d'edat, les sargantanes atenyen la mida que es pot considerar com la d'adultes. Al final de la primavera i al començament de l'estiu (per. 8, 5 CY) les cries fan 46,34±0,35 mm, oscil·lant de 45,05 a 47,8 mm (n = 8 cries mesurades) i és possible que ja es reprodueixin. En la segona meitat de l'estiu (per. 9, 5 CY) les cries fan 47,57±0,38 mm, oscil·lant de 45,69 a 49,09 mm (n = 7 cries mesurades).

Els *adults* (ja d'edat indefinida però més enllà del cinquè any de calendari), tenen una longitud mitjana de 56,01±0,25 mm, que oscil·len entre 48,4 i 66,8 mm. Hi ha dimorfisme sexual. Els mascles són una mica més petits que les femelles. Els mascles tenen una longitud mitjana de 53,84 mm i les femelles de 56,62 mm. El mascle més gran trobat presentava una longitud de 61,8 mm des de l'extrem del musell fins a la cloaca (anus), i la femella més gran, 66,88 mm.

Per a l'estudi del creixement, utilitzarem un dels models més utilitzats per a l'estudi d'aquest procés, el model de Von Bertalanffy, àmpliament usat per estudiar el creixement en saures i particularment en lacèrtids.

Si assumim que la taxa de creixement d'un organisme decreix amb la mida, aleshores, la taxa de canvi de la talla pot ser descrita com:

$$dL/dt = K(L_\infty - l)$$

en què *K* és la taxa de creixement i *L* la longitud a la qual el creixement és zero.

Integrant això, apareix:

$$l_t = L_\infty [1-e^{-K(t-to)}].$$

Von Bertalanffy va derivar aquesta equació el 1938 a partir d'arguments fisiològics simples. El paràmetre t_0 s'inclou per ajustar la mida de l'equació a la talla inicial de l'organisme i es defineix com l'edat (teòrica) a la qual l'animal tindria talla zero (talla l'eix vertical).

Nosaltres només hem calculat la corba de creixement fins a arribar a la maduresa sexual (figura 33). Després els adults varien poc de talla i ja no són classificables en edats, així que no poden ser utilitzats. Els càlculs es basen únicament en aquest període de creixement. Hem provat diversos acostaments introduint les dades dels adults, però els paràmetres que expressen el creixement dels juvenils (l'únic segur) es distorsionen.

La taula següent reflecteix com a «age» (edat) el període d'activitat (els períodes d'hivernada no compten, ja que al llarg d'aquests no es produeix cap creixement). Age = 1 correspon als nounats (1 CY), el 2 CY es distribueix entre age = 2 (maig i juny) i age = 3 (juliol, agost, setembre), el 3 CY entre age = 4 i age = 5, etc. Així age = 8 correspon al final de la primavera i age = 9 a l'estiu del 5 CY, quan ja han arribat a la maduresa sexual i probablement ja s'han començat a reproduir.

Age	Long. obs.	Long. pred.	Increment L
1 (desclosa)	25,49	25,5897	–
2 (per. 1, 2 CY)	30,06	30,5354	4,57
3 (per. 2, 2 CY)	34,73	34,5718	4,67
4 (per. 1, 3 CY)	38,56	37,8661	3,83
5 (per. 2, 3 CY)	40,54	40,5547	1,98
6 (per. 1, 4 CY)	43,41	42,749	2,87
7 (per. 2, 4 CY)	44,05	44,5398	0,64
8 (per. 1, 5 CY)	46,34	46,0014	2,29 Maduresa sexual
9 (per. 2, 5 CY)	47,57	47,1943	1,23

«Age» representa l'edat (període de mostreig, vegeu més amunt), «long. obs.» (longitud observada) és la mitjana de SVL (longitud cap-cloaca dels animals), «long. pred.» (longitud predita) és la que correspon segons el model de creixement (la corba) a aquesta edat. L'«increment de L» és el que ha crescut cada dos períodes de mesura. En general, la longitud predita ha de ser propera a la longitud observada, però la corba suavitza les diferències, així que en algun cas en què la mida de mostreig és petita, la corba pot estar marcant més encertadament la talla que correspon a aquesta edat.

Un altre aspecte interessant és que les edats («age») senars tenen increments de creixement menors. Això és degut al fet que són els segons períodes de creixement (juliol, agost, setembre) dins de l'any (els parells són els primers, maig i juny) i no estan ben separats entre ells, amb la qual cosa les talles mesurades en moments propers al final de juny i al principi de juliol es poden encavalcar en part i pot semblar que han crescut menys.

La figura 33 mostra la corba de creixement de Von Bertalanffy, amb uns paràmetres de creixement associats que són: la taxa de creixement (K) que és de 0,203166±0,0648448 (al 95% de confiança). La longitud calculada a l'infinit (talla màxima si aquest mateix ritme o corba de creixement s'apliqués tot el temps de vida de l'animal) seria: L_∞ = 52,4894±3,98979 (al 95%). El marge superior d'error d'aquesta longitud màxima (56,48 mm) queda molt prop de la mitjana de la mostra total d'adults (56,01 mm).

La gràfica de Gulland (figura 34) presenta la gràfica de l'increment de longitud a cada longitud total. Els punts són cada una de les edats amb la mida i l'increment corresponents respecte a l'edat posterior. És útil per estimar els paràmetres del model i particularment útil per veure l'ajust del model de creixement. Com es pot veure, com més gran és la talla, menys van creixent els animals.

La gràfica de Ford-Walford (figura 35) compara la longitud en un moment concret (t) amb la del moment immediatament posterior (t+1), i també s'utilitza per a l'estima de paràmetres del

model. Es representa la línia de 45° que talla la gràfica proporcionalment i la línia d'ajust del model. El punt on es creuen ambdues línies és la longitud màxima (L_∞) segons el model.

En la sargantana croata (*I. horvathi*) que té una talla similar a les *Pyrenesaura*, les cries fan, en néixer, 26,3±0,24 mm (de 24,5 a 28,5 mm); a l'any, 38,6±0,91 mm (35,5-44,5 mm); als 22 mesos (3 CY), 42,3±0,55 mm (39-45 mm); i als 33 mesos, (4 CY) 49,8±1,01 mm (47,5-54 mm). La maduresa sexual arriba amb 50 mm de longitud corporal.

En la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) d'Estrela (Portugal) quan neixen (1 CY) els mascles fan 31±0,87 (de 27 a 34 mm) i les femelles fan 31±0,87 (de 27 a 34 mm). Un any després (2 CY), els mascles fan 49±0,70 (de 48 a 51 mm) i les femelles fan 46,62 (de 42 a 49 mm). Als dos anys (3 CY) els mascles fan 58±0,48 (de 56 a 60 mm) i les femelles fan 56±0,85 (de 50 a 60 mm) i ja són adultes.

Mudes

Tots els vertebrats terrestres muden la pell. En el cas dels mamífers, el cabell cau, de vegades concentrat en determinades èpoques, i la superfície de la pell s'escata de manera contínua, com és el cas dels éssers humans (la major part de la pols domèstica són escates de pell humana, juntament amb fibres de la roba). En les aus, la ploma cau en determinades èpoques (períodes de muda) i l'epidermis s'escata. En els rèptils el procés crida l'atenció perquè la muda es desprèn en trossos grans i en una única vegada. En les serps es desprèn en una sola peça (la muda o «camisa» de serp que és el motlle perfecte de l'animal i permet saber quina espècie és l'autora d'una determinada muda per l'empremta de les escates) mentre que en llangardaixos i tortugues més aviat es desprèn a trossos més o menys grans.

Aquestes mudes tenen lloc de manera periòdica i espaiada. Sembla que són més freqüents en els individus en ple creixement que en els adults. La pell es comença a pelar i a obrir pel dors i pels flancs, amb freqüència prop dels membres, que pel seu moviment fan que la pell vella s'obri abans. Després es desprèn en un o uns pocs capols grans tota la pell del dors i del ventre, que sovint es troba a sota o entre les pedres, en llocs on tarda més a desaparèixer. Gairebé al mateix temps que el dors es pelen els membres, i finalment es van desprenent anells de pell de la cua (que en aquest moment sembla bicolor, més fosca la part encara amb pell vella i més clara la part ja mudada). Aquest procés té lloc de la base de la cua cap a la punta de la cua, així com les plaques del cap, que van una mica desfasades i poden tardar més a desprendre's. A vegades aquestes últimes fases de la muda gairebé arriben a ajuntar-se amb el període previ a la següent.

En algunes espècies de lacèrtids (p. ex. el llangardaix verd *Lacerta bilineata*) s'ha suggerit que durant aquests dies de muda estan menys vius, menys àgils en definitiva. En aquesta mateixa espècie els períodes de muda estan espaiats, i muden unes quatre vegades en quatre mesos, coincidint amb períodes de pluges seguits de sol, que segurament afavoreixen el despreniment de la pell vella. És coneguda la importància de l'alternança entre humitat (que facilita la muda) i sequedat (que afavoreix el despreniment ràpid de la pell vella) en els rèptils en captivitat. En general, la muda del cos i dels membres sol durar de dos a quatre dies, mentre que la caiguda de plaques del cap o d'anells cabdals es prolonga més.

Hem estudiat l'estat de muda en els mostreigs realitzats al llarg dels anys, que passem a exposar tant en conjunt com per sexes i edats. Hem distingit animals en «intermuda» (sense mudar), una categoria que inclou tot el període entre dues mudes; «pelant» quan la pell apareix opaca i es comença a aixecar, a pelar; «mudant», animals en plena muda amb parts del dors o potes amb capols de pell desprenent-se; «cua», animals que han acabat de mudar en el cos, però en els quals algunes parts de la cua encara conserven la pell vella, que tarda més a desprendre's.

La numeració que s'hi assigna és la de les setmanes de l'any: maig (setmanes de 17 a 20), juny (de 21 a 24), juliol (de 25 a 28), agost (de 29 a 32), setembre (de 33 a 36) i octubre (de 37 a 40). Els nombres entre parèntesi es refereixen a percentatges d'individus més baixos però presents en la setmana.

En el *conjunt d'espècimens*, la primera muda es detecta perquè apareixen pelant i mudant en les setmanes 23 (24) i 25 (26) sobretot, i restes a la cua les setmanes 25 i 26. La segona muda es detecta per un alt percentatge d'individus pelant la setmana 28 i 30 (32), mudant la setmana 32, i restes a la cua que s'estenen de la 28 a la 30 i durant la setmana 32. La tercera muda es detecta per individus pelant, mudant i amb restes a la cua la setmana 34 (35).

Mascles: la primera muda es manifesta per un màxim d'individus pelant la setmana 25 (percentatges baixos la setmana 24 i menors encara la 26), individus en plena muda clarament la setmana 25 i restes a la cua durant aquesta mateixa setmana 25 i sobretot la 26. Una altra muda es manifesta per molts individus pelant la setmana 28 i més encara la 30, per baixar molt la 32, mentre que durant la setmana 28 i la 30 apareixen cues amb restes.

Així doncs, en resum, en els mascles només s'aprecien dues mudes clares, una amb un màxim cap al començament de juliol (setmana 25), però que va de final de juny a gairebé mitjan juliol; i una segona muda amb un màxim cap a la segona setmana d'agost (setmana 30), però que pot variar des del final de juliol fins al final d'agost o el començament de setembre.

Femelles: la primera muda es manifesta per un màxim d'individus pelant entre les setmanes 23 i 25 (percentatges baixos la setmana 26), individus en plena muda clarament durant les setmanes 24-25 i restes a la cua des de la setmana 24 fins a la 26, però sobretot la setmana 26. La segona muda es manifesta per molts individus pelant les setmanes 28 i 30, baixant molt durant la 32, individus en plena muda la setmana 32, mentre que durant les setmanes 28 i 30 apareixen cues amb restes, i sobretot molts durant la 32. Posteriorment hi ha una tercera muda (no detectada en els mascles) la setmana 34, detectada tant per individus pelant com per restes a la cua.

En les femelles, en resum, s'aprecien tres mudes clares, una amb un màxim cap al final de juny i el començament de juliol (setmanes 24-25) i que coincideix amb l'estadi de gravidesa just abans de la posta, però que es pot iniciar des d'una mica després de mitjan juny i que en alguns exemplars pot durar fins a gairebé mitjan juliol. La segona muda s'esdevé des del final de juliol fins a gairebé mitjan agost, i acaba la muda de la cua cap a final d'agost. La tercera muda té lloc cap a la segona setmana de setembre, poc abans de retirar-se a hivernar.

Juvenils: s'aprecia una primera muda amb individus entre les setmanes 25 i 26, mudant la 25, i amb restes a la cua durant la 25, 26. La segona muda té lloc la setmana 28 (individus pelant), i les restes a la cua apareixen durant la 28 i sobretot la 29. La tercera muda apareix amb un pic molt gran d'individus pelant la setmana 30 (pertanyent a la segona muda —?—) i un nombre apreciable durant les setmanes 32-34, muda d'individus la 34 i restes a la cua aquesta mateixa setmana.

Igual que en les femelles, hi ha tres mudes. La primera, sobretot al començament de juliol; la segona, al final de juliol o el començament d'agost (potser més aviat al començament i fins a mitjan agost); i la tercera, cap a mitjan setembre, poc abans d'entrar a hivernar.

A la Gran Bretanya, la sargantana vivípara muda almenys 3 o 4 vegades durant l'estació d'activitat (més llarga que als Pirineus), però les cries sembla que muden 1, 2 o 3 vegades (?) abans de l'hivern. Els adults muden 4 vegades o menys, mentre que les cries ho fan fins a sis vegades. El llangardaix pirinenc (*Lacerta agilis*) muda a la Gran Bretanya de cada quatre a cada sis setmanes.

En les *Iberolacerta* és un aspecte biològic desconegut, excepte en la sargantana croata (*I. horvathi*), que té almenys tres mudes anuals al NE d'Itàlia (suposadament en aquesta localitat ja estan actives al març i no entren a hivernar fins al final d'octubre; això sembla una activitat molt prolongada si ho comparem amb altres localitats d'aquesta mateixa espècie i la zona en què viu): la primera («muda de primavera») en la primera meitat de maig just abans del zel, una altra segona al juliol («muda d'estiu»), que coincideix en part amb l'oviposició (que en contra del que passa en altres localitats eslovenes, seria al NE d'Itàlia més tard, cap a mitjan juliol), i la tercera al final de setembre o el començament d'octubre («muda de tardor»), després del naixement de les cries (que en aquestes localitats té lloc des del final d'agost i durant la primera quinzena de setembre).

Longevitat

La longevitat és encara desconeguda, tot i que amb seguretat pot passar dels deu anys. Molt probablement deuen estar entre les espècies més longeves de petits lacèrtids d'Euràsia, per damunt fins i tot de la major part d'espècies grans, a causa del seu baix potencial reproductiu, la seva maduresa sexual tardana i el seu curt cicle anual. L'espècie més gran d'Europa, el llangardaix ocel·lat (*Timon lepidus*) té una longevitat màxima coneguda de 14 anys (excepcionalment fins a 20, però comprovada amb seguretat de 10-11 anys); els llangardaixos canaris (*Gallotia galloti, Gallotia stehlini*) de 8 a 11 anys, el llangardaix verd (*Lacerta bilineata*) viu almenys de 16 a 18 anys (en general només uns 5 anys, i comprovat per esqueletocronologia, fins a 10); el llangardaix pirinenc (*Lacerta agilis*), fins a 12 anys (normalment només uns 5), mentre que altres espècies petites com la sargantana roquera (*Podarcis muralis*) tenen una vida de 4 a 6 anys, excepcionalment fins a 10. En la sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*) pocs individus arriben a reproduir-se més de dues vegades. En general, en les espècies de talla petita (*Z. vivipara, P. muralis, P. carbonelli* i *P.* grup *hispanica*) les longevitats van dels 4 als 7 anys.

En la pròxima sargantana pallaresa (*I. aurelioi*), el mascle més gran (SVL 57,18 mm) conegut i estudiat, tenia 17 anells de creixement (almenys 16 anys), i la femella més gran (SVL 62,21 mm) tenia 11 anells i probablement uns altres quatre (a causa de la reabsorció interna del fèmur, cosa que correspon almenys a uns 14 anys. Molt possiblement unes poques sargantanes araneses atenyen prop dels 20 anys de vida. En la sargantana cantàbrica (*I. monticola*) de la serra d'Estrela a Portugal s'ha determinat una longevitat màxima d'uns 10 anys, amb una probabilitat de supervivència mitjana anual d'entre els 1 a 3 anys de 0,60 a 0,71. La supervivència augmenta amb l'edat, i entre els adults és més elevada en els mascles que en les femelles. El moment de màxima mortalitat és entre la posta i la primera hivernada i durant el segon any de calendari.

Així doncs, les sargantanes d'alta muntanya del Pirineu es comporten pel que fa a longevitat com les espècies de llangardaixos grans, no com les sargantanes petites, com els correspondria per la seva aparent talla. La duresa de l'hàbitat i la brevetat de la seva fenologia anual juguen al seu favor en aquest aspecte.

Anatomia corporal

Les sargantanes tenen una estructura corporal bàsica molt semblant a la d'altres rèptils. Un cap recobert de fortes plaques (molt estable al llarg de l'evolució dels rèptils), moltes idèntiques a les de les serps, escincs, etc.; i un cos allargat i recobert per la part dorsal de petites escates i fileres de plaques al ventre, amb una cua recoberta d'anells d'escates.

Les escates dorsals poden variar molt en nombre segons les espècies. En general, com més petites, més nombroses són. En algunes espècies són molt poques, grans i amb forma de quilla, i estan relacionades amb la vida entre la vegetació (com en la sargantana cuallarga i la sargantana vivípara). Poden ser bastant planes o només lleugerament convexes (com les de les *Podarcis*) o poden ser molt globulars (com en la sargantana aranesa). El grau de convexitat podria tenir un significat tant tèrmic com mecànic encara per estudiar. Des del punt de vista tèrmic, les escates granulars, que estan farcides d'un líquid serós, podrien tenir la funció, més que de captar, de retenir la calor o fins i tot de dissipar-ne l'excés. Les escates semiesfèriques podrien servir perquè una vegada captada la calor, com que tenen una gran superfície, aquesta es dissipi ràpidament en entrar a l'ombra. No sembla tan probable que la seva funció sigui captar calor, ja que aleshores serien planes, per oferir la màxima superfície perpendicular possible als raigs del sol. El líquid interior, que evidentment per la mida de les escates és superior que en altres espècies, podria servir tant per retenir la calor per l'elevada calor específica de l'aigua, com per fer d'amortidor davant de les pujades excessives o baixades ràpides de temperatura, precisament per aquesta inèrcia de l'aigua als canvis de temperatura. Finalment, aquestes escates podrien servir també per «ancorar» l'animal dins de les esquerdes, un sistema de defensa semblant a un ancoratge, que

oferiria resistència a l'extracció de l'animal de l'esquerda en què es troba, encara que aquesta hipòtesi sembla menys probable.

Les escates del ventre, que estan alineades en sis fileres, són més amples i resistents a l'abrasió per contacte amb el substrat. La part anterior a l'obertura cloacal presenta una gran placa envoltada d'unes fileres de petites escates.

Les potes estan recobertes per petites escates, i criden l'atenció, a les cuixes, els anomenats porus femorals, que estan relacionats amb la comunicació olfactiva per marcatge de territori i la parella, i que segreguen una substància d'aspecte ceri, especialment abundant en els mascles i en l'època de reproducció. Aquests porus estan associats a unes glàndules en forma de sac que contenen l'esmentada substància cèria, grassa, que està composta en bona part per cèl·lules mortes que es desprenen de les parets de la glàndula. Els dits, llargs i fins, estan armats amb unes ungles a la punta que els ajuden a agafar-se i grimpar. També els dits més llargs tenen unes petites làmines de consistència gomosa que els serveixen per facilitar l'arrapament a la roca, com si es tractés d'uns peus de gat d'escalador.

La cua presenta, com hem dit, anells d'escates longitudinals, normalment d'amplades alternants (amples i estrets). Aquest aspecte canvia si la cua es trenca, ja que la porció regenerada no té les escates regularment disposades ni de vegades marcades i, freqüentment (encara que amb prou feines en la sargantana aranesa), no és ni del mateix color.

La coloració en les sargantanes té un component filogenètic (un patró comú heretat que comparteixen moltes espècies fins i tot emparentades de lluny, com les bandes fosques dels costats que serveixen aparentment per captar millor la calor quan la sargantana aplana el cos al sol) i una part variable entre poblacions que sol ser un compromís entre la comunicació intraespecífica i el camuflatge.

El color dorsal en les espècies que viuen entre l'herba o sobre roques poblades de líquens verds (com el liquen geogràfic) acostuma a ser verd (com en les sargantanes cantàbrica i serrana), mentre que en les que viuen al terra acostuma a ser de color marró o grisós. La sargantana aranesa és de color bru grisós (com per exemple en la foto 48), similar a les roques sobre les quals viu, i és de color molt fosc sobre les pissarres silurianes gairebé negres (foto 49, Barrados) i força més clara sobre roques calcàries (foto 50, Barrados) o sobre pissarres i esquists cambroordovicians (Forcall) de to més clar (fotos de 51 a 53). Alguns mascles poden tenir un color verdós malaquita (fotos 1 i 54). La diferència entre els individus clars i foscos és molt evident quan es veuen junts (foto 55).

A més, hi ha una certa impregnació cosmètica que fa que la fina polsina procedent de la disgregació de la roca impregni la pell dels animals, tant si són clars com si són foscos, per tornar-los «miraculosament» clars en mudar de nou la pell. Qui conegui la pols negra procedent de les pissarres silurianes de pica Palomèra o de Posets, sabrà bé a què em refereixo i com n'és, de difícil, lliurar-se'n fins i tot amb un rentat a consciència. En altres espècies, com la sargantana cantàbrica, hem vist coloracions cosmètiques de color vermellós en zones amb molt de ferro, com el Llagu de la Cueva (Somiedo, Astúries).

Aquest camuflatge mira sobretot cap amunt, per evitar la localització per depredadors aeris, mentre que els senyals de comunicació intraespecífics estan localitzats en parts menys visibles des de l'aire i més arran de terra, com als costats, la gorja i els laterals del ventre. En conjunt, el camuflatge de les sargantanes en el seu entorn és més que notable (foto 56).

Els senyals visuals entre congèneres són mitjançant la coloració ventral (que s'observa sobretot a la gorja i als costats del ventre), i en els ocels i punts blaus dels costats. La coloració ventral té molta importància en el reconeixement entre espècies simpàtriques (és a dir, que viuen a la mateixa localitat). Les femelles distingeixen els mascles de la seva espècie dels d'altres de pròximes pel color de les gorges i dels ventres. També els ocels blaus que hi ha al darrere de l'aixella i als punts de les escates més exteriors del ventre tenen importància i funcionen com a

autèntics semàfors d'advertència i reconeixement, ja que són molt reflectors a la banda de la llum ultraviolada, un color més enllà del violeta de l'arc de Sant Martí i que nosaltres no som capaços de veure, però que molts animals com aquestes sargantanes, sí. La sargantana aranesa, tanmateix, igual que les altres sargantanes del Pirineu (*Iberolacerta* sbgn. *Pyrenesaura*), ha perdut aquests ocels blaus-ultraviolats, potser perquè no comparteix el seu hàbitat amb cap altre parent pròxim.

Aquests senyals serveixen no solament com a reconeixement entre sexes o individus, sinó també com a senyal jeràrquic. Els animals més adults i dominants tenen les coloracions més vives i desenvolupades que els joves. Les fotos 57 i 58 respectivament mostren un mascle d'*I. martinezricai* i un altre d'*I. aranica*, i només el primer té ocels brillants a UV.

Sentits

Las sargantanes tenen especialment desenvolupat el sentit de la vista i de l'olfacte.

El tacte no està especialment desenvolupat i, tot i que evidentment en tenen, la coberta d'escates deu fer-les relativament insensibles.

L'oïda, com en tots els rèptils, tampoc no és especialment fina. No obstant això, les sargantanes tenen una oïda relativament fina, ja que fugen del soroll i ocasionalment la utilitzen per detectar preses en moviment entre la vegetació. Cal tenir en compte que dos dels tres ossets que proporcionen finor a la nostra orella interna (el martell i l'enclusa), en els rèptils encara formen part de la mandíbula i solament existeix la columel·la (el nostre estrep). Els altres dos ossets de l'orella mitjana dels mamífers, l'enclusa i el martell, en els rèptils formen part de la mandíbula i de la seva articulació (el quadrat i l'articular, respectivament). El timpà és gairebé extern, una membrana que es pot veure als costats del cap. No hi ha cap estructura externa que faciliti la recepció del so. No obstant això, és possible que determinades vibracions puguin arribar a través del terreny i ser captades per l'animal: del terreny al cos, especialment a la mandíbula, i d'aquí a l'orella interna. L'oïda dels llangardaixos respon a freqüències similars a les de l'ésser humà. En diverses espècies de llangardaixos s'ha pogut observar que l'oïda respon a sons d'entre 100 i 10.000 cicles per segon (cps), tot i que la sensibilitat a les notes altes decreix molt al voltant dels 4.000 cps.

La vista es podria comparar a la nostra. L'ull dels lacèrtids és relativament similar al dels mamífers, però amb un sol cos ciliar que canvia la forma de la lent per adaptar la vista de prop i de lluny. No obstant això, el seu ull és menys perfecte i l'enfocament es fa no deformant el cristal·lí, que tot just s'acomoda a la visió de prop, sinó en certa manera diafragmant com una càmera de fotos els ossicles esclerals (un anell d'uns 14 ossets que envolta la pupil·la). Han de fer una gran pressió sobre el globus ocular mitjançant aquests ossicles per acomodar la vista a la visió de prop.

Las sargantanes aprecien tots els colors que nosaltres podem veure, amb un pic d'absorbància dels cons (cèl·lules de la retina que aprecien el color) especialment desenvolupat cap al verd. Se sap que els lacèrtids són capaços de diferenciar el vermell, el taronja, el groc, el verd-groc, el blau i el violeta (segons estudis efectuats en *Lacerta agilis*). També distingeixen diverses tonalitats de gris. Sembla que els saures poden veure l'ultraviolat proper (fotos 57 i 58), per la qual cosa el seu espectre de visió és una mica més ampli que el nostre. Els saures diürns sembla que tenen cons (les cèl·lules visuals destinades a distingir els colors), però no bastons (les encarregades de distingir intensitats de llum), així que molt probablement les sargantanes són virtualment cegues de nit (o sota una pedra).

També s'ha de dir que l'angle de visió estereoscòpica (on se superposa la visió d'ambdós ulls i es dóna la visió binocular, cosa que permet calcular amb precisió les distàncies) és molt estret (uns 25° o menys), per tant, quan es vol fixar en alguna cosa (una persona o un hipotètic perill, per exemple) es posa de costat i mira només amb un dels ulls.

Per finalitzar amb la vista, podem dir que aquest sentit està bastant desenvolupat en llangardaixos i tortugues però no en les serps, que hi veuen bé de prop i de lluny només aprecien el moviment.

És interessant esmentar també l'existència de l'anomenat tercer ull, «ull pineal» o «ull parietal», un petit orifici, com un puntet, apreciable a l'escata interparietal de les sargantanes i que, per l'estructura (amb una retina, un humor cristal·lí, cèl·lules pigmentàries i de vegades fins i tot un nervi òptic rudimentari) sembla que correspon a un ull (que primitivament eren dos) present potser en algun punt de l'evolució dels vertebrats. Aquest ull avui ja no serveix per veure-hi i, tot i que no se sap per a què serveix exactament, pensem que encara està relacionat amb la captació del fotoperíode i que regula el sistema hormonal associat. Concretament sembla que regula la quantitat de melatonina i els ritmes circadiaris dels animals. També és sensitiu a la calor i està involucrat en el comportament de la termoregulació.

El gust sembla que està ben desenvolupat en les sargantanes. Tot i que en poden consumir, no acostumen a menjar espècies d'insectes amb mal gust (marietes, xinxes com *Coreus marginatus*, etc.), així que és possible que puguin detectar els sabors desagradables. Altres rèptils, com les serps, manquen totalment de papil·les gustatives, per tant no aprecien els sabors.

L'olfacte sí que està molt desenvolupat. La coneguda llengua dels rèptils, que en les sargantanes és curta i ampla, els serveix per captar les molècules oloroses i, literalment, paladejarles, fins que així les porten a l'anomenat òrgan de Jacobson, situat al paladar. Aquest òrgan de Jacobson és originàriament un creixement de l'epiteli sensitiu olfactori i, tot i que ben estès en els escamosos, sembla que subsisteix més o menys atrofiat en alguns mamífers com els hàmsters, als mascles dels quals permet explorar la receptivitat de la femella. Quan hi ha alguna cosa interessant (menjar o olor d'un potencial enemic com una serp) la sargantana augmenta la freqüència de moviment de la llengua, paladejant l'aire per identificar-ne l'origen. També és possible que l'olfacte desenvolupi un paper important en la vida sexual d'aquests saures. Mitjançant les secrecions femorals (i potser d'altres glàndules com les anals) els llocs utilitzats queden marcats amb la signatura del seu propietari, informant de sexe, estatus, receptivitat, etc.

Comunicació

Les sargantanes pirinenques no tenen veu. Això, que pot semblar una obvietat, no ho és tant si sabem que algunes, com la sargantana cuallarga (*Psammodromus algirus*), la corredora (*Psammodromus hispanicus*) o la sargantana italiana (*Podarcis sicula*) poden emetre un breu xiscle quan són capturades, amb la intenció d'espantar el captor i ser alliberades. Aquests xisclets no es produeixen per la vibració de cordes vocals, sinó simplement en escapar l'aire dels pulmons de manera violenta.

De fet, la comunicació entre les sargantanes té lloc mitjançant les exhibicions de color i la comunicació química, i no per la veu.

Ja hem explicat la importància que tenen en moltes sargantanes els ocels blaus i molt reflectors en ultraviolat (com en la sargantana cantàbrica i la de la Peña de Francia), però les sargantanes pirinenques no en tenen, així que no sembla que facin gaires exhibicions laterals com les que impedeixen l'agressió entre individus de sargantana cantàbrica. Quan dos rivals d'aquesta última entren en contacte, el «defensor» se situa perpendicular a l'altre, exhibint els ocels com si es tractés d'un buc ensenyant els canons. En algunes espècies com el llangardaix pirinenc (*Lacerta agilis*) els colors fins i tot s'intensifiquen. Normalment només amb l'exhibició o un indici d'atac, les coses es resolen i l'altre individu fuig cames ajudeu-me. En el cas de la sargantana aranesa, sembla que no hi ha exhibició lateral i, de fet, hi ha poca agressivitat i territorialitat (tot i que una mica sí, ja que es veuen senyals de trobades en forma de cicatrius en els individus). Els combats entre exemplars, si n'hi ha, es resolen amb una mossegada i sacsejades entre mascles que solen durar escassos segons i que acostumen a deixar marques semblants a les cicatrius de còpula, però al pit. Sembla que en les espècies amb mascles més grans, aquests creixen a causa de la selecció natural, que afavoreix els individus més forts en les lluites intraespecífiques, per la qual cosa el grau de dimorfisme (diferències entre mascles i femelles) és directament proporcional a la duresa

de la competència entre mascles. En la pròxima sargantana serrana, els mascles tenen territoris que són més grans durant l'època de zel que durant la resta del període d'activitat, i els individus sense cua, territoris menors. En la sargantana cantàbrica (de l'Estrela a Portugal) el domini vital és d'uns 200 m^2 si la densitat d'individus és baixa, mentre que si els animals estan «atapeïts», el domini vital baixa a 90 m^2. En la sargantana croata el domini vital és al voltant de 170,4 m^2: 168,15 m^2 en els mascles, 40,6 m^2 en les femelles i 393,15 m^2 en els juvenils. Així mateix, s'aprecia que, com podíem preveure, els mascles tenen territoris molt més grans que les femelles (més sedentàries) i els juvenils són molt més erràtics i dispersius.

La gorja de la sargantana aranesa tampoc no té color i la raó deu ser la manca de concurrència interespecífica i la baixa agressivitat.

Quan les sargantanes estan inquietes, tant per la presència de l'observador com per l'aproximació d'un altre individu, amb freqüència espeterneguen, i mouen nerviosament les potes. Aquesta és una conducta molt estesa entre els petits lacèrtids.

Enemics i defensa

Davant de l'ésser humà, igual que davant de qualsevol depredador, l'actitud de les sargantanes és ocultar-se. Quan s'adquireix una certa pràctica, un és capaç de «predir» per on tornaran sortir. Normalment la distància sempre és igual o superior a la distància a la qual va fugir l'animal. Acostuma a «fugir» sota les roques en direcció contrària a la posició del possible depredador.

La reacció és diferent segons l'estat tèrmic de l'animal. Si està fred al matí, la «síndrome d'abstinència» de sol pot més que la desconfiança (a més, és possible que no hi vegi bé) i torna a sortir amb freqüència pel mateix lloc on s'havia amagat, però si està calent, «viatja» sota terra a través de les esquerdes i pot reaparèixer a diversos metres del punt inicial.

No es coneix cap depredador específic de la sargantana aranesa. El depredador més important, des del nostre punt de vista, és un dípter (una moscarda): *Sarcophaga protuberans*, Pandellé (foto 59). Aquesta espècie és un depredador natural d'ous de sargantana. La seva dieta era desconeguda i es pensava que com altres espècies semblants, s'alimentava de caragols, fins que en el decurs dels estudis amb aquestes espècies d'alta muntanya es van recollir larves (foto 60) i es van portar a terme anàlisis per veure quina espècie de mosca era la que devorava les postes.

Fins al moment s'han trobat postes infestades d'*I. aurelioi*, *I. bonnali*, *I. aranica*, *P. muralis* (a Cantàbria) i *Z. vivipara*, però probablement parasita (o depreda) també les d'altres espècies. Es coneix algun cas d'atac per larves de mosca no identificades en postes de *Lacerta bilineata*.

La depredació de postes de rèptils per part de mosques de la carn (moscardes) era coneguda al Nou Món, però no al Vell Món fins a la data.

En alta muntanya, la posta de la mosca està sincronitzada amb la de les sargantanes, les larves destrueixen les postes de saure i es transformen en pupa, i l'adult no surt fins que passa un període de fred i retorna la calor, és a dir, coincidint amb la posta de les sargantanes l'any següent. A baixa altura, tanmateix, té diverses generacions (per exemple, sobre *Podarcis muralis*). Probablement, la concentració de l'època de posta en les espècies de muntanya els afavoreix a l'hora de trobar preses. Tampoc no es descarta que es pugui alimentar de més coses. Altres espècies semblants, com hem dit, depreden caragols.

El nombre de postes de sargantana aranesa parasitades arriba a un 21% a *I. aranica* (n = 51 postes), i és menor a *I. bonnali* (un 5%; n = 39 postes), i un 25% a *I. aurelioi* (n = 24 postes).

Per nombre d'ous, a *I. aranica*, de 384 ous, 26 estaven parasitats (6,7%). Com a comparació, a *I. bonnali*, de 479 ous examinats (tant frescos com vells), 10 estaven parasitats (2,1%), i a *I. aurelioi*, de 196 ous, 17 estaven parasitats (8,6%), uns valors bastant alts per a unes espècies tan poc productives.

Tot i que en principi pensàvem que l'ús de llocs de posta comunals podria afavorir la mosca, ara hem vist que això, tot i que passa, passa en pocs casos, ja que les sargantanes canvien de lloc de posta amb molta freqüència, tal com hem explicat en l'apartat de reproducció.

La tendència ja esmentada de les femelles de posar els ous en solitari i, particularment, de canviar de llocs de posta d'any en any, els ajuda a «despistar» i a escapar de la depredació per part d'aquesta mosca, gens menyspreable tenint en compte l'escassa producció d'aquestes espècies.

Si sempre fessin servir els mateixos llocs de posta o fessin postes comunals, això acabaria amb la desaparició de la major part de les postes de sargantana, i possiblement de l'espècie sencera.

En l'estatge alpí del Pirineu aquesta mosca sembla que té un cicle univoltí, és a dir, surt i es reprodueix una sola vegada a l'any, i passa l'hivern en forma de pupa i emergeix després de la fusió de les neus, sincrònicament amb el cicle de la sargantana. A altures inferiors (Pirineus i Picos de Europa) ataquen postes de sargantana roquera (*Podarcis muralis*) i poden tenir diverses generacions el mateix any.

Altres depredadors són poc coneguts. S'ha suggerit, a mode d'hipòtesi, que *Phyrrhocorax phyrrhocorax* (*Aves, Corvidae*) pot depredar sobre *I. bonnali* (i per tant també a *I. aranica* i *I. aurelioi*).

Per part nostra coneixem la depredació segura d'*I. aranica* per l'àspid (*Vipera aspis zinnikeri*) (*Squamata, Viperidae*) que se les empassa senceres i pel talpó de tartera (*Chionomys nivalis*) (*Mammalia, Rodentia*), que en l'únic cas estudiat va ingerir-ne tot el cos menys la pota i la caixa craniana, encara que va rosegar-la per accedir-hi i menjar-se el cervell (foto 61) (tot i que també l'hem trobat compartint refugi amb un niu presumiblement d'*Apodemus sylvaticus*). Així mateix, coneixem en captivitat la depredació accidental d'un nounat d'*I. aranica* per un caràbids: *Tmesicarabus cristoforii*.

Com a possibles depredadors presents en la zona d'*I. aranica* es compten *Falco tinnunculus* (que s'alimenta més aviat d'espècies d'ortòpters de la zona: *Miramella alpina, Ephipigera ephipiger, Decticus verrucivorus, Gomphocerus sibiricus*, etc., moltes de les quals tenen més massa que una sargantana), *Corvus corax* (observat amb *Zootoca vivipara* al bec quan emergeixen amb el desglaç), *Phyrrhocorax phyrrhocorax*, *Phyrrhocorax graculus, Circus cyaneus, Vulpes vulpes* (observat caçant *Zootoca* en la mateixa zona i temps que *Corvus*) i *Mustela erminea*. Els túrdids (*Turdus* sp. o *Monticola* sp.) sembla que són depredadors més efectius de sargantanes que no pas els dactilòpters o còrvids. Entre els amfibis, *Rana temporaria* podria depredar algun juvenil. Entre els invertebrats, es pot donar la captura ocasional d'alguna cria (en fred?) per part de grans artròpodes depredadors (escarabats del sòl —*Caraboidea*—estafilins —*Staphylinoidea*—, etc.), però tot això en el pla teòric.

Altres enemics l'efecte dels quals es desconeix són els àcars ataronjats o rogencs (trombidids?) que alguns anys infesten exemplars de les tres espècies de *Pyrenesaura* a la vegada, tant mascles com femelles i tant adults com juvenils (foto 62). Aquests àcars sembla que s'acumulen sobretot entre els anells més basals de la cua, darrere de les cuixes (foto 63), de vegades darrere de l'aixella i més ocasionalment prop de l'ull (foto 64), al costat de la cloaca, etc. Aquesta aparició massiva durant anys determinats pot seguir algun ritme o estar lligada a factors externs com el clima de l'any en qüestió. Es pot dir el mateix per a anys d'abundància de cucs intestinals. Tots aquests temes estan pendents d'estudi. Hem observat les sargantanes rascant-se animosament amb les potes del darrere com gossets. Probablement els àcars només es poden acumular allà on no arriba la rascada. S'aprecien àcars d'aquest tipus en els exemplars de les fotografies 49 i 50.

També es poden trobar animals amb lesions fosques, on les escates d'alguna part han estat substituïdes per una massa de color fosc i de consistència gomosa, com brea seca, i que probablement són similars a les infeccions bacterianes trobades en altres espècies com *Podarcis bocagei* i que s'atribueixen a hivernades o anys excessivament humits. També les escates cefà-

liques poden aparèixer desgastades, erosionades per la rascada a les esquerdes de les roques. Com més vells són els animals, més creixements anòmals i erosions presenten.

Els anys amb molta neu o mal temps, un cop iniciada l'activitat (mes de maig amb molta neu i encara bastant al juny —vegeu per exemple les fotos 14 i 15), els exemplars estan molt magres i alguns moren. Probablement ja hagin gastat les seves reserves en la reproducció i l'aliment continua escassejant a causa del mal temps. També hem observat una mortalitat (de significació desconeguda) en femelles que no han pogut fer la posta per períodes de fred prolongats en el moment de fer-la.

En la sargantana cantàbrica de la serra d'Estrela (Portugal) (*I. monticola monticola*) s'han trobat infeccions víriques en eritròcits.

El clima advers obté el seu tribut de víctimes

Quadern de l'autor (7-7-2002): «Ous sota una pedra: 3+3+3+2+6+2+3+3+2+2. Dimensions de la pedra 30 x 15 cm, 10 cm de gruix. Angle de 30°, 15% herba, 15% roca, 15% terra, 55% glera. A més, una dotzena de larves devorant almenys tres ous.»

«Dues femelles mortes, una morta després de fresar i l'altra abans (amb tres ous dins). La fresada, morta d'una setmana més o menys, i la que té els ous, de tres dies o així.»

Freqüència de depredació

A priori, unes sargantanes amb una longevitat notable, una maduresa sexual tan tardana i una productivitat tan baixa han de tenir una freqüència de depredació baixa.

Si diem que els gats tenen set vides, les sargantanes en tenen més de vint!, tantes com vèrtebres autotòmiques tinguin. El nombre de vèrtebres caudals en els lacèrtids és de 30 a 40, però les últimes de la punta de la cua i les primeres de la base de la cua no es trenquen, no tenen autotomia (la facultat de trencar la cua a voluntat). És possible agafar una sargantana per la punteta mateix de la cua i extraure-la de l'esquerda o deixar-la suspesa a l'aire sense que trenqui la cua. De la mateixa manera, les vèrtebres de la base de la cua no es trenquen, ja que en aquesta zona hi ha els hemipenis en els mascles, i estructures anàlogues vestigials en les femelles.

Tal com ja vam indicar en parlar dels juvenils, la cua no es trenca durant els primers dies de vida, potser per una incompleta formació del pla de fractura quan encara no fa gaire que han nascut.

Com més llarga és la cua, més probabilitats hi ha que el depredador es quedi amb ella en un atac. Aquestes probabilitats s'incrementen a causa del sentit del moviment de l'animal que, si és ràpid, en pocs instants deixa el lloc que ocupava el cos, ocupat ara per la cua (les sargantanes no poden caminar cap endarrere i quan ho han de fer, sempre giren el cos).

L'autotomia és la facultat de trencar la cua més o menys a voluntat (és necessari un estímul extern i alguna cosa contra la qual fer força per trencar-la), i es pot fer en unes vèrtebres denominades autotòmiques que tenen un pla de fractura, és a dir, un punt fràgil pel qual la vèrtebra (i la cua) se separen. En aquesta zona es tallen immediatament els vasos sanguinis per evitar l'hemorràgia i la cua continua movent-se gràcies a la seva musculatura blanca de manera progressivament anaeròbia, fins que un cop esgotat tot l'oxigen, en uns minuts es queda immòbil. Se suposa que aquest moviment violent dóna temps a la part principal de l'animal perquè s'escapi.

La pèrdua de l'apèndix caudal implica la necessitat de la seva regeneració, i aquesta exigeix el desviament d'unes reserves que se sostreuen del creixement de l'animal i del seu potencial reproductiu.

La cua té funcions d'emmagatzematge d'energia (greix), equilibri en la carrera i intervé en l'estatus social. L'animal que pateix la pèrdua de la cua perd el seu estatus social i la domi-

nància i, en perdre una bona part de les seves «més de 20 vides», tot just s'exposa a l'exterior. Probablement canviï la seva dieta i seu ritme de campeig per buscar menjar i relacionar-se. A més, la pèrdua de la cua li comporta la pèrdua de reserves de greix, la qual cosa li pot representar un greu crebant per a la propera estació reproductora.

En la pròxima sargantana serrana (*I. cyreni*), si els mascles perden la cua durant el període reproductor, disminueixen l'activitat per estalviar energia i regenerar la cua de manera més ràpida i eficaç. En aquesta mateixa espècie, les femelles sense cua també són menys atractives als mascles, són menys festejades i menys copulades.

La cua es pot partir tantes vegades com vèrtebres autotòmiques tingui. Per desgràcia, mai no es parteix d'una en una. Imaginem-nos que la cua es parteix per la meitat. A continuació la ferida s'asseca i en poques setmanes surt un monyó de color fosc que a poc a poc guanya en longitud, i es regenera l'antiga cua. Aquesta nova porció de cua, tanmateix, és bastant diferent de l'antiga. El seu aspecte extern difereix, té una textura diferent (les falses escates que la recobreixen són diferents dels anells amples i estrets anteriors), no té nervis, per la qual cosa és insensible, és més rígida i, el més important, no té vèrtebres, sinó una espècie de corda cartilaginosa a manera de tub que no es tornarà a partir mai més. I partir d'aquest moment, la sargantana només podrà partir la cua entre l'antiga fractura i la base de la cua, on encara té vèrtebres autotòmiques amb el seu pla de fractura. Si una sargantana parteix la cua des de molt a prop del cos a la primera de canvi, perd «totes les seves vides» d'una sola vegada.

De vegades, si la cua no s'arriba a desprendre del tot, es regenera una segona cua i l'animal pot tenir dues, o molt més rarament, més cues. Hem pogut observar una sargantana aranesa amb dues puntes de cua, i una pirinenca amb dues cues més llargues. També les potes amputades de base es poden regenerar parcialment, però només com a monyons allargats. Si es tallen parts més apicals com dits, etc., no es regeneren.

Una idea aproximada dels perills als quals s'enfronten les sargantanes ens la pot donar la freqüència de cues trencades i regenerades (que en realitat reflecteix intents fallits de depredació, ja que si algun depredador encertés el 100% de les seves accions de caça, no deixaria rastre). Com ja hem dit, les parts regenerades tenen un aspecte fàcilment distingible de la part intacta.

	TOTAL (n = 87 mostres)	MASCLES (n = 25 mostres)	FEMELLES (n = 30 mostres)	JUVENILS (n = 30 mostres)
% cua intacta	**55,9**±4,5	**38,06**±8,5	**42,7**±6,1	**82,18**±6,5
% punta trencada	**15,26**±3,18	**28,73**±7,39	**13**±4,4	**6,87**±4,36
% trencada per la meitat	**13,57**±2,8	**13,2**±4,9	**16,69**±4,2	**10,93**±5,3
% tota trencada	**15,24**±3,2	**20**±6,8	**27,55**±6,5	**0**

Com es pot veure en la taula, la immensa majoria dels juvenils té la cua intacta (més del 80%) així que o bé es moren sencers o realment encara no han patit gairebé depredació. Observeu que cap dels estudiats presenta la cua trencada des de la base.

En els adults els percentatges ja canvien i hi ha animals que pateixen intents de depredació en tota la longitud de la cua. La proporció d'individus amb la cua intacta baixa a menys de la

meitat en ambdós sexes (38,6% i 42,7% en mascles i femelles, respectivament). En els mascles crida l'atenció el relativament alt percentatge de puntes de cua trencades, i en les femelles una autotomia més gran tant per la meitat de la cua com per la base. És cert que les femelles tenen més vèrtebres autotòmiques que els mascles, i sembla que presenten o bé la cua intacta, o bé més trencaments. A mode d'hipòtesi, podríem avançar el fet que els mascles perden les puntes de cua en combats entre individus del mateix sexe (s'ha observat en altres espècies que els mascles arrenquen un fragment de l'àpex de la cua d'altres individus amb els quals lluiten i se'l mengen), mentre que són amb més freqüència també depredats sencers, ja que tenen menys porció autotòmica i menys senyals o «restes» de depredacions fallides en forma de regeneracions caudals, testimoni de trobades passades a les quals han sobreviscut. Cal recordar, en suport d'aquest punt, la inversió del *sex ratio* entre els nounats i els adults (favorable als mascles en els primers i favorable a les femelles en els segons), que suggereix que encara que neixin més mascles, en moren molts més depredats.

Les diferències entre mascles i femelles no arriben a ser significatives, tot i que es queden al límit de ser-ho ($p = 0,0514$), i es basen sobretot en aquesta alta proporció de puntes trencades en els mascles i l'alta freqüència de cues senceres trencades en les femelles. Si tenim en compte també els juvenils, les diferències sí que són significatives ($p = 0,0000$), sobretot a causa dels juvenils, amb el 0% de cues senceres trencades i el 82,18% de cues intactes.

La sargantana aranesa sembla que té una pressió de depredació menor que altres lacèrtids de zones baixes, com ha de ser en un animal amb una productivitat tan baixa, una maduresa sexual tardana i una longevitat presumiblement elevada. A *Podarcis atrata* apareixen cues regenerades en el 83-85% dels adults i en un 53% dels juvenils de l'any (similar a *Podarcis hispanica*), i a *Podarcis bocagei* en un 76,8% dels adults i un 30% de les cries. Tots aquests valors són superiors en comparació de les sargantanes araneses (i això que els nostres juvenils inclouen quatre anys!). En les sargantanes de muntanya del Caucas (*Darevskia* sp.), el percentatge de cues tallades i regenerades oscil·la entre el 50% i el 70%.

Hi ha una discrepància notable quant a la importància de les pèrdues de cua en trobades intraespecífiques (combats entre individus del mateix sexe o de mascles a femelles durant la còpula). Aquests trencaments deuen ser bastant estranys, ja que, si no, la majoria d'individus sortirien amb autotomia de l'època de reproducció, i no passa així en absolut.

Alimentació

L'alimentació encara no s'ha estudiat amb detall. Se l'ha observat capturant saltamartins, dípters i aràcnids, tot i que probablement aprofita qualsevol tipus d'insectes i aràcnids de mida apropiada presents en el seu hàbitat, atès el que hem observat en les femtes de l'espècie. A més de les característiques pròpies de l'espècie, cada animal sembla que té unes preferències individuals.

La captura de l'aliment s'efectua mitjançant la cerca activa (*active foraging* dels autors anglosaxons: «recol·lecció activa») en la qual l'animal es va movent i va menjant-se les preses que troba al seu camí. No obstant això, és possible que en algunes situacions (femelles gràvides o mentre hi hagi temps canviant, que tot just permet activitat) la tàctica sigui més passiva i s'alimentin de qualsevol cosa que aparegui davant del seu refugi (*sit and wait* dels autors anglosaxons: «seure i esperar»).

En un dia normal, les sargantanes mengen al matí, durant el període d'activitat, i fan la digestió amb la calor del dia, tant a l'exterior com sota pedres o un altre tipus de refugis; les preses passen de l'estómac a l'intestí al llarg del dia, i així l'estómac està buit i a punt per a una nova ingesta l'endemà al matí.

Els saltamartins els agafen fortament mitjançant una mossegada al cos que els paralitza, i després van mastegant tot el cos per matar-los i poder engolir-los. Normalment els proporcionen

fortes sacsejades per desfer-se de les robustes potes posteriors, i després d'haver-los aixafat tot el cos fent-los passar de manera perpendicular al cap, els adrecen i se'ls empassen. Hem observat també que els saltamartins constitueixen la base de l'alimentació especialment cap al final de l'estiu, quan són molt abundants i escassegen altres preses a causa del fet que l'ambient ja està molt sec. En aquesta època les defecacions de les sargantanes queden tenyides d'un color rogenc molt característic pels pigments d'aquests insectes.

Les aranyes i els petits coleòpters són capturats sense més problemes mitjançant ràpids impulsos i el musell. Normalment les sargantanes s'interessen només per preses en moviment. Quan alguna cosa crida la seva atenció la centren en el seu estret camp de visió binocular (és a dir, «apunten» amb el cap en direcció a aquesta cosa) i augmenten la freqüència de moviment de la llengua, per olorar i obtenir informació de la possible presa.

Amb els dípters (mosques), aquesta i les altres *Iberolacerta* presenten una rara habilitat per capturar-los, ja que són capaces de saltar a tota velocitat i amb una precisió formidable, sense donar temps a la mosca a reaccionar, cosa més meritòria si tenim en compte que els dípters, tot i que tenen dificultats per detectar coses immòbils, tenen el que s'anomena una «freqüència de parpelleig» molt superior a la de l'ésser humà i les sargantanes. L'anomenada «freqüència de parpelleig» és la velocitat de visió o, dit d'una altra manera, la possibilitat de discriminar entre imatges successives. Una mosca «hi veu més de pressa», i una libèl·lula encara més (sis vegades més que l'ésser humà). Aquesta última veu una pel·lícula de cinema com un passi de diapositives ràpid, no com una sola imatge en moviment, que és el que fa el nostre ull. Així, la rapidesa dels insectes a l'hora escapar es deu al fet que, ens veuen venir amb temps! Les aranyes tenen una «velocitat de parpelleig» similar a la nostra.

Les sargantanes sembla que són immunes a les picades d'himenòpters (abelles, vespes, etc.). La sargantana roquera (*Podarcis muralis*) pot rebre de 8 a 10 picades d'abella a la boca, les parpelles i la cloaca (per anomenar zones més exposades) sense patir cap inflamació local ni cap reacció general.

En la pròxima sargantana croata (*I. horvathi*) dels Alps i muntanyes dinàriques, els quatre grups principals d'alimentació són els himenòpters (abelles, vespes i formigues) (24,96%), els dípters (mosques i mosquits) (20,19%), els coleòpters (escarabats) (18,96%) i els aràcnids (aranyes) (16,38%), tot i que també s'alimenta d'homòpters (xinxes de les plantes i pugons), neuròpters (crisopes, formigues lleó), ortòpters (saltamartins i cigales), lepidòpters (papallones, arnes i les seves erugues) i fins i tot algun petit mol·lusc (clausília). No s'han trobat restes de vertebrats ni plantes, tot i que el canibalisme d'una cria ha estat descrit per a aquesta espècie. La mida de preses va des d'1 mm (pugó) fins a 5 cm (erugues de papallona). Inclouen tant animals voladors com terrícoles o habitants de les esquerdes rocalloses. S'han detectat també diferències entre l'estiu i la tardor. A l'estiu (primera meitat de l'activitat anual) mengen més coleòpters (18,31% respecte al 6% a la tardor) i dípters (25,92% respecte al 10%), és a dir, preses que hivernen o aviven des de pupa aviat a la primavera-estiu. Al contrari, durant la tardor consumeixen més proporcions d'aràcnids (31% respecte a 14,65%, encara que sempre presents), ortòpters (9% respecte a 0,28%, augmenten el nombre al llarg de l'estiu) i himenòpters (36% respecte a 23,94%). Sembla que la sargantana croata és força poc selectiva i menja el que més abunda en cada moment.

Les cries s'alimenten d'animalons molt petits des de poc després de néixer (al laboratori d'àfids). Els primers dies es nodreixen del rovell o vitel que durant la desclosa passa a l'intestí, potser durant un dia o dos, com en altres lacèrtids. Els primers excrements són negres amb la característica punteta blanca d'urea, però la part fosca té una matriu d'un característic color groguenc (procedent del rovell) i restes terroses, ingerides durant la desclosa o poc després de néixer.

El crani presenta una certa mobilitat i flexibilitat que els permet «absorbir» la pressió generada per la mossegada sense que afecti la caixa craniana i el cervell. Aquesta cinesi té lloc mitjançant una certa articulació entre els ossos parietal i occipitals. La captura de les preses causa la caiguda de dents que estan adherides de costat al dental i al maxil·lar, no implantades en alvèols.

Aquestes dents cauen (es muden) per ones al llarg d'aquests ossos, així que sempre hi ha buits a la boca dels lacèrtids. Les sargantanes presenten glàndules salivals que els permeten lubricar les preses, fins i tot les peludes, per poder engolir-les. De vegades, després de menjar es netegen refregant les comissures bucals amb el substrat.

Tots aquests aspectes seran desenvolupats en el futur mitjançant un estudi de l'alimentació de l'espècie basat en les femtes (excrements), que contenen les restes (parts dures, esclerificades) de les preses que han estat consumides.

En altres grups semblants s'ha estudiat l'impacte o la importància de les sargantanes en els ecosistemes montans en què habiten. En la sargantana del Caucas (*Darevskia saxicola*) s'ha calculat una densitat de 15,83 individus/ha, que consumeixen uns 12.800 mg d'aliment per hectàrea al dia (principalment insectes i aràcnids), cosa que correspon a uns 800 mg per animal i dia (menys d'un gram!).

En altres *Iberolacerta* se sap que ambdós sexes consumeixen percentatges de preses lleugerament diferents a causa del diferent ús del microhàbitat. Els mascles de la sargantana cantàbrica de la serra d'Estrela (*I. monticola monticola*) habiten més les roques i consumeixen més diversitat de preses, mentre que les femelles, que cacen més a les zones d'armentera, capturen més preses voladores. En aquesta sargantana cantàbrica les preses més abundants són dures o de mal gust: marietes (coccinèl·lids) i corcs (curculiònids), mentre que en la sargantana serrana (*I. cyreni*) s'adverteix que no consumeixen les preses més abundants sinó que en seleccionen activament alguns tipus. A la primavera s'alimenten dels més abundants, excepte formigues (que tenen mal gust per l'àcid fòrmic i poc aliment, excepte les alades); els mascles capturen les preses en el curs dels seus desplaçaments amb finalitats territorials i reproductores, mentre que les femelles cacen més a l'aguait.

Les sargantanes, encara que puguin extreure aigua de les preses que ingereixen, beuen àvidament la rosada al matí abans que el sol l'evapori o en cas de tempesta. També sembla que poden absorbir força aigua per la pell entre les escates i potser per la mucosa de l'anus.

Les deposicions de sargantana són molt característiques i fàcilment distingibles de les d'ocell, etc. Tant les d'ocell com les de sargantana tenen una part fosca (freqüentment amb restes d'insectes), que és l'excrement pròpiament dit, i una de blanca que es líquida (urea) en les aus, i que deixa taca quan s'asseca, o bé sòlida (àcid úric) en els lacèrtids, que apareix a la punta formant part de la deposició, totalment sòlida i que no deixa taca. Aquestes deposicions, a més de donar-nos una idea del que mengen les sargantanes, probablement serveixen com a marques per al reconeixement territorial.

BLOC 4:

Descobriment, estudi i conservació

El descobriment i l'estudi de la sargantana aranesa

El primer exemplar de sargantana aranesa que coneixem va ser capturat i conservat pel Dr. Javier Castroviejo i va estar fins fa pocs anys en la col·lecció de l'Estació Biològica de Doñana, etiquetat com «*Lacerta monticola bonnali*» amb el número EBD 22541 i procedent de «Canejan, biòtop de *Lagopus*, tartera», que probablement deu correspondre a la zona de l'estany de Liat. Aquest animal va ser capturat el 24 de setembre de 1965, molt al límit de l'estació d'activitat i, curiosament, onze dies després que nasqués qui escriu això, la persona que va descobrir l'espècie (1989) i la va descriure (1993) per a la ciència.

El descobriment

Quadern de l'autor (1.7.1989): «...A l'esquei rocallós que es veu (...) capturo 9 *Lacerta bonnali* (sic.!) (2.270-2.290 m). Les primeres sargantanes les trobo només arribar a l'esquei, sota pedres adossades a l'aflorament rocallós.

En alguna pedra més avall (a 20 m) ja es veuen excrements de *Lacerta bonnali* (sic.!). Curiosament, tot i que fa un bon sol (amb alguns núvols) no es veuen sargantanes a l'exterior (2 de 10 vistes). Estan calentes sota pedres planes. Potser «prenen el sol» sota aquestes lloses (de pissarra o gneis) per alliberar-se així dels efectes de l'UV. Les escates baixes en nombre i gruixudes deuen protegir també de l'UV.

Els mascles, dors una mica verdós, però fosc, verd maragda sobretot al centre del dors. Ventre blanc brut sempre. Juvenil sense cua blava. Estaven mudant. Una femella amb ous encara sense pondre. Si el zel és després de la primera muda, aquesta deu ser la segona muda.

Mascle *Lacerta bonnali*: temperatura ambient, 21,7° C; temperatura animal, 31,6° C.

Femella *Lacerta bonnali*: temperatura animal, 28,6° C; temperatura ambient, 16° C.

Anant cap a l'E deixa d'aflorar la roca contínua, i hi ha tarteres i sòls barrejats típics de muntanya.

Entre 2.100 i 2.200 m, en un petit llac procedent de la fusió de neu a l'obac de la cresta es veuen larves de *Rana temporaria*. En rierol torbós per allí, algun jove i adult.

De nou baixant (...), en prat d'herba rígida i punxant, molt espessa, una femella de *Lacerta vivipara* (sic.!) a 2.170 m. No hi havia cap altre refugi a prop tret de la mateixa herba. Tot cobert, ambient de tempesta. Grans llampecs i trons des d'Aigüestortes. Aire calent.

Una mica més avall, a 2.120 m, una *Lacerta bonnali* (sic.!) amb una banda dorsal de color de fons enfosquit, en una glera nua pràcticament sense vegetació. Estava a l'exterior al costat d'un petit rierol (fil d'aigua). La glera era de grava de pissarres grises rogenques.»

Un altre exemplar mascle va ser capturat per (o per a) la Dra. M. Victoria Vives el 21 de juliol de 1976 a Liat, i posteriorment va ser dipositat i va romandre durant anys com «*Lacerta monticola*» al Departament de Zoologia de la Universitat de Barcelona (DZUB) amb el número 1073.

El «descobriment oficial» de l'espècie va ser el dia 1 de juliol de 1989, al coll de Barradòs, desitjant fer una primera exploració del que es coneixia sobre l'anomenada fins aleshores «*Lacerta monticola bonnali*», la denominació durant tres quarts de segle d'un tipus de sargantana escassament conegut, de poc més de mitja dotzena de localitats, gairebé totes a França.

Al llarg de set estius, des de 1989 fins a 1995, ambdós inclosos, es va recórrer una fracció representativa de la totalitat de les zones alpines de la cadena pirinenca a la recerca de localitats noves de sargantanes pirinenques.

De 1989 a 1992 les prospeccions van ser puntuals, generalment centrades en alguns dies aïllats al maig i juny; i dos períodes més importants, d'uns deu dies cada un, la primera quinzena de juliol i la primera quinzena d'agost. A més es van realitzar algunes prospeccions al setembre (cap a la meitat del mes) i a l'octubre, a fi de delimitar el període d'activitat dels animals. Després de 1995 les prospeccions han estat dirigides a cobrir buits en les àrees de distribució, perfilar-les, confirmar possibles localitats i explorar massissos perifèrics del Pirineu.

Les primeres prospeccions tenien com a objectiu establir contacte amb l'aleshores anomenada *Lacerta monticola bonnali*, comprovar les poques localitats conegudes i avaluar-ne la possible variació geogràfica. Al mateix temps, es va iniciar el seguiment mensual durant tota l'estació d'activitat d'una població del que amb el temps va resultar ser *I. aranica*.

És dins d'aquest període quan es descobreixen i descriuen (1993-1994) *Iberolacerta aurelioi* i *I. aranica* (aquesta última descrita al principi com a subespècie dins d'*I. bonnali*).

L'exemplar tipus de la sargantana aranesa, el que es pren com a referència per a la descripció minuciosa de l'espècie i que n'és la referència per a estudis futurs, és un mascle capturat el 10 d'agost de 1992 i conservat en la col·lecció de l'autor (CA n. 92081007) (foto 65). Com a curiositat, direm també que al port d'Òrla (vall de Forcall) va ser trobada per primera vegada l'1 de setembre de 1992, només femelles, i el primer mascle no va ser localitzat fins tres anys després, l'1 de juliol de 1995, per la qual cosa, al principi i a causa de les diferències morfològiques, vam sospitar que les sargantanes de Forcall podien ser un híbrid partenogenètic (només femelles que es reprodueixen sense mascles, com passa amb almenys set «espècies» de *Darevskia* del Caucas i del Pròxim Orient, una possibilitat avui completament descartada. La seva diferenciació respecte a altres sargantanes araneses és nul·la.

L'any 1993 marca un període de trànsit entre l'etapa anterior de descobriment i la de prospecció metòdica i completa de tota la serralada pirinenca. Durant aquest període, i ja assumida l'heterogeneïtat de les poblacions de sargantanes d'alta muntanya, es va passar a estudiar els tres tàxons alhora i es va preparar l'estratègia de prospecció de tots els buits existents en el coneixement sobre la distribució d'aquests animals; i, sobretot, dels límits, tant taxonòmics com biogeogràfics, entre els diferents tàxons d'*Iberolacerta* que poblen el Pirineu. Durant 1994 i 1995 es va dur a terme una exploració exhaustiva de la distribució, els límits, l'estatus i la biologia, etc. de les tres espècies d'*Iberolacerta* pirinenques, ja que totes eren presents al Pirineu català. Així mateix, es va continuar amb prospeccions irregulars però intenses a la resta del Pirineu (França, Aragó i Navarra) que han conclòs en l'estat de coneixement actual d'aquestes espècies. Tots aquests coneixements queden plasmats en la tesi de l'autor d'aquestes línies.

Els estius entre els anys 1998 i 2003 han estat utilitzats per acotar amb més precisió la distribució d'*I. aranica*, que sembla que és l'àrea del lacèrtid continental més rar d'Europa, l'àrea de distribució del qual és notablement més reduïda del que en un principi vam suposar. Aquest període de temps també es va dedicar a la recollida de més dades biològiques, que s'analitzaran pròximament.

Protecció

Actualment hi ha dos documents que tracten sobre la protecció de la sargantana aranesa. Un primer document data de quan les competències de protecció de l'espècie depenien de la

Generalitat de Catalunya, redactat l'any 1999 i titulat *Plan de recuperación de las lagartijas pallaresa (Iberolacerta aurelioi [Arribas, 1994]) y aranesa (Iberolacerta aranica [Arribas, 1993]). Memoria técnica*, on s'exposaven directrius generals per a la conservació de les dues espècies.

Posteriorment, l'any 2003 es va redactar una versió actualitzada i centrada només en la sargantana aranesa, per al Consell Generau dera Val d'Aran, titulada *Plan de recuperación y directrices de conservación de la lagartija aranesa:* Iberolacerta aranica *(Arribas, 1993)*, ja que amb el traspàs de les competències en matèria de fauna i espècies protegides al Conselh Generau d'Aran (DOGC 3271-22.11.2000, Decret 365/2000), la responsabilitat de la conservació de la sargantana aranesa en l'àmbit mundial correspon pràcticament de manera total a aquesta administració. A fi de servir de base a aquest pla de recuperació i donar directrius de conservació per a l'hàbitat de la sargantana aranesa, es va redactar la memòria esmentada, quan encara estava pendent d'aprovació i de posada en pràctica.

Un pla de recuperació és un document orientat a la salvaguarda d'espècies o formes concretes, l'existència de les quals està amenaçada. El fi últim d'un pla de recuperació és deixar l'espècie objectiu del pla en condicions de mantenir-se a si mateixa, és a dir, que es pugui perpetuar sense l'ajuda directa de l'home. Segons l'US Fish & Wildlife Service: «un pla de recuperació és una guia que justifica, delimita i programa les accions necessàries per restaurar i assegurar una espècie com a component, viable per si mateixa, del seu ecosistema».

Si ens atenem estrictament a aquesta definició, podríem donar per acabat el pla de recuperació indicant que n'hi ha prou amb deixar tranquil·la l'espècie en qüestió perquè aquesta continuï amb normalitat i de manera autònoma el seu cicle biològic.

En efecte, les definicions indicades més amunt corresponen més aviat a la protecció de grans espècies, posades contra l'abisme de l'extinció per causes generalment humanes, l'origen i desenvolupament de les quals pot controlar i corregir l'ésser humà mateix —agent alhora de la destrucció i de la protecció de l'espècie.

No obstant això, en el cas d'espècies petites com alguns rèptils, amfibis, peixos, o genèricament gairebé tots els invertebrats, el nombre precís d'exemplars dels quals és difícil d'arribar a concretar, es cataloguen segons com n'és de reduïda la seva àrea de distribució i l'amenaça directament observada o inferida, ja que difícilment es poden aplicar els criteris exposats més amunt.

Les amenaces que hi ha sobre aquest tipus d'espècies se solen concretar en amenaces sobre el seu hàbitat. Si l'hàbitat és respectat, immediatament es pot assumir que l'espècie es reprodueix i s'automanté en el territori.

Des d'aquest punt de vista, en general n'hi ha prou amb conservar íntegre el territori de les espècies de mida petita amenaçades i el seu hàbitat, per assegurar-ne el manteniment. Tanmateix, això és cada dia més difícil, a causa de les pressions urbanístiques i les infraestructures que cada vegada són més amenaçadores, i que arriben fins i tot als últims racons de les nostres muntanyes. Per això, i davant del risc que aquestes transformacions representen per a les espècies amb una àrea de distribució reduïdíssima, la redacció, la planificació i l'execució del pla de recuperació adquireix una gran importància amb vista a conservar aquest hàbitat concret i a assegurar-ne la perpetuació i la supervivència dins de la dinàmica natural de contraccions i expansions de l'àrea de distribució dels animals.

Els fets que fan que la sargantana aranesa sigui una espècie molt amenaçada són:

a) La seva extremadament reduïda àrea de distribució (*Iberolacerta aranica*), uns 26 km^2 no ocupats de manera contínua ni uniforme.

b) El fet que la major part (superior en qualsevol cas al 75%) de la seva àrea de distribució sigui en territori espanyol (Val d'Aran, província de Lleida, Catalunya). Per tant, la responsabilitat global de la seva conservació correspon a l'Administració espanyola i aranesa.

c) La fragilitat dels ecosistemes altimontans davant de les alteracions, cada vegada més freqüents i algunes ja molt concretes, sobre les zones habitades per aquests animals.

d) La peculiaritat del cicle biològic i la baixíssima taxa de reproducció d'aquesta espècie.

e) L'apetència, tenint en compte la seva raresa i les seves peculiaritats dins dels lacèrtids, per part dels col·leccionistes científics o privats.

Iberolacerta aranica està catalogada com «en perill crític» en l'atles i el llibre vermell dels amfibis i rèptils d'Espanya. És endèmica del massís de Maubèrme i dels seus contraforts, i arriba pel vessant nord francès fins a les immediacions del Neouvielle. Ha estat trobada només en 4 quadrícules UTM 10 x 10 (fins a sis si comptem les franceses), en localitats situades entre els 1.940 m (1.900 a França) i els 2.540 m (vegeu més avall) (figura 36).

Iberolacerta aranica és comuna o localment abundant dins de la seva diminuta àrea de distribució. Fins a la data ha estat localitzada en 26 quadrícules UTM d'1 x 1 km i la seva àrea potencial, després d'una prospecció exhaustiva, cobreix un màxim de 36 quadrícules UTM d'1 km de costat. Prop del 90% de l'àrea cau dins de territori administrativament espanyol (Val d'Aran, Catalunya, Espanya) i la resta (tot just un 10%, a l'Arieja francesa).

El nucli de distribució és a la zona del tuc de Maubèrme (vista de 180° des d'aquest pic en la foto 67). Des d'aquí, s'estén cap al NW al llarg de la frontera hispanofrancesa fins al tuc de Crabèra (2.630 m). Des de Maubèrme, s'estén cap al sud, passant pel circ de l'estany de Liat, per arribar a la serra d'Armèros i la serra de pica Palomèra, des d'on l'espècie desborda fins al coll de Barradòs (localitat típica de l'espècie, és a dir, d'on va ser descrita per primera vegada per a la ciència) (fotos 68 i 69). La localitat més occidental coneguda en aquest contrafort muntanyós és l'estany Negre de Güèrri (a la zona dels Estanhons). El límit meridional de l'espècie corre cap a l'est a través del coll de Barradòs (foto 70) i falta a l'altre costat en hàbitats aparentment propicis de la serra d'Arenho (foto 71). Manté el seu rang altitudinal per damunt dels 1.900 m a la vall del riu Unhòla, on l'espècie descendeix fins a la Cabana des Calhaus. Des d'aquí, el seu límit passa en direcció NE, a través del riu de Calhaus fins als voltants del llac de Montoliu. Cap a l'E, al llarg d'una línia imprecisa, fins i tot discontínua, reapareix al Mahl de Bolard i a la part esquerra (sempre en el sentit de desguàs) de la ribera d'Òrla (port d'Òrla) (fotos 12 i 13). El límit E de la distribució de l'espècie és en algun punt entre el port d'Òrla i el tuc de Milh (Barlonguèra), on l'espècie ja és absent, així com de més a l'E, almenys en el vessant sud. Possiblement, la falla geològica que passa a través del Trauc de Lèsca (port d'Esca), amb el canvi de material geològic, constitueix el límit de distribució de l'espècie en aquesta estreta cresta de muntanya. La major part de la seva àrea de distribució, excepte la part francesa i la vall de Forcall, queda recollida en la foto 67. Pel costat francès tot just desborda de la frontera cap al nord, de W a E des del tuc de Crabèra, estany d'Araing, Bentaillou, Malh de Bulard, port d'Òrla (muntanyes de Barlonguèra). Recentment (Pottier i Garric, a la premsa) ha estat trobada en tres punts del vessant nord del Neouvieille (al S de l'estany d'Eychelle, Bethmale, 1.900 m; a les Clots de Garies, al NE del Pic de Pomebrunet; i al coll d'Estiouere, 2.300 m), on se'n suposava la presència però no havia estat confirmada (Arribas, 1993), cosa que redueix la discontinuïtat amb *I. aurelioi* de 20 km a uns 15 km. En el vessant ibèric d'aquesta mateixa zona l'espècie ha estat buscada a fons i no sembla que hi visqui en absolut.

Dins de la seva diminuta àrea (vegeu més amunt), la seva presència no és uniforme sinó localitzada i discontínua. L'espècie habita en afloraments rocallosos (foto 72), talussos de roca, pedres o cascalls, o bé en armenteres pedregoses amb fragments de roca (foto 69), segons les característiques geològiques de la localitat en qüestió (habita principalment pissarres, esquists i calcàries, totes d'edat paleozoica) i de la inclinació i la vegetació de cada lloc.

Àmpliament simpàtrica i ocasionalment sintòpica amb la sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*) a les zones d'armentera pedregosa (fotos 73 i 74). Ocasionalment es pot trobar prop de l'abundantíssima sargantana roquera (*Podarcis muralis*) (foto 75) cap als límits altitudinals inferior i superior respectivament d'ambdues espècies a la zona, entre els 1.900 m (límit inferior d'*I. aranica*) i els 2.160 m (superior registrat a la zona de *P. muralis*).

Altitudinalment, *I. aranica* és un típic habitant de l'estatge alpí, amb totes les seves característiques, tot i que en alguns punts és difícil distingir el límit entre el veritable estatge alpí i les armenteres subalpines aparegudes per desforestació antròpica per a l'obtenció de pastures. L'espècie ha estat trobada entre 1.940 m (1.900 m) i 2.668 m, molt a prop del cim del tuc de Maubèrme (2.880 m).

Factors clau de l'hàbitat

La presència d'acumulacions de roques apropiades (vegeu més amunt) en general no nues sinó amb vegetació herbàcia o arbustos nans i un grau d'humitat adequat (les poblacions són freqüents al costat de rierols, sota desguassos de geleres i a la vora de llacs de muntanya) són factors clau en la presència de sargantanes. L'orientació preferida és més o menys meridional (ocasionalment a l'est o a l'oest) i els pendents de les zones habitades suaus (prop de 30°) (vegeu l'apartat de biologia de l'espècie).

Dinàmica de l'hàbitat

La muntanya, tot i que profundament modificada des del Mesolític (ca. 10.000-4.500 BP) manté a les zones més altes un nivell relativament baix d'explotació i degradació, ja que aquí ha començat de manera relativament tardana.

Fins ben entrat el segle passat (s. XX), tan sols l'esporàdica presència de ramats en les pastures d'estiu o de caçadors de pas per la muntanya darrere les petjades dels isards o d'altres animals trencaven la solemne pau d'aquestes apartades contrades. Fins no fa gaire, eren considerats llocs oberts, buits, desolats i hostils; per això es conserven encara millor, en general, que altres zones baixes, però això no és degut a les seves característiques ecològiques pròpies, ja que són molt sensibles i extraordinàriament lents recuperant-se, sinó al fet que la intervenció humana ha estat molt tardana en aquests paratges.

Factors clau que poden afectar l'hàbitat de la sargantana aranesa

Pluja àcida

Els diversos tipus de pol·lució atmosfèrica tenen conseqüències importants que s'amplifiquen en l'altitud. Els efectes es manifesten en les comunitats alpines per l'augment artificial de la concentració d'alguns components naturals i l'aparició d'altres de nous.

El diòxid de sofre (SO_2), procedent de zones d'emissió llunyanes, pot caure sobre les parets a sobrevent de les crestes de la muntanya, o bé per remolins, acumular-se a sotavent. Les pluges freqüents ajuden perquè els contaminants no passin de llarg sinó que precipitin. Si cauen amb la neu o sobre aquesta, queden retinguts fins que la neu es fon. Localment, altres activitats com les cremes de vegetació de qualsevol mena i sobretot els tubs d'escapament dels cotxes (més abundants com més grans siguin les instal·lacions turístiques a la zona) o les calefaccions, són els responsables de l'emissió d'aquest tipus de contaminants. Tots tres, però sobretot els dos últims, estan relacionats directament amb el nombre de visitants que reben les zones turístiques més baixes.

Canvi climàtic

El clima està en canvi constant. Les espècies d'alta muntanya, com les dues sargantanes que es tracten aquí, deuen la seva aparició i àrea de distribució actual als vaivens climàtics del Plioplistocè, amb els períodes d'escalfament i refredament successius i alterns.

No obstant això, com a espècies adaptades a la vida en l'alta muntanya, si el clima es continua reescalfant, aniran reculant cada vegada més cap a les altures, reduint la superfície que

ocupen i augmentant l'aïllament de manera exponencial a mesura que es retiren cap als pics més alts. Els models climàtics disponibles prediuen un reescalfament amb un ascens dels estatges de vegetació associat d'uns 800 m, cosa que en la pràctica representa la substitució de cada estatge de vegetació pel seu immediatament inferior en l'actualitat. Així, les zones alpines que veiem avui en dia, seran progressivament envaïdes per espècies subalpines (pi negre i matolls de muntanya) tan ràpidament com la inèrcia en la reacció de la vegetació i l'escassetat de sòls els ho permetin. Aquest canvi serà més exagerat a les zones oceàniques.

Evidentment, el límit d'aquesta retirada cap a l'alta muntanya ve marcat per l'altura màxima dels massissos que habiten. Com més alts siguin els massissos habitats, més possibilitats hi ha de supervivència davant d'un previsible reescalfament climàtic. *I. aranica* és l'espècie que ho té pitjor en aquest sentit, no només per l'àrea tan diminuta en què es mou sinó perquè el punt més alt del massís de Maubèrme és a menys de 3.000 m.

Encara que s'aturés l'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle (diòxid de carboni, principalment), la gran inèrcia de la màquina climàtica faria que els efectes continuessin incrementant-se al llarg del pròxim segle. Contra els seus efectes poc s'hi pot fer des de la gestió d'espècies i espais protegits. Caldria intentar, en la mesura que sigui possible, que els espais protegits siguin prou «tridimensionals», no solament en superfície sinó en altures, per suportar aquests canvis a llarg i mitjà termini en la zonació altitudinal dels estatges de vegetació.

Actualment, el que sí que està demostrat és que la tendència és cap al reescalfament climàtic, i no cap al refredament. Les glaceres pirinenques han perdut fins a un terç del seu volum en només cinc anys (de 400 hectàrees de glaç a l'Aragó a només 280,2 en el període que va del 1990 al 1995). Segons dades del Departament de Geografia Física de la Universitat de Saragossa, les glaceres pirinenques han sofert una pèrdua del 20% en dues dècades.

Sobrepastura

Altres activitats tradicionals com el pasturatge, la caça, etc., no sembla que tinguin efectes perjudicials sobre les poblacions de sargantana aranesa.

Com a activitat tradicional i respectuosa amb el medi ambient, el pasturatge extensiu, de la manera tradicional com s'ha estat fent, és un tipus de tasca molt desitjable per a la gestió correcta i rendible dels hàbitats de muntanya. Així doncs, el maneig dels ungulats domèstics és primordial, no solament pel seu efecte modelador dels ecosistemes en què pasturen, sinó perquè «èticament» formen part dels ecosistemes i modes de vida tradicionals que també es pretén conservar (foto 76).

El pasturatge extensiu produeix un impacte suau sobre l'alta muntanya, i la seva continuïtat, ben gestionada, és molt desitjable per raons obvies que ultrapassen el simple aspecte de la conservació del medi natural. L'excés de càrrega ramadera (sobrepastura) és el que produeix efectes preocupants sobre les armenteres altimontanes, però resulta difícil saber quina és la concentració d'herbívors a partir de la qual ja no hi ha regeneració de la vegetació. Tots aquests aspectes mereixerien la realització d'estudis concrets als Pirineus, que són necessaris en gran mesura.

L'efecte dels pastadors sobre l'estructura de les comunitats de plantes depèn de nombrosos factors, incloent-hi la proporció herbes/arbustos i les seves relacions espacials.

Aquests efectes indesitjables de la sobrepastura són:

1. Pèrdua de la diversitat estructural i taxonòmica dels prats. Desapareixen la molsa, els arbustos nans, els brucs, etc. i s'uniformitza l'armentera (es perden espècies típiques d'alta muntanya com *Lagopus mutus* o *Zootoca vivipara*).
2. Pèrdua de comunitats vegetals sensibles (als voltants de rierols, prats humits, etc.), on la frescor i la ufanor de la vegetació atreuen el bestiar, que acaba devastant-ho tot per ingestió i trepig.

3. Trepig (destrucció directa d'espècies vegetals i animals, compactació, erosió, pèrdua de nius en aus, etc.). El pasturatge produeix depressions i estructura en motes a l'herba, on s'acumulen la major part de les espècies del prat. Si es va incrementant el bestiar que trepitja aquesta zona amb depressions i que s'alimenta de les motes, acaba modificant-se el paisatge i el microrelleu del lloc, i es crea un paisatge «rugós», amb bonys.

En general, l'efecte del bestiar en excés sobre la vegetació és l'extracció de nutrients, l'erosió, el traçat de camins en els aiguavessants (que incrementen l'erosió per escorranc) i un empobriment general de l'hàbitat. Aquest empobriment es tradueix en un canvi en les dominàncies de la pastura en el sentit següent:

Festuca >> *Agrostis* >> *Nardus*

Aquest últim és rebutjat per les ovelles, tot i que les vaques encara el poden aprofitar. El resultat, pel que fa a les espècies implicades, és diferent segons la naturalesa del terreny. Al Pirineu, sobre terreny calcari passaríem de comunitats amb *Festuca scoparia* (= *F. gautieri*) o *F. airoides* a *Nardus stricta* (rar en realitat pel substrat). Mentre que sobre terreny silici, passaríem de comunitats amb *Festuca eskia* també a *Nardus stricta*.

No obstant això, el pasturatge moderat presenta aspectes beneficiosos per al manteniment dels processos naturals. Si s'abandona el pasturatge en una zona (per exemple, durant un segle), es produeixen diversos efectes:

1) La diversitat decreix. Les plantes que s'imposen formen rosetes i estolons, alhora que creix el tapís natural de molses.
2) L'equitat decreix (augmenta la dominància d'unes poques espècies).
3) El patró de diversitat decreix, i passa d'una heterogeneïtat del paisatge «de gra fi» a unade «gra gruixut».
4) Les pastures antigament farratjades (a dent) canvien més ràpidament que les antigament segades (a dalla).

En principi, la diversitat augmenta una mica en començar el pasturatge d'una zona, igual que augmenta en el cas dels prats de sega, ja que rejoveneix l'estat de la successió i dóna oportunitats a altres espècies (portades per zoocòria), i la fullaraca o les restes vegetals desapareixen en la major part ja el primer any. Es pot aconseguir més diversitat quan la intensitat del pasturatge permet una heterogeneïtat espacial a gran escala, mantenint «zones font» pasturades juntament amb altres de verges o no explotades.

Si es tracta d'un bruguerar, aquesta zona passa de bruc (*Calluna vulgaris*) a armentera a partir dels següents valors de càrrega ramadera (> 2,7 ovelles/ha; > 2 cérvols/ha; o 0,23 vaques/ha). Les ericàcies resulten més vulnerables a la sobrepastura i el trepig que les herbes.

Si no hi ha pasturatge, augmenta *Deschampsia flexuosa* i *Vaccinium* sp. En canvi, el pasturatge lleuger afavoreix les ericàcies (*Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Erica tetralix*) i els líquens (*Cladonia* sp.), mentre que la pressió de pasturatge més forta afavoreix les gramínies (*Agrostis*, *Festuca*, *Poa*) i les «megafòrbies» (plantes rebutjades pel bestiar, com *Veratrum* o *Gentiana*, o típiques de llocs nitrificats com *Rumex* o *Chenopodium*).

L'efecte del trepig del bestiar redueix l'acumulació de matèria orgànica i per tant de la quantitat de sòl orgànic present. En prats de *Deschampsia* a Dinamarca s'ha observat que la quantitat de matèria vegetal morta va passar de 4 a 1 t/ha en dos o tres anys. En quatre anys, la sobrepastura i el trepig redueixen la capa de fullaraca o de restes vegetals en general, de 52-28 t/ha de matèria orgànica.

Les deposicions del bestiar, especialment el boví, en forma d'excrements i orina, enriqueixen (eutrofitzen) de manera sobtada i artificiosa les comunitats normalment oligotròfiques d'alta muntanya, i això també en causa l'alteració.

Les cremades en zones higrotorboses danyen les molses i les espècies més delicades, mentre que afavoreixen espècies de brucs amb bona regeneració després del foc. A la zona, les cremes de matolls (bruc, ginebre) se solen fer entre març i abril, de manera controlada, encara que n'hi ha que també efectuen cremes incontrolades especialment al novembre. Cap d'aquestes dues èpoques no afecta directament les sargantanes araneses.

En general, el tipus de matoll a les zones no pasturades ens dóna una idea de la quantitat d'innivació hivernal. Hi ha un gradient que ens indica la cobertura hivernal de neu. Aquesta cobertura, de menor a major està indicada per:

Calluna << *Vaccinium-Empetrum* << *Vaccinium-Rhododendron*

Així, *Calluna vulgaris* es presenta sobretot en exposicions meridionals; *Vaccinium uliginosum* (o *V. myrtillus* cap al límit inferior de l'alpí) en exposicions septentrionals i *Rhododendron ferrugineum* sobre silici. L'altura de les mates es correspon amb el gruix de neu mínim, ja que els brots o les branques que sobresurten es gelen i així queden «esporgats» de manera natural.

Segons el tipus de bestiar: el bestiar boví no és selectiu quan pasta, fa servir la llengua per esquinçar o estirar la vegetació. A més, part del dany que provoca el fa per trepig o frec amb la vegetació. Les vaques (i els cavalls) deixen créixer plançons d'arbres sense problemes (i per tant, amb més raó arbustos o herbes en l'estatge alpí), però impedeixen la regeneració en concentracions de més de 100 kg/ha.

El bestiar oví és un «pasturador» molt més selectiu, que mossega la vegetació i fa una selecció molt més fina que les vaques. La sobrepastura per ovelles (més de dues ovelles per hectàrea) produeix una armentera pobra, dominada per espècies no comestibles o de baix valor pratícola. Si es baixa en nombre d'ovelles apareixen arbustos nans, i si hi ha l'altura adequada (subalpí), arbres dispersos. S'ha suggerit que sobre sòls secs i pobres, una càrrega ramadera general superior a 22 kg/ha impedeix la regeneració. Als prats que utilitzen, les ovelles s'emporten al voltant del 80% de la producció anual.

El bestiar cabrum (absent o testimonial a la zona) és molt poc selectiu i molt destructiu per a la vegetació. En circumstàncies determinades es pot utilitzar per evitar l'expansió del límit del bosc, ja que menja els plançons d'arbres.

Altres espècies silvestres, com els talpons (múrids), no destrueixen tant la vegetació, ja que mengen selectivament brots, llavors o ocasionalment tiges arran de terra. Les espècies salvatges, com l'isard (*Rupicapra pyrenaica*), es comporten com l'ovella o més selectivament i tenen poc impacte. Els cérvols tenen un efecte molt semblant al de les ovelles, però el seu impacte és lleugerament diferent a causa de les diferents estructures socials d'ambdues espècies. El cérvol menja el bruc que hi ha prop de l'herba per pasturar, amb la qual cosa augmenta la fragmentació. Amb densitats d'un cérvol cada 10 ha, la regeneració del bosc es comença a dificultar; això no interfereix o és fins i tot positiu però anecdòtic per a les sargantanes. Paradoxalment, el detestat efecte dels porcs senglars d'aixecar els prats i el sòl del bosc, és molt beneficiós a mitjà termini, ja que augmenta la descomposició de la matèria orgànica i la mobilització de nutrients. Els lagomorfs (conills i llebres) es considera que tenen un efecte estimulant sobre el creixement del bruc. No s'ha de desdenyar l'efecte dels acrídids (saltamartins), que cap a la meitat o final de l'estiu atenyen biomasses gens menyspreables i un nivell de consum de pastura molt alt.

Pel que fa a l'efecte del bestiar sobre altres animals, els grans herbívors afecten directament per trepig o, indirectament, mitjançant la influència que exerceixen sobre la vegetació i l'estat de la successió. Aquest últim efecte és més important quan diversos estats de la successió són fixats per herbívors, i coexisteixen alhora amb la seva fauna típica, cosa que es podria considerar un efecte beneficiós si s'assoleix (molt difícil en la pràctica). Si la pressió ramadera és molt intensa, hi ha una pèrdua important en el nombre d'espècies i en la biomassa total de la fauna d'inverte-

brats (ambdós fenòmens guarden una relació inversa). Fins i tot una armentera lleugeríssimament pasturada (0,16 vaques per hectàrea) té menys espècies i biomassa que un prat intacte.

Efecte sobre invertebrats-presa: el pasturatge molt intensiu afecta les comunitats d'invertebrats-presa. Per exemple, si afavoreix el mosaic de bruc-pastura amb zones humides i seques, la diversitat augmenta, però això no acostuma a passar fàcilment.

En general, la sobrepastura (més de dos caps bovins per hectàrea) crea un medi obert que afavoreix les espècies més comunes d'alguns grups com els caràbids. És molt probable que tots els grups es vegin afectats d'una manera paral·lela, ja que els caràbids, igual que les papallones, són bons bioindicadors de la salut de l'ecosistema. S'ha comprovat que la pressió excessiva de pasturatge afecta la quantitat de menjar dels ocells alpins i que és la causa directa de la disminució del gall de cua forcada (*Lyrurus tetrix*) en algunes zones.

Resum dels efectes de la sobrepastura: resumint, la sobrepastura implica respecte a altres espècies els efectes perniciosos següents:

a) Menys plantes que arriben a florir.

b) Menys restes orgàniques disponibles per a les xarxes tròfiques.

c) Menys biomassa vegetal disponible per als fitòfags.

d) Molèsties per moviment i trepig.

e) Menys preses per als depredadors.

f) Microclima més extrem.

Alhora, implica un únic avantatge (al marge dels ja expressats per al pasturatge lleuger o sostenible), un benefici per als coleòpters copròfags i algunes papallones.

Efectes de la sobrepastura segons tipus de vegetació: el valor pratícola relatiu dels diversos tipus vegetals és aproximadament el següent:

fòrbies (herbàcies grans) > herbàcies petites >> gramínies >> matoll

- Arbustos: la sobrepastura danya els meristemes apicals (brots), si bé alguns de tòxics, com *Rhododendron*, no són consumits. El bruc només és important per als fitòfags a l'hivern, quan l'herba està gelada o és inaccessible.

- Herbes: són menys sensibles, ja que presenten un creixement continu des de la base. No obstant això, el pasturatge selectiu afavoreix amb el temps la supervivència i la dominància de les espècies menys apetitoses. Aquest pasturatge el fan les ovelles i fins i tot —encara que molt menys selectives— les vaques. Les pastures plenes de *Gentiana* o de *Veratrum*, al marge de la bellesa estètica, denuncien l'efecte de la contraselecció que les vaques fan d'aquestes megafòrbies. Aquesta selecció amb pèrdua de diversitat en la pastura és acompanyada d'una baixa en la biodiversitat d'insectes fitòfags (preses de les sargantanes). De totes maneres, aquests possibles impactes semblen molt llunyanament influents sobre la vida de les *Iberolacerta* pirinenques.

Trepig: l'efectuen els grans herbívors, especialment sobre els arbustos nans. Si el sòl és humit (desglaç, proximitat de rierols o torbera) la superfície s'enfonsa i proporciona l'oportunitat d'una successió secundària per a les herbes que germinen, augmenta localment la diversitat, però en general afavoreix les espècies més banals.

Femada: la femada és molt diferent segons l'espècie que la produeix. En general, les vaques i la resta d'ungulats produeixen dos efectes molt diferents. Els fems de vaca tenen un efecte immediat sobre aproximadament un pam quadrat de terreny: foscor total sobtada i eutrofització immediata. Altres espècies com les ovelles tenen un efecte molt més difús (i inofensiu).

Un efecte important el produeixen els orins del bestiar, que provoquen una eutrofització local forta. L'eutrofització, sigui per orins o per excrements, afavoreix l'herba (plantes nitròfiles

com *Rumex*, *Chenopodium*, *Urtica*, etc., ben típiques de cledes i llocs molt freqüentats pel bestiar) en detriment d'espècies més rares de gramínies o altres vegetals, i especialment de les molses.

Cremades de vegetació: les cremades de vegetació s'utilitzen per augmentar els nutrients del sòl o eliminar espècies de baix valor pratícola. L'efecte varia segons què es cremi i la temperatura que assoleixi. Les cremades de bruc, si són «de gra fi», és a dir, molt acurades i de superfícies molt petites, solen afavorir el mosaic de vegetació i la diversitat. Si, en canvi, les cremades afecten grans extensions de vegetació, afavoreixen la uniformització i la invasió per plantes no desitjables.

L'efecte de la cremada és diferent segons el tipus de vegetació que es cremi:

- Bruc jove (de menys de 15 cm d'altura): la cremada tendeix a afavorir espècies resistents al foc com *Nardus stricta* i *Molinia caerulea* (no desitjables, de baix valor pratícola, amb poca diversitat d'insectes-presa i indicadores de comunitats relativament degradades).

- Bruc madur (de 20 a 30 cm): rebrota fàcilment a partir de gemmes axil·lars. Si el bruc ja està senil o parcialment degenerat per altres causes, no és fàcil que regeneri a partir de gemmes axil·lars després d'un foc. Qualsevol regeneració seria per llavor i les plàntules poden ser suprimides pel pasturatge.

- Falgueres: les falgueres rebroten molt bé després de la cremada a partir dels rizomes i probablement maten altres espècies per competència lumínica (ombra). Són una comunitat pobra.

L'efecte de les cremades també canvia segons la humitat del sòl en el moment en què aquesta es produeix. La vegetació humida respon de manera molt diferent de la vegetació seca. Com a mínim de novembre a juny el sòl està humit i la vegetació crema poc, i els animals que hi ha al subsòl estan estalvis. Les cremades que s'efectuen a la zona (de març-abril i ocasionalment de novembre) no tindrien cap efecte, però si es produeixen cremades concretes de *Juniperus* o d'altres durant l'estació lliure de neu de l'estatge alpí (com sembla que era el costum dels pastors per escalfar-se els dies freds), aquestes sí que poden tenir efectes. Si les cremades tenen lloc a l'estiu, el dany pot ser considerable, i si són en zones higrotorboses, podria cremar la torba o part del sòl vegetal, amb conseqüències molt greus per a les comunitats vives de la zona.

Caça

La caça a les zones habitades per sargantanes és principalment de dues espècies: caça menor de perdiu xerra (*Perdix perdix*) i de perdiu blanca (*Lagopus mutus*), aquesta última prohibida a l'Estat espanyol però no a França; així com la caça major d'isards (*Rupicapra pyrenaica*). Ocasionalment altres espècies poden visitar aquestes zones però no són objecte d'una caça sistemàtica i específica.

En principi la caça és perfectament compatible amb la conservació de les sargantanes, i unes mínimes normes d'educació, com recollir les deixalles o els cartutxos usats, són suficients per deixar l'hàbitat òptimament.

Repoblacions forestals en altura

La plantació d'arbres en zones per damunt del límit natural de l'arbratge és totalment desaconsellable. Les plantacions (que no repoblacions, ja que per definició l'estatge alpí és aquell en el qual ja no creixen els arbres) en alta muntanya (alpí i subalpí), en cas que es tracti de subalpí alpinitzat, restaria hàbitat a les espècies alpines, i si és alpí veritable, seria llençar els diners públics, ja que allí els arbres ja no hi poden créixer de manera natural. Les «repoblacions» amb coníferes andines de parts altes del riu Barradòs i Unhòla, a més de no haver tingut èxit, constitueixen un impacte visual i un perill d'erosió continu.

Activitats turístiques

El turisme és avui una necessitat i un factor clau de riquesa a les zones de muntanya. Els esports a l'aire lliure constitueixen una forta atracció per als turistes, però aquestes activitats poden provocar molèsties a la fauna, per la qual cosa s'han de compatibilitzar amb la conservació del medi natural.

Durant l'últim mig segle hi ha hagut un creixement exponencial en la transformació del paisatge i del territori, inèdit en segles d'activitat humana anterior, fins i tot en els períodes en què la muntanya ha estat molt més habitada que actualment. L'ús turístic ha irromput de manera sobtada en la muntanya, i en poc més de vint anys s'ha sumat als efectes anteriors.

L'efecte dels usos turístics es deixa sentir, especialment, en alguns dels punts més carismàtics o coneguts. Escalada, senderisme, bicicleta de muntanya, esquí en totes les múltiples variants (alpí, nòrdic, heliesquí, etc.) i pesca esportiva són algunes de les activitats en augment a les zones de muntanya. Fins i tot les activitats més innocents tenen impacte en aquests ecosistemes tan delicats. La bona gestió és la que tendeix a permetre el desenvolupament de totes aquestes activitats «filosòficament positives» cap al medi natural però vetllant per la conservació de l'entorn, és a dir, limitant-ne l'extensió o densitat d'ús per evitar que desbordin la pròpia capacitat d'absorció i recuperació de l'impacte per part de la naturalesa.

Senderisme i excursionisme pedestre (tresc)

El senderisme i la construcció de refugis (vegeu més avall) afecten la flora i la fauna, i comporten modificacions de l'hàbitat, a més de brossa i excretes humanes. Els camins, refugis i bivacs ajuden a penetrar en àrees remotes que són refugis de la vida salvatge.

El trepig danya el sòl i l'armentera i produeix erosió, especialment el trepig fora del camí marcat. En alguns llocs, com als EUA i als Abruzzi italians, la solució ha estat tancar al públic les àrees més susceptibles o bé marcar els camins, assumint sempre que l'enllosat («condicionament») i la senyalització són un tipus de contaminació en si mateixos. És el que es fa per exemple a les zones higrotorboses del Parc Nacional d'Aigüestortes.

L'ús massificat dels camins de muntanya porta associat un risc greu d'erosió que s'incrementa de manera sinèrgica com més gran és el pendent i l'afluència de visitants.

Als llocs més freqüentats, el senderisme i la bicicleta de muntanya són els responsables de seriosos problemes d'erosió en els camins de muntanya i les torberes. Si el trànsit és repetit i fora de camins, a través de la pastura de muntanya, els efectes encara són més greus. Quan a causa del gran nombre de visitants, un camí es va convertint en un solc profund, els excursionistes tendeixen a anar obrint petites variants del camí als costats o petits traços paral·lels, de manera que amplien i augmenten l'efecte erosiu i degradador. Aquests solcs es compacten i fan de llera de la rierada quan plou, i faciliten l'erosió.

Es calcula que un excursionista de 70 kg exerceix una pressió de 0,8 kg/cm^2 quan camina. Si la superfície de la sola és de 83 cm^2, la columna de pressió afecta les profunditats del sòl que van de 2,5 a 20 cm. Si el passeig és a cavall, la pressió és molt superior, d'uns 2,77 kg/cm^2. Les zones d'acampada i les superfícies cobertes per tendes de campanya també pateixen una compactació especial de fins a un 70%.

Les motos fora de pista constitueixen un problema seriós en algunes zones com el coll de Barradòs. Les roderes deixades pel pas de diverses motos pel mateix lloc provoquen cicatrius en el past alpí que poden tardar dècades a cicatritzar. Les cicatrius en la vegetació no es revegeten en zones amb moviments de terres (p. ex. els sòls amb solifluxió de bona part de la serra d'Armèros). A més, on ja hi ha hagut una erosió de més de 7 cm de sòl, ja no hi ha revegetació. També poden provocar la mort directa d'exemplars i molèsties a multitud d'espècies que crien o resideixen a la zona.

Pistes forestals

Les pistes forestals faciliten i augmenten l'accés a àrees silvestres tant de vianants com de vehicles. Aquest accés no solament causa impacte per l'activitat humana, sinó que facilita la possible (i certa) espoliació de les poblacions de lacèrtids amenaçats.

La construcció de pistes forestals (supraforestals en aquest cas), per a altres finalitats tret de les estrictament necessàries de gestió i explotació racional de recursos (repoblació, extracció de fusta, control del bestiar) atreuen excursionistes que generen diversos tipus d'alteracions a la fauna i la vegetació, així com molèsties al bestiar extensiu. Paradoxalment, l'atractiu turístic és un dels arguments més esgrimits per a la construcció de pistes en llocs ambientalment valuosos.

Estacions d'esquí

Infraestructura de les estacions d'esquí

Vet aquí el perill més greu que podria afectar la sargantana aranesa en el futur. Les estacions d'esquí són les infraestructures més catastròfiques i destructives de manera irreversible per a l'hàbitat que es poden desenvolupar dins de l'àrea d'*I. aranica*, per això els dedicarem una atenció especial, per subratllar quins són els perills més evidents i com es poden evitar. La foto 77 exemplifica els canvis profunds i irreversibles que genera una estació d'esquí (en aquest cas Ordino-Arcalís, a Andorra) sobre l'ecosistema altimontà.

L'impacte més greu de les estacions d'esquí té lloc precisament per damunt del límit natural de l'arbratge, és a dir, en l'estatge alpí. Els camins i les pistes produeixen un impacte més greu que en les zones forestals (vegeu més amunt) ja que modifiquen l'hàbitat i produeixen erosió. Part d'aquestes pistes en l'estatge alpí s'obren per accedir a obres d'infraestructura que es realitzen prop de les zones de cims, ja que necessiten l'aportació de materials de construcció o revisions periòdiques de manteniment. Les estacions d'esquí en alpí necessiten maquinària pesant per a la seva construcció i manteniment, i aquesta maquinària obre cicatrius i roderes profundes que tarden dècades a cicatritzar, si és que ho acaben fent. Aquests impactes es poden obviar, sempre que sigui possible, mitjançant l'acostament en helicòpter de personal i materials. A més de la destrucció de la vegetació, produeixen un llaurat de vessants, deteriorament ambiental general, pol·lució, esllavissades de terres, i contaminació de les aigües.

Encara que se sembrin els vessants per evitar l'erosió, l'efecte és dèbil i les zones pelades que aviat apareixen, grans. A més, si hi ha zones higrotorboses (torberes), aquestes no es conserven a les estacions d'esquí, tot i que la degradació que pateixen, per exemple, les torberes de Beret, es deu molt més a la sobrepastura que no pas a l'estació d'esquí de Baqueira.

A més de les tasques mecàniques per preparar les futures pistes, durant el funcionament de l'estació es dispersen productes químics en el procés de fabricació de la neu artificial (vegeu l'apartat de neu artificial més avall). En aquesta neu artificial apareixen petites quantitats de metalls tòxics que s'acumulen a les pistes. Posteriorment, i a causa de la inclinació de les pistes, els materials són arrossegats vessant avall i van a parar a les aigües d'escolament superficial o subterrànies.

L'erosió de sòls es dóna freqüentment i si no es planten de manera correcta els vessants, aviat desapareix la vegetació i hi apareixen taques nues, sense plantes, que acaben ocupant en poc temps més de la meitat de l'estació d'esquí en qüestió. Si el clima és molt dur, les clarianes en la vegetació no es regeneren en absolut. Per l'estat dels vessants en algunes estacions que hem visitat, dubtem molt que alguna vegada hi hagin plantat res per retenir la terra després del condicionament de la pista.

En la bibliografia es troben casos d'estacions d'esquí d'inclinacions inferiors a 24° i sòls de fins a 5,7 cm, que han estat erosionats fins a 1,1 cm en només 15 anys de funcionament de

l'estació. On ja s'han erosionat més de 7 cm de sòl, ja no es produeix la regeneració de la vegetació. Sembla que l'erosió disminueix a les pistes velles, en funcionament des de fa anys. Aquesta erosió també influeix en l'efecte de deteriorament de la qualitat de l'aigua per sota de les pistes i el corriment de terres.

Els esquiadors, a més, prefereixen les estacions grans, amb la qual cosa augmenta de manera sinèrgica el nombre de cotxes, les congestions de trànsit per accedir-hi, el soroll i la pollució. Com més gran és una estació, més gent atreu.

La major part d'aquestes estacions d'esquí en domini forestal, si bé produeixen fragmentació, impacte paisatgístic i destrueixen o modifiquen l'hàbitat d'espècies forestals típicament subalpines (a la zona del Pirineu de Lleida en serien exemples Port-Ainé, Espot Esquí i la Tuca), no afecten la sargantana aranesa. No obstant això, al Pirineu també hi ha estacions en zona alpina. En principi, com més al sud es trobi una serralada, a més altura s'hauran de situar les estacions d'esquí per conservar una certa quantitat de neu durant un temps acceptable i ser competitivament eficaces. Com més al sud, més probabilitat hi ha que les estacions d'esquí se situïn cap a la zona alpina, amb la qual cosa entren en conflicte amb els fràgils hàbitats alpins i la seva fauna (un exemple d'estació mixta alpinosubalpina prop de la zona d'*Iberolacerta aranica*, però amb tendència a expandir-se cap a l'estatge alpí, és Vaquèira-Beret).

La competició econòmica entre estacions és cada vegada més dura i anirà *in crescendo*, amb la qual cosa les més dèbils per les causes anteriorment exposades o perquè no tinguin els serveis complementaris d'oci que ofereixi alguna altra estació de la competència a les rodalies, acabaran tancant, com és el cas potser del que ha passat a Llessui i a la Tuca.

La demografia tampoc no juga a favor de les estacions d'esquí. La gent de raça caucasiana (blanca) té una taxa de reproducció molt baixa en la nostra societat. El potencial demogràfic al nostre país sembla que ve de l'alta taxa de reproducció dels immigrants procedents de l'Amèrica del Sud, el nord d'Àfrica, l'Àfrica subsahariana, etc., que, almenys de moment i en la generació acabada d'arribar, culturalment no aprecien l'esquí, fins i tot en els casos en què el seu potencial adquisitiu els ho permet. Per això podem sospitar que el nombre d'esquiadors ha tocat sostre i que en uns 20 anys decreixerà de manera notable, pel percentatge creixent de gent d'altres cultures en la franja d'edats que més esquia.

La pràctica de l'heliesquí (modalitat que consisteix a dipositar els esquiadors en un «cim verge» mitjançant un helicòpter perquè baixin esquiant) no afecta els lacèrtids, tot i que sí les espècies d'aus com *Lagopus* o fins i tot *Tetrao*. Aquesta modalitat es practica puntualment al tuc de Milh (una zona sense sargantanes), però es pot donar de manera incontrolada amb turistes particulars que lloguin helicòpters per fer-ho en qualsevol altre punt (com passa a Andorra, per exemple).

Els accessos a les estacions permeten també l'arribada de moltes persones a les zones altes, especialment si remuntadors i pistes estan oberts durant l'estiu. L'obertura d'accessos tot l'any afavoreix la sobrefreqüentació de zones poc accessibles. D'aquesta presència humana es deriven molèsties i la possibilitat de furtar exemplars com a impactes més severs. S'afavoreix el trepig de la vegetació, etc. i la presència de possibles depredadors oportunistes (guineus, còrvids, etc.) atrets pels residus i les restes d'aliments que deixen els éssers humans.

Quant a la pràctica de l'esquí pròpiament dit, sobre neu natural, no és perjudicial, ja que el mantell de neu sobre el qual es desenvolupa protegeix les comunitats que es troben en fase de latència hivernal. La pràctica de l'esquí en la seva versió més natural (és a dir, sense neu artificial) només resulta perjudicial durant els extrems de l'estació favorable (al començament i al final de l'època d'esquí, ja que com que hi ha poca neu es danya la vegetació) i afecta els animals durant èpoques especialment sensibles per a la seva supervivència (vegeu la secció d'additius de la neu).

A més, les estacions d'esquí mateixes eliminen les pedres de les pistes per evitar deterioraments del material o lesions fortuïtes dels esquiadors. Aquest esquí en els límits de temporada

va en detriment de l'estació d'esquí, ja que perjudica la vegetació i un bon recobriment herbaci del sòl és important al seu torn per a la retenció de la neu.

En el cas d'*I. aranica*, la situació és particularment greu ja que la seva diminuta àrea de distribució té a l'interior, almenys, dos projectes de pistes d'esquí alpí que es podrien desenvolupar en un futur pròxim. En el vessant francès, a la zona de l'Haut Birós hi ha projectes sobre aquest punt. A la zona de la Val d'Aran, tota la localitat típica de l'espècie (els solells d'Armèros) i els obacs d'Arenho queden enquadrats dins d'un projecte d'estació d'esquí a la capçalera del riu Barradòs, segons queda reflectit en el Pla rector d'ús i gestió del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.

No cal dir que un projecte així, amb les infraestructures que l'acompanyen, comportaria la desaparició física d'entre una cinquena i una sisena part de la superfície total de l'àrea de distribució del tàxon (la millor, per inclinació i superfície), i per tant s'ha d'evitar costi el que costi. Amb igual prudència s'han de considerar totes les possibles ampliacions de Baqueira-Beret cap a la zona habitada per l'espècie, tal com s'ha definit més amunt.

Un cas particular d'amenaça: la neu artificial

La fabricació de neu artificial també és nociva en general per al medi ambient. A més dels efectes sobre la fenologia (el calendari vital) de les plantes de les zones artificialment innivades, es produeix una contaminació dels aqüífers pels agents químics presents en la neu fabricada (principalment sals i patògens vegetals, vegeu més avall). A més, aquests aqüífers s'empobreixen, i produeixen carestia d'aigua per a ús potable, sanitari, reg, prevenció d'incendis i disminució de cohesió en terrenys hidromorfs. L'enorme consum d'aigua que fan aquests canons esgota els recursos aqüífers. Per cobrir una superfície de 60 x 60 m (com mig camp de futbol) amb 15 cm de gruix de neu, són necessaris 566 metres cúbics de neu, que surten de la transformació de 283 litres d'aigua.

Aquest empobriment dels cursos d'aigua queda agreujat per l'augment de consum a causa de l'increment estacional del nombre de llits residencials a la zona.

Mentre que la neu en si protegeix el sòl de les temperatures exteriors extremes, la temperatura del sòl és significativament menor sota la neu artificial, i més encara sota neu artificial i, a més, compactada.

La fusió nival comença primer per la neu natural, després es fon la neu artificial no compactada i finalment la neu artificial compactada. La fenologia de la vegetació segueix de manera paral·lela aquesta seqüència de fusió. En zones veritablement alpines, com les habitades per la sargantana aranesa, la fusió pot quedar desplaçada fins a tres setmanes.

La compactació de la neu a les pistes es fa per facilitar el lliscament. La compactació (*grooming*) facilita el lliscament dels esquiadors, però augmenta la densitat i la conductivitat tèrmica, cosa que permet que les temperatures gèlides de l'hivern arribin al sòl.

A més, els canons de neu incrementen els sorolls i la contaminació atmosfèrica, i construir-los i fer-los funcionar exigeix profundes modificacions del paisatge, amb construcció de pistes d'accés i manteniment, fonamentació dels canons (coixinets de ciment), cables d'acer, captacions d'aigua, etc.

Un altre aspecte menys considerat però interessant és que s'incrementen els riscos naturals: la neu artificial és molt més compacta i es glaça, amb la qual cosa les caigudes dels esquiadors són més freqüents.

Pel que sembla, els vessants amb neu artificial són, també, menys estables i precipiten en forma d'allaus molt més fàcilment. Sobretot, les capes de neu natural dipositades sobre la neu vella artificial (molt més gelada i relliscosa).

Quant als additius per a la fabricació de neu, n'hi ha dos: un nucleador i un compactador. El compactador (PTX 311) és nitrat amònic (NH_4NO_3) i té la facultat d'endurir la neu dels vessants, cosa que facilita el lliscament i les carreres sobre la neu. El nitrat amònic s'usa com a fertilitzant i per a la fabricació d'explosius. Canvia la composició de la vegetació, per excés de nutrients. El nucleador (SNOMAX) és una pols de nucleació activa feta de bacteris fitopatògens (*Pseudomonas syringae*) i que ajuda a produir neu a temperatures superiors a les naturals. L'increment de la producció de neu per al mateix volum d'aigua és d'un 25%. Amb aquest augment de l'eficàcia es pot bombejar més aigua per unitat de temps i incrementar la producció total de neu un 40%. El bacteri utilitzat, *Pseudomonas syringae*, és molt abundant en la naturalesa, en tot tipus de vegetals (arbres, herbes, conreus) i fins i tot a l'aire que respirem. Els bacteris utilitzats com a germen de la cristal·lització de la neu artificial, un fenomen que té lloc constantment en la naturalesa amb la neu natural, es fan créixer en equips estèrils de fermentació, després es granulen, es liofilitzen (congelació amb extracció de l'aigua) i finalment s'irradien, bé per garantir la seva mort, bé per eliminar altres possibles bacteris que puguin contaminar el producte final durant el procés. És el simple i diminut cos del bacteri el que serveix de nucli, de germen de la cristal·lització. Aparentment s'utilitza aquest bacteri perquè no causa dany conegut al medi natural i és present en nombres enormes a la naturalesa. Segons el fabricant mateix del producte, a cada metre cúbic de l'aire que respirem hi ha, de manera natural, uns 40 bacteris de mitjana. Segons la mateixa font, un estudi del Govern canadenc va concloure que encara que totes les estacions d'esquí del seu país fabriquessin neu amb Snomax, el dipòsit total d'organismes vius (sic.!) no seria superior al que es troba en cent fulles de qualsevol conreu. El producte està acceptat al Canadà, Noruega, el Japó, Suècia, Nova Zelanda, Xile, l'Argentina, França, Suïssa i Austràlia, tot i que segons una altra font, sembla que també està prohibit en altres països que no es detallen.

Urbanitzacions de muntanya

Els complexos a peu de vessant, destinats als visitants de les estacions d'esquí, atreuen més gent cap als cims propers a l'estiu, especialment si els accessos i els remuntadors continuen oberts durant aquesta època. A més, les deixalles produïdes per les activitats humanes en aquests llocs augmenten el nombre i la densitat de depredadors oportunistes (guineus, corbs, cornelles) que òbviament actuen, quan l'ocasió es presenta, sobre altres formes de vida salvatge. Paradoxalment, el superàvit de menjar per als depredadors redunda en perjudici de les seves preses.

Molta gent acaba convertint aquesta segona residència, buscada en un principi pels seus valors naturals, en un calc a petita escala del que ha deixat enrere a la gran ciutat. L'usuari requereix comoditats, serveis, botigues, llocs d'oci nocturn, etc., i en un tres i no-res acaba convertint un lloc idíl·lic en una «minipolis», imitació de la «megapolis» que ha deixat enrere.

Usos militars

La zona alta de la serra d'Armèros, etc. (àrea d'*I. aranica*), és (o era) utilitzada especialment per les brigades de caçadors de muntanya de l'exèrcit espanyol com a zona de marxes i maniobres. El recent tancament del quarter de Vielha fa suposar que aquesta activitat encara serà més esporàdica del que ja era.

En principi, l'únic impacte (possibles deixalles deixades enrere a part) són les molèsties derivades de les operacions que s'hi desenvolupen, amb més impacte puntual per molèsties sobre ungulats o tetraònids de muntanya que no sobre les sargantanes.

Amb freqüència, la presència d'una activitat militar regular o de zones d'ús restringit és beneficiosa per a la fauna salvatge perquè aquestes foragiten els visitants ocasionals de la muntanya i poden proporcionar una vigilància addicional.

Escalada

Es practica en parets verticals o gairebé verticals, per tant té un efecte molt escàs o nul sobre les sargantanes.

Pesca

No té cap efecte sobre les sargantanes, excepte si per la presència humana es produeixen baixes en alguna espècie o es fomenta l'estancament de llacs per augmentar-ne la capacitat, o es construeixen accessos o refugis per fomentar la pesca, la qual cosa sí que tindria efecte sobre poblacions senceres de lacèrtids (vegeu més avall).

Infraestructures hidroelèctriques

Alguns dels hàbitats predilectes de les sargantanes es troben a la vora de llacs glacials. La proximitat de l'aigua a les roques i la permanència d'herba fresca i el subministrament d'invertebrats continu mentre altres pastures s'agostegen és la causa de la residència d'exemplars en aquestes zones.

Si es fan preses en els llacs aquests hàbitats s'inunden; per tant es perden per a les espècies terrestres. La qüestió no és excessivament important, ja que el que queda a les vores del nou embassament és nou hàbitat (i més perímetre), sempre que les sargantanes puguin emigrar de manera raonable davant de l'avanç lent del nivell de les aigües.

Els dos problemes principals de la construcció de nous embassaments són:

a) Que l'ompliment de l'embassament es produeixi a l'hivern o a l'inici del desglaç, quan els animals estan inactius i, que aleshores s'ofeguin en els refugis d'hivernada. L'ompliment ha de ser durant l'època d'activitat dels saures.

b) Que l'embassament i el desembassament d'aigua sigui molt marcat i les variacions de nivell molt brusques, i que, en conseqüència, es creï una zona nua de vegetació (i de preses invertebrades) i una zona perillosa d'inundació sobtada durant un període de mal temps o durant la nit.

Cal evitar la desfiguració dels llacs mitjançant aquestes operacions a les zones habitades per la sargantana aranesa. En cas que es faci, cal preveure el possible efecte i la seva correcció en l'informe i la declaració d'impacte ambiental corresponents.

Explotacions mineres

Encara que difícilment rendibles en l'actualitat, la presència històrica de mines a la zona no fa que la seva reutilització s'hagi de considerar una idea sense cap ni peus. Hi ha un projecte d'un possible camp de treball de recuperació de les antigues mines de Liat.

Les mines, si són a cel obert, poden destruir l'hàbitat d'aquests saures, així com els runams que es formen a partir dels materials que surten de les mines subterrànies. No obstant això, molts dels pedregars que habiten aquestes sargantanes no difereixen substancialment dels runams de mina, per la qual cosa un dipòsit acurat i estudiat podria crear un nou hàbitat, això sí, en detriment de l'armentera. És una possibilitat per estudiar, la creació d'hàbitat per a la sargantana aranesa basat en runams de mina *in situ* podria constituir un projecte interessant i molt nou, encara que s'efectuï de manera marginal i com a experiment.

Ambdós tipus de mineria (subterrània i a cel obert) han de disposar d'un estudi detallat d'impacte ambiental, sempre que es produeixin dins de la zona definida més amunt.

Factors que amenacen els individus directament

Construcció de camins o pistes

Els efectes generals d'aquestes obres sobre l'hàbitat ja s'han comentat més amunt. Si les obres afecten zones on hi ha poblacions d'aquestes espècies, una part dels individus pot quedar sepultada pel moviment de terres. Probablement no deu haver-hi molta diferència en l'impacte produït depenent de l'època d'actuació de les màquines, vista la rapidesa amb què actua la maquinària pesant, en contrast amb la baixa mobilitat d'aquests animals.

Cal evitar qualsevol actuació d'aquest tipus dins de les àrees indicades més amunt. Si és imperiosament necessari, s'ha de disposar de l'estudi previ pertinent de l'impacte i evitar en la mesura que sigui possible afectar poblacions d'aquestes espècies (cosa que tampoc no és tan difícil, ja que les obres acostumen a evitar tant com poden les zones de roca, a causa de l'increment de cost de les actuacions).

Una vegada construïda la pista, les sargantanes poden ocupar les zones de talús rocallós si tenen esquerdes i grans rocs despresos que els serveixin de refugi, com passa per exemple a la part alta de la pista del coll de Barradòs.

Refugis en llocs clau i acampada lliure

Els refugis de muntanya compleixen una funció important en l'acostament i la sensibilització del públic respecte a la naturalesa. No obstant això, l'apropament i l'estabilització d'un gran nombre de persones en zones sensibles pot causar un impacte important.

De moment, dins l'àrea espanyola d'*I. aranica* no hi ha refugis de muntanya (tot i que les zones són accessibles en acostaments fins i tot motoritzats). En cas de voler construir-ne algun a les zones de distribució de la sargantana aranesa, s'ha de tenir en compte el possible impacte sobre la conservació d'aquesta i d'altres espècies alpines.

Mort ocasional d'individus

La ignorància per part d'adults o nens pot destruir o provocar danys sensibles a individus de sargantana aranesa. Aquests danys seran més sensibles en tant que més gent s'estigui durant més temps a les zones de sargantanes (p. ex. poblacions de saures al costat de refugis de muntanya o zones d'acampada).

Les úniques mesures aplicables són l'educació ambiental (divulgació en diaris i mitjans de comunicació) i evitar al màxim que la gent freqüenti en excés les zones sensibles o hi romangui, en comptes d'anar-hi només de pas.

Captura científica i recollida il·legal d'espècimens

La descripció d'un nou tàxon sempre genera curiositat en un variat grup de persones que va des del simple amant de la naturalesa que s'acosta a fotografiar algun individu fins al recol·lector furtiu i inconscient.

La realització de fotografies dels exemplars no comporta grans molèsties per a l'espècie i és una activitat admissible.

La captura d'exemplars amb finalitats científiques s'ha de minimitzar al màxim, i cal evitar la reiteració d'estudis. La genètica d'aquest grup n'és un bon exemple; podem constatar fins a quatre articles que inclouen aquestes espècies publicats o a la premsa, algun dels quals té una legalitat de captures més que sospitosa. Actualment, els estudis en curs de biologia de l'espècie ja en cobreixen tot l'espectre. D'altra banda, els de morfologia, osteologia, citogenètica i diferenciació genètica (electroforesi i seqüenciació de DNA) ja estan publicats o en preparació.

Amb vista a conservar l'espècie, cal evitar les duplicitats inútils d'estudis, sobretot tractant-se d'espècies tan localitzades i rares. S'ha d'evitar el suposat estudi de detalls molt concrets o poc rellevants per a la conservació de l'espècie i, per descomptat, en la mesura que sigui possible, només s'ha de realitzar *in vivo* o amb els individus ja recollits per a altres estudis.

Resulta poc pràctic pretendre que es pot exercir un control estricte de la recol·lecció il·legal, tot i que aquesta s'ha d'evitar tant com es pugui (vegeu més endavant).

Les espècies en qüestió no estan sotmeses a cap explotació que comporti un benefici econòmic. Podria haver-hi una venda il·legal d'espècimens per a col·leccionistes o terrariòfils, però no s'ha detectat la presència d'un comerç així en espècies similars (almenys pel que fa a les sargantanes de muntanya, que presenten grans dificultats a l'hora de sobreviure fora del seu hàbitat natural).

Situació legal

Protecció actual de l'hàbitat

Hi ha diverses figures de protecció implicades en el territori ocupat actualment per aquestes espècies:

- Parc Natural de la Val d'Aran (en projecte)

Es preveu la possibilitat de crear un parc natural d'Aran que, pel que fa a l'àrea d'*I. aranica*, hauria d'abastar la TOTALITAT de l'àrea aranesa de l'espècie. Comprendria, de ben segur, l'alta vall de Forcall i la part alta del massís de Maubèrme (o sigui, poblacions molt significatives com les de les solanes de Maubèrme —en part— i la zona d'Òrla). Desgraciadament, no està clar si finalment inclourà la zona de l'estany de Liat ni les solanes de la serra de pica Palomèra-tuc de Crabes, etc., molt significatives i que, a causa de la raresa i la localització de l'espècie, seria desitjable que es protegissin. Aquesta zona, com ja s'ha exposat anteriorment, és la més apropiada i favorable per a l'espècie.

- Reserva nacional de caça

Tota la zona de distribució de la sargantana aranesa queda dins de la Reserva Nacional de Caça de Pallars-Alt Aran, creada el 1966 i que conté 94.931 ha. Aquestes reserves estan concebudes per conservar i gestionar adequadament els recursos cinegètics excepcionals que contenen. Estan definides en la Llei de 4 d'abril del 1970 que diu que: «...en aquelles comarques, les especials característiques d'ordre físic i biològic de les quals permetin la constitució de nuclis d'excepcionals possibilitats cinegètiques, es podran establir reserves nacionals de caça que, en tot cas, s'hauran de constituir per llei».

- PEIN

El PEIN de Sant Joan de Toran comprèn l'extrem de Maubèrme cap a Crabèra de la distribució d'*I. aranica*.

El d'Alt Àneu té els límits proposats per al futur parc natural d'Aran, però deixa fora Liat, Crabèra i les solanes d'Armèros-pica Palomera, tuc de Crabes, etc.

Pel costat francès, dos espais diminuts protegeixen zones d'*I. aranica*: «Cigalere» (una gruta *site classé* creada el 1981 i que abasta només una hectàrea al voltant de la boca de la cova) i «Isard» (Réserve Biologique Domaniale, per la seva avifauna forestal, i que és molt dubtós que contingui *I. aranica*). La part de l'obac francès des de Crabèra fins al massís de la pica d'Estats queda inclosa dins d'una altra zona de protecció per a les aus («Melles-Aoueran», «Artigascou-Valier») mentre que una estreta franja que inclouria el Malh de Bolard i la part francesa del port d'Òrla,

també amb *I. aranica*, queda dins de l'espai de «Valier» (Réserve Domaniale de Chasse, creada el 1937 i que cobreix 9.037 ha en total).

Protecció legal de l'espècie

Iberolacerta aranica (sota el nom de *Lacerta aranica*) està considerada «en perill d'extinció» dins del catàleg nacional d'espècies amenaçades (Ordre del 9 de juliol del 1998, BOE n. 172, del 20 de juliol del 1998), amb correcció d'errors al BOE n. 191, de l'11 d'agost del 1998, on surt recollida la categoria concreta d'aquesta espècie.

Per a la nova edició de la «Llista vermella dels vertebrats espanyols»: *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos, J. M.; Márquez. R. i Lizana, M. (ed.), 2002) de la Direcció General de Conservació de la Naturalesa, Madrid. (p. 215-217), la categoria proposada és encara més estricta i diu així:

> ***Iberolacerta aranica*: [CR B1+2abcd]. «*EN PERILL CRÍTIC*»,** és a dir, s'enfronta a un risc extremadament alt d'extinció en estat silvestre en el futur immediat. Aquest període de risc assumim que és en el termini d'un segle. Els criteris pels quals li atorguem aquesta categoria són:
>
> **B. Una extensió de presència estimada menor de:**
>
> **- Una extensió de presència estimada menor de 100 km² o una àrea d'ocupació estimada com a menor de 10 km² (en perill crític**). *I. aranica* està present en quatre quadrícules de 10 x 10, que representen 400 km², però dins d'aquesta àrea ocupa zones molt petites i contigües entre algunes d'aquestes. La seva àrea està actualment ben localitzada, i l'extensió de presència es pot afirmar sense error que és molt inferior als 100 km² (36 incloent-hi els potencials) amb una àrea d'ocupació efectiva de 25 quadrícules 1 x 1.
>
> **... i estimacions que s'estan donant almenys dues de les característiques següents**:
>
> 1**. Severament fragmentada o trobada en no més de deu localitats** (vegeu més amunt).
>
> 2. **En declinació (sic.!) contínua, observada, inferida o projectada, per qualsevol dels elements següents:** tots per causes climàtiques —escalfament en curs— o per la destrucció de la seva diminuta àrea de distribució per infraestructures turístiques.
>
> **(a) Extensió de presència.**
>
> **(b) Àrea d'ocupació.**
>
> **(c) Àrea, extensió i/o qualitat d'hàbitat.**
>
> **(d) Nombre de localitats o subpoblacions.**

La *fitxa en la nova edició del llibre vermell* diu el següent:

Categoria mundial UICN: no catalogada.

Categoria Espanya i criteris: CR B1+2abcd.

Justificació dels criteris: àrea potencial menor de 100 km² severament fragmentada, amb declivi continuat de poblacions en presència/absència, àrea d'ocupació, qualitat de l'hàbitat i nombre de localitats.

Característiques biològiques rellevants per a la seva conservació: àrea de distribució molt restringida (26 km² a la Val d'Aran). Hàbitat fragmentat (rocams i tarteres o armenteres pedregoses i rebles).

Factors d'amenaça: alteració de l'hàbitat per actuacions i activitats en alta muntanya (estacions d'esquí, infraestructures de muntanya, per exemple construccions de pistes [sic.!], refu-

gis de muntanya de gran capacitat, excés de trànsit tot terreny). Escalfament climàtic.

Poblacions amenaçades: a causa de la seva distribució restringida, l'amenaça és per a tota l'espècie.

Actuacions per conservar-la: pla d'actuació redactat i pendent d'aprovació a Catalunya [sic.!].

Mesures de conservació preses

Mesures legals

Iberolacerta aranica va ser protegida al territori català per l'Ordre del 10 d'abril de 1997 (DOGC 2377, de 23.4.1997).

Sensibilització social respecte a l'espècie

Aquest llibre constitueix el primer intent seriós de sensibilització respecte a aquest tema, al marge d'algun article que en comenta el descobriment en la premsa de tipus naturalista (revista *Quercus*) i comentaris en la premsa diària (*Avui*, *El Periódico*, *La Vanguardia*, *Actual* —Andorra), tant arran del seu descobriment o reconeixement com de la presentació del catàleg d'espècies amenaçades de Catalunya (presentat fa anys, però no publicat en el DOGC i per tant no oficial).

És necessari emprendre accions d'educació ambiental respecte a aquesta espècie que siguin recurrents en el temps, és a dir, fer una propaganda periòdica no solament dirigida al públic en general, sinó específicament per al públic aranès, amb vista a conscienciar-lo sobre el tresor natural i exclusiu que representa, per crear un sentiment de preocupació, interès i orgull, amb recerca, segons la disponibilitat econòmica i l'interès de l'administració competent, d'incentius econòmics, ètics i estètics sobre l'espècie. No hi ha cap altre animal més exclusivament aranès (altres de molt cridaners i que s'associen a aquestes zones, com el mussol pirinenc, l'ós o el trencalòs, per posar exemples molt coneguts, estan estesos per tot l'holàrtic o tot el Vell Món encara que siguin rars en moltes zones). En cas que s'extingissin, sempre podríem recórrer a l'última i penosa solució d'anar-los a buscar a un altre lloc i reintroduir-los —óssos d'Eslovènia als Pirineus, trencalossos de diverses procedències als Alps, etc. En canvi, si deixem extingir aquesta espècie, *Iberolacerta aranica*, s'haurà acabat per sempre. És un fet que cal tenir molt en compte. No es poden reintroduir des de cap altre lloc. Tot i que com diu la dita «*solo un necio confunde valor y precio*»; l'estima en termes econòmics del que podria comportar la seva desaparició (o millor dit, l'hipotètic intent de recuperació en cas de reducció dràstica de l'espècie, ja que si desapareix no es pot recuperar de cap manera) pot fer que la gent s'adoni del que representa aquesta espècie comparada amb l'immens cabal dedicat a la recuperació d'altres espècies de futur molt més incert.

S'haurien de valorar altres aspectes, com les pèrdues econòmiques subjectives que es derivarien de la pèrdua d'«imatge ambiental» de la vall en cas que una espècie exclusiva s'extingís o es veiés amenaçada.

El nom de la Val d'Aran ja sona entre naturalistes i amants de la naturalesa de tot Europa gràcies a la sargantana aranesa, però urgeix la catalogació en el marc europeu i la consecució d'una línia paral·lela de divulgació.

No és una espècie conflictiva des del punt de vista dels interessos humans i l'opinió que la gent de muntanya en té (llegiu l'aversió envers els grans carnívors com a exemple d'allò que immediatament posa a la defensiva els habitants de les zones del Pirineu habitades per aquests saures). Per tant, *es poden promocionar com a símbol de «qualitat de naturalesa», turisme sostenible (o verd), etc.* La pedra angular del turisme aranès és el binomi turisme verd/turisme blanc.

Les sargantanes són animals familiars, propers a tothom però molt desconeguts. Són animals familiars però peculiars, i la seva biologia i necessitats poden ser utilitzades en escoles i

instituts aranesos, amb material de suport editat *ex professo*, com a subjecte d'estudi i aprofundiment en biologia. L'existència d'una espècie exclusiva, familiar i fàcilment simpàtica per als nens, podria servir com a imatge d'aquest turisme verd d'Aran.

És molt desitjable i urgent la DESIGNACIÓ DE RESERVES dins d'un pla complet de protecció de l'espècie.

La designació de diverses reserves parcials a les àrees on s'assenten bones poblacions d'aquesta espècie seria la millor manera d'impedir accions de deteriorament de l'hàbitat, així com de promoure la vigilància en aquestes zones, cosa que redundaria en benefici de totes les comunitats alpines de les zones en qüestió, tant d'animals com de vegetals.

Les mesures de conservació *ex situ* no són necessàries i, en general, són poc efectives, molt complexes i molt cares, tot i que de vegades, si el nombre d'individus és molt baix, és l'única opció encara possible. No obstant això, la cria en captivitat està tenint èxit amb rèptils grans i d'individus comptats, com el llangardaix gegant del Hierro, encara que l'èxit posterior de les posades en llibertat és més discutible.

En el cas de la sargantana aranesa, per sort, la situació (de moment) no és crítica i si conservem el seu hàbitat íntegrament, la situació és falaguera i no necessita entrar en accions tremendament cares i intrusives en la vida dels animals.

És aconsellable un seguiment anual de les zones clau (les reserves que cal designar, per exemple) per detectar possibles amenaces o problemes en les poblacions.

Apèndix 1.

Fitxa tècnica de la sargantana aranesa: Iberolacerta aranica (Arribas, 1993)

Morfologia

Biometria (mides corporals). Els caràcters amb dimorfisme sexual s'indiquen amb un asterisc (*).

Talla (*): les femelles d'*I. aranica* tenen usualment la talla més gran que els mascles (mascles: mitjana = 53,84 mm; femelles: mitjana = 56,62 mm). Les diferències entre ambdós sexes són molt significatives. El mascle més gran trobat presentava una longitud de 61,8 mm des de l'extrem del musell fins a la cloaca (anus) i la femella més gran 66,88 mm. Els membres anteriors (*) fan del 28,31% al 38,41% (33,13%) de la longitud del cos (LCC) en els mascles, i del 22,36% al 38,28% (30,95%) en les femelles. El membre posterior (*) fa des d'un 39,32% fins a un 53,47% (45,50%) de la LCC en els mascles, i d'un 36,91% a un 52,41% (42,31%) en les femelles. La longitud del pili (cap) representa d'1,82 a 2,83 (1,96) vegades la seva amplada. La placa massetèrica (*) fa d'un 34,84% a un 57,5% (46,03%) de la longitud de l'escata parietal, i d'un 21,48% a un 55% (42,1%) en les femelles. La placa timpànica fa de 0 a un 61,53% (44,96%) de la longitud de l'escata parietal. La placa anal (*) fa d'un 40,42% a un 84,71% (60,11%) en longitud respecte a la seva amplària en els mascles, i d'un 45,71% a un 85,86% (68,98%) en les femelles.

Folidosi (escates):

De 0 a 9 (3,63) grànuls supraciliars al costat dret i de 0 a 9 (3,54) a l'esquerre; de 18 a 25 (20,98) escates gulars (*) als mascles i de 18 a 27 (21,53) a les femelles; de 7 a 14 (10,69) escates al collar; de 35 a 48 (39,27) escates dorsals; de 22 a 27 (24,82) escates ventrals (*) als mascles i de 25 a 30 (27,53) a les femelles; de 10 a 15 (12,45) porus femorals al costat dret i de 10 a 16 (12,67) a l'esquerre; de 19 a 30 (26,23) laminetes sota el dit més llarg del peu i de 6 a 11 (7,76) escates circumanals.

Les escates rostral i internasal estan sempre en ampli contacte (100% dels exemplars estudiats); l'escata postocular i la parietal es troben usualment en contacte (en el 70,6% dels espècimens estudiats en ambdós costats, i en un 9% solament en un costat), així com la supranasal i loreal (91,9% dels espècimens en ambdós costats, i en un 6,2% només en un lloc). Usualment només hi ha una escata entre la massetèrica i la timpànica (ambdues ben visibles), i les tres formen una disposició temporal molt característica similar a la que presenta l'espècie *Darevskia mixta* del Caucas (si una disposició temporal similar apareix en algunes *I. bonnali*, l'escata intermèdia és usualment molt més petita que la massetèrica i la timpànica). Les alteracions en les escates del cap (plaques fusionades, partides o deformes) són molt freqüents.

Coloració

Coloració dorsal de to bru grisós, més o menys clar o fosc segons el color del substrat que habiten, ocasionalment amb un reflex oliva clar, especialment en els individus que han mudat

recentment. Alguns mascles presenten el dors de color verd malaquita (un to verd blavós) sobre el grisenc de fons (prop d'un 12%). Al llarg del dors, dues bandes paravertebrals fosques (80% dels mascles i 60% de les femelles).

Pit i ventre sense pigment de color, habitualment en diversos tons de blanc, ocasionalment amb un reflex verdós o blau que apareix associat als tons malaquita al dors i que no és pigment sinó un reflex (color físic).

La regió ventral té freqüentment motes negres als vorells anteriors de les escates, especialment en els mascles (el 90% dels mascles i el 30% de les femelles). Hi poden haver punts blaus a les escates ventrals més externes d'alguns mascles (només excepcionalment i molt pocs en alguna femella), però són bastant estranys (10%) i sembla que estan localitzats en zones molt concretes.

Albinisme: es coneixen exemplars (tres) amb zones despigmentades al cos. Usualment són petites taques blanques groguenques, excepte en un exemplar en què una banda despigmentada corria al llarg de la cua regenerada.

Melanisme: recentment s'han trobat animals molt foscos (tot i que no completament negres), d'un gris pissarra molt fosc, tant al dors com al ventre.

Exemplars «concolor»: de vegades s'observen exemplars anormalment clars en algun punt concret. Aquests animals presenten el disseny fosc desaparegut, però en dos graus, uns completament desaparegut i altres només parcialment (homozigots i heterozigots respectivament —?).

També coneixem un exemplar amb una forta asimetria en el desenvolupament d'ambdós costats del cos, cosa que constitueix una variació extremadament rara. Pot ser que es tracti d'un individu ginandromorf (amb la meitat del cos masculina i l'altra meitat femenina, cosa que es tradueix en un nombre diferent d'escates ventrals a ambdós costats).

Variació geogràfica en la coloració: la variació més gran té lloc en la coloració dorsal, que sembla que se selecciona segons proporciona millor o pitjor camuflatge als animals en el substrat rocallós en què viuen. En roques calcàries les sargantanes són freqüentment molt clares (per exemple a la zona de Liat i algunes de la serra d'Armèros), mentre que sobre pissarres i esquists són molt fosques, i a més s'hi ha d'afegir el factor de la pols negra procedent d'aquestes últimes, que impregna profundament els animals (coloració cosmètica). Sobre quarsites (com al Forcall) també són bastant clares.

Variacions de la coloració amb l'edat: cries acabades de néixer (primer any de calendari): dors gris o bru grisenc com en els adults, usualment uniforme (rarament amb les dues línies paravertebrals lleugerament indicades), i amb les dues bandes dorsals ben visibles. Ventre blanc, amb un conspicu motejat negre en el vorell anterior de les escates ventrals, molt desenvolupat en relació amb els adults. Cua usualment gris, com el dors (serra d'Armèros, coll de Barradòs) o blau (Òrla), de vegades simplement blanquinosa (diferent del dors, però sense desenvolupar el pigment de color).

Els exemplars joves i subadults (fins al seu tercer any de calendari inclòs) són molt similars al patró de coloració descrit per a les cries acabades de néixer, però sense cap color viu present a la cua, procedeixin d'on procedeixin (el color, si és present, es perd durant el segon any de calendari). El patró fosc de les parts ventrals apareix progressivament menys estès (cada vegada menor respecte a la part blanca de l'escata). Disseny dorsal: les línies paravertebrals de punts i les dorsolaterals [=supratemporals] (si són presents, només a la part més anterior del dors) apareixen progressivament en els subadults (fins al seu tercer any de calendari).

Els adults (coloració des del quart any de calendari) són molt similars al patró bàsic dels juvenils, amb un disseny ventral fosc comparativament menys estès en cada escata que en aquests.

Osteologia: crani amb els processos anterodistal del postfrontal i anteromedial del postorbital presents i ben desenvolupats, cosa que la distingeix de les dues altres espècies pirinenques. L'os postorbital és lleugerament més llarg o subigual que el postfrontal. La sutura entre el postorbital i l'escatós ocupa prop de la meitat de la seva longitud. Premaxil·lar amb set dents i un procés nasal esvelt, de vorells subparal·lels (en algun exemplar apareix una mica eixamplat cap a l'àpex, que adquireix un aspecte sublanceolat, fins i tot amb dues o tres prolongacions en l'àpex). De 14 a 17 dents maxil·lars (mitjana, 15,41) i de 16 a 20 (mitjana, 18,58) dents al dentari. Dents bicúspides dominants sobre les monocúspides.

Els mascles normalment tenen 26 vertebres presacrals, i les femelles, 27. La tercera vèrtebra té freqüentment associada una vèrtebra òssia curta. Fórmula esternal-xifiesternal (3+2). Fontanel·la esternal oval o arrodonida. Clavícules obertes (marginades) i interclavícula cruciforme típica (raó entre les branques anterior i posterior de 0,20 a 0,35, mitjana, 0,26). Usualment sis vèrtebres dorsals posteriors curtes (un mascle jove d'Òrla en presentava cinc). La primera vèrtebra preautotòmica caudal amb processos perpendiculars només a la part anterior (tipus-A).

Cariotip: al contrari de les altres dues espècies pirinenques, tant els mascles com les femelles d'*I. aranica* mostren el mateix nombre de cromosomes: metafases amb 10 cromosomes bibraquials i 16 monobraquials, similars als d'*I. aurelioi* en la morfologia; i miòcits amb 13 parells d'homòlegs.

Contràriament a les altres dues espècies pirinenques d'*Iberolacerta (Pyrenesaura)*, els cromosomes sexuals no són discernibles per tècniques convencionals de tinció. *I. aranica* deu tenir un sistema ZW de cromosomes sexuals, homomorfs i homocromàtics, ja que s'assumeix que tots els lacèrtids presenten heterogametia sexual femenina independentment del fet que sigui discernible citològicament o no.

El NOR és present en posició telòmera al braç llarg del tercer parell de cromosomes (tipus-L) com a les altres *Iberolacerta (Pyrenesaura)*.

El bandeig C revela intenses bandes centromèriques en els cromosomes monobraquials i dèbils bandes centromèriques i pericentromèriques en els bibraquials. Les bandes centromèriques són completament digerides per l'enzim Alu I, mentre que les pericentromèriques dels tres primers bibraquials, la subtelòmera associada al NOR i la intensa pericentròmera del setè parell (monobraquial) són resistents a aquesta tinció. Només aquesta última banda és positiva a la tinció amb DAPI.

Les dues poblacions estudiades (Armèros i Òrla) presenten les mateixes característiques en els cariotips.

Dades al·loenzimàtiques (electroforesi): aquesta espècie difereix d'*I. aurelioi* en tres al·lels (AK, MDH-1 i GOT-1), i d'*I. bonnali* en quatre al·lels (AK, MDH-1, GOT-1 i PGM-2).

Hemipenis (morfologia genital): l'aspecte general dels hemipenis és molt semblant al de les altres espècies d'*Iberolacerta*. Contràriament a *I. aurelioi*, que amb animals de la mateixa mida presenta hemipenis sensiblement més petits (i per tant la base de la cua menys ampla en els mascles), *I. aranica* comparteix amb *I. bonnali* els hemipenis de «talla normal», però es distingeix d'aquesta última perquè *I. aranica* no té els llavis engrossits del solc espermàtic característics d'*I. bonnali*.

La microornamentació trobada en aquesta espècie és de tipus digitiforme (en forma d'espina), tot i que s'han observat alguns tubercles d'aquesta ornamentació clarament coroniformes en un dels exemplars estudiats. Totes aquestes dades es refereixen a mascles estudiats abans de l'època de posta d'ous per part de les femelles.

Distribució: endemisme pirinencocentral. Habita exclusivament el massís de Maubèrme i els seus contraforts, entre la Val d'Aran i l'Arieja.

Tipus de l'espècie: mascle n. OA92081007. Coll de Barradòs, Vielha, Val d'Aran, província de Lleida, Espanya. Capturat el 10-8-1992; 2.300 m s. n. m. En col. Arribas.

Sinonímies

- 1993 *Lacerta bonnali aranica* Arribas, 1993, *Herpetozoa* (Viena) 6 (3/4): 135.

- 1997 *Lacerta aranica*, Arribas, *Distribución y biogeografía de los anfíbios y reptiles en España y Portugal, Granada*. Pub. Universidad de Granada (Granada): 213.

- 1997 *Archaeolacerta aranica*, Arribas, *Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos*. Pub. Universitat Autònoma de Barcelona (Bellaterra): 3.

- 1997 *Iberolacerta aranica*, Arribas, *Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos*. Pub. Universitat Autònoma de Barcelona (Bellaterra): 297.

REFERÈNCIES SUGGERIDES

1. Text general

- Arribas, O. (1997). *Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos*. Ph. Dr. Thesis. Universitat Autònoma de Barcelona. (Bellaterra); 353 p. (8 p. i microfitxa. Pub. UAB).

  [Tesi doctoral de l'autor, en el marc de la qual es van explorar el Pirineu i es van descobrir les dues noves espècies de lacèrtids. Es pot obtenir mitjançant el servei de publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona. Es tracta d'un petit resum imprès i el total de la tesi en una microfitxa. Si no es disposa de lector de microfitxes es pot utilitzar qualsevol lupa binocular amb il·luminació per sota]

2. Els millors textos sobre elles

- Arribas, O. (1999). «Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' II: Diagnosis, morphology and geographic variation of *'Lacerta' aurelioi* Arribas, 1994». *Herpetozoa* **11**: 155-180.
- Arribas, O. (2000). «Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' III: Diagnosis, morphology, and geographic variation of *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927)». *Herpetozoa* **13**: 99-131.
- Arribas, O. (2001). «Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' IV. Diagnosis, morphology and geographic variation of *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993)». *Herpetozoa* **14**: 31-54.

  [Aquesta sèrie de tres articles resumeix TOT el que es coneix sobre aquestes espècies —morfologia, osteologia, distribució, cariotips, genètica. Es poden considerar els textos més actualitzats de la tesi de l'autor —vegeu més amunt]

3. Descripcions originals de les espècies pirinenques

- Lantz, L. A. (1927). «Quelques observations nouvelles sur l'herpetologie des Pyrénées centrales». *Rev. hist. Nat. Appl.* 8: 54-61.

  [Descripció original de la sargantana pirinenca]
- Arribas, O. (1993). «Intraspecific variability of *Lacerta (Archaeolacerta) bonnali* Lantz, 1927 (Squamata: Sauria: Lacertidae)». *Herpetozoa* **6**: 129-140.

  [Descripció original de la sargantana aranesa]
- Arribas, O. (1994): «Una nueva especie de lagartija de los Pirineos Orientales: *Lacerta (Archaeolacerta) aurelioi* sp. nov. *(Reptilia: Lacertidae)*». *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino* 12 (1): 327-351.

  [Descripció original de la sargantana pallaresa]

4. Textos sobre les espècies o aspectes d'aquestes

- Arribas, O. (1997). «*Lacerta aranica* Arribas, 1993». A: *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles de España y Portugal*: 213-215. Pleguezuelos, T. J. (ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada.
- Arribas, O. (1997). «*Lacerta aurelioi* Arribas, 1994». A: *Distribución y biogeografía de los anfibios y*

reptiles de España y Portugal: 216-218. Pleguezuelos, T. J. (ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada.

- Arribas, O. i Martinez-Rica, J. P. (1997). «*Lacerta bonnali*». A: *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles de España y Portugal*: 219-221. Pleguezuelos, T. J. (ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada.

  [Els tres textos anteriors són resums del que es coneix, sobretot sobre l'hàbitat, la distribució i la conservació d'aquestes espècies, en data del 1997]

- Arribas, O. (2002). «*Lacerta aranica*». A: *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España*: 215-217. Pleguezuelos, J. M., Márquez, R. i Lizana, M. (ed.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

- Arribas, O. J. (2002). «*Lacerta aurelioi*». A: *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España*: 218-219. Pleguezuelos, J. M., Márquez, R. i Lizana, M. (ed.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

- Arribas, O. J. (2002). «*Lacerta bonnali*». A: *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España*: 223-224. Pleguezuelos, J. M., Márquez, R. i Lizana, M. (ed.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

  [Com els tres primers, que dataven del 1997, però actualitzats el 2002]

- Arribas, O. (1998). «Osteology of the Pyrenaean Mountain Lizards and comparison with other species of the collective genus *Archaeolacerta* Mertens, 1921 s.l. from Europe and Asia Minor (Squamata: Lacertidae)». *Herpetozoa* **11**: 47-70.

  [Estudi sobre l'osteologia de les sargantanes de muntanya d'Europa i del Pròxim Orient. Els punts referents a les pirinenques estan resumits en els articles o obres dels apartats 1 i 2]

- Arribas, O. J. (1998). «Caracterización de los factores fisiográficos, geológicos y climáticos del área de distribución de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Iberolacerta* Arribas 1997; subgen. *Pyrenesaura* Arribas 1999) y otros lacértidos del Piso Alpino de los Pirineos». *Lucas Mallada* 10: 67-85.

- Arribas, O. (1999). «Biogeografía del Piso Alpino y su congruencia con la distribución y diferenciación geográfica de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Archaeolacerta*, s.l.)». *Lucas Mallada* **9**: 9-33.

  [El primer d'aquests articles inclou una anàlisi d'afinitat entre els estatges alpins dels diferents massissos pirinencs i prepirinencs basada en la carabofauna i compara la diferenciació morfològica en les sargantanes amb les distàncies entre massissos i la seva suposada història basada en l'afinitat entre els seus estatges alpins. El segon és un estudi multivariable sobre les relacions entre les característiques de l'hàbitat de les zones pirinenques habitades per cada una de les espècies de sargantanes d'alta muntanya]

- Pape, T. i Arribas, O. (1999). «*Sarcophaga protuberans* Pandelle –An Old World predator of lizard eggs (Diptera: Sarcophagidae; Reptilia: Lacertidae)». *Studia dipterologica* **6**: 73-87.

  [Estudi sobre la depredació per dípters de les postes de sargantanes pirinenques]

- Arribas, O. (1993 a). «Estatus específico para *Lacerta (Archaeolacerta) monticola bonnali* Lantz, 1927 (Reptilia, Lacertidae)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)* 90 (1-4): 101-112.

- Perez-Mellado, V., Barbadillo, L. J., Barahona, F., Brown, R. P., Corti, C., Guerrero, F. i Lanza, B. (1993). «A systematic survey of the Iberian Rock Lizard, *Lacerta (Archaeolacerta) monticola*». A: *Lacertids of the Mediterranean Region*: 85-105. Valakos, E., Böhme, W., Perez-Mellado, V. i Maragou, P. (ed.).

  [Estudis que confirmen l'estatus com a espècie d'*I. bonnali*, abans «*Lacerta monticola bonnali*»]

- Martinez-Rica, J. P. (1976). «Nueva lagartija montana en España». *Mis. Zool.* 3 (5): 177-179.

- Martinez-Rica, J. P. (1977). «Observaciones ecológicas de *Lacerta monticola bonnali* Lantz en el Pirineo español». *Publ. Centr. Biol. Exp. Jaca* 8: 103-122.
- Martinez-Rica, J. P. (1983). «Atlas herpetológico del Pirineo». *Munibe* 35 (1/2): 51-80.

  [Estudis pioners sobre la sargantana pirinenca: en el primer se la cita per primera vegada a Espanya, en el segon es donen dades sobre la seva ecologia al Mont Perdut i el tercer resumeix el poc que es coneix de la seva distribució abans de l'impuls de l'última dècada]
- Pottier, G. (2001). «Nouvelle donnée sur la limite occidentale de répartition du du Lézard des Pyrénées *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) (*Sauria Lacertidae*)». *Bull. Soc. Herp. Fr.* 98: 5-9.

  [Amplia uns pocs km al W la distribució coneguda de la sargantana pirinenca, i la cita del massís d'Ossau]
- Pottier, G. (2003). «Liste commenté des reptiles et amphibiens des Pyrénées occidentales». *Le Casseur d'Os* 3 (2): 88-115.

  [Aporta algunes dades interessants sobre la distribució i el rang altitudinal d'*I. bonnali* als Pirineus Occidentals francesos]
- Pottier, G. (S/F). *Guide de reptiles & amphibiens de Midi-Pyrénées. Nature Midi-Pyrenees*. 138 p.

  [Bonic llibre de divulgació bellament il·lustrat sobre l'herpetofauna del S de França. Hi surten fotos i un petit text de les tres espècies pirinenques]

Sobre la filogènia de les sargantanes de muntanya

- Arribas, O. (1999*b*). «Phylogeny and relationships of the mountain lizards of Europe and Near East (*Archaeolacerta* Mertens, 1921, Sensu Lato) and their relationships among the Eurasian Lacertid Radiation». *Russ. J. Herpetol.* **6**: 1-22.

  [Estudi filogenètic de les relacions entre els lacèrtids eurasiàtics, amb descripció del subgènere *Pyrenesaura* per a les espècies pirinenques d'*Iberolacerta*. A més és convenient mirar els estudis genètics que hi ha a continuació]

Genètica

- Odierna, G., Aprea, G., Arribas, O., Capriglione, T., Olmo, E. (1996). «The karyology of Iberian Rock Lizards». *Herpetologica* **52**: 542-550.

  [Estudi cromosòmic de les *Iberolacerta*]
- Mayer, W. i Arribas, O. (1996). «Allozyme differentiation and relationship among the Iberian-Pyrenean Mountain Lizards (*Squamata: Sauria: Lacertidae*)». *Herpetozoa* **9** (1/2): 57-61.

  [Estudi genètic de les *Iberolacerta* usant electroforesi de proteïnes]
- Mayer, W. i Arribas, O. (2003). «Phylogenetic relationships of the European lacertid genera *Archaeolacerta* and *Iberolacerta* and their relationships to some other 'Archaeolacertae' (sensu lato) from Near East, derived from mitochondrial DNA sequences». *J. Zool. Syst. Evol. Research* **41**: 157-161.

  [Primer estudi genètic de les *Iberolacerta*, mitjançant seqüenciació de DNA —gens 12 i 16 s rRNA]
- Crochet, P. A.; Chaline, O.; Surget-Gropa, Y.; Debain, C.; Cheylan, M. (2004). «Speciation in mountains: phylogeography and phylogeny of the rock lizards genus *Iberolacerta* (Reptilia: Lacertidae)». *Molecular Phylogenetic and Evolution*, 30: 860-866.

  [Segon estudi genètic mitjançant seqüenciació de DNA —CR region i cyt b— que inclou les espècies pirinenques]
- Carranza, S.; Arnold, E. N.; Amat, F. «DNA phylogeny of *Lacerta* (*Iberolacerta*) and other lacertine

lizards (Reptilia, Lacertidae). Did competition cause long-term mountain restriction?». *Systematics and Biodiversity*, *in press*.

[Tercer estudi genètic. Igual que l'anterior, però més complet, amb nous gens -C-mos a més de Cyt B y12s- i més mostres]

- Fulgione, D; Arribas, O.; Milone, M.; Odierna, G. (en prep.). *DNA-Microsatellite analysis in the Pyrenean High Mountain Lizards (Iberolacerta Arribas, 1997) by means of DNA-Microsatellite analysis*.

  [Estudi genètic de les sargantanes pirinenques mitjançant microsatèl·lits del DNA]

Biologia reproductora

- Arribas, O. J. i Galan, P. (2005). «Reproductive characteristics of the Pyrenean High-Mountain Lizards: *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993), *Ib. aurelioi* (Arribas, 1994) *and Ib. bonnali* (Lantz, 1927)». *Animal Biology* 55 (2): 163-190.

  [Estudi descriptiu i comparat molt complet de la reproducció de les tres espècies pirinenques d'*Iberolacerta*]

IL·LUSTRACIONS

PORTADA

Mateix exemplar de la foto 50. Mascle de sargantana aranesa de la serra d'Armèros.

FIGURES

Figura 1. De dalt a baix, vista lateral del cap de tres mascles d'*Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993) de la serra de pica Palomèra. Noteu el contacte entre l'escata supranasal i la primera loreal, característic de les tres *Iberolacertas* pirinenques (subgènere *Pyrenesaura*) i de la sargantana croata, així com la peculiar disposició de les tres escates de l'àrea temporal (massetèrica, timpànica i una intermèdia en cunya entre ambdues).

Figura 2. *Iberolacerta aurelioi* (Arribas, 1994). Mascle de l'estany de Sotllo (Lleida). Noteu la reducció en mida i l'augment en nombre de les escates de la zona temporal. Massetèrica i timpànica es redueixen de tal manera que arriben a no distingir-se d'altres escates dels voltants, com en el cas d'aquest exemplar.

Figura 3. *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). Femella adulta del Gran Encantat (Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici). La disposició de les escates temporals és, en certa manera, intermèdia (i més habitual entre els lacèrtids) entre els extrems de variabilitat representats per la sargantana aranesa i la pallaresa, de les més diferents entre elles.

Figura 4. Morfologia dels ossos postfrontal i postorbitari de les espècies d'*Iberolacerta*. En blanc es mostra la part del procés anteromedial del postorbitari oculta sota el postfrontal. *I. bonnali*: BI, llac Blau de Bigorra; MP, Mont Perdut; PO, vall del Clòt, Posets; MA, estany de Llauset, Maladeta. *I. aranica*: BA, coll de Barradòs; OR, port d'Òrla. *I. aurelioi*: MO, estany de Calberante, Mont-roig; PE, estany de Sotllo, pica d'Estats; AND, port de Rat, Andorra.

Figura 5. Aspecte de les clavícules i interclavícules d'una sèrie d'espècies d'*Iberolacerta*. Es representa només un costat de l'hipotètic eix de simetria. *I. bonnali*: BI, llac Blau de Bigorra; MP, Mont Perdut; PO, vall del Clòt, Posets; MA, estany de Llauset, Maladeta. *I. aranica*: BA, coll de Barradòs; OR, port d'Òrla.

Figura 6. Com figura 5. *Iberolacerta aurelioi*: MO, estany de Calberante, Mont-roig; PE, pica d'Estats; AND, port de Rat, Andorra.

Figura 7. Aspecte general d'un hemipenis de lacèrtid: *I. monticola* (Vilarello de Ancares, Lugo; EBD 25644). A: cara solcada. B: cara sense solc. (PLI: *plicae*. SU: *sulcus spermaticus*. LO: lòbuls. PB: part basal).

Figura 8. Aspecte dels hemipenis d'*I. bonnali* (BON) (llac Blau de Bigorra, Alts Pirineus), *I. aranica* (ARA) (serra d'Armèros, Lleida) i *I. aurelioi* (AUR) (port de Rat, Andorra). Cares solcada, sense solc i detall de la secció del solc i els llavis a l'altura de la bifurcació dels lòbuls. La línia representa un mil·límetre.

Figura 9. Microornamentació de l'hemipenis en les tres espècies pirinenques d'*Iberolacerta*. Es representa la forma d'una sèrie de cèl·lules epitelials que reflecteixen el grau de variabilitat trobat. *I. bonnali* de Bigorra, M. Perdut, Maladeta i Aigüestortes (Muntanyó de Llacs); *I. aranica* de la Val d'Aran i *I. aurelioi* de la pica d'Estats.

Figura10. Dendrograma arrelat amb la sargantana croata (*I. horvathi*) com a grup extern de les relacions basades en l'electroforesi d'al·loenzims. Abreviatures: hor: *I. horvathi*; mmc: *I. monticola (cantabrica)*; mcy: *I. cyreni*; ara: *I. aranica*; bon: *I. bonnali*; aur: *I. aurelioi*. S'indiquen les variants apomòrfiques (derivades) de cada branca així com les seves longituds.

Figura 11. Arbre de més semblança (*Neighbor-Joining tree* —NJ) de les seqüències de l'ADN mitocondrial (gen 12s rRNA). Els valors de pseudoreplicació o *bootstrap* sobre el 50% (2.000 *bootstrap* en total) es donen sobre les branques respectives.

Figura 12. Arbre de màxima parsimònia (*Maximum-Parsimony* —MP) de consens al 50% (*Majority Rule Consensus Tree*) dels 45 arbres més parsimoniosos resultants de les seqüències de l'ADN mitocondrial (gen 12s rRNA). Els nombres representen les freqüències de cada node (esquerra) i el percentatge de 2.000 rèpliques del *bootstrap* (a la dreta).

Figura 13. Agrupament UPGMA (UPGMA clúster) de les espècies pirinenques d'*Iberolacerta* basat en els microsatèl·lits de l'ADN usant les distàncies genètiques estàndard de Nei i de Rogers. El percentatge de suport dels nodes, amb més d'un 50% de suport en 1.000 *bootstrap* (pseudoreplicacions) s'indica al costat de cada node.

Figura 14. Idiogrames haploides d'*I. bonnali*, *I. aurelioi* i *I. aranica*. En negre es representa l'heterocromatina, amb cercles la localització de l'organitzador nucleolar (AgNOR), i en requadre, els cromosomes sexuals (no localitzables a *I. aranica*).

Figura 15. Horari d'activitat d'*Iberolacerta aranica*. En l'eix horitzontal es representen les hores solars (GTM) i en l'eix vertical el nombre d'exemplars actius localitzats.

Figura 16. Percentatges d'ús per part de les sargantanes de les diferents inclinacions del terreny. En horitzontal, l'angle d'inclinació del terreny (en graus) i en vertical el percentatge d'individus localitzats en cada interval de pendent.

Figura 17. Ús de les roques. En horitzontal els intervals de percentatges de recobriment de roques i en vertical el nombre d'individus trobats en cada categoria de recobriment.

Figura 18. Percentatge de recobriment de pedres al sòl. En horitzontal es representen els percentatges de recobriment del sòl amb pedra solta (glera), i en vertical el nombre d'individus observats en cada categoria de recobriment.

Figura 19. Percentatge de recobriment de sòl nu (terra). En horitzontal es representen els percentatges de recobriment de sòl nu, i en vertical el nombre d'individus observats en cada categoria de recobriment.

Figura 20. Percentatge de recobriment del sòl amb herba. En horitzontal es representen els percentatges de recobriment d'herba, i en vertical el nombre d'individus observats en cada categoria de recobriment.

Figura 21. Relació entre la temperatura corporal (TB) i la temperatura de l'ambient (TA). La relació entre ambdues temperatures es pot expressar com una recta amb la fórmula següent:

TB = 24,4395 + 0,2830 TA. Com es pot observar, el pendent és 0,28, i es troba bastant més a prop de zero que d'u, així que la sargantana aranesa té un comportament termoregulador clar i bastant precís respecte a la temperatura ambiental.

Figura 22. Relació entre la temperatura corporal (TB) i la temperatura del substrat (TS). La relació entre ambdues temperatures es pot expressar com una recta amb la fórmula següent:

TB = 26,0377 + 0,1144 TS. Aquí el pendent encara és més petit, així que sembla que encara termoregula millor per a les temperatures del substrat que per a les de l'ambient. Aquest punt de vista queda referendat pel fet que hi ha menys dispersió dels valors al voltant d'aquesta recta hipotètica en la relació TB-TS (R^2 = 0,14) que en la TB-TA (R^2 = 0,18).

Figura 23. Histograma de talles dels mascles de sargantana aranesa. En horitzontal es representen les talles en mm, i en vertical el nombre d'espècimens en cada interval.

Figura 24. Histograma de talles de les femelles de sargantana aranesa. En horitzontal es representen les talles en mm, i en vertical el nombre d'espècimens en cada interval de talles.

Figura 25. Piràmide d'edats (mides cap-cloaca) de mascles i femelles de sargantana aranesa. Noteu les diferències en els percentatges de sexes en les cries acabades de néixer (favorable als mascles) i els adults (favorable a les femelles).

Figura 26. Diverses postures de la femella durant el procés de la posta (vegeu quadre de text).

Figura 27. Diverses formes de la «dent d'ou» amb què les cries trenquen la closca i s'obren camí cap a l'exterior (vegeu text).

Figura 28. Mida de les cries acabades de néixer. En l'eix horitzontal es representen les classes de mida (SVL: longitud cap-cloaca) en mil·límetres, i en vertical el nombre d'individus en cada interval de mida.

Figura 29. Com la figura 28, però només de les cries mascle.

Figura 30. Com les figures 28 i 29, però només de les cries femella.

Figura 31. Classes d'edat dels mascles d'*I. aranica.* Els acabats de néixer estan en el primer any de calendari (1 CY, període 1). Després de la primera hibernació entren en el segon any de calendari (2 CY; períodes 2 —prereproductor— i 3 —postreproductor). Després de la segona hibernació estan en el tercer any de calendari (3 CY; període 4 —prereproductor— i període 5 —postreproductor), etc. Durant el cinquè any de calendari deuen assolir la maduresa sexual. La categoria «100» es refereix als animals totalment adults.

Figura 32. Com la figura 31, però de les femelles. En aquestes la maduresa sexual potser no arriba fins al sisè any de calendari.

Figura 33. Corba de creixement de Von Bertalanffy. S'hi representen les longituds reals (*observed*) i les ajustades segons el model (*predicted*) per a cada interval d'edat.

Figura 34. Gràfica de Gulland que representa l'increment de longitud a cada mida determinada de l'animal. Els punts són cada una de les edats amb la mida en aquell moment i l'increment de longitud en l'edat posterior. Com es pot veure, com més gran és la talla, menys van creixent els animals.

Figura 35. Gràfica de Ford-Walford que compara la longitud en un moment determinat (t) amb la del moment immediatament posterior (t+1). Es representa la línia de 45° que talla la gràfica proporcionalment i la línia d'ajust del model. El punt on ambdues línies es creuen és la longitud màxima (L_∞) segons el model.

Figura 36. Mapa de distribució de les tres espècies d'*Iberolacerta (Pyrenesaura).* Es representen perfilades les àrees de la sargantana pirinenca (*I. bonnali*) i la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*), i els quatre punts d'UTM 10 x 10 de la sargantana aranesa. L'àrea real de totes és molt inferior a l'aparent en el mapa.

FOTOS

Foto 1. Mascle de sargantana aranesa (*Iberolacerta aranica*) amb coloració dorsal de tons clarament verdosos. Serra d'Armèros (juliol del 1989). Com en tots els exemplars de sargantana aranesa, noteu la peculiar disposició de les escates de la zona temporal (costats del cap).

Foto 2. Femella adulta de sargantana aranesa (*Iberolacerta aranica*). S'aprecien les línies paravertebrals de punts que delimiten una zona dorsal més fosca al centre del dors (tracte dorsal). Estany Negre de Güèrri (Es Estanhons).

Foto 3. Mascle de sargantana aranesa (*Iberolacerta aranica*) en norma ventral. Observeu el ventre de color blanc (mai acolorit!), els punts negres de les escates ventrals i l'escata anal molt

petita (compareu-ho amb *I. bonnali* —foto 6— i *I. aurelioi* —foto 9). S'aprecia algun dels rars punts blaus en les ventrals més externes i l'engrossiment de la base de la cua a causa de la presència dels hemipenis a l'interior. Serra d'Armèros.

Foto 4. Mascle de sargantana pirinenca (*Iberolacerta bonnali*) del Llac Blau de Bigorra (Alt Pirineu, França). Noteu la disposició d'escates de la zona temporal en què hi ha més d'una escata entre la placa massetèrica i la timpànica.

Foto 5. Femella gràvida (amb ous) de sargantana pirinenca (*Iberolacerta bonnali*). Llac Blau de Bigorra (Alt Pirineu, França). Ídem que foto 4.

Foto 6. Mascle de sargantana pirinenca (*Iberolacerta bonnali*) en norma ventral. Llac Blau de Bigorra (Alt Pirineu, França). Noteu la menor puntuació ventral (gairebé inexistent) i el volum més gran de la placa anal per comparació a la sargantana aranesa.

Foto 7. Mascle de sargantana pallaresa (*Iberolacerta aurelioi*). Estany de Creussans (Andorra). Noteu les nombroses i petites escates de l'àrea temporal, la pigmentació superior, el color ventral groc sortint per la part inferior dels costats i el to general bru (marró) en comptes del més grisenc de les sargantanes aranesa i pirinenca.

Foto 8. Femella gràvida de sargantana pallaresa (*Iberolacerta aurelioi*). Pica d'Estats (Lleida, Espanya). S'aprecia la zona temporal i les escates més petites i nombroses que en la sargantana aranesa.

Foto 9. Mascle de sargantana pallaresa (*Iberolacerta aurelioi*) en norma ventral. Ordino-Arcalís (Andorra). La coloració groga brillant, present en mascles i femelles, converteix aquesta espècie en inconfusible. L'escata anal és petita (com en la sargantana aranesa) i el disseny fosc del ventre forma unes barres transversals que es prolonguen en forma d'anells foscos a la cua.

Foto 10. Les zones habitades per la sargantana aranesa resulten inaccessibles pel perill d'allaus fins i tot a l'inici de l'estiu. La vall de Barradòs és particularment perillosa per les allaus, i les pistes forestals estan tancades o tallades per allaus fins al final de la primavera.

Foto 11. Al començament de l'estiu la neu retrocedeix ràpidament; desapareix primer de les zones planes i de roques i dóna pas a una plèiade de petites flors. Barradòs.

Foto 12. Pedregars alpins a l'alta vall de Forcall. Hàbitat de la sargantana aranesa sobre blocs de roca grans (esquists cambroordovicians).

Foto 13. Part alta de la vall de Forcall (agost del 1999). Hàbitat de la sargantana aranesa.

Foto 14. La neu pot caure en qualsevol època de l'any per damunt dels 2.000 m. En la foto s'aprecia l'efecte d'una nevada caiguda al començament de juliol del 2001. Aquestes nevades fan que les sargantanes hagin d'interrompre l'activitat fins i tot durant el seu curt cicle anual.

Foto 15. Com en la foto 14, la neu cau fins i tot al començament de l'estiu amb espessor a les zones habitades per la sargantana aranesa. Els animals, que ja han començat la reproducció, aturen l'activitat fins que retornen les condicions favorables. Si el fred es prolonga, els animals es tornen molt magres i fins i tot alguns moren de gana o durant la posta. Sobre Vilamòs (juny del 1998).

Foto 16. Roques calcàries a la serra d'Armèros. Hàbitat de la sargantana aranesa.

Foto 17. La fotografia infraroja permet distingir amb facilitat les zones de roca (fosques) de les d'herba. Aquesta última es mostra més vermella com més activa fotosintèticament es troba, i pràcticament blanca quan ja està morta o agostada. La foto recull una de les tres àrees d'estudi de la sargantana aranesa, aquesta sobre pissarres negres silurianes.

Foto 18. Com la foto 17. Detall de la part esquerra de la parcel·la d'estudi, on s'aprecia amb facilitat què són vegetals i què són roques, que d'una altra manera apareixen de colors ocres i foscos difícils de distingir en la fotografia normal (en l'espectre visible).

Foto 19. Les gleres de pedra menuda només són llocs de pas, especialment dels juvenils en dispersió. No obstant això, si hi ha algunes pedres grans, aquests medis tan estèrils també són ocupats per la sargantana aranesa. Barradòs (juny del 1993).

Foto 20. Vista des del tuc de Maubèrme cap el SE. A la vista, el llac de Montoliu. Cap al final del matí es fan patents els núvols de desenvolupament orogènic i els bromalls de fons de vall que pugen i que alleugeren les hores més caloroses del dia, per acabar freqüentment en precipitació durant la tarda (juliol del 1999).

Foto 21. Un mar de núvols desborda amb temps anticiclònic l'eix Armèros-pica Palomèra-Sascorjada, i deixa, malgrat el «bon temps» general, envoltada de boira freda l'àrea de la sargantana aranesa (agost del 1995).

Foto 22. Femella gestant de sargantana aranesa. Serra d'Armèros (juliol del 1994). A més de les característiques plaques temporals, observeu les escates molt grans i baixes en nombre característiques d'aquesta espècie.

Foto 23. Femella gestant de sargantana aranesa. Com foto 22. Barradòs (juny del 1997).

Foto 24. Femella gestant de sargantana aranesa. Com fotos 22 i 23. Noteu la reducció de quatre a tres escates supralabials per davant del nivell de l'ull (i de l'escata subocular). Barradòs (juliol del 1996).

Foto 25. Femella gestant de sargantana aranesa. Compareu la coloració molt més clara i contrastada dels animals que viuen sobre esquists cambroordovicians de colors clars, respecte als individus de Barradòs, Armèros, etc., que viuen sobre pissarres silurianes negres o de tons foscos (port d'Òrla, juliol del 1999).

Foto 26. Ídem que les anteriors. Es poden apreciar fins i tot els bonys dels ous a l'interior de la femella (port d'Òrla, juliol del 1995).

Foto 27. Femella preparada per pondre. Si no aprofita una anfractuositat natural, cava un forat i l'eixampla, i roman enroscada fins que arriba el moment. (Posta en laboratori d'un exemplar de Barradòs, juliol del 2003).

Foto 28. Posta del segon ou. La femella separa i aixeca les potes del darrere al mateix temps que es contreu. L'ou és expulsat per complet en uns quatre segons.

Foto 29. Expulsió del tercer ou. Igual que en la foto anterior. La femella manté junts els ous amb les potes del darrere, i al cap d'unes hores apareixeran enganxats els uns als altres.

Foto 30. Final de l'expulsió del tercer ou (només uns segons després de la foto anterior). La femella s'estira cap endavant i aixeca la base de la cua per deixar lloc al tercer ou entre els anteriors.

Foto 31. Expulsió del quart i últim ou, que queda entre els anteriors. Observeu la posició de la cua i sobretot la de les potes posteriors.

Foto 32. Al cap d'una estona, la femella, ja buida d'ous, es comença a moure però continua en el lloc de posta durant hores o dies, fins que reposada reprèn de nou l'activitat i l'alimentació.

Foto 33. Ous acabats de pondre de sargantana aranesa. Noteu l'aspecte rosat translúcid i la forma encara irregular a causa de la compressió i l'encaixament dins del ventre de la femella. Pocs dies després es tornen més blancs i opacs, queden adherits entre ells i s'inflen notablement per absorció d'aigua.

Foto 34. Comparació entre ous recents (tot i que ja han començat a créixer) de dues postes diferents (de tres i quatre ous respectivament, esquerra), i dos ous de més edat notablement inflats (a la dreta).

Foto 35. Ou de sargantana aranesa els primers dies d'incubació. Conservat i obert per observar la posició i la forma de l'embrió.

Foto 36. Embrió d'ou acabat de pondre de sargantana aranesa. Observeu el gran volum i el desenvolupament dels ulls (que es poden apreciar per transparència des de l'exterior de l'ou acabat de pondre), l'encèfal encara no ben cobert pel crani, i els esbossos de membres.

Foto 37. Tot i que les postes comunals i repetides al mateix lloc són l'excepció i no la regla, sota aquesta pedra es poden apreciar tres postes de sargantana aranesa i closques velles d'ous d'anys anteriors (port d'Òrla).

Foto 38. Detall de les postes de la fotografia anterior. Com es pot apreciar, el substrat està compost d'escassa terra vegetal i nombroses arrels del past alpí. Les larves d'elatèrids (*Coleoptera*: *Elateridae*) en principi s'alimenten d'arrels vegetals i no constitueixen un perill per a les postes.

Foto 39. Quan un ou està a punt de descloure, un dia o una mica abans comença a perdre la turgència. El primer signe que la desclosa ha començat és una goteta d'albúmina transparent que s'escapa pels forats que ja ha fet la sargantaneta.

Foto 40. Una vegada oberta la closca, la sargantaneta, que ja respira de l'aire amb els pulmons, roman dins de l'ou reabsorbint el vitel (el rovell), que va passant del sac vitel·lí a l'intestí a través de la cicatriu umbilical.

Foto 41. Detall de la sargantaneta reposant mentre absorbeix el rovell del sac vitel·lí. Noteu els porus sensitius a les escates del musell, més difícils d'apreciar en els adults.

Foto 42. Com la foto 41. Noteu la peculiar disposició d'escates temporals en la sargantana aranesa, apreciable des del naixement.

Foto 43. Com la 41 i la 42. La desclosa de tota una posta sol ser bastant sincrònica, en menys de 24 hores. En l'exemplar de la dreta s'aprecia un punt negre areolat a l'escata interparietal (a l'altura del reflex, però a la part central-posterior del cap); es tracta del tercer ull o ull pineal.

Foto 44. Una vegada reabsorbit el vitel o si alguna cosa la molesta, la sortida definitiva de l'ou és molt ràpida, i dura escassament uns segons.

Foto 45. Com la foto 44, uns segons després.

Foto 46. Després de sortir, la cria de sargantana porta adherides al melic les restes del sac vitel·lí i algunes restes de rovell no reabsorbides. En general aquestes restes s'assequen i es desprenen al cap d'una estona.

Foto 47. Cries de sargantana aranesa acabades de néixer. Port d'Òrla.

Foto 48. Mascle bastant adult de sargantana aranesa. Vessants del tuc de Maubèrme (juliol del 1999).

Foto 49. Mascle de sargantana aranesa de la serra d'Armèros. Noteu la lesió a la part dorsal del musell, negra i de consistència gomosa, possiblement produïda per un atac fúngic potser durant el període de repòs hivernal. També es poden apreciar àcars paràsits a la base de la cua.

Foto 50. Mascle de sargantana aranesa de la serra d'Armèros però de color bastant clar per a aquesta zona. Noteu la presència d'una anomalia a les escates del musell, amb la internasal i les zones adjacents atomitzades en multitud de petites escates arrodonides.

Foto 51. Mascle molt adult de la vall de Forcall. En els animals molt adults, les escates del cap apareixen com boterudes, amb relleu, a causa del fet que van adquirint un gruix notable.

Foto 52. Mascle adult de la vall de Forcall (agost del 2000). Com tots els individus d'aquesta zona, té una coloració de tons de fons clars i molt contrastada.

Foto 53. Femella gestant de sargantana aranesa. Cua regenerada. Port d'Òrla (juliol del 1999).

Foto 54. Mascle de tons generals verdosos (serra d'Armèros, setembre del 1994). Aquests tons verdosos no són deguts a pigments (colors pigmentaris), sinó que es deuen a la reflexió de

la llum en capes profundes de la pell (colors físics). Només un percentatge molt baix d'individus, sobretot mascles, presenten aquests tons verdosos.

Foto 55. Dos extrems de coloració, un exemplar de to molt fosc, gairebé tendent al melanisme, juntament amb un amb disseny clar i pàl·lid però amb disseny fosc encara present («concolor heterozigot», vegeu l'apèndix 1: fitxa tècnica de la sargantana aranesa).

Foto 56. Mateix exemplar de la foto 49. Observeu la cripsi de l'exemplar en el seu medi gràcies al color de fons fosc que el camufla entre les pissarres negres silurianes (serra d'Armèros, juliol del 2003).

Foto 57. Fotografia en ultraviolat d'un exemplar de sargantana de la Peña de Francia (*I. martinezricai*), en la qual s'aprecia l'elevada reflectància dels ocels axil·lars d'aquest color que nosaltres no podem veure però que sembla que molts animals, com els insectes florícoles, rèptils, aus, etc. sí que aprecien. Probablement serveixen per al reconeixement i la comunicació interespecífics i intraespecífics.

Foto 58. Com l'anterior, però d'un mascle de sargantana aranesa. Les tres espècies de sargantanes pirinenques d'alta muntanya manquen de marques en UV.

Foto 59. Imago de *Sarcophaga protuberans* procedent de la cria a partir de larves trobades sobre ous destruïts de sargantana pallaresa. Aquesta espècie depreda igualment les postes d'*I. aranica* i d'altres espècies (almenys d'*I. bonnali, Z. vivipara* i *P. muralis*; dades pròpies, encara que amb diferents modalitats de cicle).

Foto 60. Posta de sargantana pallaresa (*I. aurelioi*) destruïda per larves de *S. protuberans* (pica d'Estats, Lleida). Les larves destrueixen la posta i es transformen en pupa al començament de l'estiu, i romanen en diapausa fins que passa l'hivern; els imagos emergeixen en fondre's la neu, a temps per aparellar-se i depredar noves postes de sargantanes.

Foto 61. Sargantana aranesa depredada per talpó de tartera (*Chionomys nivalis*), un rosegador que viu entre les pedres dels tarters i no desdenya preses animals. Potser la sargantana va ser sorpresa freda durant un període de mal temps i no va poder reaccionar. Aquest rosegador ha devorat tot el cos menys una pota i ha rosegat la caixa cranial per accedir al cervell. S'aprecien els excrements que ha deixat en el lloc. La llosa de pedra que recobria el lloc ha estat apartada per a la foto (port d'Òrla).

Foto 62. Sargantana aranesa amb nombrosos àcars (trombídids?) de color vermell brillant que s'acumulen als llocs on no arriba la rascada, particularment a la base de la cua. L'abundància d'aquests àcars varia entre anys per causes encara desconegudes però afecten les tres espècies de *Pyrenesaura*. Igualment es poden observar aquests àcars en les fotografies d'altres exemplars que il·lustren aquestes pàgines (Barradòs, juliol del 2003).

Foto 63. Detall dels àcars de la base de la pota de l'exemplar de la foto 62.

Foto 64. Un altre àcar a la comissura de l'ull del mateix exemplar.

Foto 65. Holotip d'*Iberolacerta aranica*. Aquest «exemplar de referència», conservat actualment en la col·lecció científica de l'autor, va servir de base per a la descripció de l'espècie.

Foto 66. Mascle de sargantana aranesa. Vessants del tuc de Maubèrme (juliol del 1999).

Foto 67. Vista cap al S des del tuc de Maubèrme (juliol del 1999) presa amb un objectiu «ull de peix» (180° en diagonal). A la vista queda gairebé tota l'àrea espanyola de la sargantana aranesa. A la dreta s'aprecia l'estany de Liat al fons i els Estanhets de Maubèrme més a prop. Les muntanyes que es veuen en primer terme al sud (incloent-hi les solanes fins al coll de Barradòs) i la zona entre elles i Maubèrme constitueixen el nucli de la distribució de la sargantana aranesa. Les muntanyes en segon terme (Arenho) no tenen sargantana aranesa. Al fons, parcialment tapades pels núvols en creixement, les muntanyes del Parc Nacional de Sant Maurici-Aigüestortes (meitat esquerra de la foto), Maladeta i contraforts cap al N (part dreta de la foto), etc.

Foto 68. Solanes de la serra d'Armèros. S'aprecien les armenteres i els afloraments de pissarres negres que constitueixen l'hàbitat de la sargantana aranesa.

Foto 69. Detall de l'hàbitat de la sargantana aranesa sobre pissarres negres silurianes (sobre el coll de Barradòs, juliol del 2003).

Foto 70. La vall de Barradòs, típica vall glacial tallada en U, constitueix el límit meridional de la sargantana aranesa, que habita les muntanyes immediates a la dreta (N), però no les del fons (al W) o l'esquerra de la fotografia (al S).

Foto 71. Tot i constituir un hàbitat aparentment òptim, la serra d'Arenho manca de sargantana aranesa. En la foto, l'estany de Trueites (juny del 1993) i al fons la glacera de la Maladeta encara sobrealimentada per la neu recent de l'hivern anterior.

Foto 72. Tarteres i afloraments de roca (esquists cambroordovicians) que constitueixen l'hàbitat de la sargantana aranesa a l'alta vall de Forcall (juliol del 1995).

Foto 73. Mascle jove de sargantana vivípara (*Zootoca vivipara*) movent-se entre l'herba, el seu hàbitat. Tot i que simpàtrica amb la sargantana aranesa (habita les mateixes localitats), rarament se les troba exactament al mateix lloc (sintòpiques) (coll de Barradòs).

Foto 74. Femella gràvida de sargantana vivípara (coll de Barradòs).

Foto 75. Extraordinàriament abundant a baixa i mitja altura (ateny i supera els 2.000 m) en tota la Val d'Aran, la sargantana roquera (*Podarcis muralis*) és molt abundant al costat de les habitacions humanes però també entra en contacte amb la sargantana aranesa en el límit inferior de la seva distribució, tot i que és capaç de penetrar en l'alta muntanya, on ocupa zones i substrats no habitats per *I. aranica*. En la foto, una femella de la part baixa de la vall de Barradòs.

Foto 76. Les activitats tradicionals com la ramaderia, la caça i l'excursionisme respectuós amb la naturalesa són activitats perfectament compatibles amb la conservació de la sargantana aranesa. En la foto, vaques al coll de Barradòs. Des d'aquest punt cap al N, els afloraments rocallosos de les solanes i zones més planes estan habitats per la sargantana aranesa.

Foto 77. Les estacions d'esquí, amb la construcció i «neteja» de les pistes i les infraestructures i accessos que les acompanyen, poden constituir un dels perills més crítics per a la fauna d'alta muntanya. En la foto, pistes d'Ordino-Arcalís (Andorra) que afecten l'àrea de distribució andorrana de la sargantana pallaresa (*I. aurelioi*). Veient la imatge, les paraules sobren.

Foto 78. Subadult molt asimètric de sargantana aranesa. Aquestes asimetries es produeixen durant el desenvolupament embrionari en molts tipus d'animals i en alguns casos es deuen a un ginandromorfisme (mig cos és del sexe masculí i mig del femení) acompanyat d'esterilitat (Barradòs, juliol del 1996).

Foto 79. Femelles que acaben de pondre de sargantana aranesa (a l'esquerra) i sargantana pirinenca (a la dreta). Ambdues espècies són presents a la Val d'Aran. La sargantana pirinenca habita el Pirineu Central i també arriba fins a les altes muntanyes que tanquen la Val d'Aran al S i al W (muntanyes del Parc Nacional d'Aigüestortes i de la Maladeta i contraforts), mentre que l'aranesa és present al N i a l'E de la vall de la Garona (Maubèrme i contraforts).

Foto 80. Femelles gràvides i molt adultes de sargantana aranesa (esquerra, de Barradòs) i pallaresa (dreta, de la pica d'Estats). Ambdues formen part de les sèries típiques amb què es van descriure aquestes espècies.

Historia Natural y Evolución de la Lagartija Aranesa, *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993)

ÍNDICE

Prólogo

El presente libro es el fruto de catorce años de estudio de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos, y especialmente de la lagartija aranesa, con la que trabé conocimiento (sin saber todavía lo que era en realidad) a principios de julio de aquel ya lejano 1989.

He procurado que las páginas que siguen sean lo más divulgativas posible, aunque no siempre lo he conseguido ya que con frecuencia los temas, especialmente los anatómicos o muy técnicos, como los genéticos, filogenéticos etc. escapan totalmente al conocimiento y el lenguaje del gran público. Espero que las notas aclaratorias y comentarios intercalados, compensen lo complejo del texto en algunas secciones con el valor científico y el interés patrimonial de la información contenida.

Las fotografías intentan representar la mayor cantidad posible de ejemplares de la que es la protagonista de este libro, así como presentar a las otras dos especies de lagartijas de alta montaña de los Pirineos y a las otras dos especies de lagartijas más abundantes en el Valle de Arán para comparación. Las figuras en parte proceden de la tesis doctoral del autor y han sido publicadas en diversas revistas (Herpetozoa y el Butll. Soc. Cat. Herpetol., por lo que agradecemos a H. Grillitsch y X. Rivera respectivamente por el consentimiento para reproducirlas aquí), y en su mayoría han sido hechas ex-profeso para este libro. Téngase también en cuenta que a diferencia de los aspectos anatómicos y taxonómicos, los datos de biología son en su mayor parte inéditos y han sido tratados para obtener los resultados que se exponen.

Numerosas personas han colaborado o ayudado en diversos grados, con información, comentarios, o acompañando en algunas visitas a alguna de las zonas de estudio. Son muchos años y muchas personas en visitas puntuales, y podemos nombrar a (por orden alfabético) Marc Alonso, Rocío Baquero, Pedro Galán, Jesús García, E. García Nieto, Antoni Margalida, Jose Melero, Carmen Naranjo, Santi Palazón, Sergi Pla, María Teixidó y Lluís Toldrà. También la guardería del Valle ayudó y proporcionó transporte o información en ocasiones, entre los que cabe citar a Antonio Carrasco, Joan Castet, Antonio Cuito, Enrique Larruy y J. Mª Vergés. Posiblemente olvide a mucha gente, pero espero que sepan disculparlo.

Finalmente es obligado citar las ayudas recibidas de las administraciones competentes en la conservación de estas lagartijas, la Generalitat de Catalunya (Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca primero y de Medi Ambient después) personificada en su Cap de Servei de Protecció de la Fauna etc. el Dr. Jordi Ruiz Olmo; y posteriormente el Conselh Generau d'Aran (Servicis d'Agricultura, Ramaderia e Miei Ambient) en la persona de su Cap de Serveis, Xavier Marco Sánchez. Es especialmente a Iván Afonso a quien hay que agradecer el interés y el impulso para llevar a cabo la presente publicación, que esperamos que sea un primer paso, un corpus de referencia como partida para lleva adelante la conservación efectiva de esta especie. Una mención muy especial ha de hacerse a los traductores del texto al catalán y especialmentre al aranés, por las dificultades que supone el encontrar, muchas veces por primera vez, traducciones de palabras técnicas a los distintos idiomas.

Finalmente, hago un llamamiento al orgullo de los araneses por conservar el representante más auténtico y exclusivo de su fauna, el emblema vivo de la calidad y exclusividad del medio natural aranés. A diferencia del patrimonio cultural o artístico en los cuales se ha de invertir dinero para su conservación, las especies que constituyen el patrimonio natural se reproducen solas y no sólo se conservan sino que se incrementan sólo con dejarlas en paz, devolviendo ciento por uno de los esfuerzos que se hacen en su conservación.

Espero que el presente libro y el interés de los araneses de nacimiento y de devoción, contribuya a la preservación de la especie al menos durante otro par de millones de años.

DR. OSCAR J. ARRIBAS
Zoólogo

BLOQUE 1:

Puesta en escena: Origen y evolución de la Lagartija Aranesa

Nuestro personaje: La Lagartija Aranesa

A muchas personas les sonará extraño oír hablar de un libro dedicado a una lagartija. Para el gran público las lagartijas son animales humildes y superabundantes. Precisamente por el hecho de ser tan conspicuas y abundantes, uno tiende a no valorar aquello que no es raro.

Los lacértidos son un grupo particularmente prolijo en especies: alrededor de 280, atribuidas a algo más de 30 géneros y distribuidas por Eurasia y África. Algunas especies habitan también islas, como Gran Bretaña, Canarias, Madeira, gran parte de los archipiélagos mediterráneos, Socotra, Ceilán, Sumatra, Borneo, Java, Taiwan, Japón y Sajalin; aunque faltan en otras como por ejemplo Madagascar.

Se trata de un grupo muy diversificado en cuanto a número de especies y hábitats. Viven desde los desiertos hasta las cumbres de las montañas, tanto en el suelo como entre la vegetación espesa o trepando entre las rocas. Su tamaño oscila entre los 33 mm de *Ophisops beddomii* y los 1200 mm de algunos fósiles pleistocenos canarios.

Son diurnos y dependen de la energía del sol o del calor ambiental para su actividad. Se alimentan básicamente de artrópodos; pero algunas formas grandes se han adaptado a consumir vegetales, especialmente en condiciones de superpoblación como las que se dan en los medios insulares. Son generalmente ovíparos; pero se da la retención de huevos en el oviducto, lo que en algunas formas se traduce en ovoviviparidad (p. ej. en *Zootoca vivipara*).

En general, se trata de una familia morfológicamente conservadora, cuyo éxito evolutivo se basa en su capacidad de adaptación. Su enorme diversificación debe relacionarse con su relativamente baja vagilidad y capacidad de colonización. Se produce frecuentemente la especiación alopátrida, y la diferenciación en taxones distintos dentro una línea se da con relativa rapidez. Su extremado conservadurismo morfológico que las lleva a adoptar soluciones similares ante problemas ambientales iguales, así como a la estasis morfológica en líneas que divergieron hace bastante tiempo y que presentan un elevado nivel de homoplasia, dificultan en gran medida el establecimiento de las verdaderas relaciones filogenéticas entre los distintos taxones.

Parece que los lacértidos están todavía en expansión y colonizando nuevos nichos ecológicos, adaptándose a los rápidos cambios causados en el paisaje por la acción de los seres humanos.

Hemos de decir, de todas maneras, que de tipos de lagartijas hay muchos. De hecho, pertenecen a muchos géneros distintos que se reparten las, al menos, 23 especies que habitan la Península Ibérica. La lagartija aranesa pertenece al género *Iberolacerta* que, como veremos a continuación, engloba cuatro especies que habitan las montañas del N y centro de la Península (*Iberolacerta monticola*, *I. galani, I. cyreni* e *I. martinezricai*), otras tres en Pirineos (*I. aranica, I. aurelioi* e *I. bonnali*) (fotos 1 a 9) y una en los Alpes centrales y las montañas Dináricas de Eslovenia y Croacia (*I. horvathi*).

La lagartija aranesa, como veremos más tarde es una especie tremendamente rara. De hecho, los mismos avatares de la historia de los últimos millones de años que han conducido a su aparición en un lugar tan concreto como las montañas del valle de Aran, son los responsables de su rareza extrema, ya que por sus peculiares requerimientos, no ha podido extenderse a otros sitios cuando las condiciones le eran favorables.

Nos hallamos pues ante una reliquia, una joya viva que hay que respetar y conservar para las generaciones venideras, y cuyos antepasados por derecho, habitan estas tierras antes de que el primer Ser Humano llegara a ellas.

¿Qué es una especie y cómo se forma?

Será bueno antes de iniciar este paseo por la vida de la lagartija aranesa y particularmente de su evolución, explicar algunos términos de forma preliminar.

Todos tenemos la idea de lo que es una especie en la Naturaleza. Distinguimos perros, gatos, pájaros distintos, etc., pero nuestra idea se complica cuando encontramos animales que son verdaderas especies y son indistinguibles por fuera, al menos para nosotros. Lo mismo ocurre cuando por ejemplo ambos sexos de una especie animal presentan aspectos muy distintos, o cuando existen diferencias muy notables entre los adultos y juveniles de un animal. Todas ellas son situaciones que ponen a prueba nuestra solidez del concepto de especie. No obstante, no cuesta convencer a nadie de que las especies son entidades reales en la Naturaleza y a nuestro alrededor. El perro y la perra tienen perritos, no gatos. El gorrión y la gorriona, pese a su aspecto netamente diferente, tienen gurriatos. Así pues, la especie es una entidad real, de hecho, y dejando a parte discusiones filosóficas profundas, es casi la única entidad real por encima del individuo.

No obstante, de conceptos de especie hay muchos: un concepto tipológico (por aspectos o asociación a un "ejemplar tipo" sobre el que se basó la descripción original de la especie por parte de un científico) quizá no nos permitiría meter en el mismo saco a machos y hembras de gorrión, o a gallos y gallinas, pero sí el concepto biológico de especie. El concepto biológico de especie dice que una especie es una comunidad reproductiva, es decir, una serie de individuos, generalmente parecidos entre sí, que pueden reproducirse libremente entre ellos y dar lugar a más individuos, relacionándose siempre con individuos parecidos mediante líneas antecesor-descendiente. A su vez, estos individuos están aislados de otras especies parecidas.

La lagartija aranesa es una especie. Esto quiere decir que es un conjunto de individuos parecidos entre sí y distintos de otros conjuntos que son especies parecidas, como la lagartija pirenaica, también presente en otras zonas del Valle de Aran, o la vecina lagartija pallaresa que habita al Este del macizo del Mont-Roig.

Esta definición choca con que en la práctica es difícil saber si una posible especie está o no totalmente aislada desde el punto de vista reproductivo de otras similares, que a veces habitan en los mismos sitios. La hibridación entre especies parecidas es un buen ejemplo de esa incerteza. La hibridación pone a prueba ese supuesto aislamiento. Sin embargo, con frecuencia, esos experimentos híbridos son estériles, por lo que las especies siguen aisladas *de facto,* sin importar las "veleidades" reproductoras de alguno de sus individuos que se desvían del patrón normal. No obstante la hibridación se da entre especies cercanas (lo suficiente como para que dos genomas distintos se pongan "de acuerdo" para dar lugar a un individuo viable) así que se ha sugerido que la capacidad de hibridación entre especies cercanas dando lugar a híbridos viables (¡ojo, que pueden vivir, aunque no sean fértiles!) es una buena herramienta para definir el género (conjunto de especies emparentadas con un antepasado común), de hecho una categoría ya artificial.

Las subespecies son poblaciones que están en curso de diferenciación. Su destino es llegar a ser especies con el tiempo o quedarse en nada. Si su aislamiento persiste, sus diferencias irán a más y acabarán constituyendo especies *per sé*. Muchas especies emparentadas que observamos hoy en día, en su momento fueron subespecies (o "variedades geográficas" como se decía antes) de una sola especie, su antepasado común. En el caso de entrar de nuevo en contacto con otras subespecies, como NO están todavía aisladas reproductoramente, se mezclarán dando lugar a ejemplares mestizos libremente que en poco tiempo diluirán los caracteres diferenciales de cada subespecie. Otro tipo de variación es el de carácter clinal (clinas de variación) que consisten en la variación gradual, sin saltos marcados, de determinados caracteres morfológicos a lo largo del área de distribución de una especie, en general como respuesta a uno o unos pocos factores ambientales. En ocasiones a la unión de dos subespecies y su ulterior mezcla, se sucede una clina,

primero abrupta y luego más suave. Por el contrario una clina interrumpida puede acabar dando dos subespecies si el aislamiento persiste.

Las especies que presentan varias subespecies claramente diferenciadas se denominan especies politípicas.

Así pues, el mecanismo de formación de subespecies es el mismo que con el tiempo desemboca en la formación de especies diferentes. Podríamos resumirlo en dos tipos: la especiación alopátrida (con aislamiento geográfico) que es la infinitamente más común y se da cuando dos o más poblaciones se ven aisladas por una barrera y comienzan a diferenciarse hasta formar dos especies distintas; y la especiación simpátrida (en la misma localidad) y que supone la aparición de una barrera biológica, un cambio súbito en individuos de la población que no son reconocidos por los otros como pertenecientes a la misma especie (un cambio en el canto de celo en pájaros, en un detalle clave de la coloración, en un comportamiento, en la genitalia, etc.).

La nomenclatura zoológica

Existen tantos nombres de animales como tribus, lenguas y comarcas existen. De hecho, incluso individuos de la misma especie pero de distinto aspecto reciben nombres diferentes. Para evitar esa confusión y falta de entendimiento, los científicos recurren a lo que se llama el nombre científico, que consiste básicamente en dos palabras en latín o latinizadas y que recibe el nombre de nomenclatura binomial.

La nomenclatura binomial arranca de la obra del sueco Carl Linné "Systema Naturae" en su décima edición. Hasta ese momento, cada autor hacía una pequeña diagnosis o descripción toda en latín pero diferente entre obras y autores, que dependiendo de lo acertada que fuese permitía (o no) saber de qué animal o planta se trataba. La "genialidad" de Linné (Linnaeus en latín, como firmaba en sus obras) fue reducir todo eso a las dos primeras palabras de esa descripción: uno primero que es el nombre genérico y comienza en mayúscula (p. ej. *Iberolacerta*) y uno segundo que acompaña y que es el epíteto específico, todo en minúsculas (p. ej. *aranica*).

El nombre genérico es un sustantivo latino o latinizado (vale casi cualquier combinación de palabras latinizada, aunque en principio los más usados son en latín o en griego latinizado). El epíteto específico puede ser un adjetivo (normalmente en genitivo) o un sustantivo en aposición. En general suele hacer referencia a alguna característica (p. ej. el lagarto verde, *Lacerta bilineata*; lagarto con dos líneas), a una procedencia geográfica (*Iberolacerta aranica*; lagartija de Arán) o estar dedicada a una persona (*Iberolacerta horvathi*; lagartija de Horvath).

Así, todas las especies del género *Iberolacerta: I. aranica, I. aurelioi, I. bonnali, I. horvathi, I. martinezricai, I. monticola, I. galani* e *I. cyreni* están incluidas en dicho género porque son parientas cercanas entre sí, mucho más que con otras especies de lagartijas como el lagarto bilineado (*Lacerta bilineata*) o la lagartija de los muros (*Podarcis muralis*), por poner dos ejemplos de especies presentes en el Valle. En términos evolutivos, todas las especies de *Iberolacerta* comparten un antepasado común que no comparten con ninguna otra especie de lagartija ni de animal.

En ocasiones se añade un tercer nombre al nombre científico: es el nombre de una subespecie. Por ejemplo *Iberolacerta aranica* fue descrita en principio como si fuera una subespecie de la entonces poco conocida lagartija pirenaica, como "*Lacerta bonnali aranica*", aunque luego al comprobarse que era una especie *per se*, su nombre pasó a ser *Iberolacerta aranica*.

Tras el nombre científico se suele añadir el del autor de la descripción (el descubridor, por decirlo así) y el año de esa descripción en una obra (revista o más raramente libro) científico. Así, un nombre completo de la especie protagonista de este escrito sería: lagartija aranesa: *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993).

Estudio de las relaciones entre especies

El estudio de las relaciones entre los organismos se basa primordialmente en distintas medidas de divergencia, es decir, del grado de diferencia entre las diferentes poblaciones o espe-

cies. Nos es familiar la idea de que cosas más parecidas son mas cercanamente emparentadas entre sí. Ese grado de diferencia se pondera mediante medidas de distancia, diferentes según la disciplina que se trate.

Filogenia: Todas las características morfológicas (externas e internas) y las genéticas (basadas en el DNA) sirven para lo que los sabios llaman "inferir filogenias", es decir, proponer modelos de cómo ha debido ser el proceso de especiación (formación de nuevas especies) y la cercanía de parentesco entre ellas.

Por no meternos en un lío farragoso, diremos que existen dos grandes acercamientos al problema (dos "escuelas" científicas) casi irreconciliables: El Feneticismo (o escuela fenética) y el Cladismo (o escuela Sistemática filogenética). La primera, el feneticismo, transforma todo tipo de caracteres (rasgos) estudiables en números y mediante las distancias que toman en consideración todos los rasgos a la vez, construye árboles (fenogramas o dendrogramas) en que los taxones (individuos, poblaciones o especies) se agrupan dos a dos, en general de más parecido (menos distancia) a más diferentes (distancias mayores). Cada vez que se reúnen dos pares de muestras, se recalcula su distancia conjunta (intermedia) a todas las demás muestras, procediéndose de nuevo a buscar las dos más similares y repitiendo el proceso una y otra vez hasta interrelacionar todas. Esta escuela defiende que esas relaciones de "parecido global" representan la evolución, es decir, el patrón de diferenciación y especiación de esos organismos.

El otro acercamiento, el cladista, se basa en el compartido de caracteres derivados y el llamado "principio de parsimonia". Cuando uno estudia un determinado ser, ha de distinguir entre caracteres análogos (que hacen la misma función pero tienen origen distinto, como el ala de un insecto y la de un ave) que no dan ninguna información fiable del parentesco e incluso llevan a error, de lo que son caracteres homólogos (con el mismo origen, aunque tengan funciones muy diferentes, como nuestro brazo y el ala de un ave). Ese estudio se hace mediante la anatomía comparada, la embriología (estudio del desarrollo embrionario) etc. Una vez localizados los caracteres homólogos, portadores de verdadera información filogenética (de parentesco), se buscan pares de especies que los compartan, lo que indicarán que tienen un antepasado común y que por lo tanto son parientes. Estos caracteres derivados y compartidos se denominan sinapomorfías y en ellas se basa la reconstrucción de filogenias que representen el parentesco entre especies. Con todo el lote de especies y de caracteres se construyen árboles (cladogramas) mediante sofisticados programas de ordenador, que encuentran el de menor longitud (menor cantidad de cambios en los estados del carácter) bajo la asumción de que la evolución sigue el camino más corto posible (es el denominado Principio de Parsimonia). Esto es discutible en muchos casos, pero sí que parece cierto que, al menos en teoría, la hipótesis más simple es siempre la que tiene más posibilidades de ser la cierta o ser más fácilmente comprobable o desmentida.

Morfología externa: Para el estudio del grado de diferencias entre distintas especies se estudian toda una serie de características externas; pongamos por ejemplo, números de diferentes tipos de escamas, distintas medidas de partes corporales, etc. Esas medidas o números pueden compararse dos a dos mediante pruebas estadísticas como el test T o el análisis de la varianza (ANOVA), que nos dirán si existen o no diferencias a tener en cuenta (estadísticamente significativas); o bien, tomadas todas a la vez, mediante un tipo de análisis estadístico denominado multivariante, que toma un gran número de datos y los analiza todos a la vez, dándonos una estima de las diferencias globales entre las muestras consideradas en forma de distancia (un numero).

Pasemos a ver cuales son las características de la lagartija aranesa en todos estos caracteres.

Biometría y folidosis (medidas y escamas): Las técnicas de estudio basadas en la morfología externa utilizadas (biometría y folidosis, es decir, medidas de partes del cuerpo y conteos de escamas) nos permiten distinguir claramente la existencia de tres morfoespecies distintas en los Pirineos: *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993); *Iberolacerta aurelioi* (Arribas, 1994); e *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) (fotos 1 a 9). Las características con mayor capacidad discriminativa entre los

taxones (especies) son dorsalia (número de escamas dorsales en un anillo alrededor del cuerpo), gularia (número de escamas de la garganta en un conteo linear desde la sínfisis mentoniana hasta el collar de la garganta), ventralia (número de hileras de escamas en un conteo desde el collar hasta las escamas perianales, a lo largo de todo el vientre) y el diámetro relativo de la escama timpánica (en la parte lateral de la cabeza, casi a mitad de camino entre el ojo y el tímpano).

Iberolacerta aranica se distingue por tener un gran diámetro de la placa masetérica y elevados valores de punteado ventral, y los valores más bajos de dorsalia, ventralia, circumanalia y longitudes relativas de los miembros anteriores y posteriores (ver apéndice al final del libro con la ficha técnica resumida de la especie). Usualmente, la lagartija aranesa presenta una configuración muy característica en el área temporal, a los lados de la cabeza, con tres grandes escamas (masetérica, timpánica y una gran temporal intermedia) (Fig. 1 y fotos 1 a 3).

Iberolacerta aurelioi, la lagartija pallaresa, se caracteriza por presentar valores altos de moteado ventral, y (al contrario que la lagartija aranesa) también de gularia, dorsalia y ventralia; y valores bajos del diámetro relativo de la masetérica y la timpánica (no son raras las áreas temporales compuestas únicamente por escamas pequeñas e iguales, sin placas grandes diferenciadas) (fig. 2), ausencia generalizada del contacto entre las escamas postocular y parietal y menor número de circumanales y de poros femorales. Además de estos caracteres estudiados, esta especie puede distinguirse inmediatamente por su vientre amarillo, que falta en las otras dos especies (fotos 7 a 9).

Iberolacerta bonnali , la lagartija pirenaica, presenta valores intermedios entre los extremos de variación ocupados por *I. aurelioi* y *I. aranica* (fig. 3 y fotos 4 a 6).

Las tres especies muestran una buena discriminación entre ellas y en base a estos parámetros morfológicos, superior en todos los casos al 75 %. Esto quiere decir que con esos criterios, más de tres cuartos de los ejemplares pueden ser diferenciados sin error. La mejor discriminación es para *I. aurelioi*, de la que apenas se confunden ejemplares con las otras dos especies. Entre *I. aranica* y *I. bonnali* existe una discriminación más imprecisa, aunque siempre superior al 75 % y más acentuada en los machos.

Si se agrupan las poblaciones de lagartijas pirenaicas (diferentes macizos) se advierte una separación clara de las muestras en tres grupos que corresponden con las tres especies conocidas. Todas las poblaciones estudiadas dentro de cada especie se unen a distancias (medidas de la divergencia morfológica entre las muestras) que van desde 3.76 a 8.9, mientras que las dos especies morfológicamente más parecidas, *I. bonnali* y *I. aranica* se unen a 22.97, una distancia muy considerable. Posteriormente, el grupo formado por ambas se une a *I. aurelioi* a una distancia de 45.27.

En las hembras el patrón de diferenciación entre las poblaciones es en todo paralelo al de los machos, pero las diferencias no están tan marcadas. Así pues, la diferenciación entre poblaciones de la misma especie va desde 1.85 a 6.36, mientras que el valor mínimo entre especies es sólo un poco superior (7.94, entre *I. bonnali* y *I. aranica*).

Las distancias de agregación de las tres especies entre sí son muy elevadas y confirman su estatus de morfoespecies bien diferenciadas. Resultan particularmente significativas las altas distancias (de entre las mayores de todo el conjunto) que se dan en la zona de confluencia de las tres especies entre poblaciones vecinas pertenecientes a cada una de ellas: Maladeta-Aigüestortes (*I. bonnali*), valle de Arán (*I. aranica*) y Mont-Roig (*I. aurelioi*), que forman un triángulo de sólo unos 25 Km de lado entre ellas. Curiosamente, la distancia entre las poblaciones de lagartijas geográficamente vecinas de Maladeta-A. Tortes (*I. bonnali*) con las del Macizo de Mauberme (*I. aranica*), aunque la menor entre estas dos especies, es muy elevada lo que indica una clara separación entre las especies. En el caso de las hembras, la diferencia entre la de valle de Arán (*I. aranica*) y Maladeta-A. Tortes (*I. bonnali*) es bastante baja, pero mayor que cualquier distancia entre poblaciones de *I. bonnali.*

Así pues, la biometría y folidosis nos muestra un parecido mayor entre la lagartija aranesa y la pirenaica, que con la lagartija pallaresa. La pallaresa y la aranesa muestran los caracteres más divergentes en folidosis (números de escamas) de todo el Pirineo, los más altos y los más bajos respectivamente, de ahí que la lagartija aranesa, con números muy bajos de escamas tenga ese aspecto "granuloso" a simple vista, con pocas escamas y muy grandes respecto a otras especies.

Por coloración, la lagartija aranesa también es más similar a la pirenaica, ambas son de color más bien grisáceo en el dorso y blanquecinas en su parte inferior, frecuentemente con dos hileras de pequeñas manchas yuxtapuestas a los lados de la zona vertebral. Sin embargo difieren en la forma y disposición de las escamas de la zona temporal (a los lados de la cabeza), la escama anal (muy amplia en la pirenaica y muy corta en la aranesa), la puntuación ventral (más abundante en la aranesa). La lagartija pallaresa es más distinta, es claramente marronosa (no grisácea) en el dorso, los puntos dorsales si están presentes son pequeños y están esparcidos por todo el tracto dorsal (no alineados) y, lo más importante de todo, es de un vivísimo color amarillo yema, a veces incluso de tonos anaranjados, por su parte inferior. Sólo la forma corta de la escama anal y la profusión de manchitas negras en el vientre la acercan a la lagartija aranesa. (ver por ejemplo, las fotos 1 a 9).

Morfología interna: Otras características externas o internas que se consideran dentro de la morfología pero que se comparan "a ojo", es decir, sin medidas ni números, son la osteología (estudio de los huesos y su forma) y el estudio de la morfología genital (los hemipenes), de los que hablaremos a continuación.

Osteología (el esqueleto): El estudio de los huesos y su forma (osteología) goza de una larga tradición en zoología (la ciencia que estudia los animales). Esa tradición tiene su origen en los tiempos antiguos en que aparte del aspecto externo, no existían otras técnicas sofisticadas para buscar parentescos entre animales. Tiene a su favor el hecho de ser directamente comparable con los fósiles y que en términos evolutivos, la selección natural que ejerce el ambiente en las partes internas no es tan fuerte como pueda ser en las externas. Dicho de otra manera, un animal de color externo llamativo es fácilmente depredado, mientras que cambios en el interior (o su falta) no influyen en el éxito de supervivencia o de reproducción de los individuos.

Los animales de especies muy cercanas tienen esqueletos y huesos individuales prácticamente indistinguibles entre sí. Un lobo y un perro (que en realidad serían la misma especie biológica), o un tigre y un león (especies cercanas), son virtualmente indistinguibles. Tan sólo medidas muy detalladas y comparaciones permiten separarlos. Son diferencias cuantitativas pero no cualitativas.

Las lagartijas, incluso de géneros diferentes, tiene muy pocas diferencias y sólo un especialista puede distinguirlas, y aún así, por huesos clave en concreto. En nuestro caso, las tres especies pirenaicas de lagartijas de alta montaña se distinguen de forma inequívoca por una combinación de características de los huesos que cierran por detrás la órbita ocular (postorbital y postfrontal) (fig. 4).

Iberolacerta aranica se caracteriza dentro del grupo de especies pirenaicas por presentar bien desarrollados tanto el proceso anterodistal del postfrontal como el anteromedial del postorbitario (fig. 4: BA, Barrados; OR, Orlà), y por la posesión de clavículas abiertas (marginadas), con una fontanela esternal oval o redondeada bien desarrollada (fig. 5: como fig. 4). *Iberolacerta bonnali* se caracteriza, dentro del grupo pirenaico, por tener desarrollado el proceso anterodistal del hueso postfrontal y la falta del proceso anteromedial del hueso postorbitario (fig. 4: BI, Bigorre; MP, Monte Perdido; PO, Posets; MA, Maladeta). Además posee clavículas abiertas (marginadas) y fontanela esternal oval o redondeada bien desarrollada (fig. 5: ídem fig. 4). *Iberolacerta aurelioi* se caracteriza a su vez por la falta de ambos procesos (tanto el del postfrontal como el del postorbitario)(fig. 4:MR, Mont-Roig; PE, Pica d'Estats; AND, Andorra), por la posesión de clavículas cerradas (emarginadas) y la frecuente falta o reducción de la fontanela esternal (fig. 5: ídem fig. 4).

Morfología genital (hemipenes): El estudio de los órganos genitales en zoología tiene una historia similar a la del de los huesos. La búsqueda de características morfológicas que no estuvieran excesivamente influenciadas, es decir, muy controladas de forma inmediata por la Selección Natural, y que mostraran similitudes entre especies emparentadas aunque su aspecto externo (por vivir en hábitats distintos) fuera también muy diferente, ha llevado al estudio anatómico clásico del aspecto (la forma y tamaño) de los órganos genitales de especies emparentadas.

La morfología genital ha sido utilizada desde tiempo atrás como una fuente de caracteres sistemáticos útiles para desarrollar y probar hipótesis filogenéticas en un amplio número de grupos

taxonómicos. Ejemplos de esto son el estudio de la morfología del edeago de los insectos, el báculo en los mamíferos, el glande del pene en tortugas y micromamíferos, el hemipene en serpientes o lagartos, etc.

El principal interés del estudio de la genitalia radica en su supuesta independencia de las presiones evolutivas que afectan a otros caracteres, por lo que se supone que especies cercanamente emparentadas compartirán una morfología genital muy semejante, independientemente de que presiones evolutivas hagan muy distintas sus morfologías externas, lo que permite reconocer parentescos incluso entre especies separadas en un pasado más o menos remoto. A la inversa, especies que conserven durante largo tiempo la misma morfología externa, pueden diferenciarse por sus genitalias, diferentes para evitar la hibridación.

Se cree que la interdependencia de forma entre los órganos reproductores masculinos y femeninos se corresponde con un modelo de "llave y cerradura". Si un animal sufre (pongamos por mutación) un cambio súbito de forma, sus genitales no encajan en los de las hembras y es por tanto excluido de la reproducción. Esto es discutible ya que la hibridación entre especies diferentes, aunque no muy extendida ya que las propias especies tienden a evitarla, es bastante frecuente. Un inconveniente grave del asunto es que mientras que en Entomología (estudio de los insectos) es muy utilizada ya que la "genitalia" contiene piezas duras fácilmente reconocibles, en vertebrados suele ser blanda y deformable en animales conservados y por lo tanto de difícil comparación.

En el caso de los saurios como la lagartija aranesa (y al igual que en las serpientes) el número de hemipenes es de dos, de los que ya trataremos al hablar de la biología de la especie). Se forman desde el embrión, en el que pueden apreciarse porque están al exterior. Antes de nacer se retraen hacia el interior gracias a un músculo retractor. Cuando el animal los va a utilizar, el músculo retractor se relaja y los tejidos se llenan de líquido para entrar en erección.

Se puede comparar su tamaño, aspecto externo y proporciones (fig. 7) así como la forma de la microornamentación genital, unas pequeñas papilas microscópicas que al igual que las de nuestra lengua, que cubren los lóbulos del hemipene.

El estudio de la morfología genital y su microornamentación nos muestra que a pesar de que no suelen existir diferencias notorias entre especies cercanas de lagartijas, existen algunas pequeñas diferencias entre las tres especies pirenaicas de *Iberolacerta* (fig. 8).

A tamaños equivalentes, *I. aurelioi* tiene hemipenes significativamente menores que *I. aranica* y *I. bonnali*. Esta última presenta unos labios (rebordes) mayores a los lados del sulco espermático. Ambas características parecen haber aparecido tras su especiación (separación) del antepasado común, y en el caso del tamaño reducido del hemipene en la lagartija pallaresa, podría tratarse de un desplazamiento divergente de carácter (es decir, cambio en la morfología de esa "llave-cerradura") para evitar la hibridación con *I. aranica* durante alguna fase de contacto entre estas especies en el pasado.

La microornamentación del hemipene (Fig. 9) es claramente coroniforme (una estructura corta con papilas, como una anémona", con un pedúnculo y una corona de prolongaciones en su ápice) en *I. aurelioi*, y generalmente espiniforme (en forma de espina o dedo) en *I. aranica* y *I. bonnali*, aunque ocasionalmente aparecen algunos que apuntan hacia el modelo coroniforme en ambas especies. Parece que el modelo espiniforme es un paso previo en la formación del más complejo coroniforme y en la mayor parte de individuos este proceso es incompleto y queda detenido en la fase de prolongaciones alargadas.

Genética: Asomándose a las intimidades de la vida.

El DNA o ácido desoxirribonucleico que se encuentra en el núcleo de todas las células y en algunos orgánulos como las mitocondrias (orgánulos respiratorios, a modo de centrales energéticas en todo tipo de células) y plastos (orgánulos fotosintéticos de las células vegetales), es la fuente de información de la que salen todas las instrucciones de construcción y funcionamiento de los seres vivos.

El DNA está compuesto por cuatro tipos de nucleótidos (ácidos nucleicos), que se identifican con las letras A (adenina), G (guanina), C (citosina) y T (timina). Mediante la combinación de esas cuatro letras se codifica la información de absolutamente todas las funciones del ser vivo. Desde cómo se han de sintetizar todas las partes celulares, cómo se asocian en tejidos, órganos, sistemas, cuando y cómo funciona cada cosa, cómo se ensamblan las distintas partes, incluso rasgos del carácter individual de cada uno. Absolutamente todo ello se encuentra codificado mediante combinaciones de esas cuatro letras, igual que la información en informática se codifica toda en forma de unos y ceros (sistema binario) en archivos con instrucciones. Es lo que se denomina genotipo, que podríamos comparar a un programa de ordenador, mientras que el resultado de lo codificado en ese genotipo en su interacción con el medio ambiente, es lo que vemos externamente, el fenotipo. Así pues, fenotipo, que es lo que vemos, es el resultado de la interacción de genotipo con el medio ambiente. Las características de genotipo se trasmiten a los descendientes, pero no las del fenotipo. Una persona de raza caucásica (blanca) que haga un trabajo físico duro y al aire libre, será musculosa y morena, pero sus hijos no heredarán ni el tono moreno de piel ni la musculosidad (características fenotípicas) , ya que son el resultado de la interacción de su genotipo (potencialidad de broncearse y de desarrollar musculatura) con el medio ambiente (condiciones de trabajo físico duro e intensa radiación solar que efectivamente desarrollan esas capacidades).

Lo que sí es cierto es que la Selección Natural trabaja sobre los fenotipos y su comportamiento ante las condiciones del medio, seleccionando aquellos genotipos subyacentes que mejores características de respuesta tengan ante el estado actual del ambiente.

Todas las células de un cuerpo, absolutamente todas, tienen en su núcleo toda la información para fabricar y hacer funcionar ese cuerpo. Así, una neurona (una célula del cerebro), no sólo tiene la información para trasmitir el impulso nervioso y vivir (información que usa) sino que tiene una gran cantidad de información que no usa y que puede ir desde como ha de nadar un espermatozoide, pasando por lo que ha de sintetizar una célula del páncreas, hasta dónde y cómo ha de formarse un brazo en un embrión.

Otro fenómeno curioso es que además de que cada célula usa sólo una pequeña parte de toda la información que tiene, la mayor parte del DNA no sirve para nada. Imaginemos que tenemos un programa de ordenador como un paquete estadístico y que de él sólo usamos muy poquitas cosas (cosa muy frecuente, y que es análogo de lo que le pasa a cada tipo de célula concreto, que sólo hace una o unas pocas funciones) y que, además, cada vez que de tiempo en tiempo se nos estropea algo, en vez de borrarlo entero y volverlo a instalar, lo volviéramos a grabar entero al lado, con lo que tendríamos dos copias, una entera y otra casi entera. Pues bien, esto es lo que hacen las células. El DNA "estropeado" no se destruye, se acumulan copias casi enteras de genes donde se dan mutaciones que no influyen en nada porque simplemente no están en funcionamiento. Así entre secuencias repetidas "a lo tonto" como "…cacacacacaca…" y de función obscura (llamadas DNA satélite), copias enteras o casi enteras de genes completos, duplicaciones, intrones (virus o fragmentos de DNA extraño que se instalan en nuestro genoma produciendo cosas tan curiosas como verrugas, y que son tan vagos que en vez de contagiar como hacen otros virus, se replican sólo a la vez que el DNA con la esperanza de pasar a otra generación cuando haya descendientes), oncogenes (estos más terribles, que pueden estar dormidos pero ante determinadas circunstancias, se activan y producen un cáncer) etc. el DNA está lleno de información inútil que ni viene ni va a ningún sitio.

Ese DNA que se encuentra en cualquier célula es el resultado de miles y miles de años de evolución (incluyendo la acumulación de partes inútiles y los "ocupas" como los virus o plásmidos que se nos suben en marcha) y por lo tanto es distinto entre las distintas especies e irrepetible para cada una de ellas. En principio, como ya hemos dicho, la Selección Natural selecciona genotipos, pero además la fuente de variación natural es la aparición de cambios en esa secuencia de cuatro letras, los nucleótidos. Habrá cambios que no afecten en nada y allí queden, pero otros afectarán a una sección importante y tienen muchos números para hacer que aquello deje de funcionar correctamente, siendo por tanto contraseleccionados esos genotipos rápidamente. Algunos, muy pocos, supondrán casi por error una mejora, y serán favorablemente seleccionados, por lo que con el tiempo se harán más y más abundantes.

Centrémonos en el primer caso. La mayor parte de mutaciones (cambios en una o más letras) no afectan a nada importante, bien porque afectan a copias que no están en uso o bien porque varias combinaciones de letras pueden sintetizar lo mismo. A fuerza de acumularse cambios, si nosotros secuenciamos un determinado fragmento de DNA (pongamos por ejemplo un gen) la probabilidad de que haya más cambios aumenta con el tiempo. Así, midiendo el número de cambios entre dos poblaciones animales sabemos el tiempo que hace que se separaron de un antepasado común (en esto se basa la secuenciación del DNA y el "reloj evolutivo" o "reloj molecular").

Electroforesis (diferencias en las proteínas): La técnica más primitiva y que se hacía cuando el DNA no era accesible directamente es la de estudiar e identificar proteínas diferenciándolas mediante el comportamiento de estas ante un campo eléctrico. Esta técnica, llamada electroforesis, permite distinguir proteínas distintas (procedentes por lo tanto de diferentes variantes del mismo gen) y así inferir el grado de diferencias entre especies. Cada una de estas variantes puede ser estudiada bien de forma fenética como distancias o bien de forma cladista, usando cada variante de proteína como un carácter diferente.

El desarrollo de la genética bioquímica, en particular la electroforesis de proteínas, ha permitido cuantificar la variabilidad genética entre poblaciones y trazar paralelismos entre los procesos de diferenciación genética y de especiación. La electroforesis ha demostrado ser una técnica muy útil en estudios sistemáticos y taxonómicos a niveles que van desde el de población hasta el de género. Proporciona información genética que permite estimar la fragmentación dentro de un taxón, aunque esta información no necesariamente cuadre con la evolución morfológica.

Las divergencias genéticas pueden darse como número de alelos diferentes o como una distancia genética, lo que nos permite inferir un tiempo aproximado de divergencia (cese del flujo genético) entre taxones, mediante lo que se denomina "reloj molecular", que se basa en el supuesto de que las mutaciones sean neutrales y que constituyen un proceso estocástico, más similar al fenómeno de la descomposición radioactiva que a un metrónomo de ritmo constante. No obstante, se asume que la probabilidad de que ocurra una de estas mutaciones al azar es más o menos constante y por ello que tienen lugar a un ritmo más o menos uniforme.

En el caso de las lagartijas pirenaicas (fig. 10), agrupando las especies de más a menos relacionadas en función de su distancia genética (D_{Nei}: Distancia de Nei), la especie más diferenciada de todas las *Iberolacerta* es la lagartija croata (*I. horvathi*). La distancia genética media respecto al resto de especies iberopirenaicas es de 0.75, lo que corresponde a unos 3.7 millones de años de divergencia (basándose en la equivalencia 1 unidad D_{nei} = 5 millones de años, aunque hay que decir que se queda MUY corta en la estima de divergencia, a la vista de las dataciones procedentes de la secuenciación de DNA y estudio de los microsatélites).

Dentro de las especies iberopirenaicas, la más diferenciada en el análisis electroforético es la lagartija aranesa (*I. aranica*), ya que el dendrograma resultante nos deja a esta especie como hermana de todas las demás de este grupo (Fig. 10). Este resultado es susceptible de ser mal interpretado, ya que *I. aranica* constituye junto a *I. bonnali* y *I. aurelioi* un grupo natural. Sin embargo, si que nos indica que el aislamiento y diferenciación de *I. aranica* puede ser casi tan antiguo como la propia diferenciación de los dos grupos (ibérico y pirenaico). Por ello, preferimos tomar las distancias genéticas únicamente como referencias de la diferenciación relativa entre taxones y no de la sucesión de fenómenos de especiación. A la vista del grado de diferenciación entre el grupo pirenaico y el ibérico, parece razonable creer que ya debían estar diferenciados desde antes del inicio del Pleistoceno (D_{nei}=0.41 de media entre los grupos, tentativamente 2.05 millones de años), aunque la datación resultante también se queda a todas luces muy corta.

Iberolacerta aranica comienza a diferenciarse tempranamente del antepasado común de *I. aurelioi* y *I. bonnali*, hace aproximadamente entre 2.25 y 1.55 (media de 2) millones de años respectivamente (D_{nei}= 0.45 respecto a *I. bonnali* y D_{nei}=0.31 respecto a *I. aurelioi*) coincidiendo con las fases iniciales del Pleistoceno mientras que estas últimas dos especies se habrían diferenciado hace 450.000 años (D_{nei}=0.09 entre *I. aurelioi* e *I. bonnali*) durante el Pleistoceno Medio. La distancia genética entre *I. monticola* e *I. cyreni* es D_{nei}=0.20 (que correspondería a un millón de años, también muy infraestimada, en nuestra opinión).

Secuenciación de DNA (diferencias en el material genético): La secuenciación del DNA es la técnica que ha reemplazado en los últimos años a la electroforesis, y al igual que aquella, sus resultados pueden estudiarse de forma cladística, tratando cada posición en el DNA (nucleótido) como un carácter, o las diferencias globalmente en forma de distancias.

La secuenciación puede hacerse con genes nucleares, que se manifiestan en el fenotipo y por lo tanto además de recombinarse están sometidos de forma indirecta a la presión de la Selección Natural; o bien mediante genes mitocondriales, que por codificar sólo una serie de funciones de este orgánulo, están poco influidos por el exterior y evolucionan más rápida y libremente por mutación. Además, como el cigoto (la primera célula de cualquier organismo, procedente de la unión de un ovocito y un espermatozoide) es en realidad el ovocito entero con el solo añadido de la copia del DNA que portaba el espermatozoide, las mitocondrias (y por tanto el DNA mitocondrial) se hereda sólo por vía materna. Cada uno de nosotros, hombre o mujer, tiene el DNA de su madre en todas sus mitocondrias, que es a la vez el de su abuela materna, su bisabuela materna, etc. y así hasta dónde quieran, con las posibles mutaciones pertinentes.

El asunto da juego, porque gracias a esa herencia materna se puede rastrear cosas tan pintorescas como dónde raptaban los vikingos de antaño a sus mujeres o quién era la hembra de una determinada hibridación entre especies en el pasado. Como ejemplo de esto último pondremos el caso de las especies de lagartijas partenogenéticas del Cáucaso del género *Darevskia*, muy similares a las nuestras. Allí existen al menos siete "especies" partenogenéticas, es decir de las que sólo existen hembras. Son todas hembras que ponen huevos sin intervención de ningún macho y salen crías (hembras, por supuesto) absolutamente idénticas a su madre. De hecho, cada una de esas especies se originó por hibridación entre dos especies normales (bisexuales), y puede estar compuesta por uno o varios clones que al menos comparten la misma combinación de especies en la hibridación original. De hecho ya se averiguó por morfología y sobre todo por electroforesis que eran híbridas, pero gracias al mtDNA se ha podido saber de qué especie era la hembra original que mediante hibridación dio lugar al clon que hoy consideramos como una "especie partenogenética".

Como contrapunto a los genes mitocondriales, es bueno estudiar también genes nucleares para comprobar que coinciden, porque por culpa de hibridaciones en el pasado u otros fenómenos, la filogenia procedente de estudiar las mitocondrias podría no ser la misma que nos arroja el estudio del núcleo.

Las diferencias genéticas encontradas en la secuenciación del gen mitocondrial 12S rRNA son aproximadamente de un 2% entre las especies pirenaicas (fig. 11). Eso quiere decir que su diferenciación se remonta según esta técnica y este gen a unos 2 millones de años, es decir, al inicio de las glaciaciones pleistocénicas. Según el método de agregación (distancia o parsimonia -mínimo número de cambios posibles) la especie más diferenciada varía. Con el primero, por distancias aparentemente es la lagartija pirenaica la más diferenciada (fig. 11), pero esto no está tan claro observando las distancias recíprocas entre ellas. Concretamente, la diferencia menor es entre la lagartija pirenaica (*I. bonnali*) y la pallaresa (*I. aurelioi*), que sería de 1.8% (aprox. 1.8 millones de años de divergencia) y que casa bien con la hipótesis previas basadas en osteología y cariotipos. La distancia genética de la lagartija pallaresa a la aranesa, sería de 2.2% (2.2 millones de años de separación entre las poblaciones de Barlonguere y Orlà -pertenecientes a *I. aranica*- respecto a las de Mont-Roig -ya perteneciente a *I. aurelioi*-). La diferencia entre la aranesa (*I. aranica*) y la pirenaica (*I. bonnali*) es de 2.4% (2.4 millones de años). Si se toma como criterio el árbol de mínima extensión, también aparece la lagartija aranesa como la más diferenciada (fig. 12).

Otro estudio que tiene en cuenta el gen mitocondrial Cyt b (citocromo b) arroja estas diferencias: 6.2% entre la pirenaica y la pallaresa, 7.4% entre la pallaresa y la aranesa, y 9.8% entre la pirenaica y la aranesa. Si se toma en conjunto los tres genes (Cyt b+12s rRNA+CMos; este último, un gen nuclear de evolución muy lenta), las diferencias conservan la misma escala recíproca: 2.5 % entre la pirenaica y la pallaresa, 3 % entre la pallaresa y la aranesa, y 3.7% entre la pirenaica y la aranesa.

Cuantas más diferencias aparecen acumuladas, antes se debió cortar el flujo genético y empezaron a diferenciarse como especies distintas, así como más importancia como barrera biogeográfica debió tener el obstáculo que las separó. En todos estos análisis la especie globalmente más diferenciada es siempre la lagartija aranesa.

Está claro que la barrera más importante es el curso de la Garona, ya que las diferencias más importantes se acumulan en todos los casos entre la lagartija pirenaica (*I. bonnali*) hoy presente al S y W del Valle de Arán, en la Maladeta y Aigües-Tortes, y la lagartija aranesa (*I. aranica*) del Mauberme y sus contrafuertes. Esto debió suceder entre 2.4 millones de años (con el gen 12s rRNA) o alrededor de 4.2±1.4 millones de años según la combinación de todos los genes estudiados (3.7% de divergencia). Ambas fechas pueden correlacionarse con el inicio de las glaciaciones, es decir con la presencia intermitente de glaciar en el valle de la Garona, o con el modelado de la cuenca de la Garona que es de finales del Terciario en la forma en que lo conocemos hoy en día.

La segunda barrera más importante es el estrecho margen "en filo de cuchillo" que separa Tuc de Mill y Montvallier del Macizo de Mont-Roig (al menos, es la zona en la que actualmente no vive ninguna especie de este grupo de lagartijas), que separó a la lagartija aranesa de la pallaresa, cuyo aislamiento entre poblaciones debió darse entre 2.2 millones de años (gen 12s rRNA) y 3.8±1.4 millones de años con el combinado de genes (3% de divergencia). El aislamiento debe estar relacionado, al igual que en el caso anterior con el modelado del relieve (haciéndose la zona alpina de crestas muy estrecha) probablemente por acción de los glaciares de la alta Noguera Pallaresa.

La tercera barrera es el valle de la Noguera Pallaresa, también glaciar, una situación muy parecida a la Garona, que separó las poblaciones de lagartija pirenaica de las de la pallaresa hace unos 1.8 millones de años (gen 12s rRNA) o bien cerca de 4.2±1.4 millones de años (un 2.5% de divergencia).

En todos los casos está claro que el margen de diferencias entre ellas es muy pequeño, quedaron aisladas "casi a la vez" o sea, en un margen muy estrecho de tiempo, y en general parece que de forma muy ligada a la dinámica de aparición glaciar o de sobreexcavación por estos de las altas cuencas de la Garona y la Noguera Pallaresa.

El tratamiento de las distancias mutuas entre las especies pirenaicas no resuelve las relaciones de parentesco entre ellas de forma inequívoca. Según el algoritmo de agregación (el método de construcción de árbol), la lagartija aranesa aparece como especie hermana de las otras dos (la pallaresa y la pirenaica serían más parientas entre sí) o bien sólo de la lagartija pallaresa (siendo entonces la pirenaica la más diferenciada). La primera hipótesis: (aranesa (pirenaica+pallaresa)) coincide con los resultados más plausibles de la osteología y cromosomas, mientras que la segunda (pirenaica (pallaresa+aranesa)) coincide con la del estudio de los microsatélites del DNA. Quien esto escribe, se inclina por la primera hipótesis, aunque esa casi "sincronicidad" de la separación, hace poco importante en realidad el orden de la separación ya que en cualquier caso ocurrió con muy poco intervalo de diferencia y debido a fenómenos análogos y paralelos.

No obstante, en un estudio detallado en curso sobre la variabilidad macizo a macizo de las lagartijas pirenaicas (Arribas & Carranza, en prep) se analiza previamente para cada especie un fragmento compuesto de hasta 2013 pares de bases a partir de los genes cytb, 12s y 16s con objeto de dilucidar el orden de separación de los taxones, que muestra que aunque la separación entre las tres especies es, como ya se sospechaba, relativamente cercana en el tiempo, pero la especie basal (la primera en separarse aparentemente) es *I.aurelioi*, mientras que *I. aranica* e *I. bonnali* aparecen como especies hermanas.

Microsatélites (otras regiones del DNA): El estudio de variaciones en esos fragmentos repetidos sin sentido y que parecen no codificar nada y por lo tanto son libres para acumular mutaciones, los microsatélites y satélites del DNA, también permiten estudiar diferencias y por lo tanto tiempos de divergencia. Además, permiten estimar el grado de variabilidad genética de las poblaciones. No obstante, se sospecha que esos grados de diferenciación no guardan la proporcionalidad cuando se salta a especies diferentes.

Los microsatélites o secuencias simples repetidas (SSRs) son secuencias de uno a seis nucleótidos repetidas (en "tandem") que aparecen en todos los genomas tanto de procariotas (bacterias y algas azules) como de eucariotas (hongos, plantas y animales) estudiados hasta la fecha. Están presentes tanto en regiones del DNA codificantes como no codificantes, y a lo largo y ancho del panorama de los seres vivos.

En el caso de las lagartijas pirenaicas estudiadas (D. Fulgione, O. Arribas & G. Odierna, en preparación) la secuencia repetida es el dinucleótido TG (timina y guanina). El estudio prueba que no existe flujo genético entre las tres especies pirenaicas y que estas se diferencian claramente por su genoma.

El análisis de polimorfismos en *I. bonnali*, *I. aurelioi* e *I . aranica* arroja valores de heterocigosidad (o sea, de variabilidad genética dentro de la especie) de 0.515, 0.098 y 0.373, respectivamente, significantemente bajos en comparación con otras especies de saurios, especialmente con los insulares que ya de por sí suelen tenerlo bajo, y por supuesto mucho menores que los habituales en las especies continentales. Eso significa que tienen una baja variabilidad genética (enormemente baja en la lagartija pallaresa y sólo moderadamente baja en la aranesa), que debe ser consecuencia de sus distribuciones muy restringidas y probablemente debidas a cuellos de botella poblacionales, es decir, momentos extremadamente críticos de reducción poblacional de las especies. Esos cuellos de botella poblacionales pueden haber ocurrido tanto durante los periodos glaciares con las especies restringidas en las zonas más favorables y abrigadas, como durante los interglaciares con las lagartijas arrinconadas en la cumbre de las montañas. Mientras que en la lagartija pirenaica su relativamente aceptable variabilidad genética debe ser consecuencia de su mayor área de distribución y de la posible y más que probable existencia de más de un refugio glaciar en la última glaciación; en el caso de la lagartija aranesa y pallaresa, aunque con áreas de distribución comparables en superficie, la situación es muy diferente, ya que mientras que la aranesa tiene un área muy pequeña pero compacta y sin poblaciones demasiado aisladas, la pallaresa se encuentra mucho más dispersa en pequeñas poblaciones aisladas a lo largo de un territorio más extenso.

En cuanto a las relaciones entre las tres especies, la lagartija aranesa y la pallaresa aparecen como algo más relacionadas (D_{Rogers}=0.040, D_{Nei}=0.190) y algo más diferenciada, la pirenaica (pero sin seguridad, tal y como comentamos en texto sobre la secuenciación del DNA) (distancias entre especies; pirenaica-aranesa: D_{Rogers}=0.076, D_{Nei}=0.195; pirenaica-pallaresa: D_{Rogers}=0.097, D_{Nei}=0.281). Las diferencias han sido calibradas a divergencias datando de alrededor de un millón de años (mucho menos que en los estudios de secuenciación del DNA), y de este grupo respecto a *I. monticola* alrededor de 3.5 millones de años.

Citogenética (estudio de los cromosomas): Antes de que las técnicas modernas permitieran el acceso al DNA, la única vía de acceso que se tenía a éste era el estudio del cariotipo (conjunto o dotación de cromosomas característicos de una especie). Hasta avanzado el siglo veinte, lo único que se podía estudiar era el número de cromosomas y su morfología, que servía luego para hacer comparaciones entre especies. Con la aparición de técnicas sofisticadas de tinción (denominadas bandeos porque permiten poner en relieve un patrón de bandas teñidas en los cromosomas) fue posible poner al descubierto detalles de la ultraestructura de los cromosomas y las características del DNA que los integra.

Los cromosomas no son más que el DNA muy enrollado y compactado como si fuera una bobina de hilo, junto con proteínas, etc. que sirven de estructura al filamento enrollado. Normalmente el DNA se encuentra suelto (desespiralizado) en el núcleo de la célula, listo para ser leído y partes copiadas con las instrucciones pertinentes para cada orgánulo o función en el momento preciso en que se necesita. El filamento de DNA es tan fino que no puede verse con el microscopio óptico cuando está desespiralizado.

Cuando la célula va a dividirse (y lo hace muy a menudo, especialmente en tejidos muy activos como el bazo, la médula ósea, el testículo, tejidos en crecimiento, etc.) ha de fabricar una copia exacta de todo el DNA para que cada una de las dos células hijas resultantes tenga una copia propia. Primero se hace una copia idéntica (en ese momento, la célula "madre" tiene el doble de

DNA de lo que le corresponde) y luego se prepara para la división. Separar dos filamentos larguísimos y enrevesados no es fácil, así que la célula empaqueta su DNA, cual si de un traslado de casa se tratara, en paquetes bien compactos. Esos paquetes son los cromosomas, que entonces sí que son visibles al microscopio por su grosor y son más cómodos de repartir entre las dos células hijas. Tras la división celular (mitosis) los cromosomas se desespiralizan, así que hay que localizar células en plena división para poder observar los cromosomas.

Aunque resulte tópico decirlo, los cromosomas tienen un poco el aspecto de "gusanitos" al microscopio. El conjunto de cromosomas de una especie se denomina cariotipo y consiste en un número determinado de cromosomas distintos (el número haploide, n). Como tenemos dos copias de DNA, una de nuestro padre y una de nuestra madre, en realidad, tenemos dos cromosomas aparentemente iguales (cromosomas homólogos) de cada (número diploide, 2n). Así, cada filamento de DNA se empaqueta en una dotación de cromosomas: dos filamentos, dos dotaciones. Huelga decir que aunque iguales de aspecto, cada copia de DNA (o cada par de cromosomas homólogos) puede tener variantes diferentes del mismo gen (por ej. ojos claros-ojos oscuros). Cada especie tiene un cariotipo característico y frecuentemente con ligeras diferencias respecto a otras especies cercanas.

Así, recapitulando, podemos decir que toda la información para generar, ensamblar las diferentes partes y hacer funcionar el ser vivo, se encuentra en ese DNA empaquetado, al igual que si de un programa de ordenador comprimido en disquetes se tratara. Antes de hacerlo funcionar, hay que "instalarlo" y "descomprimirlo", cosa que ocurre al acabar la división celular. El número de cromosomas es muy variable en los seres vivos, y explicar su evolución y significado excede a esta obra divulgativa. Sólo comentar que con la aparición de las técnicas de bandeo (tinción diferencial de las diferentes formas de cromatina, es decir, estados del DNA), los cromosomas de especies diferentes pueden ser comparadas como si de códigos de barras se trataran.

El estudio del cariotipo de un grupo zoológico proporciona importantes caracteres que permiten el establecimiento de filogenias entre los distintos taxones (p. ej. especies) que lo componen. Al margen del estudio ya clásico de la morfología y número de cromosomas mediante técnicas de tinción estándar, desde la aparición de las técnicas de bandeado y de análisis del DNA, los estudios cariológicos han experimentado un importante empuje que permite la detección de un buen número de caracteres estructurales de los cromosomas que, mediante técnicas estándar, se revelaban como absolutamente uniformes, y que permiten un acercamiento más profundo a la filogenia (relaciones evolutivas y de parentesco) de los lacértidos. Por otro lado, las diferencias entre cariotipos de especies cercanamente emparentadas han puesto de relieve la importancia de las mutaciones cromosómicas y el especial papel de estas en el proceso de especiación. Desde este punto vista, las especies pirenaicas han resultado ser un caso de los denominados "de libro de texto" por lo complejo de sus mutaciones cromosómicas (fusiones de cromosomas de un sólo brazo -unibraquiales o acrocéntricos- para dar cromosomas de dos brazos -meta o submetacéntricos-, denominadas fusiones robertsonianas) que parecen haber sido además el motor de su rápida especiación.

Los cariotipos de los lacértidos están compuestos en la inmensa mayoría de las especies por 36 macrocromosomas acrocéntricos (de un sólo brazo) y dos microcromosomas (cromosomas muy pequeños y puntiformes), lo que supone un número total (diploide) de 2n = 38 cromosomas (el ser humano tiene, por ejemplo 2n = 46, es decir, cada uno de nosotros tiene 23 cromosomas procedentes del óvulo de la madre, y otros 23 del espermatozoide del padre). La pérdida de los microcromosomas es un carácter derivado que parece haber tenido lugar de forma paralela en estas lagartijas de montaña (*Iberolacerta)* y en la lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*).

Desde el punto de vista cromosómico, todo este conjunto de especies iberopirenaicas de montaña puede ser dividido en dos grupos: uno en el que sólo faltan los microcromosomas y que por lo tanto presenta un cariotipo de 2n = 36, que incluye *I. monticola, I. martinezricai, I. galani* e *I. cyreni*; y otro grupo caracterizado por una dramática reducción en el número de cromosomas por fusiones robertsonianas (fig. 14), que incluye a las tres especies pirenaicas: *I. bonnali*, *I. aranica* e *I. aurelioi,* y que constituye indudablemente un grupo monofilético (es decir, un grupo natural, que incluye a TODOS los descendientes de un sólo antepasado común).

En el cariotipo de *Iberolacerta aranica*, al igual que ocurre en la práctica totalidad de lagartijas, ¡pero ojo!, al revés de lo que ocurre en las otras dos especies pirenaicas, machos y hembras tienen el mismo número de cromosomas. En la lagartija aranesa tanto los machos como las hembras muestran 10 cromosomas bibraquiales (de dos brazos) y 16 acrocéntricos (de un brazo), similares a los de la lagartija pallaresa en su morfología, por lo que debe poseer un sistema de cromosomas sexuales ZW no diferenciables (son lo que se denomina cromosomas sexuales homomórficos -de igual aspecto- y eucromáticos -constituidos de eucromatina, parte del DNA que está activa y lista para transcribirse a "ordenes" y por lo tanto no aparece ni sobreempaquetada ni teñida en el cariotipo-) (fig. 14).

Mientras que en los mamíferos como el ser humano el sexo heterogamético (con dos cromosomas sexuales diferentes) es el masculino (XY), siendo el femenino homogamético (XX); en los reptiles y aves, el sexo heterogamético es el femenino, y por convención se designa con letras distintas (ZW), siendo por ejemplo los reptiles y las aves del sexo masculino los homogaméticos (ZZ). Como se asume que todos los lacértidos presentan heterogametia femenina, independientemente de que esta sea evidenciable citogenéticamente (por observación al microscopio), se deduce que deben existir esos ZW en la lagartija aranesa. No obstante, esto deberá corroborarse, ya que la proporción de sexos nacida en laboratorio y la presente en la naturaleza son muy diferentes, como ya comentaremos más adelante.

Estos cromosomas sexuales homomórficos y eucromáticos (no detectables) aparecen también en la lagartija cantábrica (*Iberolacerta monticola*) y la batueca (*I. martinezricai*), mientras que son heterocromáticos y aparecen diferenciados al microscopio en la lagartija serrana (*I. cyreni*), la lagartija leonesa (*I. galani*), en la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*), la pirenaica (*I. bonnali*) y la croata (*I. horvathi*).

El NOR (organizador nucleolar: zona siempre heterocromática, es decir, condensada y que no transcribe, pero que sin embargo se encarga de algo tan importante como la separación de las parejas de cromosomas iguales -homólogos- durante la división en dos células hijas en la mitosis) está presente en posición telomérica (o sea, en la punta del cromosoma) en el brazo largo del tercer par de cromosomas homólogos (lo que se denomina tipo L, "Large") como en las otras especies pirenaicas. Esta ubicación es la más frecuente en las lagartijas de este género y de otros cercanos como *Podarcis* y *Lacerta*. Excepciones notables dentro de *Iberolacerta* son la lagartija batueca (*I. martinezricai*) y la serrana (*I. cyreni*), las dos del Sistema Central de la Península Ibérica, que lo presentan en posición intersticial y de tipo MS (es decir en un cromosoma medio o pequeño, "Medium-Small"). También nuestra lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*) tiene el NOR en esta última posición (tipo MS).

El bandeado C en los cromosomas de lagartija aranesa revela bandas centroméricas (del centrómero, la zona apical del cromosoma que es la que queda en medio cuando se fusionan dos) intensas en los cromosomas acrocéntricos y bandas centroméricas y pericentroméricas (cercanas pero no inmediatas al centrómero) débiles en los bibraquiales (fig. 14).

Como comparación, podemos comentar que en la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*) existen 26 cromosomas en los machos (10 de dos brazos, metacéntricos o submetacéntricos) y 16 de un sólo brazo (acrocéntricos). Las hembras presentan 25 macrocromosomas, 11 bibraquiales y 14 acrocéntricos. Esta diferencia entre ambos sexos se debe a la presencia de cromosomas sexuales del tipo Z_1Z_2W. En esta especie y en la lagartija pirenaica, dos cromosomas de un sólo brazo se han unido (uno de ellos el primitivo cromosoma sexual W de un brazo, como el de *I. aranica*) y han dado un cromosoma sexual de dos brazos, lo que hace que las hembras tengan en su cariotipo un cromosoma menos que los machos. El bandeado C muestra bandas centroméricas especialmente intensas en los cromosomas acrocéntricos y poco marcadas en los bibraquiales. Bandas pericentroméricas muy poco visibles aparecen en los primeros tres pares de cromosomas bibraquiales. El NOR aparece, al igual que en la lagartija aranesa, en posición telomérica en el brazo largo del tercer cromosoma bibraquial (tipo L, un cromosoma de los más largos) (fig. 14).

Los machos de lagartija pirenaica (*I. bonnali*) presentan 24 cromosomas (12 bibraquiales y 12 acrocéntricos). Como en la lagartija pallaresa, las hembras presentan cromosomas sexuales del tipo Z_1Z_2W, y en sus cariotipos sólo aparecen 23 cromosomas (13 bibraquiales y 10 acrocéntricos). El cromosoma W es fácilmente reconocible por ser el menor de los bibraquiales y diferente del de *I. aurelioi* por ser más pequeño y metacéntrico y por presentar una conspicua banda teñida (banda C) en

uno de los brazos en posición subtelomérica (cerca de la punta del brazo). Bandas pericentroméricas poco marcadas aparecen en los primeros tres cromosomas bibraquiales. El NOR aparece en el tercer par de cromosomas de dos brazos en posición telomérica (tipo L). Es destacable el hecho de que se encontró un ejemplar de lagartija pirenaica del macizo de Posets con un cariotipo diferente, constituido por 22 cromosomas, todos ellos bibraquiales y con el tercer par heteromórfico por las distintas longitudes del brazo largo. Este cariotipo parece derivar del cariotipo normal de *A. bonnali* pero con seis reordenaciones cromosómicas (¡mutaciones!) distintas y simultáneas, lo que demuestra que el proceso de mutaciones activas que puede dar lugar muy rápidamente a especies nuevas en poblaciones pequeñas sigue muy activo (fig. 14).

BLOQUE 2:

Un escenario: Clima y vegetación en los últimos 2.5 millones de años. Una historia del paisaje aranés.

La diferenciación de las lagartijas pirenaicas se remonta al periodo Plioceno, antes del inicio de las Glaciaciones Cuaternarias, así que comenzaremos un breve recorrido a través de los cambios del paisaje que han configurado el escenario de la evolución de la lagartija aranesa: una historia que es la del paisaje del valle de Arán en los últimos dos y medio millones de años.

Paisajes pliocenos: Los Pirineos tropicales (5-1,65 millones de años).

Durante el Plioceno el nivel del mar era mas alto que en la actualidad, así que el perfil de la costa, si pudiéramos ver un mapa de ese momento, nos sorprendería por presentarnos un Mediterráneo con sus playas si cabe más cercanas a los Pirineos. La llanura del Ampurdán y parte del Rosellón estaban inundados por el mar. También el piedemonte septentrional de los Pirineos al sur de lo que hoy en día es el curso del Garona estaba parcialmente ocupado por transgresiones atlánticas. Por su baja altura general, la llanura aquitana estaba llena de zonas pantanosas. Más al sur de la cadena, a título de ejemplo, la montaña de Montjuic en Barcelona era una isla frente a la costa catalana y el curso bajo del Llobregat estaba ocupado por un brazo de mar que penetraba hasta Castellbisbal, hoy tierra adentro.

Un vistazo de cerca nos revelaría que el relieve de los Pirineos era algo más joven que el actual, con valles más altos y cumbres menos abruptas, dado que la potente erosión glaciar no había comenzado a actuar todavía.

La vegetación pirenaica durante el Plioceno presentaba un carácter prácticamente tropical, incluso en montaña, donde junto a especies hoy extinguidas o características de climas más cálidos, encontramos representantes de géneros actuales pero con extraños a nuestra flora. El hipotético piso alpino en las montañas perimediterráneas debía situarse entre los 3000 a 3800 m, y el nivel teórico de las nieves perpetuas a 4000 m o más.

Las floras del final del Plioceno (Villafranquiense medio y final) muestran en el sur de Francia y Pirineos septentrionales (lo que probablemente era extensible a la parte baja del valle de Arán) la presencia de un clima netamente templado durante este periodo, con veranos más cálidos que los actuales y los inviernos poco rigurosos. Más al norte, en el centro de Francia, las faunas y floras indican también temperaturas superiores a las actuales. Las especies arbóreas presentes eran sorprendentemente exóticas, con secuoyas (*Sequoia langsdorffi),* ciprés de los pantanos (*Taxodium sp.),* pecanes o jicórias (*Carya sp.),* canelos *(Cinnamomum polymorphum),* pinos (*Pinus[Haploxylon]*), tsugas (*Tsuga sp.)*, o bien las especies inmediatamente antecesoras de las actuales, como hayas (*Fagus pliocenica*), robles (*Quercus spp*), arces (*Acer spp*), Zelkovas (*Zelkova crenata* y *Zelkova subkeaki*), tilos (*Tilia spp*), algunos abedules (*Betula speciosa*), abetos (*Abies saportana*), castaños (*Castanea atavia*) y quizá algunos pinos en las cumbres más elevadas. En los valles de esta misma zona se mezclaban junto a las riberas de los ríos el aliso, el álamo canescente, el fresno y los sauces, formando bosques de ribera como hoy en día. En las laderas más secas se encontraban la encina, el boj y el enebro.

De la vertiente ibérica sólo se conocen yacimientos en Cataluña. En esta zona sita al SE de los Pirineos, el clima empieza con un claro matiz tropical, para evolucionar poco a poco hacia un clima templado suave, similar al actual mediterráneo húmedo de las zonas más bajas, pero más húmedo, con precipitaciones regulares de cerca de 1000 mm, estaciones secas muy poco marcadas y una temperatura media de alrededor de 18-20º C. Por lo tanto se trataba de un clima mucho más húmedo que frío, muy similar al benigno clima actual de las islas Canarias, Madeira, Azores, SE de Norteamérica, norte del Cáucaso o las montañas del Tibet expuestas a la acción monzónica. En este extremo SE de los Pirineos, aparece una diversidad de árboles asombrosa, con especies muy similares a las actuales, muchas de ellas sus antepasados directos: robles (*Quercus drymeja),* plátanos *(Platanus aceroides)*, laureles (*Laurus canariensis)* y encinas (*Quercus ilex*), canelos (*Cinnamomum polymorphum)* y otras especies más raras como arces (*Acer trilobatum*, *Acer decipiens)*, nogales (*Juglans vetusta, Juglans acuminata),* caquis *(Diospyros anceps, Diospyros protolotus)* y *Viburnum tinus.*

En los valles y llanuras del piedemonte meridional existían bosques con un predominio del plátano (*Platanus aceroides*) junto con representantes de los robles (*Quercus coccifera*, *Q. charpentieri, Q. drymeja*, *Q. gmelini*, *Q. ilex*, *Q. meriani*, *Q. pseudosuber*), olmos (*Ulmus braunii*), chopos (*Populus alba* y *P. mutabilis*), árboles del barniz (*Sapindus dubius* y *S. falcifolius*), y laureles (*Laurus canariensis* y *L. nobilis*) , junto a tulipíferos (*Liriodendron procaccinii)*, liquidámbares (*Liquidambar europaeum)* y sasafrás (*Sassafras ferretianum)*. En los lugares más secos debía aparecer una vegetación compuesta por especies consideradas hoy en día como mediterráneas (*Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Viburnum tinus*) y en las zonas más altas o más húmedas abetos (*Abies saportana*), hayas (*Fagus pliocenica)*, castaños (*Castanea atavia)*, nogales (*Juglans acuminata)*, acebos (*Ilex. canariensis* e *I. golpei*), pinos (*Pinus palostrobus*), etc. Restos polínicos ponen en evidencia que en zonas montañosas más alejadas existían *Tsuga*, *Picea, Cedrus*, etc.

En resumen, en el piedemonte septentrional pirenaico, se ha postulado la existencia durante el Plioceno Superior de un bosque de carácter oceánico de coníferas con sequoyas y algunas ericáceas, mientras que conforme nos alejamos de la zona atlántica, hacia la parte central y oriental aparece un bosque de pinos y otras coníferas con *Tsuga* y Taxodiáceas, estando presentes también *Quercus* (robles y encinas)*, Tilia* (tilos)*, Fagus* (hayas) y Juglandáceas (de la familia de los nogales). Es muy posible que en el eje de la cordillera hubiera bosques de montaña similares a los conocidos en los Alpes, con *Abies, Picea, Tsuga*, *Chamaecyparis* y *Keteleeria*. También es muy posible que la génesis del piso alpino tal y cómo lo conocemos sea finipliocena o pleistocena. No es fácil saber si los antepasados de la lagartija aranesa vivían ya en zonas alpinas, pero lo más probable es que al igual que otros miembros de este grupo de lagartijas, vivieran en zonas forestales abiertas (zonas rocosas en el bosque) de manera parecida a lo que hoy en día ocupan la lagartija cantábrica (*Iberolacerta monticola*) o la lagartija croata (*I. horvathi*).

El inicio de la Edad Glaciar eliminó poco a poco esta flora de dominancia tropical, restos de la cual son los actuales géneros orófitos como *Ramonda, Iris, Saxifraga, Petrocoptis, Borderea*, etc., separados de sus parientes de las zonas más bajas igualmente al final del Terciario y que constituyen lo que los fitogeógrafos denominan reliquias de la Flora Arcto-Terciaria.

El paso de un régimen climático de tipo subtropical a uno más seco y glaciar no fue repentino. El deterioro del clima se da de forma progresiva y lenta, en diversas etapas desde el Mioceno, y viene de la mano de un descenso en la humedad ambiental marcado en dos eventos sucesivos datados de 3,2 MA y 2,3 MA:

a) Hace 3,2 MA comienza una progresiva instalación de la sequedad estival y un aclareo natural de los bosques que se repetiría hasta unas 20 veces a lo largo del Plio-Pleistoceno. Hasta entonces los bosques pirenaicos habían sido muy exuberantes pero con el inicio del deterioro climático la diversidad debió empezar a disminuir. Se pasa de un régimen climático subtropical con una estación seca y una lluviosa a un régimen glaciar con estaciones diferenciadas no sólo por precipitaciones sino también temperaturas, y con alternancia entre periodos glaciares e interglaciares.

En el primer evento, hace 3,2 MA empieza un periodo en el que llegan a dominar las coníferas, esencialmente pinos (*Pinus*), pero también cedros (*Cedrus)* y géneros exóticos como *Cathaya*;

y comienza a crecer la representación de géneros tan típicamente mediterráneos como los olivos (*Olea),* pistachos o lentiscos (*Pistacia), Phillyrea,* encinas *(Quercus)*, etc.

b) Posteriormente, hace 2,3 MA sobreviene el primer periodo realmente seco, con desarrollo de estepas abiertas que trajo un cambio que condujo al paisaje pirenaico desde el clima y vegetación subtropicales (con alternancia de estaciones secas y estaciones húmedas y sin grandes variaciones de la temperatura) a uno de tipo templado, más similar al régimen actual, con periodos térmicamente diferenciados que alcanzan su extremo en los periodos glaciares (fríos y secos) e interglaciares (cálidos y húmedos, incluso más que el momento actual).

Tras el segundo acontecimiento hace 2,3 MA, en la región mediterránea se da un importante avance en la estepización, con aumento de las especies herbáceas (*Artemisia*, Quenopodiáceas, etc.) que, junto a las cupresáceas y *Ephedra,* toman posesión de grandes superficies. Así mismo comienzan los primeros síntomas del frío que ha de venir con el Pleistoceno, y en el norte de Europa comienzan a gestarse unos paisajes similares a la tundra actual, con abundantes ericáceas, gramíneas y ciperáceas. En la Península Ibérica y Pirineos, a pesar de la lenta pero persistente caída térmica a lo largo del Plioceno Superior, un clima templado, con inviernos no muy fríos, se mantuvo hasta hace 1.8 M.A..

Estos dos eventos podrían haber actuado de desencadenantes de la especiación de diferentes especies de lagartijas de montaña. Dado que se trata de especies adaptadas a vivir en lugares relativamente húmedos, el progresivo deterioro del clima y la sequedad habían tenido el efecto de aislar poblaciones favoreciendo la especiación. En nuestra opinión (ver el apartado de genética), el desencadenamiento de los fríos cuaternarios habrían producido la separación de taxones (cerca de 2 millones de años según el gen 12s rRNA), pero otras estimaciones postulan diferenciaciones que van desde los 4.2±1.4 millones de años para la separación de *I. bonnali* de las otras dos especies y de 3.8±1.4 M. A. para la separación de *I. aurelioi* de *I. aranica*, hasta diferencias de sólo un millón de años según la datación de los microsatélites del DNA). En todo caso, sí se puede afirmar que el progresivo deterioro climático y el inicio de las glaciaciones debieron ser el motor de todo el proceso de especiación en las lagartijas de montaña.

Pleistoceno inferior (1,65-0,78 millones de años).

Es difícil trazar una línea divisoria entre el Plioceno Superior y el Pleistoceno Inferior. El ambiente (clima y vegetación) probablemente era muy similar en ambos, bastante cálido y húmedo en comparación con etapas posteriores del Pleistoceno.

Por lo que respecta al Pirineo, el ambiente debía ser muy similar al que se encontraba en la cordillera Cantábrica, que es su prolongación natural hacia el oeste, lo que vendría reforzado por la presencia de esas transgresiones marinas en la zona de las Landas y abundantes zonas pantanosas, con lo que las condiciones de oceanidad del clima cantábrico se extenderían más, si cabe, y de forma más marcada hacia lo que hoy es el interior de los Pirineos. Otros autores abogan por la presencia de zonas pantanosas y lagos en estas zonas del piedemonte septentrional de la cordillera Pirenaica, y postulan que el piedemonte septentrional pirenaico fue una prolongación más o menos recta de la costa cantábrica, proporcionando a la cara norte del Pirineo (al menos hasta el Valle de Arán) condiciones muy suaves y oceánicas (todavía más que hoy en día), muy similares a las que reinan actualmente en las zonas bajas cantábricas o gallegas.

Durante el Pleistoceno Inferior, los Pirineos presentaban todavía formas más jóvenes que en la actualidad, con valles más altos (menos profundos) porque todavía no habían sido tallados por los hielos. Para algunos autores, desde el pico de Anie hasta Andorra existía un casquete de hielo del que sobresalían las cumbres, algunas crestas altas y las aristas de macizos individualizados como los de Balaitous, Monte Perdido, Maladeta o Montarto. El límite altitudinal del casquete estaría al pie de la montaña en la vertiente norte o en los mismos valles en la vertiente sur...". Esta visión tan "glaciar" de este temprano momento del Cuaternario pirenaico parece bastante excesiva a la vista de los datos del clima y la vegetación disponibles. Los glaciares, si realmente

existían, no debían ser todavía permanentes por debilidad de las alturas máximas del Pirineo bajo el régimen climático todavía presente (en climas subtropicales el nivel de las nieves perpetuas se encuentra por encima de 4200 m).

Al relieve preexistente se añade la acción de erosión y entalladura de los valles por cursos de agua torrenciales e irregulares con derrumbes durante los interglaciares y por avances y retrocesos de los hielos durante los periodos glaciares. Estas fases torrenciales atestiguan más bien un clima cálido y semiárido.

La flora del SE de los Pirineos es todavía de clara filiación pliocena y características cálidas, pero marca ya el cambio desde un clima subtropical hacia uno más árido y fresco. La paleoflora con representantes arcaicos que no sobrevivieron más allá del Cromeriense (interglacial Mindel/Riss) pero con representantes también modernos que hablan de un bosque con componentes hidrófilos y termófilos. El progresivo enfriamiento supone la práctica desaparición en los Pirineos de árboles muy termófilos como todas las lauráceas, el platanero, el liquidambar, etc.

Por lo que respecta a la fauna, el Pleistoceno Inferior se inicia con un recambio faunístico, que implica la llegada a Europa de especies procedentes de África y Asia, finalizando con una segunda renovación de las comunidades de mamíferos ya en la transición al Pleistoceno Medio. Esta última afectó a numerosas especies, relictas del Plioceno y nuevas durante el Cuaternario basal, que fueron sustituidas en sus nichos ecológicos por otras procedentes del extremo oriental de Eurasia.

En la Península Ibérica y Pirineos, encontramos dentro de los macromamíferos, tres grupos de distintos orígenes durante el Pleistoceno inferior: a) Un conjunto de rumiantes originarios de Asia. b) Un conjunto muy variado de especies procedentes de África y c) Un conjunto de especies relictas del Plioceno, como el oso del Tibet (*Ursus thibetanus*), un tigre de dientes de sable (*Homotherium latidens*), rinocerontes (*Stephanorhinus etruscus*) y el mamut meridional (*Mammuthus meridionalis)*. Las faunas del Pl. Inferior se caracterizan entre los herbívoros sobre todo por la presencia del mamut meridional (*Mammuthus meridionalis*) y de los caballos estenoninos (*Equus stenonis*), especies que entran de lleno desde el Plioceno. También aparece el rinoceronte *Stephanorhinus etruscus* y aparecen los hipopótamos, que faltan en los registros pliocénicos. Entre los nuevos bóvidos que aparecen en escena están *Capra, Bison* y *Soergelia*, así como los cérvidos *Megaloceros, Dama* y *Capreolus*. Característicos son *Eucladoceros tetraceros* y *Cervus perolensis* Entre los carnívoros está presente *Pachycrocuta brevirrostris* y el *Ursus etruscus*. Persisten *Felis schaubi, Acinonyx, Canis etruscus* y *Xenocyon rosi* . En otras localidades aparecen el *Canis lupus mosbachensis, Capra sp.* y *Soergelia*. Entre los roedores es característico *Allophaiomys pliocaenicus* que antes de terminar el periodo da lugar a otros *Microtus* (s. str. y *Terricola*). Recientemente ha sido hallado el primer jiráfido (*Mitilanotherium*) en la transición del Plioc. al Pl. Inf. (1.9 a 1.7 MA BP) en el S de España (Granada).

Pleistoceno medio (780 000 - 130 000 años).

El Pleistoceno medio abarca el periodo de tiempo entre 780 000 y 130 000 BP, un periodo muy pequeño en comparación con el Pleistoceno inferior, pero en general muy importante en la evolución de las especies que ahora conocemos. Los periodos alternados de frío y calor son largos, del orden de unos 100 000 años de duración. Los periodos cálidos sucedieron hace unos 600 000 (el llamado periodo isotópico 15, denominado así, al igual que otros periodos isotópicos, porque fue detectado por isótopos de sedimentos marinos: IS 15), 500 000 (IS 13), 400 000 (IS 11), 300 000 (IS 9) y 200 000 (IS 7) años BP. Los contrastes climáticos debieron ser muy exagerados comparados con otros momentos del Cuaternario, con máximos de calor y picos de frío nunca alcanzados antes. Los momentos más fríos se registran en IS 16 (615 000 BP), IS 12 (460 000 BP), IS 6 (150 000 BP), mientras que los periodos más cálidos fueron los de IS 11 y IS 9 (ver arriba). El clima ártico llegó durante los picos de frío hasta la altura de Londres, los Alpes y los Cárpatos.

Los periodos interglaciares revelan climas secos y cálidos similares a los presentes hoy en día en la vertiente sur de los Pirineos, pero esta vez desarrollándose en la llanura aquitana,

por lo que podemos suponer que las zonas más secas de la vertiente sur todavía debían ser más cálidas (y probablemente más secas) que hoy en día. La vegetación era de tipo lauriforme (como la actual laurisilva canaria), y bosques deciduos todavía con afinidades pliocénicas, que se desarrollaban durante el interglaciar, con *Fagus*, *Rhododendron* de porte arbóreo como los que se dan hoy en día en el Himalaya, landas de *Vaccinium* (que desplazarán a zonas forestales de abeto y a los bosques mixtos de hoja caduca durante el frío del Mindel), y reaparecen *Pinus*, *Carya*, *Pterocarya*, *Quercus, Alnus, Fagus* y *Betula* en la vertiente norte. Igualmente se ha registrado la presencia de *Taxus, Cupressus, Quercus* –especies esclerófilas- *Olea* y *Vitis* (que indican un clima caliente y seco). Durante los periodos cálidos, como el interglaciar Mindel/Riss, se produjo en una expansión muy notable de las faunas y floras cálidas hacia el norte de Francia. Algunas especies, como por ejemplo la vid (*Vitis vinifera*) o las juglandáceas (*Carya* y *Pterocarya*), alcanzaron latitudes mucho más septentrionales que hoy en día, hasta Dinamarca y el S de Inglaterra.

Desde el Pleistoceno Medio, el piedemonte oriental de los Pirineos ha conservado un carácter mediterráneo en su vegetación, tan sólo alterado brevemente por momentos de menos temperatura o mayor sequedad, que a lo sumo han traído faunas frías que se han adaptado parcial y brevemente a las condiciones estas zonas.

Para los defensores de los modelos pluriglaciaristas, durante el Mindel los glaciares aparecen más encajonados dentro de los valles que ya habían sido excavados durante el Günz. El casquete glaciar era más limitado y digitado a través de los valles y con pequeños glaciares periféricos. Más picos sobresalían por encima de las masas de hielo. Todos estos datos se han de tomar con mucha prudencia.

Durante la glaciación del Riss, el paisaje presentaría ya valles más profundos como resultado de la acción de las anteriores glaciaciones y de la erosión fluvio-torrencial durante los anteriores interglaciares. Los glaciares serían más pequeños en volumen y por lo tanto más individualizados alrededor de los grandes macizos. Ya no existe una calota glaciar sino "ríos de hielo", con las lenguas glaciares individualizadas, como en los Alpes o Himalaya en la actualidad.

En cuanto a la fauna, aprox. Hacia 0.9 a 0.8 MY BP se da una gran extinción en el área mediterránea y comienzan a aparecer muchas especies de mamíferos procedentes de la franja oriental de Eurasia, sobre todo ligados a ambientes esteparios. Previamente al inicio del Pleistoceno Medio (0.72 MY BP) y justo a su inicio llegan buen número de nuevos inmigrantes: los antepasados del caballo (*Equus caballus* s.l.), de la hiena (*Crocuta crocuta*), el jabalí (*Sus scrofa*) y los osos de las líneas arctoide (*U. prearctos-arctos*) y espeleoide (*U. deningeri, U. spelaeus*). Desaparecen los tigres de dientes de sable y aparecen los panterinos modernos como el grupo del león (*Panthera* -subgénero *Leo- spp.*) y el leopardo (*Panthera pardus*) y los seres humanos, que evolucionan en la línea *H. antecessor- Homo heidelbergensis* (Achelense)-*H. neanderthalensis* (Musteriense).

En las paleofaunas del Pl. Med. perviven dos osos, *Ursus deningeri* y *U. "prearctos"*, el primero de los cuales dará lugar en el Pl. Sup. a *U. spelaeus*. También conviven un jaguar (*Panthera gombaszoegensis)* y un león *(Panthera mosbachensis,* del grupo que dará a *P. spelaea* en el Pl. Sup.). Sobrevive en todo el Pl. Med. el mastodonte *Paleoloxodon antiquus* y los roedores *Allocricetus bursae* (un hamster) y *Microtus brecciensis* (el antepasado del topillo de Cabrera). Desde el Pl. Inf. a hasta entrado el superior perviven los rinocerontes *S. hemitoechus* y *S. kirchbergensis*. Aparecen ya *Cervus elaphus*, *Canis lupus y Equus caballus*, especies que todavía sobreviven, así como el extinguido bisonte de bosque (*Bison schoetensacki*).

La aparente paradoja que se da en yacimientos del Pleistoceno Medio donde aparecen especies de faunas frías, a la vez que los estudios de la vegetación nos muestran claramente la presencia de un manto claramente de tipo mediterráneo, vendría dada, una vez más, por esa disincronía en el tiempo de reacción a los cambios climáticos entre las comunidades animales (mucho más rápidas) y las vegetales (mucho más lentas). Así pues, las faunas frías europeas habrían respondido "huyendo" hacia el sur, hacia la cuenca mediterránea, y adaptándose temporalmente a estos nuevos hábitats antes que estos cambiaran.

Igualmente, en el caso de las aves, las comunidades de las cuales son prácticamente las mismas que hoy en día, debieron darse en estas pulsaciones frías irrupciones breves de especies

de tipo septentrional que convivieron con las mediterráneas. Probablemente todos estos desajustes climáticos sucesivos produjeran cambios en las pautas migradoras muy espectaculares y desconocidos hoy en día, que quizá tienen su reminiscencia en rutas de migración o movimientos erráticos que se dan en la actualidad ante circunstancias climáticas excepcionalmente extremas.

El Pleistoceno Superior (130 000 -Act.).

Se considera Pleistoceno Superior al penúltimo interglaciar (Riss/Würm o Eemiense) y a la última glaciación, la más fría de las habidas hasta ahora (el Würm o Weichseliense).

El penúltimo interglaciar: la calma que precede a la tormenta.

Tras la penúltima glaciación, el interglaciar Riss/Würm fue un periodo húmedo y cálido (más incluso que el momento actual –Holoceno-), con temperaturas muy similares o incluso superiores a las actuales, menos extremas, y con mayor precipitación general. Se cree que desde 130 000 BP a 80 000 BP se produjo la expansión hacia el norte de las faunas y floras mediterráneas, hasta alcanzar posiciones notablemente más septentrionales que en la actualidad.

Las reconstrucciones de la las paleotemperaturas sugieren una diferencia media de dos o tres grados Celsius por encima de las medias actuales, lo que permite suponer que el límite natural del bosque podría haberse situado hasta unos 400 m por encima del actual. Los cambios de temperaturas debieron ser bastante notables y repentinos, del orden de 10 a 12ºC en tan sólo 5 a 10 años y durar entre 5000 y 7000 años, resultando en un clima muy oscilante y bastante más irregular que el de los últimos 8 000 años, a pesar de sus aparentes oscilaciones. Los registros polínicos indican así mismo marcados cambios de vegetación que indican oscilaciones climáticas amplias. Modernamente, se ha calculado un incremento de al menos 300 mm de precipitación y un mínimo de 2º C más que en la actualidad, por lo que respecta a las condiciones de los meses de julio y agosto, y a la media anual de hace unos 120.000 años BP.

La distribución por hábitats de las especies presentes debía de ser muy similar a la que presentan hoy en día, alcanzando también muchas especies latitudes mucho más septentrionales que hoy en día. En las condiciones arriba expresadas, se favorecería el ascenso de los cinturones de vegetación por encima de su ubicación actual, lo que provocaría un mayor aislamiento si cabe de las especies propiamente alpinas como las lagartijas de montaña en las partes más altas de los macizos (con las consecuencias previsibles de cuellos de botella poblacionales y alto riesgo de extinción).

En los Pirineos durante este tiempo hubo oscilaciones en el grado de desarrollo de los bosques de robles y se dio el retorno a la vertiente sur de las especies mediterráneas (*Quercus ilex, Buxus sempervirens, Vitis sp., Olea europaea*, etc.). En la vertiente norte dominaron las especies características de la vegetación templada oceánica, con un bosque mixto de robles, mientras que en las vertientes meridionales se instaló una vegetación mediterránea rica en plantas lauriformes y estepas en algunas zonas.

Concretamente, en el Alto Garona existía un bosque mesotermófilo (templado-cálido y húmedo), que posteriormente dio paso a un bosque caducifolio con avellanos y pinos (templado húmedo).

El final de este último interglaciar parece haber sido bastante abrupto, entrándose en unas condiciones plenamente glaciares en unos 150 años.

El gran frío: La glaciación del Würm.

Durante la última glaciación (conocida como Würm en la nomenclatura alpina), es quizá cuando se alcanzan los mayores niveles de frío y aridez de todo el Cuaternario, y es, desde luego, con mucho la mejor conocida. Hacia los 75 000 BP podemos considerar que se inicia la que se considera última glaciación, la de Würm, que comprende cuatro periodos claramente fríos, que

se enumeran del I al IV con cifras romanas, separados por interestadios más templados entre ellos.

La modificación en la extensión de los continentes, la influencia de las enormes masas de hielo y la distribución de las temperaturas marinas debió influir en sobremanera en el comportamiento de la maquinaria climática en todo el hemisferio norte.

El clima debió ser tremendamente frío y árido. No obstante, y sin entrar en detalles, sí podemos decir que por la situación meridional de los Pirineos, las condiciones aquí debieron ser algo menos duras que en los paisajes de estepas azotadas por la ventisca que nos suelen mostrar las representaciones sobre el Cuaternario. La insolación relativamente importante en las latitudes meridionales europeas permite la vida vegetal y de pequeños animales de escasas exigencias térmicas a poca distancia del hielo. Además de esta vida cerca de los hielos, en "Nunnatakker" o "Macizos de Refugio", evidentemente, existían refugios junto a la costa y en zonas abrigadas como cañones o valles fluviales._

El concepto de Macizo de Refugio recoge a especies de montaña que sobrevivieron a las glaciaciones en áreas libres de hielo del reborde de los Alpes ha sido comprobado para un buen número de invertebrados paleoendémicos y algunos vertebrados como *Salamandra atra aurorae* y *Salamandra lanzai*. Este tipo de taxones son típicamente malos recolonizadores postglaciares y permanecen restringidos en áreas pequeñas ("islas montañosas"), como es el caso de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Iberolacerta aranica, I. aurelioi* e *I. bonnali*).

Al comienzo de la última glaciación la vegetación sufre un nuevo retroceso que veremos en detalle. En general, en los momentos más frescos y húmedos, los bosques de pinos y sabinas se erigen en señores del paisaje, acompañados por *Artemisia, Ephedra, Armeria, Galium*, etc. (actualmente, sólo presentes en las crestas más azotadas y en las zonas más áridas).

Muchas especies de animales y plantas debieron quedar acantonadas sólo en pequeños refugios, al menos durante el máximo glaciar (45 a 60.000 años BP en los Pirineos). Al comienzo del deterioro climático que abocó a la última glaciación, en el piedemonte pirenaico dominan los abetos y en montaña media los hayedos, robledales y bosques de ribera mixtos (todavía con carpe) por debajo de los 1000 m. No son raros almendros *(Prunus amygdalus),* arces *(Acer opalus, Acer mospessulanum),* majuelos*(Crataegus monogyna),* bojes *(Buxus sempervirens),* serbales (*Sorbus sp.),* endrinos *(Prunus spinosa)* y acebos (*Ilex aquifolium)*.

Los bosques caducifolios desaparecieron del paisaje como unidades de vegetación con identidad propia en los momentos más fríos, pero al parecer, debieron refugiarse en hábitats favorables donde el microclima y la naturaleza del suelo eran lo suficientemente bonancibles como para mantener a estas especies. Especies arbóreas (especialmente las caducifolias) refugiadas en "trincheras" naturales, es decir, formando ripisilvas acantonadas en hondonadas o valles fluviales tallados en el terreno y de características abrigadas, o bien en pies de acantilados bien orientados, de los que durante los momentos de más frío apenas sobresalen ni dispersan pólenes fuera de esos microrefugios, rodeados de un paisaje de interfluvios y llanuras estepizados por el frío y la sequedad. En los momentos favorables, al disminuir la sequedad y el frío, y con una inercia a los cambios muy marcada, salen de sus trincheras del terreno (prácticamente invisibles polínica y paisajísticamente hasta ese momento) y reconquistan los paisajes abiertos en el orden de especies pioneras que más adelante indicaremos.

Las zonas mediterráneas no debieron sufrir grandes cambios. Si acaso, quizá un cambio a un clima más fresco y sobre todo, más seco; nada extraño que no puedan resistir las especies que hoy en día son capaces de colonizar las frías y secas mesetas del corazón de la Península. Se da pues, una cierta estepización, pero la vegetación mediterránea resiste *in situ*. Que los renos aparezcan puntualmente entre encinas o junto a la tortuga mediterránea no significa que una oleada de frío lo invadiera todo. Simplemente que puntualmente llegaron allí y debieron de comer de lo que encontraron en un paisaje abierto como los que habitan actualmente, aunque de cariz marcadamente mediterráneo.

Al inicio del Würm (Würm I y II), en el este de los Pirineos el paisaje vegetal había cambiando progresivamente de los bosques de pinos y hayedo en montaña media y de los robledales

y carpinares por debajo de los 1000 m, pasando a los pastizales y paisajes estépicos, quedando los árboles refugiados en los fondos de valle y zonas más bajas, como veremos detalladamente a continuación.

Entre los 45 a 40 000 BP se produjo un episodio cálido (el interpleniglaciar) datado según los lugares entre 40 y 48 500 BP, que se hace notar por ejemplo en el alto Garona con una tasa de cobertura forestal de un 63 %.

Entre los 40 000 los 35 000 años BP se ha documentado de nuevo una fuerte bajada de la humedad y la temperatura que comporta la aparición de un paisaje estépico con gramíneas (comienzo del último máximo glaciar) (con formación de casquetes o calotas de hielo en los polos, glaciares continentales, bajada del nivel del mar que dejó al descubierto amplias zonas hoy sumergidas etc.).

Durante el Würm III, en la vertiente norte del Pirineo, en Alto Garona el periodo comienza con un paisaje de estepa arbolada con pinos (clima frió y seco) para pasar posteriormente a una mezcla de pinos con caducifolios y helechos (clima suave y húmedo) y a una estepa con gramíneas y compuestas (clima frío y seco). A continuación, se da una mejora con desarrollo de especies de árboles termófilos (mejora climática) para caer de nuevo en un periodo frío y seco con una estepa de gramíneas y compuestas o una mezcla de pinos con las anteriores. Finalmente la mejoría comienza con una estepa con pinos y abedules (frío seco) para pasar a pinos con frondosas (síntoma de mayor humedad).

Durante el Würm IV que es el último verdadero coletazo glaciar y el momento de más frío de todo el Pleistoceno, en el alto Garona, se cuenta del último pleniglaciar con el espectro polínico del área de Barbazán, que muestra la presencia de un paisaje abierto dominado por las gramíneas, *Artemisia*, quenopodiáceas, *Helianthemum* y compuestas, pero con pequeñas áreas de refugios forestales con *Pinus* como especie dominante, acompañado por *Fagus, Picea, Abies* y también como relictos *Quercus* y *Corylus*. La presencia de glaciares en el piedemonte pirenaico cercano al valle del Garona (Barbazán) está comprobada al menos hasta hace 21 000 BP. Desde los 26 000 a los 24 000 BP la fusión fue mayor en los valles terminales del Garona a la vez que se desarrollaba en los Pirineos un clima de tipo seco con formaciones esteparias. Antes de este hecho, hacia los 25 000 a 26 000 BP , los depósitos polínicos muestran la presencia de árboles montanos (*Fagus, Picea* y *Abies*) que sobrevivían sólo en refugios cerca del eje todavía helado del valle principal del Garona. A los 26 000 BP el espectro polínico muestra el desarrollo de formaciones herbáceas con poáceas, quenopodiáceas e igualmente con taxones heliófilos asociados, como diversas compuestas, *Helianthemum* y *Ephedra*.

Estas comunidades sugieren un régimen de precipitaciones muy escaso. Desde los 26 000 BP hasta los 16 000 a 15 000 BP los glaciares se retiran progresivamente y a altitudes medias. Desde esas fechas hasta ahora, los depósitos lacustres y fluvioglaciares indican que las montañas estaban ya extensamente deglaciadas, permaneciendo los hielos sólo en los lugares más favorables. En la vertiente norte, el deshielo de las partes más altas estaba ya prácticamente terminado durante el periodo seco desarrollado en Europa hacia los 15 000 BP. (coincidente con el máximo glaciar en los Alpes) y testimoniado en el área por un incremento de la aridez.

Es en estos momentos de más frió cuando hacen su entrada en escena las especies más características de los paisajes helados de tundra o estepa, que son las que aparecen con frecuencia en las representaciones sobre la vida de los hombres de las cavernas, como son el mamut, el reno o el rinoceronte lanudo, pero que excepto en momentos puntuales en el norte de España y al norte de los Pirineos, resultan más típicos de zonas que debieron sufrir con mucha mayor severidad los rigores del clima würmiense, como el centro de la actual Francia y Centroeuropa. Estas representaciones de especies “frías” se corresponden más bien con el espacio entre la calota de hielo del norte de Europa y los macizos montañosos del sur, entre los que se encontraba un desolado corredor ocupado por paisajes de tundra y estepa fría que se extendía desde el norte de los Pirineos hasta Rusia y los Urales.

Por lo que respecta a estas faunas, el transito al Pleistoceno Superior se fija hacia los 120 000 BP y no se aprecian grandes cambios en las faunas de mamíferos. Las condiciones

frías y secas imperantes indujeron a algunas especies a modificaciones anatómicas para adaptarse a la dureza del clima imperante y los cambios de dieta. Ejemplos de ello son las intensas modificaciones maxilofaciales del hombre de Neanderthal (*Homo neanderthalensis*); o de la hiena (*Crocuta crocuta intermedia)* del Pleistoceno Medio que aumenta su dentición yugal para carroñear grandes presas, hasta dar la conocida hiena cuaternaria (*Crocuta crocuta spelaea*) en el Pleistoceno Superior. El oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*) aumenta su talla (y abundancia) y especies típicamente frías como los rinocerontes y mamuts lanudos (*Coelodonta* y *Mammuthus,* respectivamente) reflejan en su dentición lo magro y duro de la vegetación que han de pastar, extendiendo sus áreas de distribución hasta la Península Ibérica en la primera mitad del Pleistoceno Superior.

Los registros paleontológicos que nos han llegado aparecen siempre muy sesgados hacia especies cazadas por los seres humanos. El recrudecimiento ambiental datado en 30 000-20 000 BP acarrea la desaparición de la mayoría de grandes mamíferos típicos de la "Edad del Hielo": Mamuts y rinocerontes, grandes hienas y felinos, incluso el hombre de Neanderthal, se rarifican en general y todos desaparecen de Europa al final del Würm o algo antes, quedando las faunas empobrecidas y luego renovadas por nuevos aportes holocenos de comunidades constituidas por las especies que podemos ver en cualquier guía de campo actual de la Península Ibérica o de Europa.

Aunque conscientemente no hemos tratado de los homínido del Pleistoceno pirenaico, comentaremos a modo de curiosidad que se calcula que hace 20 000 BP vivían tan solo 2000-3000 personas en todo el territorio de la actual Francia, y menos de 10 000 en toda Europa.

El Tardiglaciar (final de la última glaciación): el inicio del paisaje que conocemos.

Se cree que la temperatura media estival hace 15 000 años era unos 10º C inferior a la de nuestros días, alcanzándose condiciones comparables a las actuales hace unos 8 000 años, al inicio del periodo Atlántico.

La expansión del bosque es lenta y se lleva a cabo en unos 7000 años. Las especies pioneras son primeramente las amantes de los espacios abiertos (*Betula, Pinus* y *Juniperus*). Se ha calculado la velocidad (o tasa de migración) de una serie de especies a partir de sus refugios, expresadas en metros por año. Estas tasas de migración no tienen en cuenta el periodo de maduración del árbol desde que germina hasta que lanza sus primeras semillas, por lo que la velocidad ha de ser en realidad mayor. También están calculadas sobre todo para condiciones óptimas (terreno a conquistar más o menos llano) . Cada especie tiene sus formas de dispersión de las semillas, que en algunos casos incluyen alas (*Acer, Ulmus* o *Pinus*), o transporte por el agua o animales (*Alnus, Corylus, Quercus, Fagus*, etc.) y en casi todos los casos un mayor o menor papel de la gravedad si el terreno es pendiente. Estas velocidades para los árboles pirenaicos son: *Abies* (entre 40 y 300 m/año, mediante el viento y animales), *Acer* (500-1000 m/año, ayudado por el viento), *Alnus* (500 a 2000 m/año, ayudado por el agua), *Castanea* (200 a 300 m/año, probablemente dispersados por animales), *Corylus* (1500 m/año, mediante animales o por el agua), *Fagus* (de 200 a 300 m/año, por animales), *Fraxinus* (200 a 500 m/año, por el viento), *Juglans* (400 m/año, por agua, gravedad o animales), *Picea* (80 a 500 m/año), *Pinus* (1500 m/año, por el viento o animales), *Quercus* (75 a 500 m/año, por animales), *Tilia* (50 a 500 m/año, por el viento) y finalmente *Ulmus* (100 a 1000 m/año, por el viento).

La expansión de los animales es también considerablemente rápida, siguiendo muy rápido y de cerca el ritmo de expansión de sus recursos (vegetales para fitófagos, etc.). Evidentemente cuanto más amplia sea la valencia ecológica, antes son capaces de extenderse hacia el norte. La expansión de las especies sigue el modelo de lo que en términos militares podríamos denominar un frente de avance, relativamente lento (dispersión secular) y cabezas de puente más allá del límite de la especie (como paracaidistas), que de establecerse, frecuentemente toman posesión del territorio adyacente y lo tienen ocupado ya cuando llegan las poblaciones principales de la especie.

Durante el Dryas antiguo y al igual que en el resto de áreas, en la vertiente norte de los Pirineos, en general, dominan los paisajes abiertos y esteparios. En el Valle de Arán (Bassa de

Ules) entre los 14 000 y los 12 000 BP existe una vegetación abierta con *Pinus* (14 000 a 13 500 BP) y posteriormente con *Betula* (13 500-12 000 BP) ambos acompañados respectivamente por gramíneas y artemisias, que denotan un clima frío y seco.

Durante el Alleröd (11 800-11 000 BP) aumenta la cobertura arbórea, especialmente en el piedemonte del Pirineo Central, aunque en el Pirineo Occidental, los espacios abiertos siguen dominando un paisaje con algunos *Pinus*, *Salix, Betula* y *Juniperus,* por orden de abundancia. Como comentario general para toda la cordillera, se produce la expansión de *Pinus*, con máximos valores polínicos de éste junto a *Betula*. El piedemonte del Pirineo Central (incluido el Valle de Arán) presenta durante el Alleröd un paisaje abierto de estepa arbolada, con *Pinus*, *Betula* y herbáceas a partes prácticamente equivalentes.

El Dryas reciente (11 000-10 000 BC) marca un nuevo retroceso de los porcentajes de polen arbóreo. En el Valle de Arán, la especie arbórea dominante es *Pinus*, junto a gramíneas y *Artemisia*. En el Estahn Redón (cresta entre las vertientes norte y sur del Pirineo) al final del Dryas reciente se establecen *Betula*, *Quercus* (robles) y *Pinus uncinata* hasta los 2000 m.

HOLOCENO: el final de la glaciación.

DESHIELO Y RECOLONIZACIÓN

Como ya hemos indicado, las cronologías del glaciarismo pirenaico parecen diferir de las del resto de áreas europeas (como los Alpes o el norte de Europa) con respecto al momento de la expansión postglaciar de las especies animales y vegetales. El máximo glaciar en los Pirineos se da hacia los 45 000 a 50 000 BP (18 000 a 20 000 BP en los Alpes) empezando por lo tanto la deglaciación muy temprano.

La primera retirada de los glaciares está datada antes de 38 000-35 000 BP y es francamente clara desde 25 000-24 000 BP cuando los glaciares desaparecen del piedemonte pirenaico, y quedan casi totalmente ausentes en la parte alta de los valles coincidiendo con el máximo glaciar alpino (!) y el periodo de aridez extrema vivido en Europa hace cerca de 15 000 BP.

Con el retorno de las condiciones más suaves del final de Würm, los bosques volvieron a ascender, una vez más, por las laderas de las montañas y a vestir de nuevo los paisajes. El orden de aparición en cantidad significativa en el paisaje de los árboles en el Pirineo septentrional fue: hace 15 000-13 000 BP: pinos y abedules. Entre los 13 000-9 000 BP: robles, avellano y olmos. Entre 9 000-5 000 BP: tilos, fresnos, alisos y abetos. Por último se expanden en fechas posteriores al 5 000 BP: hayas, castaños, vides y nogales. *Así, el característico paisaje aranés dominado por abetos y hayas ¡tiene menos de 4 000 años!.*

Los patrones y orígenes de recolonización son muy claros en algunos casos, y no tanto en otros. El abeto aparece desde el extremo oriental del Pirineo. El pino albar viene desde la Península y reconquista la media montaña (pisos montano y supramediterráneo). La fecha del inicio de la recomposición de estas comunidades altimontanas es controvertida. Si el máximo glaciar ocurre en los Pirineos entre 45 000 y 60 000 BP, puede que las especies de montaña y adaptadas al frío se extendieran desde sus refugios tan temprano como hace 25 000 BP cuando los glaciares desaparecieron del piedemonte pirenaico y se retiraron hacia la parte alta de las montañas (alrededor de 26 000 BP).

Al inicio de ese proceso de recolonización, la vegetación del piedemonte pirenaico debía ser una “tundra” alpina. No obstante de esta retirada temprana de los glaciares, los datos palinológicos muestran que el gran cambio en la vegetación asociada a esta mejora climática inicial aparece hace 15 000 años y queda claro que en ese momento, si los glaciares existían todavía, estaban situados más alto de 1800-1900 m, considerándose la deglaciación ya completa alrededor de los 13 000 BP. Igualmente los datos procedentes de la deglaciación del Atlántico Norte sugieren que los Pirineos, al igual que el norte de Europa tuvieron un máximo de frío (pero no de desarrollo de los glaciares, ya que el clima era extremadamente seco) alrededor de los 20 000 BP.

Aparte de estas consideraciones arriba expuestas, durante los tiempos postglaciares, la expansión de las especies desde sus refugios würmienses debe haber sido rápida y sincrónica con la recuperación en altura del bosque (siempre posterior al "evento de los 15 000 BP", ver arriba). En el caso de las especies alpinas de baja vagilidad (como coleópteros, moluscos o reptiles) no debe extrañar por tanto que si no son lo bastante rápidos colonizando puedan encontrar los corredores de hábitat alpino hacia otros macizos cerrados por la rápida ascensión del bosque. Cuando las especies estrictamente alpinas llegan hasta una zona de paso ya forestada se ven obligadas a detenerse. Es por ello probablemente que estas especies son casi siempre reinmigrantes a corta distancia o muy malos recolonizadores, acantonados todavía en o la inmediata cercanía de su macizo de refugio.

Con la llegada del Preboreal (10 000 a 9 500 años) se produce un abrupto cambio climático en toda Europa. Comienza un progresivo calentamiento (en algunas zonas de hasta 5ºC en apenas dos décadas) que produce un marcado gradiente térmico estival entre las zonas de tierra firme y el mar, todavía muy frío, con un desplazamiento de la zona de convergencia intertropical hacia el norte que hizo variar la estacionalidad de las precipitaciones. Las condiciones de estacionalidad y de insolación (un 7 % mayor que en la actualidad), junto con los efectos combinados de la temperatura y precipitación que entre los 10 000 y los 6 000 BP eran notablemente diferentes de las actuales, produjeron el deshielo rápido en el Hemisferio Norte. El hielo se derritió rápidamente en los casquetes glaciares ("inlandsis") y su límite retrocedió con celeridad hacia el norte. La gran cantidad de agua liberada de nuevo produjo la elevación mar separando de nuevo zonas que habían estado unidas durante más de 100 000 años. Por ejemplo se separa Irlanda de Gran Bretaña y posteriormente esta última del continente, hace unos 7 000 BP (separación definitiva hacia el fin del Boreal).

En la vertiente septentrional del Pirineo se da un enorme crecimiento de los pólenes arbóreos que denota una recuperación total y rápida del bosque. El inicio viene marcado por un aumento de la humedad. En el Pirineo Central se detecta la primera llegada (apenas testimonial) de *Abies* y una expansión puntual de *Corylus*, con máximos valores polínicos en la zona dominados por *Quercus*. En el Valle de Arán (Bassa de Ules) aparecen *Pinus, Betula,* Gramíneas*, Quercus* y *Artemisia* en una situación que no debía diferir mucho de la de la zona inmediata al yacimiento en la actualidad. En la zona del Estahn Redón (en la cresta a caballo entre las vertientes norte y sur) de los 10 000 a los 8 000 BP es un periodo de transición en el que gana importancia *Corylus avellana*.

Durante el periodo Boreal (9 500 a 7 500 años), el modelo de circulación atmosférica (calculado en concreto para las condiciones del 6500 AC) era ya muy parecido al actual. Las diferencias más notables son que durante el invierno la circulación general del oeste era más débil a latitudes medias y más intenso el flujo del sur al oeste de Escandinavia. Por contra, durante el verano predominaban las condiciones anticiclónicas sobre la mayor parte de Europa y del flujo del sur sobre el Atlántico occidental hacia Groenlandia e Islandia. Los dos flujos del sur, tanto estival como invernal contribuyeron a acelerar la deglaciación del océano Ártico.

En la Península Ibérica disminuye la pluviosidad con lo que desaparecen los grandes rumiantes que caracterizaron el Paleolítico. Otro hecho importante es que las zonas de vegetación comienzan a adquirir ya su fisonomía actual y se acentúa la diferenciación entre la "España verde" (o Iberia húmeda) y la "España parda" (o Iberia Seca).

El clima en general, se hace más irregular y dado a los extremos, con grandes lluvias e importantes sequías (los estiajes debían ser particularmente largos y secos). El SE de la Península, por ejemplo, es ya marcadamente seco, pero no tanto como en la actualidad.

En cuanto a la vegetación, al principio se extienden los bosques de pinos, abedules y avellanos. En el norte de Europa son cada vez más abundantes los árboles y arbustos caducifolios característicos de climas suaves, como los robles, olmos y en particular el avellano. En el Valle de Arán (9 700 a 9 300 BP) aparecen *Pinus, Betula,* Gramíneas*, Corylus* y *Quercus*. Más adelante (9 300 a 7 500 BP) son *Betula, Corylus, Pinus, Quercus* y *Ulmus* los que se encuentran. En esta segunda parte del Boreal comienza a dar información el yacimiento de Tredós donde *Pinus* y *Corylus* se reparten el protagonismo casi a partes iguales, acompañados de *Betula,* y en poca cantidad *Quercus*.

Durante el periodo Atlántico (7 500-5 000 BP), el proceso de deshielo acelerado que se produce entre el 8 000 y el 7 000 BP durante el Boreal, alcanza su máxima expresión durante el periodo Atlántico cuando la capa de hielo escandinava quedó reducida sólo a los glaciares de las montañas y el hielo del ártico había prácticamente desaparecido. El Atlántico es el más cálido y húmedo de los periodos postglaciares. Por ello es conocido como el "Optimo Climático Postglaciar" En Europa Occidental se calcula que el aumento de temperatura media rondó los 2ºC. Predomina en él, como ya hemos dicho, una circulación zonal (es decir, a favor de los paralelos) con borrascas y frentes atlánticos trayendo precipitación a Europa.

En la Península se nota el desplazamiento hacia el norte del cinturón de altas presiones subtropical con lo cual aumenta en muchos lugares la mediterraneización, pero no una mediterraneización seca sino húmeda. En el Cantábrico y probablemente en Pirineos se favorece la presencia de precipitación orográfica en mayor medida si cabe que hoy en día.

En toda Europa, robles y olmos de montaña son cada vez más abundantes formando bosques. Aumentan el aliso y el tilo formando pequeños bosquetes o como acompañantes en los bosques mixtos. El clima más cálido y húmedo favoreció el aumento de las turberas. Por último, un efecto importante es que el bosque subió más en montañas, hasta zonas en las que hoy en día escasea o no existe, lo que pudo suponer un cuello de botella importante para especies alpinas en macizos periféricos, de poca extensión o escasa altura, conduciendo a la extinción y sin posibilidades de recuperación. Se calcula que el máximo nivel alcanzado por *Pinus uncinata* en los Alpes (al menos 200 m por encima del actual) debió darse hacia los 4 800-3 000 BP.

En el Valle de Arán aumentan *Pinus* y *Quercus* en detrimento de *Corylus* y de *Betula* en Tredós; mientras que en la Bassa d'Ules el orden de abundancia decreciente es *Betula-Corylus-Pinus-Quercus-Ulmus-Tilia*.

Durante el Subboreal (5 000-2 500 BP), si bien la influencia del periodo Atlántico se prolongó todavía dentro de este periodo, entre los 5 000 y los 3 000 BP comenzaron a darse ya las señales de un leve deterioro climático. Se da un empeoramiento general de las condiciones climáticas, mucho más inestables e irregulares que en el periodo Atlántico (y que en la actualidad), incluyendo periodos cortos (de unos pocos siglos) tan cálidos como cualquiera de los del Periodo Atlántico.

Durante el Subboreal el avance de nuevo de los hielos vuelva a cambiar el panorama de circulación atmosférica que es ya prácticamente idéntico al actual por lo que respecta a la posición habitual de anticiclones y borrascas. La circulación meridiana (en sentido norte-sur) domina sobre la zonal (de oeste a este), lo que se traduce en una mayor aridez en el sur de Europa. Aumentan los glaciares en las montañas. Algunos creen que el deterioro climático de este periodo puede estar relacionado con la explosión del volcán de la Isla de Santorin (hacia el 1 450 antes de Cristo) que con su capa de cenizas habría dificultado la insolación de forma análoga a lo que ocurrió con la explosión del Krakatoa hace algo más de un siglo.

En la Península el deterioro viene, no por disminución de las temperaturas, sino por aumento de las sequías. En el NW y el N de la Península Ibérica se dan condiciones más favorables para la vegetación, con lluvias orográficas y veranos más soleados y relativamente secos. En el resto de la Península las condiciones eran de mayor sequía.

En Europa se substituye la cubierta vegetal de tipo marcadamente termófilo por una más mesófila que trae, por ejemplo, la desaparición de los encinares más septentrionales (costa atlántica del Canal de la Mancha) y favorece la expansión del hayedo a expensas del robledal. Aparecen en el sur los primeros síntomas de aridez que marcan una creciente mediterraneización (esta vez sí, de cariz más seco) y la progresiva desertización en el N de África. En general, en Europa se da en esta época una fuerte caída del porcentaje del polen de olmo y un aumento de las herbáceas *(Plantago lanceolata, Cerastium, Polygonun, Rumex, Artemisia*) y del helecho común (*Pteridium aquilinum*). También se nota el aumento de árboles pioneros como el fresno y los abedules. Parte de estos cambios probablemente provocados por la mano del hombre (coincide con la revolución del Neolítico y la Edad del Bronce) con el desarrollo de la agricultura y ganadería. Las zonas roturadas o artigadas al ser abandonadas por agotamiento de la productividad del suelo, eran recolonizadas por abedules y fresnos que daban paso con el tiempo a bosques mixtos. Este artigado se practicaba en

los suelos más ligeros donde posteriormente se nota un aumento de *Crataegus* y *Ulex* al ser abandonados los cultivos. En esta época se constata la expansión de prados y brezales y en general, comienzan a notarse las primeras agresiones graves al bosque. Hacia el final del Subboreal (unos 3 000 BP) se conocen en los Alpes dos etapas de avance de los glaciares que durarían unos 600 años, hasta el comienzo del Subatlántico.

En el Valle de Arán (Tredós) se mantiene *Pinus* mientras que decrecen *Betula* (que prácticamente desaparece) y *Corylus*. Aparece en pequeña cantidad *Alnus* y sobre todo una buena representación de *Abies* (primera aparición tanto en Tredós como en Ules: 3 600+/- 65 BP). En la Basa d'Ules *Betula* se mantiene todavía. Entre 5 500-4 000 BP y por orden de abundancia aparecen *Betula -Corylus-Pinus-Quercus-Ulmus-Tilia-Abies* (este último al final) y de 4 000 a 2 000 BP el orden de abundancia es *Betula-Corylus*-Gramíneas-*Abies-Pinus-Fagus*. Hacia los 4 900 BP aparecen rastros de agricultura en el Estany Redó de Conangles.

Parece que el haya, *Fagus,* vendría del este de los Pirineos y habría colonizado la parte oeste alrededor del 4 000 BP. En realidad parece que existían varios refugios para esta especie arbórea (ver más arriba) en donde su presencia era meramente anecdótica, apareciendo de forma extendida pero local por todo el Pirineo septentrional hacia 5 000-4 500 BP y colonizando rápidamente el piso montano y zonas llanas hacia los 4 000-3 800 ayudada quizá por algo de deforestación antrópica. Por el norte de la Península Ibérica se extendió mil años más tarde, hacia el 3 000 BP. El castaño (*Castanea sativa)* aparece en el Ariège (Soulcem, 4 820 BP) y en el valle de Ossau (Louvie-Juzon, 4 860-4 310 BP) paralelamente a su desarrollo en otros sitios (en la Sª Estrela portuguesa, donde aparece antes de 4 340 BP).

El periodo Subatlántico, que se prolonga desde hace 2 500 años hasta el presente, resulta, mirado globalmente, más bonancible que el Subboreal. Se le denomina Subatlántico porque es en cierto modo comparable con el Atlántico, aunque presenta episodios momentáneos con un marcado empeoramiento de las condiciones climáticas en los que se da crecimiento de los glaciares, lluvias torrenciales y una marcada irregularidad climática (ver más adelante). El clima es más frío y más húmedo que en el Atlántico. Se constata un aumento de las turberas, especialmente en el N de Europa. Los anticiclones y las borrascas están más o menos situados ya en sus posiciones actuales.

El inicio del Subatlántico coincide con Edad del Hierro y el establecimiento de cultivos permanentes, no artigados. Durante estos periodos se da una disminución del fresno y los tilos (posiblemente por exceso de desmochado para dar de comer al ganado) y un incremento del haya y del carpe en Europa.

En el Valle de Arán (Tredós) aumenta muy ligeramente *Pinus* y reaparece en poca cantidad *Betula*. Igualmente aparecen pequeñas cantidades de *Abies* (que retrocede respecto al Subboreal), *Fagus* (que aparece en este momento), robledal mixto y *Corylus*. En la Basa de Ules (2 000-1 000 BP) aparecen Gramíneas, *Corylus, Pinus, Quercus-Abies, Fagus,* Cerealia y *Juglans*; y durante el presente milenio (1000-0 BP) *Pinus,* Gramíneas*, Quercus, Abies, Fagus*, y lo que sorprende más, *Olea*, que debe proceder de mucha distancia, en la vertiente sur de la cordillera.

Los glaciares del valle de Arán y zonas aledañas durante el Pleistoceno

Glaciar del Garona (vert. norte): El valle del Garona estuvo ocupado durante las fases glaciares del Pleistoceno por un potente aparato glaciar de hasta 800 m de espesor instalado sobre un valle cuyo modelado data del final de la era terciaria. Este glaciar nacía en el Valle de Arán de donde recibía multitud de valles laterales, como las de Torán, Barradós, Artiga de Lin, Nere, Valarties, Aigoamotx, Ruda, etc. que lo alimentaban, cada una de ellas con más de 10 Km., que daban lugar al juntarse sucesivamente a masas de hielo de espesores de entre 400 y 800 m (p. ej. en Viella). Además, ocasionalmente se piensa que sobrepasaba el Pla de Beret formando un cuello de transfluencia y se piensa que parte de la cabecera actual de la Noguera Pallaresa era parte de la cuenca del Garona. Se aprecian varias fases que no se sabe si corresponden a diferentes glaciaciones pleistocenas.

Durante el “Günz” (o una primera fase glaciar, porque las dataciones de los autores antiguos no son absolutas y los autores más modernos piensan que más bien son avances y retrocesos del último periodo glaciar y la pequeña edad del hielo, por eso damos los nombres entre comillas) el glaciar del Garona tenía hasta 700 m de espesor en el valle de Aran, y a la altura de St. Beat pasaba por encima del nivel de los montes que rodean esta localidad, situados al este del pic de Gard (según Trutat), sin llegar hasta Saint Gaudens. También se le unía el valle lateral que baja del Col de Menté, por el cual desbordaba hacia el valle de Ger, así como el de Crabere a la altura de Melles y el del Valle de Lys. Durante el “Riss” (segunda fase) y el “Würm” (tercera fase) tenía 700 m a la salida del Valle de Arán por Pont de Rei.

Sin duda se trataba de uno de los glaciares más bellos e imponentes de los Pirineos, con impresionantes encrucijadas de glaciares confluentes, como las actuales de los Alpes e Himalaya, para dar lugar a un sólo y enorme curso de hielo que abandonaba en su retirada enormes bloques morrénicos en Garin y Cazaux al llegar a la altura del macizo de Barousse, que le obligaba a virar 90 ° su trayectoria. Pasado Saint Bertrand de Comminges el glaciar salía a la llanura en Bazert. En su momento de máximo apogeo superaba el paso de Tibiran-Jaunac y se terminaba en Mazèrs, cerca de Montrejeau. Durante el “Riss” y el “Würm” tenía 700 m de espesor al salir del valle de Aran, y durante el “Günz” cubría las cuencas de la Barousse, Loures y Antichan con una masa continua de la que sólo asomaban unas pocas crestas, acabando abruptamente en la llanura de Rivière, formando una más que posible impresionante muralla de hielo en fusión vista desde la llanura. En total, en su momento de máximo desarrollo llegaba hasta 460 m de altura, tras recorrer 70 km.

Glaciares del Couserans (vert. norte): Más al este del Garona, el glaciar del Couserans descendía desde el Mont Vallier a lo largo de 18 km por el valle de Riberot, alimentado por una docena de pequeñas lenguas glaciares de unos 4 o 5 km que bajaban de los flancos del Mauberme y Mont-Roig. El espesor de las lenguas era de 200 a 400 m. Durante su máximo desarrollo el glaciar del Salat llegó a bajar hasta 420 m tras un recorrido de 36 km.

Glaciar de la Noguera Ribagorzana (vert. sur): tenía su origen en las alturas de los macizos de la Maladeta y Montarto. Desciende desde la cabecera del valle recibiendo los de los valles suspendidos de Salencas y Llauset. Tras la unión con el glaciar que bajaba de Llauset formó una gran cubeta de unos 5 km de largo y 600 a 800 m de ancho que puede observarse en forma de ensanchamiento del valle a la altura de Bono y Aneto. Descendía hasta la ermita de Sant Antoni, un kilómetro aguas abajo de Vilaller. Por encima de Bono y Senet tenía un espesor de 500 m y en Vilaller, poco antes de sus morrenas terminales, 260 m. En total alcanzó 27 km de longitud.

Glaciar de la Noguera de Tor (vert. sur): descendía de los circos de Travessani, Culieto y Besiberri recibiendo también los glaciares de Sant Nicolau, Taüll y Durro. Recogía los hielos de una cuenca muy amplia y geológicamente diversa. La enorme complejidad del relieve granítico y la pléyade de estanques de origen glaciar que se extienden por el paisaje granítico de la zona del Parque de Aigüestortes hacen pensar que las cabeceras de los glaciares del Garona (Valarties, Aigoamotx, Ruda), con los de la Noguera de Tor y el Flamisell formaban casi un continuo de hielo entre sí que ha dado lugar al paisaje que hoy encontramos.

Por lo que respecta al glaciar de la Noguera de Tor en sí, la lengua principal descendía del valle de Cavallers donde el glaciar tenía 600 m de espesor (400-500 el que descendía del Llong). En Barruera tenía todavía 500 m (atribuidos al “Günz” por los autores pluriglaciaristas) y en Llesp (a 890 m) , cerca de su final, 320 m de espesor.

Glaciar de la Noguera Pallaresa (vert. sur): El glaciar de la Noguera Pallaresa con sus 52 km de longitud y sus morrenas terminales a una altura de 700 u 800 m que era el más largo de la vertiente meridional de los Pirineos.

Nacía en el Valle de Aran, en el Plà de Beret, aunque como ya hemos dicho es posible que una parte de la cabecera del valle actual estuviera captada por el Garona así que no se correspondería exactamente con lo que es el valle de la Pallaresa hoy en día. En los momentos de máximo avance (“Günz” y “Mindel”) rebosaría por encima de Beret y la Bonaigua. Son muy espectaculares los valles suspendidos laterales al curso principal (Espot, Bonaigua, Bassiero, Unarre).

Sus afluentes principales durante el máximo glaciar eran los de los valles de los ríos Bonaigua, Noguera Pallaresa (el principal), Ribera de Cardós (o Tavascán), Vallferrera, Espot y Cabdella (Flamisell). El glaciar lateral del valle del Escrita (Espot) alcanzó un grosor de 400m.

Durante su máxima extensión se terminaba a la altura de Llavorsí (820 m) , pero en momentos más regresivos ("Riss" y "Würm") no debía conectar con los de Espot, Ribera de Cardós ni Vallferrera. En la cubeta de Esterri, donde confluían varios glaciares el espesor de hielo parece que superó los 1000 m. A pesar de que se considera el glaciar más largo de la vertiente sur de los Pirineos, su delimitación es insegura por los pocos restos dejados por el tipo de rocas que conforman su cuenca (esquistos principalmente) y se ha puesto como ejemplo de valle en artesa con delimitación insegura de su área terminal.

BLOQUE 3:

Un modo de vida: biología y ecología de la lagartija aranesa

El estudio de la biología y la historia natural de los lacértidos ha sufrido en las últimas décadas un notable avance. Esto se debe a que son organismos abundantes, diurnos, fácilmente localizables y mucho más densos que las poblaciones de mamíferos o aves, siendo además manipulables en mano, lo que permite la toma de multitud de datos biológicos difícilmente obtenibles de otra forma.

Las lagartijas permiten el estudio de los grandes problemas de la ecología terrestre que configuran la historia natural de los organismos. En las siguientes páginas pasaremos revista a los aspectos cotidianos de la vida de las lagartijas aranesas, tan condicionados por el duro clima y las peculiares características de la alta montaña pirenaica.

Metodología de estudio

Las localidades habitadas por la lagartija aranesa fueron supervisadas con atención desde 1989 al 2003 de cara a ir completando aspectos sobre la bionomía de esta especie.

Estudio de la actividad

De cada espécimen encontrado activo o bajo piedras se tomaron datos sobre los siguientes aspectos:

a) Fecha y hora (GTM).

b) Actividad: que puede ser “inactivo” (frió o caliente), “tomando el sol” o “activo”.

c) Sexo (en caso de ser capturado y ser este identificable) y edad aproximada dentro de las siguientes categorías: adulto, adulto joven, subadulto, y recién nacido. Los subadultos fueron clasificados, si era posible, en cohortes o clases de año de calendario. Los recién nacidos están en su primer año de calendario (1CY). Después de su primera hibernación entran en el segundo año de calendario (2CY). Después de su segunda hibernación están en su tercer año de calendario (3CY), etc.

d) Hábitat: Estimación visual de los porcentajes de cobertura de rocas, piedras pequeñas (gleras y pedrizas), suelo desnudo, hierba y matorrales en un radio de 2 metros alrededor del primer punto de observación del animal. Estos porcentajes de cobertura (%) fueron calculados a simple vista pero por comparación con escalas visuales de cobertura de las usadas en estudios forestales (Emberger, 1983). También se anotó la pendiente del lugar de observación (en categorías discretas: 0-10º, 10º-20º, 20-40º, 40º-50º, 50º-70º, 70º-80º, 80º-90º).

e) Temperaturas: Las temperaturas corporales de los animales (BT) se tomaron mediante termómetros de lectura rápida de tipo Schultheis (Wesco® , USA; 0º-50º, precisión ± 0.1 ºC) en la cloaca (ano) de la lagartija en los 20 segundos inmediatos a su captura, sustrato (ST) y temperatura del aire en la sombra y a 20 cm sobre el suelo (AT).

Estudio de la reproducción

Las hembras grávidas (con huevos en desarrollo) (fotos 22 a 26 y foto 53) fueron localizadas activas o bajo piedras. De cada una de ellas se anotaron los siguientes aspectos:

f) Actividad: inactiva (frío o caliente), tomando el sol o activa.

g) Estado reproductivo: Copulada (detectado por la presencia de las características marcas de cópula en forma de "V"), desarrollando folículos oviductales o huevos (detectados por palpado), o desovada (recientemente o no, por la presencia de pliegues en los costados distendidos en las recientemente desovadas).

h) Hábitat: Estimación del porcentaje de cobertura de rocas, piedras, suelo desnudo, hierba o arbustos en un radio de dos metros alrededor de la primera localización del animal. Estos porcentajes de cobertura (%) fueron calculados a simple vista también por comparación con escalas gráficas usadas para este propósito, al igual que en el caso del hábitat general (Emberger, 1983). La pendiente se calculó en intervalos discretos (0-10º, 10º-20º, 20-40º, 40º-50º, 50º-70º, 70º-80º, 80º-90º).

Las hembras grávidas fueron transportadas al laboratorio (situado a 1020 m s. n. m.) para el seguimiento de la puesta y el proceso de incubación e instaladas en acuarios de cristal o plástico de 30x20 cm con turba y una piedra plana para cavar debajo. Se les proporcionó comida (pequeños artrópodos del área) *ad libitum*, si bien las hembras grávidas cerca de la oviposición no se alimentan ya que su interior se encuentra colapsado por el volumen de los huevos. Las lagartijas fueron mantenidas en condiciones de iluminación y fotoperiodo naturales (sol directo durante varias horas al día, entre el amanecer hasta cerca de las 12 horas GTM, y sombra desde este momento hasta la puesta del sol).

Las hembras grávidas fueron controladas prácticamente cada hora durante el día y dos veces a lo largo de la noche (entre las 0 GTM hasta las 5 GTM) durante el proceso de estudio de la puesta.

Los huevos recién puestos fueron marcados, medidos y depositados en cajas de diapositivas vacías para estudiar el proceso de la incubación bajo condiciones de temperatura naturales (de 24 a 30ºC) en las condiciones de laboratorio arriba mencionadas. A estas cajas de diapositivas se les añadió turba y una pieza de musgo para cubrir los huevos, proveer humedad y facilitar la inspección visual de éstos. Cuatro agujeros en las esquinas de la caja aseguraron una circulación de aire limitada que evita la aparición de mohos.

Se tomaron datos de los huevos (longitud, anchura y masa) inmediatamente después de la puesta, y después semanalmente, controlándose el estado de las puestas cada día. El volumen de los huevos fue calculado asimilándolo a un elipsoide:

$$V = 4/3 _ a^2 b$$

Siendo a y b el radio (mitad de la anchura) y la longitud del huevo, respectivamente.

Las medidas fueron tomadas con un calibre digital MITUTOYO® (precisión de 0.1 mm) y la masa (peso) de los huevos con una balanza digital portátil TANITA® 1479 (precisión de 0.1g).

Cuando eclosionaron las crías, se anotó la hora y la duración de todo el proceso de la eclosión, así como la persistencia del diente de huevo tras la rotura de las envueltas embrionales. De cada lagartija recién nacida se tomó la longitud cabeza-cloaca (SVL), peso y número de hileras de escamas ventrales (para determinar el sexo de las crías). Así mismo, se anotó la extensión de la cicatriz umbilical en relación a las escamas ventrales. El sexo de las crías fue determinado por comparación con los números de escamas ventrales de los adultos: *Iberolacerta aurelioi*: machos hasta 28, hembras 29 o más; *I. aranica*: machos hasta 26, hembras 27 o más; *I. bonnali*: machos hasta 27, hembras 28 o más.

Las crías recién nacidas fueron alimentadas con áfidos (pulgones) hasta ser liberados en la localidad de origen de la madre.

Puestas en libertad

Cuando una puesta era hallada en la montaña, se tomaban los datos siguientes:

1) Numero de huevos recientes (del año en curso).
2) Numero de huevos viejos (cáscaras en sitios de puesta usados otros años).
3) presencia de huevos parasitados o destruidos tanto del año en curso como de los anteriores, revelado por la presencia de puparios de mosca).
4) Tamaño de la roca (diámetros mayor y menor) así como su espesor. La superficie relativa de las rocas (para calcular la talla total) fue aproximada a la superficie de un paralelogramo simplemente multiplicando ambos diámetros.
5) Parámetros del hábitat en los lugares de puesta (los mismos que para las hembras grávidas y en general).

La disponibilidad del hábitat fue calculada por fotointerpretación del área de estudio, superponiendo una retícula y calculando los porcentajes de cobertura de cada tipo de hábitat.

Los cálculos estadísticos generales fueron realizados con NCSS-2002 (Hintze, 2001) y las ordenaciones y clusters (agrupamientos) con NTSYS 2.1 (Rohlf, 2000).

Las diferencias interespecíficas de cada sexo fueron probadas con un ANOVA de un factor, y pruebas post-hoc de Tukey-Kramer para comparaciones múltiples entre las medias de cada grupo. Las diferencias entre machos y hembras fueron probadas con pruebas T. Si las condiciones de normalidad no eran asumibles, se usaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis o pruebas Chi-cuadrado).

Periodo de actividad (Invernada): El periodo de actividad de las lagartijas aranesas depende mucho de la climatología del año en cuestión. Su vida está marcada desde hace millones de años por el ritmo que les marcan las estaciones y los avatares climáticos.

La sucesión de precipitaciones de nieve a lo largo de la estación desfavorable y su compactación por congelación tienen una importancia capital en la persistencia de esta y su resistencia al deshielo primaveral, que acontece en mayo y sobre todo en junio.

Las precipitaciones tempranas en forma de nieve durante el otoño no suelen tener mayor importancia de cara a la salida de las lagartijas en la primavera siguiente (aunque sí marquen, como veremos más adelante, el momento de retirada de las lagartijas durante el otoño). Las precipitaciones de nieve que caen ya hacia comienzos del invierno (diciembre y enero) son las primeras en tener una persistencia notable en el suelo, como bien saben los esquiadores y la gente que trabaja en la montaña. Esa nieve suele helarse rápidamente por las bajas temperaturas y se compacta y transforma en un bloque parecido a hielo más o menos poroso sobre el que se van depositando otras capas de nevadas posteriores, que a su vez también se compactan, creando estratos de nieve muy resistente al deshielo. Esas capas de nieve nueva sobre otras más viejas hacen que la cubierta nival no sea homogénea y sí inestable, con el consiguiente peligro de aludes por desprendimiento gravitacional de unas capas respecto a otras que obligan a mantener pistas cerradas por seguridad hasta muy avanzada la primavera (foto 10).

Mientras todo eso ocurre, las lagartijas se encuentran invernando ajenas al mundo exterior. Esa invernación puede durar fácilmente siete u ocho meses. Con frecuencia se usa el término hibernación para definir este torpor invernal, pero este término sólo es aplicable a los animales de sangre caliente como los mamíferos (marmota, lirón, oso, tejón) que disminuyen durante ese periodo su temperatura corporal y el número de latidos del corazón, quedando como en estado de vida suspendida hasta llegar la primavera (aunque algunos pueden despertarse con facilidad, como los osos, lo que demuestra que el desactivado vital no es muy profundo).

La invernación debe tener lugar (aunque eso no se ha podido, obviamente, comprobar) en grietas muy profundas entre las rocas. Muy posiblemente la lagartija busque el contacto estrecho con paredes de piedra, fría pero estable, y se introduzca por tanto hasta el fondo de grietas donde

ya apenas cabe. Esa búsqueda de la sensación de seguridad por el contacto con las paredes, se denomina tigmotactismo o estereotactismo. Esas grietas deben ser además moderadamente secas, ya que si no podrían aparecer enfermedades cutáneas. Estas enfermedades dejan cicatrices en forma de deformaciones en escamas del cráneo (cuyos límites desaparecen y son sustituidas por un material esponjoso de color similar al resto de la piel) que deben ser el resultado de ataques por hongos y otros posibles agentes patógenos que aprovechan la bajada de defensas durante la invernada.

En estas condiciones y bajo una espesa capa de nieve, la temperatura con seguridad no debe bajar de los 4 grados centígrados. Es posible que más cuanto más profunda sea la grieta, más estable debe además permanecer la temperatura durante todo el invierno, independientemente de las borrascas y las temperaturas exteriores.

En algunas especies se dan invernadas en grupo en lugares favorables. No sabemos si esto puede ocurrir en la lagartija aranesa. La invernada, en general, es más bien un torpor por el frío en el que los animales se mueven un poco si son tocados y se recuperan muy rápido si son puestos en un lugar caliente, y no una verdadera hibernación como la que se da en algunos mamíferos.

Algunas especies acumulan sustancias “anticongelantes” en sus tejidos. En las lagartijas aranesas no se conocen estos detalles como en especies muy comunes y fáciles de estudiar, pero por ejemplo en la lagartija vivípara que también habita zonas de media montaña en el Valle de Arán, se almacenan hasta 6 mg de glucógeno en el hígado por gramo de tejido corporal. Este glucógeno empieza a acumularse desde el final de la reproducción y ya de cara a la próxima invernada, y representa hasta un 3 % de la reserva energética de la lagartija de cara al invierno, siendo el resto de las reservas (un 97 %) grasa. Este glucógeno del hígado se gasta durante el invierno, persistiendo algo hasta la primavera en el músculo. Así, la lagartija pierde parte de su anticongelante durante el invierno. Alrededor de un 10 % de la energía gastada durante la invernada proviene de la grasa de los cuerpos grasos. A lo largo de la invernada, una lagartija vivípara de 3 gramos gasta unos 40 mg de glucosa que provienen al 50 % tanto de la grasa como del glucógeno, gastando de un 2 a un 10 % de su peso corporal.

La principal reserva de las lagartijas son los cuerpos grasos. Estos se presentan como dos masas que ocupan la parte posterior del abdomen. Al final del verano y principios de otoño se encuentran bien llenos y desarrollados, disminuyendo algo durante la invernada. Al principio de la actividad primaveral se gastan a gran velocidad en los machos (consumiéndose en la actividad reproductora ya que en esa época hay todavía una falta casi total de presas), mientras que en las hembras se gastan algo también por la falta temprana de presas (mucho menos que en los machos) y sobre todo luego de las cópulas, porque pasan a formar el vitelo (la yema) de los huevos, que es su función prioritaria. Así pues, ambos sexos salen de la reproducción con sus reservas de grasa exhaustas. En los juveniles apenas son visibles, lo que demuestra que su función es casi exclusivamente reproductora.

En la lagartija cantábrica (*I. monticola*) parece ser que estos cuerpos grasos procedentes de las reservas acumuladas el verano anterior pasan a formar parte del vitelo de la primera puesta, mientras que la segunda puesta, que si existe ocurre unos 20 o 30 días después de la primera, se nutre del alimento acumulado durante la estación de actividad en curso, ya que no quedan reservas del año anterior. Esto hace que las segundas puestas (en caso de existir) sean menores que las primeras. Segundas puestas se dan sólo en las poblaciones galaico-cantábricas de *I. monticola*, pero no se conocen en las de la Serra de Estrela ni en ninguna otra especie de *Iberolacerta*.

En los machos de la lagartija cantábrica (*I. monticola*) se produce una reducción de las reservas grasas desde abril hasta junio (debido a la reproducción), para aumentar de nuevo en julio, agosto y septiembre, ya de cara a la reproducción del años siguiente. En las hembras, la reducción máxima se produce en julio (puestas) aumentando su volumen de forma notable en agosto y septiembre.

En las lagartijas parece que es más peligrosa la época de actividad que no el periodo de invernada. Dicho en otras palabras: mueren más animales depredados durante la actividad que congelados o exhaustos durante el invierno.

La salida del refugio invernal debe venir dada por una cambio súbito en esa temperatura baja pero estable durante meses, así como por cambios en la humedad y temperatura que indican a la durmiente que la entrada ha quedado expedita de nieve. Al quedar la entrada de la grieta expuesta al aire con el deshielo, el aire de humedad y temperatura variables deben entrar y si es lo suficientemente cálido, "reanimar" a la lagartija que saldrá a tomar sus primeros rayos de sol tras la invernada.

Las lagartijas aranesas son oportunistas en cuanto al momento de salir de la invernada, pero conservadoras en cuanto al momento de meterse de nuevo. ¿Que quiere decir ésto?. Pues que mientras que la retirada a los cuarteles de invierno está dictada por el fotoperiodo (número de horas de luz) y la bajada gradual de las temperaturas que acompaña a los primeros coletazos del frío, en la primavera tardía, que coincide casi con el momento de máxima insolación anual y cerca de la máxima duración de los días, las lagartijas salen de sus refugios tan pronto como el suelo queda libre de nieve (normalmente en las zonas de roca que se despejan antes) (foto 11). En esta época, la actividad consiste en poco más que tomar el sol para favorecer la espermatogénesis (la formación de espermatozoides) en los machos y posiblemente las primeras manifestaciones del celo. ¡La vida ha de ir muy rápida cuando tienes poco más de tres meses de actividad anual!. Nada más salir de la invernada todavía no se alimentan. De hecho, apenas existen como presas algunos artrópodos que han invernado también allí u otros voladores que proceden de zonas más bajas.

La duración del ciclo de actividad anual es muy breve y muy similar entre las tres especies de lagartijas pirenaicas (*Iberolacerta* sbgn. *Pyrenesaura*). Dura unos cuatro meses en los machos y hembras adultas, desde mitad de mayo a principios de octubre. Otras especies de *Iberolacerta* de media montaña tienen periodos de actividad similares (desde la primera mitad de mayo a mitad de octubre en la lagartija croata, de abril a octubre en la lagartija cantábrica y la batueca, de mayo a octubre en la serrana, etc...).

Como ya hemos dicho, las tres especies de *Pyrenesaura* son oportunistas por lo que respecta a su momento de salida de la invernada, apareciendo cuando se funde la nieve persistente (helada), usualmente hacia la segunda mitad de mayo. Las primeras observaciones de *I. aranica* datan del 16 de junio (2001) en Mauberme, pero es que las localidades no son accesibles hasta esas fechas debido al peligro de aludes o a la presencia de estos cortando pistas (foto 10). El momento real de salida de la invernada debe ser parecido a las otras especies que han podido ser controladas en lugares más accesibles (19 de mayo de 1992 [Monte Perdido] en *I. bonnali*, y 5 de junio de 1994 [Andorra] en *I. aurelioi*).

En muchos lacértidos los juveniles son los primeros en aparecer, después los machos y por último las hembras, siendo aproximadamente el contrario al orden de retirada hacia el final de la estación activa. En general los juveniles también pueden ser observados en circunstancias de clima desfavorable durante el periodo de actividad, ya que su relativamente grande relación superficie/volumen les permite calentarse muy rápido. La superficie crece al cuadrado (en dos dimensiones) de la longitud (una dimensión lineal), y el volumen (en tres dimensiones) al cubo. Esto implica que si el calor viene de fuera, cuanto más grande sea el animal, menos superficie (que crece al cuadrado, bidimensional) tiene para calentar el cuerpo (un volumen que crece al cubo, dimensión tridimensional). En unas pocas especies, como en el lagarto verde (*Lacerta bilineata*) los juveniles aparecen más tarde que los adultos. En las lagartijas pirenaicas, no parece que sea ninguno de los sexos el que aparece antes. Posiblemente lo corto del ciclo vital no permite esos desfases, y hay muy poco tiempo para desarrollar el ciclo vital, apareciendo éste como comprimido.

Horarios de actividad:

Los saurios, como todas las especies ectotermas, dependen de las condiciones de temperatura del ambiente para desarrollar su actividad. Por ello, las lagartijas sólo pueden estar activas cuando las condiciones climatológicas les son favorables. Es incorrecto decir que las lagartijas son animales de "sangre fría", simplemente tienen una capacidad limitada de controlar su temperatura interna.

La inactividad no sólo se da en los periodos desfavorables, sino que muchas veces se da en periodos aparentemente favorables si las necesidades energéticas, reproductoras etc. ya han sido satisfechas. Dicho en otras palabras: no salen ni se exponen si no es por necesidad. De esa manera, disminuyen las probabilidades de ser depredado y se conserva la energía ya atesorada durante el periodo de actividad.

La actividad normal en los reptiles suele estar marcada por dos hechos clave: El primero conseguir suficiente temperatura para iniciar la actividad, lo que consiguen mediante la exposición al sol (asoleado o insolación; "basking" de los autores anglosajones). El segundo es la retirada, al menos parcial, del sol cuando las condiciones de temperatura se vuelven demasiado altas y hostiles.

Así, muchos reptiles presentan en los periodos menos calurosos, durante la primavera y el otoño, ritmos de actividad unimodales (con una moda, es decir, un pico de actividad en las horas centrales del día), mientras que durante el verano la actividad es más bien bimodal (con dos picos de actividad, uno por la mañana, al que sigue una retirada en las horas centrales y más calurosas del día, seguido por otro generalmente más pequeño durante la tarde). Si el calor durante el centro del verano es muy excesivo, la actividad puede reducirse de forma drástica, produciéndose una verdadera estivación (se denomina así a la inactividad debida al periodo desfavorable producido por el excesivo calor y sequedad) dando la impresión de que no existen lagartijas en una determinada zona. En su pariente la lagartija croata (*I. horvathi*) se ha postulado que existe algún tipo de actividad sublapidícola (por debajo de las rocas) ya que entre sus presas aparecen opiliones y arañas, pero estas presas pueden ser capturadas en grietas o al exterior, así que esa actividad es muy relativa: una especie que se esconde entre las rocas, captura presas que también se esconden entre las rocas. También pudiera ser que otras *Iberolacerta* como la lagartija batueca pudieran tener actividad entre los grandes bloques de roca, debido a cuestiones térmicas como son la conservación del aire fresco de la noche en zonas excesivamente calurosas.

En la alta montaña, no obstante, estas condiciones climáticas se ven muy matizadas y condicionadas. Aunque uno pueda tener datos aparentemente homogéneos, casi no hay dos días iguales. Además de los días calurosos y de temperaturas suaves; otros días son claros, despejados y fríos; otros claros y con un persistente viento que hiela hasta los huesos; y por fin, otros (por poner sólo unos ejemplos) parcialmente nubosos pero más cálidos. Hablaremos de todo ello al tratar la termorregulación (la modificación de la actividad para mantener la temperatura adecuada para estar activas).

Dado lo corto del ciclo anual de la lagartija aranesa, no pude hablarse en esta especie de una actividad propia de los momentos más cálidos o más frescos del año ya que estos están muy comprimidos en una época muy limitada del año. Una lagartija aranesa puede pasar en escasos minutos de unas condiciones de calor extremo a un viento helado casi invernal con tan sólo la aparición de una nube interponiéndose ante el sol, como ocurre con frecuencia durante las horas centrales de un día de verano cualquiera, cuando el viento de ladera va acumulando nubes que, quizá por la tarde (¡si no antes!), acaban descargando en una tormenta de verano, que alivia las temperaturas a cotas bajas, pero vuelve invernales las condiciones en la alta montaña. La heterogeneidad de las condiciones atmosféricas es mayor dentro de un día cualquiera que entre periodos distintos dentro de la época de actividad.

La actividad de las lagartijas con tiempo soleado tiene lugar por la mañana y es casi unimodal (con un sólo pico de actividad máxima), aunque por la tarde al bajar las temperaturas pueda observarse algún individuo en el exterior de los refugios. En otras especies cercanas, como en la lagartija pirenaica (*I. bonnali*), la lagartija cantábrica (*I. monticola*) y la lagartija serrana (*I. cyreni*) la actividad es también prácticamente unimodal. En la lagartija croata (*I. horvathi*) en mayo y octubre (extremos de la época favorable) la actividad es unimodal (de las 10:00 a las 16:00 h), y bimodal en el resto del periodo de actividad (8:30 a12:30 h, y de las 14:00 a las 17:30 h).

La actividad de las lagartijas consiste en tomar el sol (o calentarse bajo una laja plana de pizarra) y realizar la actividad de campeo (recorrido donde se busca alimento, se pelea con individuos rivales si la especie es territorial, se corteja o acepta el cortejo de individuos del otro sexo,

etc.). Normalmente, salen de su refugio y no vuelven a éste hasta acabar la actividad diaria con el estómago lleno. Cuando la temperatura es excesiva (no la del aire, sino la de la roca, que se calienta como una plancha al sol y comunica este calor a las lagartijas) o el estómago ya está repleto, las lagartijas se esconden y cesan su actividad. Esto tiene lugar por la mañana habitualmente, por eso no es muy importante la actividad de tarde (¡si es que el tiempo acompaña, que esa es otra!, ya que frecuentemente por la tarde se desarrollan nubes de tormenta que esconden el sol y enfrían de forma notable el ambiente).

La inmensa mayoría de ejemplares se encuentra activo entre las ocho horas solares (8 GTM: "General Time Mode", las horas solares que se miden respecto al meridiano de Greenwich, que serían equivalentes a las diez del actual horario de verano) y las tres de la tarde (3 GTM). La mediana de la actividad (momento en que más animales activos se observan) son las 9.59 GTM. El primer ejemplar observado en actividad fue a las 8.01 GTM mientras que el último a las 14.55 GTM.

La topografía del lugar tiene también una importancia clave ya que la presencia de montañas o la orientación de la zona influyen en que el sol salga o se ponga antes en un determinado lugar.

Como puede observarse en la fig. 15, entre las 8 y las 12 GTM tiene lugar la mayor parte de la actividad de las lagartijas. En la localidad típica y a mitad de julio, hasta las 8.30 GTM no empieza a asomar el sol tras la montaña. Otros picos de actividad pero ínfimos respecto al de actividad principal aparecen hacia las 14 y las 16 horas GTM. No existen diferencias entre los sexos en esta actividad, ni entre el periodo anterior a la puesta (prereproductivo) y el posterior (postreproductivo).

Como ya hemos indicado, con frecuencia se observan animales escondidos bajo piedras planas (lajas de pizarra) antes que se inicie la actividad al exterior y que ya presentan temperaturas corporales elevadas, listas para iniciar la actividad sin pasar por el periodo de inmovilidad al sol. Este comportamiento es muy característico de las *Pyrenesaura* que habitan zonas de pizarras y esquistos, y muy particularmente de la lagartija aranesa.

Si consideramos conjuntamente todo tipo de individuos observados (bajo piedras, activos, parados, soleándose) no existe una gran variación respecto a los datos arriba expuestos.

Características del hábitat.

Los animales no se encuentran distribuidos al azar, sino que se concentran en las zonas más favorables. Cada lugar posee unos factores abióticos (sustrato, orientación, inclinación, microhábitat, etc.) y bióticos característicos (especies competidoras, parásitos, depredadores, etc.). Los reptiles no son científicos especializados, así que en vez de reconocer las especies o características particulares de tal o cual parámetro ambiental, reconocen los grandes rasgos del hábitat que les son favorables. Los reptiles son mejores morfólogos o paisajistas que taxónomos o meteorólogos.

Pasaremos ahora revista a las características del hábitat donde transcurre la vida de nuestra protagonista.

La lagartija aranesa habita zonas supraforestales de alta montaña (fotos 12 y 13, y de la 67 a la 72), es decir, vive por encima del nivel natural del arbolado (en áreas de fisonomía alpina) que van de los 1940 m a los 2540 m sobre sustratos rocosos y en áreas dispersas caracterizadas por un periodo libre de nieve en le suelo muy corto (de mitad de mayo, como pronto, a lo sumo hasta mitad de octubre) y condicionado por el fotoperíodo (horas de luz) y la cobertura nival. Por supuesto, habitan vertientes de solana (orientación sur), como otros elementos con origen en las montañas perimediterráneas, mientras que las umbrías (vertientes de orientación norte) son habitadas por animales y plantas de tipo boreo-alpino o ártico-alpino (como la perdiz nival). Dentro de estas orientaciones generales al sur, la microtopología juega un papel fundamental y las localidades de lagartijas de montaña aparecen más bien en orientaciones este. El sol de la mañana parece mucho más importante para las lagartijas aranesas que el sol de tarde.

La radiación solar (especialmente los rayos ultravioletas), la precipitación (sobre todo en forma de nieve) y el efecto del viento, se incrementan con la altura, mientras que la temperatura y la presión atmosférica disminuyen.

Las temperaturas medias anuales del Piso Alpino (zonas de altitud marcadas por la desaparición del bosque) donde tiene lugar la vida de estas lagartijas, van desde -2 a 5 ºC (usualmente son menores de 3ºC de media). Las temperaturas medias del mes más frío son de -10 o más bajas, mientras que las máximas de verano pueden oscilar en el mejor de los casos entre 20 y 25ºC, siendo normalmente menores.

El régimen pluviométrico es hiperhúmedo (mayor de 1400 mm de precipitación en todos los casos) y el periodo vegetativo va desde uno a tres meses. Este periodo vegetativo es el periodo de tiempo en el que la temperatura y la luz son suficientes para permitir que los vegetales herbáceos vivan y crezcan con unos mínimos requerimientos (en el Piso Alpino es insuficiente, no obstante, para que vivan los árboles).

La nieve cubre el suelo del Piso Alpino de forma continua durante un periodo que va de los 6 a los 9 meses, según las zonas. Además hay siete meses de heladas nocturnas continuas que igualmente son frecuentes durante otros dos o tres meses más. Finalmente, cabe indicar que a esa altura las precipitaciones en forma de nieve pueden caer de forma esporádica en cualquier momento del año, incluyendo los meses de julio y agosto. Hacia mitad de junio, ya en pleno periodo reproductor, es frecuente que un temporal de nieve cubra el suelo en todo el piso alpino pirenaico (fotos 14 y 15). También es característico que hacia mitad de septiembre o en el segundo tercio de este mes, el primer temporal serio, parecido al de junio, marque el inicio de la retirada hacia los abrigos invernales.

Estas zonas por encima del límite natural del arbolado están sometidas a fuertes contrastes circadianos (a lo largo del transcurso del día) en temperatura, humedad, viento e insolación, así como a dramáticas diferencias entre la temperatura del suelo y del aire. Incluso durante el verano, las temperaturas caen hasta cerca de cero grados durante la noche debido a intensa radiación nocturna.

Todas estas características hacen de las áreas supraforestales (alpinas) zonas muy duras y extremas para animales de los denominados ectotermos (de sangre fría). Estas lagartijas, junto con sus parientas la lagartija pirenaica y la pallaresa, son los únicos vertebrados exclusivos del piso alpino (alta montaña) en Europa y constituyen sujetos de primer orden para entender los mecanismos de especiación y supervivencia en zonas que resultan extremas incluso para animales de "sangre caliente" (endotermos) como las aves y mamíferos.

Inclinación del terreno: Sobre 335 ejemplares observados, la inclinación media del terreno es de unos 35º (fig. 16). El 50% de las observaciones caen dentro del rango de 30º a 45º, y el 80 % del total cae entre 20 y 45º, lo que indica una clara predilección de las lagartijas por los terrenos de inclinación suave que favorezcan sus desplazamientos. El rango total de observaciones va desde el terreno totalmente plano (0º) hasta el muy pendiente (80º). No existen diferencias entre ambos sexos en cuanto a las inclinaciones utilizadas.

Cabe recordar aquí que la lagartija aranesa en más "paticorta" que sus congéneres las lagartijas pirenaica y pallaresa, ya que utiliza más el suelo y estas pendientes de inclinación suave que no las grandes rocas. No obstante en algunos lugares como el Barlonguere, Malh de Bulard o la Vall del Forcall las lagartijas habitan grandes bloques de rocas y presentan diferencias significativas respecto, por ejemplo, a las lagartijas de las solanas de Armeros, en cuanto a la longitud de las patas.

Algunos autores han sugerido que en un ambiente con falta de depredadores, las patas reducen su longitud, pero no creemos que sea este el caso de la lagartija aranesa, sino que la reducción de la longitud de las patas se debe a la falta de necesidad de trepar mucho.

El movimiento de estas lagartijas es mediante sinuosas ondulaciones del cuerpo. Las lagartijas utilizan las patas para desplazarse a velocidad moderada o como punto de apoyo mientras ondulan el cuerpo. En caso de necesitar huir rápidamente, lo hacen a la manera de los escincos:

plegando las patas y ondulando el cuerpo, escapando preferentemente cuesta abajo hasta el refugio más cercano. No es extraño pues que los medios poco pendientes les sean más favorables para desplazarse.

Es muy interesante reseñar que existen diferencias significativas entre las pendientes habitadas en el periodo pre- y el postreproductor. Durante el periodo prereproductor la media de las pendientes es de 37±0.80 grados, cayendo el 50% de las observaciones entre los 30º y los 45º, y el 80% entre los 25 y los 46º (rango, desde 0º a 80º) mientras que en el periodo postreproductor se encuentran en lugares más llanos con una pendiente media de 32.8±0.89 grados , con un 50% de las observaciones entre los 30 y los 40º y un 80% entre los 20 y los 45º (rango desde 10º a 60º). Estas diferencias pueden estar dictadas por un uso diferencial del hábitat. Cuando la reproducción es una prioridad y hace poco que se ha salido de invernar, las pendientes mayores, generalmente más asociadas a las rocas y piedras permiten una mejor insolación y cambios de ángulo para seguir la trayectoria del sol, así como quizá en menor medida (porque no hay diferencias entre sexos) la prospección de terreno con fines reproductores y territoriales. Por último, cabe recordar que como la invernada transcurre en grietas de las rocas, es natural que sea este el hábitat utilizado cuando emergen los animales a final de la primavera.

Posteriormente a la reproducción, los animales aparecen durante el resto del verano más concentrados cerca de donde hay humedad (cerca de torrentes y zonas de hierba más fresca que han conservado nieve hasta más tarde, ya bien entrado el verano). En esa época, sus prioridades son la alimentación y el repuesto de sus reservas de grasa que les permitirán reproducirse al verano siguiente. Las zonas menos pendientes junto a la hierba y los arroyos, conservan humedad, hierba más fresca y concentran a los invertebrados que constituyen las presas de estas lagartijas, mientras que las zonas de rocas son más secas y sufren el estrés hídrico, apenas presentando invertebrados mas que de paso (muchos de voladores), durante la segunda mitad del verano.

En otras especies similares que habitan también zonas de montaña en Armenia (en el pequeño Cáucaso), se han descrito asimismo migraciones estacionales hasta de varios centenares de metros (300 a 500 m) entre las zonas de roca habitadas durante la invernada, la primavera y el otoño, hasta la orilla de lagos y torrentes utilizados durante el verano, de forma similar a la lagartija aranesa.

Porcentaje de roca: El porcentaje de roca de los lugares habitados por la lagartija aranesa (360 observaciones) oscila alrededor del 30 % de cobertura rocosa, aunque los animales pueden observarse desde zonas de hierba con un 0% de roca donde se aventuran de forma ocasional durante la caza de insectos) hasta afloramientos totalmente rocosos (100% roca) (fig. 17). El 50% de las observaciones caen entre el 10 y el 50% de rocas, y el 80% de las observaciones entre el 5 y el 75% de rocas. Para la estima de los porcentajes de recubrimiento de roca, vegetación etc., nos ha sido muy útil el uso de la fotografía de infrarrojos en falso color, que permite distinguir muy claramente entre tonos ocres, piedras, o rojizos de vegetación fotosintéticamente activa en este caso (foto 17 y 18).

Es muy interesante el hecho de que aparezcan diferencias entre el uso de las rocas entre el periodo pre- y post-reproductivo. Durante el perido pre-reproductor, la media en el porcentaje de roca de los lugares utilizados es del 25 %, cayendo el 50 % de las observaciones entre el 10 y el 40 % de roca, y el 80 % de ellas entre el 5 y el 70 %. Por el contrario, durante el periodo postreproductor la media del porcentaje de roca sube al 40 %, cayendo el 50 % de las observaciones entre el 10 y el 60 %, y el 80 % de ellas entre el 5 y el 80 %. Existe por lo tanto un pequeño pero significativo aumento del uso de la roca según avanza el verano (que se traduce en paralelo a un pequeño aumento también de la hierba pero a una disminución del uso de las zonas de piedras pequeñas). No existen diferencias en los porcentajes de roca utilizados por ambos sexos.

Porcentaje de piedras sueltas (pedregales y gleras): El porcentaje de piedras sueltas en los lugares de localización de las lagartijas aranesas oscila alrededor del 15% de cobertura (fig. 18). El 50 % de las observaciones cae entre el 0 y el 40 % de piedras, y el 80 % de las observaciones entre 0 y el 64.5 % (el rango total de observaciones va del 0 al 95 %) (foto 19). No existe diferencia entre sexos.

Al igual que con el porcentaje de cobertura de rocas, existe variación significativa entre el periodo pre y el post-reproductivo. Al contrario que en el caso de las rocas, el porcentaje de cobertura de piedras baja conforme avanza el verano, cambiando los animales a zonas con más rocas y hierba (ver más abajo).

Durante el periodo pre-reproductivo la cobertura media de piedras es 28.29±1.8. El 50 % de las observaciones caen dentro del intervalo del 0 al 50% de cobertura de piedras, y el 80 % entre el intervalo 0 a 70 %. Durante el periodo post-reproductivo la cobertura media de piedras es sensiblemente inferior: 16.75±2.03, cayendo el 50 % de las observaciones caen dentro del intervalo de 0 a 31.25 %, y el 80 % dentro del que va de 0 a 60 %.

Porcentaje de suelo (tierra) desnuda: El porcentaje de tierra desnuda en los lugares de observación de lagartijas aranesas es muy bajo (del 4 %), cayendo el 50 % de las observaciones entre el 0 y el 15 % y el 80 % de las observaciones entre 0 y el 30 %. El rango total que incluye los valores extremos va de 0 al 70 % (fig. 19). No existen diferencias ni entre sexos ni entre periodos.

Porcentaje de arbustos: Aunque en zonas cercanas a las habitadas por las lagartijas se dan algunos arbustos (gayuba, arándanos, rododendros), no los hemos encontrado nunca justo en las zonas habitadas por *I. aranica* (aunque sí muy cerca o en las umbrías inmediatas). Así la cobertura de arbustos en las zonas de lagartija aranesa es nula, sin diferencias entre sexos o periodos.

Porcentaje de hierba: El porcentaje de hierba a lo largo de toda la época de actividad oscila alrededor del 20 % (fig. 20). El 50 % de las observaciones cae entre el 10 y el 40 %, y el 80 % entre el 5.5 y el 70 %. Los valores extremos van de 0 al 100 %. No existen diferencias entre sexos.

Existen diferencias significativas entre los periodos pre y post-reproductor. En el periodo pre-reproductor la media es de 27.58±1.42 %, cayendo el 50 % de las observaciones entre el 10 y el 36.25 %, y el 80 % del total de observaciones entre el 5 y el 60 %. Durante el periodo post-reproductor, las lagartijas usan un hábitat con algo más de cobertura herbácea, con una media de 32.64±1.89, cayendo el 50 % de las observaciones entre el 15 y el 50 %, y el 80 % de ellas entre el 10 y el 70 %.

Densidad

En la lagartija aranesa (*I. aranica*) hemos calculado densidades de unos 78 indivs/ha (33.3 adultos y 44.4 juveniles por hectárea) (29-VI-1991) y en un sitio óptimo de hasta 600 ejs/ha (7-7-2002).

En la lagartija pirenaica (*I. bonnali*) en Bigorre hemos calculado densidades de 380 ejs/ha (29-6-94). En Ordesa, 2090 adultos/ha y 4750 juvs/ha (a 2200 m), 1550 ejs/ha. (12-8-1993), 175 ejs/ha (8-VI-1991), con densidades de hasta 12 juveniles por metro cuadrado. En Posets, densidades de 200 ejs/ha (27-VI-1991) y en Arriel (Artouste) de 20 ejs./ha (5-VIII-1993). Las mayores densidades se dan sobre rocas muy fisuradas (pizarras, esquistos y lapiaz calcáreo), mientras que las menores siempre sobre granitos.

En la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*) hemos calculado densidades de 175 ejs/ha (5-6-1994) y 145 ejs/ha (6-6-1995) en Andorra (Ordino- Arcalís). En el 2005 (finales de junio y principios de julio) se calcularon las densidades en las localidades óptimas de cada macizo dentro de territorio catalán, arrojando un valor de 20.8 ejs/ha en el macizo de Mont-Roig, de 25.8 ejs/ha en la Pica d'Estats y de 10.27 ejs/ha en el de Salòria.

En la lagartija cantábrica (*I. monticola*) se han medido densidades de 52.5 indiv./ha (máximo de 150 indiv./ha) en la cordillera Cantábrica. En la Serra da Estrela se han registrado valores de 150 a 1200 indivs/ha. Estas densidades más bajas (100 a 200 indivs/ha) son equivalentes a las de otros pequeños lacértidos paleárticos: 200 a 300 indivs/ha en *Zootoca vivipara*, 500 indivs/ha en *Podarcis muralis*; mientras que las densidades puntuales muy elevadas se corresponden más con las insulares (en zonas de baja competencia): 1037 a 1120 ejs/ha en *P. muralis* (poblaciones insulares en el S de Francia) o 1300 a 1500 indivs/ha en *P. carbonelli berlengensis* (de la Isla de Berlenga en Portugal).

Temperaturas de actividad y termorregulación

Como es bien sabido, las lagartijas necesitan de la energía del sol para estar activas. "Estar al sol como un lagarto" se ha convertido en una frase del lenguaje coloquial referente a estos animales y conocida por todos.

Pero en la alta montaña el estar activo no es tan fácil. Durante la mayor parte del año el suelo está cubierto por un espeso manto de nieve y las temperaturas, incluso de las rocas que pudieran quedar al aire, son prohibitivas para la vida, especialmente de estos animales tan asociados al sol.

Como es obvio, una animal que depende del calor ambiental para desarrollar su actividad ha de presentar mecanismos para "autocontrolar" su temperatura de forma independiente a los vaivenes del medio externo. Estos comportamientos que desarrollan los animales para regular la temperatura de su cuerpo se denominan "termorregulación".

En el caso general de una lagartija que viva en un medio estable como, podríamos poner por ejemplo, una lagartija de los muros (*Podarcis muralis*) que habite en el fondo de valle, su actividad diaria comienza cuando el sol empieza a pegar en el suelo y ella, completamente fría de la noche, sale a exponerse al sol. Mediante ese asoleamiento, la temperatura de su cuerpo sube rápidamente y una vez alcanzada la temperatura de actividad, comienza a moverse, cazar, defender territorios, etc. Mientras está fría, no sólo es incapaz de moverse, sino que parece ser que ni siquiera es capaz de ver bien. Es como si estuviera "drogada" y no fuera capaz ni de seguir el movimiento de lo que le rodea. En otra especie bien estudiada en otros lugares de Europa, la lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*), se ha descrito que a primera hora de la mañana, asoman sólo el hocico al sol naciente del este, calentándose algo tras el frío nocturno, merced a que el riego sanguíneo lleva ese calor por todo el cuerpo hasta alcanzar un mínimo que le permite exponerse más con garantías de reacción en caso de peligro.

Para calentarse, las lagartijas se exponen lo más perpendicularmente posible a los rayos del sol, aplanando el cuerpo para facilitar ese calentamiento. Si tanto el aire como la roca están muy fríos, hemos observado lagartijas que se levantan sobre sus patas y se exponen al sol con su cuerpo aplanado, algo así como "de puntillas", para no perder por conducción al tocar la roca fría parte del calor que están captando por radiación solar.

Una vez caliente, la lagartija puede alternar sus actividades al sol o a la sombra con pequeños baños de sol puntuales para mantener la temperatura más o menos dentro de unos límites estables. Si la temperatura se hace demasiado alta, la lagartija ha de refugiarse, ya que el excesivo sol la mataría. Cuando la temperatura baja por la tarde, porque se nubla el sol o bien ya en penumbra pero con la roca aún caliente, pueden aventurarse de nuevo al exterior por un breve rato.

Si el ciclo es de una sóla actividad en las horas centrales del día y en tiempo fresco, se denomina ciclo unimodal, y es característico de muchas especies de reptiles en la primavera o el otoño. Por el contrario, si las horas centrales del día son muy calurosas, la actividad a las horas de más calor se reduce y el ciclo se denomina bimodal (usualmente con la actividad principal por la mañana y muy poca por la tarde).

Del estudio de las temperaturas corporales respecto a las del ambiente y a las del sustrato, se pueden inferir aspectos del comportamiento termorregulador de una lagartija. Por ejemplo, mirando el rango de temperaturas corporales a las que un animal está activo se puede ver si es muy estricto y sólo está activo en un rango muy estrecho de temperaturas (animal estenotermo) o bien si es capaz de mantenerse activo en un rango bastante amplio (animal termoconformista o euritermo). También puede hacerse la regresión entre las temperaturas corporales y las del ambiente o sustrato. La pendiente de la recta nos indicará si tiene una termorregulación muy eficiente y se mantiene caliente a unas temperaturas concretas independientemente de la del ambiente o sustrato (si la pendiente es o se acerca a cero) o bien si su temperatura corporal sigue la del exterior de cerca (si la pendiente es o se acerca a uno). Evidentemente los animales se encuentran entre estos dos casos extremos. También el grado de dispersión alrededor de esta recta teórica nos da una idea de la precisión de la termorregulación en esa especie.

En el caso de las lagartijas aranesas, la situación es bastante particular, ya que la actividad sólo transcurre prácticamente durante el verano, y la climatología particular de cada día imprime un carácter especial a la actividad.

Hemos podido observar que al inicio de la actividad anual, en circunstancias climáticas adversas, uno u otro sexo se exponen con más frecuencia al sol según del momento que se trate. Si se hiciera una estima de la proporción de sexos (sex-ratio) en este momento, estaría tremendamente sesgada. En junio, al inicio de la actividad, si el aire es frío, los machos se exponen al sol a sotavento de las rocas, mientras que las hembras permanecen inactivas. En ese momento se registran notables diferencias entre la temperatura del aire y la de los animales. Esa termorregulación en circunstancias muy adversas puede estar relacionada con la actividad reproductora, movilización de grasas, acumulación de espermatozoides, etc. La actividad termorreguladora forzada de los machos está relacionada con la movilización de grasas y la espermatogénesis.

Poco más tarde, tras las cópulas, cuando las hembras están grávidas y haciendo los huevos (vitelogénesis), si las circunstancias climatológicas son adversas pero hace sol, no se observa ningún macho (que ya están disminuyendo su actividad reproductora) pero sí a las hembras calentándose al abrigo de las rocas, en este caso aprovechando hasta el último rayo de sol para movilizar grasas que serán empleadas en fabricar el vitelo (la yema) de los huevos que están en desarrollo. Estas hembras grávidas corren menos por su gordura, pero modifican su actividad reduciéndola al mínimo y permaneciendo junto a su refugio, con lo que disminuyen el riesgo de morir depredadas.

En un día soleado normal, los animales se exponen al sol junto a sus refugios (calentándose por heliotermia) o se calientan por contacto bajo una piedra plana (calentamiento por tigmotermia). La actividad comienza con los animales calientes, con frecuencia con diferencias enormes respecto a las temperaturas del aire (muy frío) (ver fig. 21). En poco tiempo, la roca, se calienta y hacia el mediodía está a temperaturas superiores a los 40 º por lo que las lagartijas han de estar refugiadas y como mucho exponerse momentáneamente al sol mediante una rápida carrera por el sustrato ardiente hasta el siguiente refugio fresco.

Así, es de interés primordial empezar la actividad cuanto antes, de ahí que se calienten ya bajo piedras sin exponerse todavía frías al sol (minimizando el riesgo de depredación), y que la caza sea rápida, ya que en un par de horas la temperatura del sustrato (que no la del aire) se hace inhabitable. También es posible que se desplacen más hacia las zonas que se calientan menos, como la hierba y tierra, conforme avanza la actividad diaria. A media tarde, cuando el sol baja, hacen algunas pequeñas incursiones fuera de los refugios, pero este segundo pico de actividad es mucho más breve y sólo lo hacen algunos individuos. Como ya indicamos, en casos de temperaturas muy desfavorables, tanto por excesivo frío como por calor abrasador, los individuos juveniles, que son capaces de ganar y perder calor muy rápidamente, son los que suelen observarse al descubierto.

Paradójicamente, puede decirse que estas lagartijas se comportan más como los lagartos del desierto y sufren por la excesiva temperatura del sustrato durante su breve periodo de actividad, que no que pasan frío en su gélido ambiente de alta montaña.

Las escamas granulares que posee esta especie podrían servir para disipar calor durante la actividad, ya que al hacerse semiesféricas aumentan de forma notable la superficie del animal sin aumentar su tamaño, que posiblemente esté constreñido por su escaso crecimiento anual y su historia evolutiva (todas sus parientas cercanas son bastante pequeñas).

No obstante, este ciclo de un día ideal en la vida de la lagartija aranesa se ve matizado con frecuencia (y es más la norma que la excepción) por las particularidades del clima de la alta montaña. La verdad es que no importa mucho que el ciclo diario de las lagartijas haya de acortarse tanto por el excesivo recalentamiento de la roca. De hecho, prácticamente nunca hay un día de sol completo. Paradójicamente, cuando el tiempo se estropea en la montaña, las lagartijas salen beneficiadas porque al taparse el sol la temperatura baja pero la roca se conserva bastante rato caliente mientras se va enfriando paulatinamente, permitiendo de nuevo la actividad de las lagartijas. La facilidad de calentarse por tigmotermia les facilita calentarse de nuevo pegadas a la roca y estar algo activas cuando el sol se nubla.

Es típico que se nuble, suba el viento fresco de ladera arrastrando jirones de niebla del fondo del valle (foto 20), cruce el mar de nubes desde la vertiente N (foto 21), o que una nube de tormenta en formación se interponga delante del astro rey, permitiendo entonces que las lagartijas que ya estaban escondidas reanuden su actividad por un buen rato. Si el tiempo va cambiando entre sol y nubes, son unas condiciones óptimas para observar a las lagartijas activas, que entonces van alternando periodos de asoleamiento y actividad.

La temperatura corporal en la lagartija aranesa va desde los 18.6º C a los 36.5º C (media de 29.21ºC). El 50 % de las observaciones caen entre los 27.2º C y los 31.2º C, y el 80 % del total entre los 26.04º C y los 32.3º C. No se aprecian diferencias entre los dos sexos ni entre el periodo pre- y post-reproductivo (156 temperaturas medidas).

En otras *Iberolacerta* se conocen temperaturas corporales que van de 20.4º a 35.4º en *I. monticola monticola,* y de 29.0º a 37.5º en *I. monticola cantabrica*, sin que existan diferencias significativas entre edades ni sexos. Esta lagartija se considera una termorreguladora precisa (incluso en los individuos que han perdido la cola que, no obstante, tienen periodos de asoleamiento más largos junto a un refugio seguro, y tienen el mismo termopreferendum que las de cola intacta). La lagartija serrana (*I. cyreni*) se ha dicho que se calienta tanto por heliotermia como por tigmotermia, pero en nuestra opinión muchísimo menos por tigmotermia (si es que lo hace algo) que las pirenaicas, ya que habita en zonas graníticas. La lagartija croata (*I. horvathi*) presenta temperaturas corporales de 28.69ºC (20 a 35ºC). En otras especies de media montaña como la lagartija armenia (*Darevskia armeniaca*) (unisexual) la temperatura óptima es de 30º C, y en la lagartija de Crimea (*Darevskia lindholmi*), de zonas más bajas, las temperaturas corporales oscilan de 30º a 35ºC. En general, las especies de montaña tienen tasas de calentamiento mucho más rápidas que las especies de las zonas bajas.

Las temperaturas del sustrato medidas mientras los animales están activos van desde 11.2ºC a 47.6ºC (la máxima capacidad del termómetro usado es de 50ºC y a esas temperaturas los animales se encuentran normalmente ya refugiados) pero con seguridad la roca de tonos muy oscuros o negra, como las pizarras y esquistos silúricos y devónicos, alcanza valores térmicos superiores. Sólo un 20% de los animales se encontraban activos con la roca por debajo de 18º o por encima de 40ºC. La media de las temperaturas del sustrato con animales activos es de 30.18ºC. Tampoco varía entre periodos ni sexos.

Las temperaturas ambientales mientras los animales están activos van desde 9.5ºC hasta 27ºC. La media es de 17.81ºC. El 50% de las observaciones cae entre los 14.7ºC y los 21.3ºC, y el 80% entre los 12.5ºC y los 22.9ºC. No existen diferencias entre los dos sexos pero si entre periodos, las temperaturas previas a la puesta son, como corresponde a inicios del verano, más bajas (media 17.88ºC) que las de plena canícula (media de 18.54ºC).

La relación entre estos parámetros está clara. El sol calienta por radiación la roca (o el sustrato que sea) y luego, esta devuelve parte de esa radiación calentando el aire cercano. Esto, que se cumple en todos sitios, es particularmente cierto en el aire frío y seco de la alta montaña. Los sustratos se calientan en función de su densidad y color. Así, lo que más se calienta es la roca, y más la oscura (como las pizarras o esquistos silúricos o devónicos) que la de color intermedio (como el marrón de las cuarcitas cambrorodovícicas), y estas más, por supuesto, que la de color claro (como las calizas o el granito). En segundo lugar se calienta el suelo (y más el oscuro que el claro; y más el húmedo que siempre es más oscuro, que el seco) y lo que menos se calienta es la vegetación, que prácticamente se conserva fría. Así, en alta montaña si hace frío sale a cuenta vivir en las rocas, por eso hay tantas especies rupícolas o saxícolas, y no simplemente por la abundancia de roca en esas zonas.

También tiene su importancia la morfología de la roca. Como ya hemos dicho, las lagartijas aranesas se calientan ocultas bajo lajas planas de pizarras. Estas rocas planas, muy fisuradas, proporcionan multitud de refugios y son un medio más favorable que las cuarcitas (fisuradas pero menos, y de tonos intermedios) y que las calizas (sólo fisuradas donde los procesos cársticos tienen lugar, y que no absorben calor por su tono casi blanco pero que reverberan mucho la luz del sol, ¡como una especie de horno refractario!). Las peores rocas de todas son los granitos (no

habitados por la lagartija aranesa pero sí por la pirenaica) que no tienen mucho valor como refugio ni fisuras, y son además muy frías. Es muy posible que sobre rocas claras, las lagartijas de montaña como la pirenaica, desarrollen estrategias tendentes a la heliotermia (calentamiento directo por el sol) más que a la tigmotermia (calentamiento por contacto con el sustrato) que desarrolla la lagartija aranesa.

La relación entre las temperaturas corporales (TB) y las del ambiente (TA) se muestra en la fig. 21. La relación entre ambas temperaturas puede expresarse como una recta con la siguiente fórmula (de la forma y=a+bx; donde y es la variable dependiente, es decir, la temperatura del animal; a es el punto de corte al eje y; b es la pendiente y x el valor de la temperatura del ambiente):

TB = 24.4395 + 0.2830 TA.

Como puede observarse, la pendiente es 0.28, se encuentra bastante más cerca de cero que de uno, así que la lagartija aranesa tiene un claro y bastante preciso comportamiento termorregulador.

Respecto a las temperaturas del sustrato (TS) (ver fig. 22) la TB se relaciona mediante la fórmula:

TB = 26.0377 + 0.1144 TS

Aquí la pendiente todavía es más pequeña así que parece que todavía termorregula mejor para las temperaturas del sustrato que para las del ambiente. Este punto de vista se ve refrendado por el hecho de que existe menos dispersión de los valores alrededor de esa recta hipotética en la relación TB-TS (R^2 = 0.14) que en la TB-TA (R^2 = 0.18). La temperatura del sustrato es la más decisiva y frente a la que más se desarrolla el comportamiento termorregulador. La relación entre el aire y el sustrato es más laxa (pendiente de 0.23 y R^2 = 0.25) y nos sirve como referencia de algo (el aire) que se caliente directa y pasivamente (sin ningún comportamiento activo como sí tiene por ejemplo la lagartija), a partir del substrato. Su pendiente (0.23) es menor que la de la de la relación TB-TA, por lo que las lagartijas no termorregulan (o no se ajustan) muy bien respecto a la temperatura del aire, pero mayor que la de TB-TS (0.11), lo que nos demuestra que termorregulan de forma muy precisa respecto a las temperaturas del sustrato. Evidentemente, los valores entre TA y TS no se ajustan mucho entre sí, ya que no son un ser vivo con un comportamiento dirigido sino dos sustancias inanimadas.

En la única especie de *Iberolacerta* extraibérica, la lagartija croata (*I. horvathi*) sucede algo muy similar, ajustándose mejor las temperaturas corporales respecto a la del sustrato (R^2 =0.47) que respecto a las del ambiente (R^2 = 0.15) en un estudio hecho en Eslovenia, pero los mismos autores dicen lo contrario en otro hecho en la misma zona (R^2 =0.59 respecto a el ambiente, R^2 =0.4 respecto a las rocas, y R^2 =0.33 respecto a la de las grietas). La estrategia es claramente diferente en esta especie montana que en nuestras especies alpinas, ya que las relaciones entre temperaturas son TB=9.89+0.76TA respecto a la ambiental; y TB=13.04+0.55TS respecto a la del sustrato, con una pendiente muy elevada en ambos casos y por lo tanto escasa independencia respecto a las temperaturas ambientales y del sustrato. La lagartija croata es por tanto aparentemente una muy mala termorreguladora, al revés que la lagartija aranesa.

Es muy probable, de todas maneras que en la lagartija aranesa esta tendencia a "defenderse" de las temperaturas del sustrato cambie a lo largo del día. A primerísima hora termorregulan contra la temperatura del aire frío (y del sustrato), y luego sobre todo frente a la del sustrato, demasiado caliente.

La temperatura corporal mantenida dicta el gasto metabólico del animal. Así, si se mantienen temperaturas relativamente bajas los animales gastan menos, mientras que a más temperatura corporal, más gasto metabólico hay. Por ejemplo, la lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*) que mantiene una TB de 3 o 4° C menos que la lagartija roquera (*Podarcis muralis*), precisa un 42% de la comida que necesita la segunda. Por eso mismo, a igualdad de producción en un medio determinado (por ejemplo alta montaña o bien una isla) éste puede mantener una densidad mucho mayor de ectotermos (lagartijas) que no de pequeños mamíferos (por ejemplo, musarañas).

En cuanto a las temperaturas máximas soportadas por los animales, sabemos que las temperaturas por encima de 40° suelen ser letales. Nosotros hemos observado la muerte accidental

de un espécimen en cautividad a una temperatura de sustrato de 40.6ºC. A 39.2-39.6ºC, cerca ya de la temperatura letal, aparecen movimientos temblorosos y descoordinados.

Reproducción

Madurez sexual

En la lagartija aranesa la edad mínima para la madurez sexual en los machos viene determinada por la presencia de caracteres sexuales secundarios bien desarrollados (por ejemplo la base de la cola abultada por la presencia de los hemipenes). El macho adulto más pequeño de *I. aranica* conocido tenía 45.4 mm. Esta talla es alcanzada cuando el animal tiene cuatro años de edad, es decir, en su quinto año de calendario (se cuenta el año de nacimiento como primer año de calendario).

La madurez sexual en las hembras es más difícil de identificar, así que nos guiamos por la presencia de signos reproductivos como la presencias de folículos engrosados (huevos en formación, determinados por palpación), así como cicatrices o marcas de cópula en los costados. Las tres hembras de lagartija aranesa ya aparentemente adultas más pequeñas encontradas tenían 50.3 mm, 51.0 mm y 52.1 mm de longitud del morro al ano (longitud cabeza-cloaca, SVL). Así, parece que la madurez sexual en las hembras es alcanzada cuando estas tienen cinco años de edad (en su sexto año de calendario), aunque no puede descartarse que algunas puedan alcanzarla durante el quinto y el resto durante el sexto.

Los machos adultos miden 53.98 mm SVL de media (de la punta del morro a la abertura anal o cloaca) (de 45.4 a 61.8 mm)(ver fig. 23 para el total de tallas de los machos), mientras que las hembras tienen 56.97 mm de media (de 48.04 a 66.88) (ver fig 24 para el total de tallas de las hembras). Así pues, las hembras adultas de *I. aranica* son algo más grandes que los machos (fig 25).

En la cercana lagartija cantábrica (*I. monticola*) la mayoría de las hembras alcanzan la madurez con 3 años de edad. En la lagartija croata (*I. horvathi*) la situación es muy similar y la madurez sexual de las hembras llega en su cuarto año de calendario, poco antes de cumplir los 3 años (el dimorfismo sexual se empieza a notar a partir del primer año de edad, y la talla de madurez está alrededor de los 50 mm SVL).

Como regla general en los saurios, las especies pequeñas alcanzan la madurez sexual en 1 o 2 años, mientras que en las grandes tardan más y frecuentemente maduran de forma desigual en ambos sexos. Así por ejemplo, en el lagarto ágil (*Lacerta agilis*) los machos alcanzan la madurez con dos años de edad (tras la tercera invernada) y las hembras con tres (tras la cuarta invernada). En el lagarto verde (*Lacerta bilineata*) a partir del año y medio (tras la segunda invernada), y en el lagarto ocelado (*Timon lepidus*) también con un mínimo de un año y medio los machos y a los tres y medio las hembras. En la lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*) que a pesar de su reducido tamaño se comporta como un pequeño lagarto, los machos alcanzan la madurez a los 22 o 23 meses (tras dos invernadas) , y las hembras entre los 32 y 36 meses (tras su tercera invernada). Por último, la lagartija roquera (*Podarcis muralis*) madura a los dos años o un poco antes (comienza a criar en su tercer año de calendario).

Calendario de la reproducción

La reproducción comienza con cópulas poco después de la emergencia de los adultos de los lugares de la invernada (segunda mitad de mayo o primera de junio). Los huevos se desarrollan en junio y las puestas son de mitad de junio a mitad de julio (excepcionalmente hasta final de julio) dependiendo de la cantidad de nieve acumulada ese año, de la fusión nival y la orientación de la localidad en cuestión.

Las primeras crías recién nacidas aparecen en la segunda mitad de agosto y son fáciles de ver en septiembre y octubre, hasta que termina la época de actividad.

Cópula

En muchas especies de lacértidos, los animales viejos se empiezan a reproducir antes que los jóvenes , y antes los que tienen más reservas de grasa de los que tienen pocas. No nos consta que haya diferencias temporales en la lagartija aranesa, una vez más por la cortedad del ciclo. El testículo alcanza un gran tamaño ya en otoño, antes de la invernada. Esto sabemos que ocurre también en la lagartija pirenaica (*I. bonnali*) y en la cantábrica (*I. monticola*).

Los individuos del otro sexo, particularmente las hembras por parte de los machos, parece que son detectadas más por la vista que no por el olfato.

Cada animal copula con varias parejas. Las marcas que los machos dejan en el costado de las hembras (marcas de cópula) dan una idea aunque imperfecta del número de cópulas en que ha intervenido cada hembra. Estas marcas, de color apenas azulado o grisáceo cuando son recientes, se vuelven más oscuras, casi negras y pueden durar semanas en el vientre de las hembras. En otras especies de lagartijas habitantes de media montaña (como las *Darevskia* del Cáucaso) las cópulas se dan de 3 a 5 semanas después de emerger de la invernada, aunque en las pirenaicas el tiempo debe ser mucho menor, por la contracción del ciclo anual.

No existe fidelidad entre la pareja de lagartijas. Sólo existe una "guarda" (o vigilancia, o cuidado) de la hembra durante un rato tras la cópula. Esta guarda evita que otros machos puedan inseminarla. En otros reptiles dentro de una misma puesta suele haber hijos de varios machos distintos (al menos 2). No sabemos si esto ocurre en la lagartija aranesa.

La copula ocurre a la manera habitual de las lagartijas. Tras un cortejo con pocos preliminares, el macho que encuentra a una hembra (¡y a veces a una hembra todavía no adulta pero ya crecidita!) la agarra fuertemente con las mandíbulas por el costado, curva su cuerpo y acopla su cloaca a la de la hembra introduciéndole uno de sus dos hemipenes.

Los hemipenes, en número de dos al igual que en las serpientes, no son un aparato copulador tan eficaz como el pene de un mamífero ya que no constituyen un tubo completamente cerrado. Se parece más bien a una acequia que a un tubo, sin embargo y merced a los labios del sulco que se repliegan sobre el conducto abierto, se consigue un efecto parecido al que lograríamos utilizando como embudo una hoja enrollada. Un resultado más que aceptable.

La cópula en sí es muy breve y posiblemente ambos hemipenes son introducidos indistintamente y de forma alternativa. Existen tapones copulatorios, es decir, tapones formados de una sustancia que se coagula en la parte baja de las vías genitales femeninas evitando que el esperma se salga (o que el de un macho rival entre). Se cree que la utilización de ambos hemipenes en la cópula se debe a que con uno se saca, empuja o elimina el posible tapón de cópula de otro macho, de ahí el uso alternativo de ambos hemipenes: uno hace de "sacacorchos" abriendo paso y eliminando el esperma de otros machos y el otro insemina con el esperma propio. Como cada hemipene está conectado a un testículo diferente, se cree que usan alternativamente uno y otro, con lo que a diferencia de los mamíferos que descargan ambos epidídimos a la vez por un solo conducto, las lagartijas pueden alternar ambos. ¡Ventajas de tener dos hemipenes independientes!.

Como indicamos más arriba, las cópulas suelen dejar unas marcas características en forma de "V" en los costados y base de la cola de las hembras que cuando son recientes son de color más claro (azuladas o grisáceas), y luego se oscurecen. Persisten durante muchos días.

Estas lagartijas apenas son territoriales y más que mantener territorios estables, simplemente parece que los machos acometen a los rivales que encuentran en su camino, aunque este extremo deberá comprobarse con futuras investigaciones. Es muy probable que las fecas (excrementos) actúen como mojones territoriales entre los distintos individuos. En la cercana lagartija serrana (*I. cyreni*) las fecas sirven de marcas para el reconocimiento territorial y los machos incluyen en su territorio el de una o varias hembras, solapándose con el de ellas y sin que existan diferencias significativas entre el tamaño del territorio entre sexos o edades. Entre los lagartos en general, se considera que las secreciones de la piel, cloaca y poros femorales son señales químicas que intervienen también en la comunicación intraespecífica.

En otras especies de lagartijas de media montaña (como las *Darevskia* del Cáucaso) las

cópulas se dan o comienzan de 3 a 5 semanas después de emerger de la invernada, aunque en las pirenaicas el tiempo debe ser mucho menos, por la contracción del ciclo anual. En ese mismo grupo se ha comprobado que. contra lo que pareciera ser de sentido común, las especies de zonas altas de clima más duro, se reproducen antes que las de zonas bajas que llevan ya un tiempo de actividad antes de que salgan las primeras. Todo ello está relacionado con la necesidad de reproducirse sin pérdida de tiempo en donde el ciclo anual es necesariamente corto.

En algunas especies de lacértidos (p.ej. *Lacerta bilineata*) la puesta parece tardar de 4 a 6 semanas después de las cópulas. Sin embargo en otras especies pequeñas es apenas unos días antes. En nuestro caso, lo avanzado del desarrollo embrionario en el momento de la puesta permite suponer que el periodo es relativamente largo pero debido a que el huevo empieza a desarrollarse dentro de la hembra.

En muchos lacértidos existe un desfase entre las cópulas y la fecundación. Se pueden ver hembras de *Podarcis* aproximándose a machos en busca de sexo (cópula) cuando estos ya no están en celo, acercándose a ellos pataleando y moviendo sinuosamente la cola. En la lagartija aranesa la cortedad del ciclo anual probablemente no permite grandes desfases entre ambas actividades.

Los óvulos maduros se desprenden del ovario (donde dejan una cicatriz) y comienzan a bajar por el oviducto, donde tiene lugar la fecundación. En algunas especies, el estímulo de la cópula es necesario para la ovulación (en especies partenogenéticas norteamericanas pertenecientes a la familia de los iguánidos, en las que sólo existen hembras, una de las hembras hace el papel de "macho" y existe una pseudocópula que induce a la ovulación de la otra), mientras que en otras no (como es el caso por ejemplo de las lagartijas de montaña partenogenéticas del Cáucaso).

Esos óvulos que van bajando por el oviducto y son fecundados. Primero se rodean de vitelo (yema), posteriormente de albúmina (clara), que es cuando van cogiendo su forma ovalada, luego de su envoltorio fibroso blando y finalmente de la superficie calcárea, que en el caso de las lagartijas no es muy importante.

Cuando llevan varios días en el tercio posterior del oviducto están ya listos para poner. Es posible que en las lagartijas pirenaicas (*Pyrenesaura*) esta permanencia sea mayor, ya que el estado embrional en la puesta es bastante avanzado. Las fotos 22 a 26 muestran diversas hembras grávidas, tal y como se encuentran desde final de junio y primeros de julio.

En la lagartija de los muros (*Podarcis muralis*) el oviducto derecho suele contener un huevo más que el izquierdo. En la lagartija aranesa, en caso de haber un número impar, parece que pasa lo mismo.

Se dan aparentes casos de esterilidad tanto de huevos como de adultos. Conocemos tanto huevos no fecundados dentro de una puesta (aunque más en la lagartija pallaresa) como hembras copuladas que no ponen ningún huevo (en la aranesa).

Época de puesta

La puesta en la lagartija aranesa, única, tiene lugar entre la mitad de junio y más frecuentemente hacia el final de junio, hasta mitad de julio. La variabilidad interanual depende de lo temprano o tardío de la fusión de la nieve. Así, por ejemplo, tuvo lugar durante la primera semana de julio en 1989; primera mitad de julio en 1991 y 1992; de forma más extensa durante la segunda semana al menos hasta el 25 de julio en 1993; la última semana de junio y primera de julio en 1994 y 2003; sobre todo la última semana de junio en 1995; alrededor de la segunda semana de julio en 1996; desde el último tercio de junio (Barrados) hasta al menos el final de julio (las puestas más tardías conocidas, que son del puerto de Orlà) dependiendo de la localidad (orientación y nieve acumulada del invierno) en 1997; la segunda mitad de junio en 1998; primera mitad de julio en 1999 y 2000; principalmente hacia el final de junio en el 2001 y desde la primera hasta la tercera semana de julio en el 2002.

En otras especies de *Iberolacerta*, las puestas tienen lugar también hacia la segunda quincena de junio, más raramente en julio (p. ej. la lagartija croata y la serrana). En *I. monticola*

de la Serra de Estrela (Portugal) se ha descrito también una fuerte variabilidad en función de la persistencia de la nieve en el suelo.

En la lagartija croata (*I. horvathi*) la puesta se extiende a lo largo de una semana. En las *Pyrenesaura* la mayor parte de individuos ponen también de forma concentrada, pero alguna hembra (especialmente primeriza o joven) siempre se puede descolgar de este momento, especialmente si ha salido de invernar más tarde por las características particulares del sitio donde se hallaba refugiada.

Duración y hora de la puesta

Sobre un total de 49 hembras controladas, la puesta tiene lugar siempre durante el día, probablemente por cuestiones de actividad y temperatura, aunque puede tener lugar casi a cualquier hora del día. Así, las puestas controladas tuvieron lugar entre las 8 horas y las 23 horas GTM. La mediana de la hora de la puesta es hacia las 14 horas GTM (las horas más cálidas del día). El 50 % de las puestas tienen lugar entre las 11.30 y las 17.30, y el 80 % entre las 10 y las 19 horas.

Desde que encuentra un sitio en el que deciden poner, hasta que pone los huevos, con frecuencia pasan cerca de 24 h cavando, y en algún caso, varios días cavando aquí y allá.

Notas de puesta

Cuaderno del autor (19-07-2002): [la hembra] "excava en la tierra blanda bajo la piedra usando la cabeza a modo de cuña" (...) "pone tres huevos entre las 7 y las 9 PM" [las 5 y las 7 GTM]

En otras especies como el lagarto verde (*Lacerta bilineata*), las hembras empiezan a cavar durante la tarde y la puesta parece tener lugar sobre todo de noche. En la lagartija de los muros (*Podarcis muralis*) la hembra cava una galería de entre 10 y 20 cm, ocasionalmente más. Las hembras de esta especie excavan y ponen en pocas horas, pero si encuentran obstáculos tardan más, a veces uno o dos días. También puede suceder que abandonen la excavación y comiencen otra. La excavación puede ser también de noche y depositan los huevos en dos hileras superpuestas, sin que los huevos están pegados entre sí (cosa que sólo pasa en la lagartija vivípara y el las *Pyrenesaura*, como la lagartija aranesa).

En la lagartija aranesa, la duración del proceso total de la puesta desde que la hembra ya está en posición de poner (o sea, enterrada bajo una piedra) hasta que termina el proceso puede llegar hasta 534 minutos (casi 9 horas, y ello debido a que la hembra quedó inactiva durante la noche). En un caso concreto, una hembra que había puesto dos huevos a las 12 GTM (mediodía), puso el tercero casi de noche, completando así su puesta.

La mediana de duración del proceso de puesta es de 70 minutos. El 50 % de las puestas duraron entre 15 y 120 minutos, y el 80 % entre 1.6 y 540 minutos. Así pues, el proceso es habitual que dure entre algo menos de una hora y dos horas. La figura 26 y las fotos 27 a 32 muestran los movimientos de la hembra y el momento de la puesta, respectivamente.

Proceso de puesta.

Cuaderno del autor (14-07-1999): "Proceso de puesta unos 15 minutos, aproximadamente 5 minutos entre huevo y huevo.

La hembra patalea, hace un movimiento de cavar nervioso que parece que ayuda a juntar los huevos, que coalescen. (ventajas interc. de agua -?-; menos coef. superficie/volumen; mayor resistencia a cambios -rodamiento-).

Al ir a expulsar un huevo, se contrae, levanta los muslos y expulsa en tres o cuatro segundos el huevo (en realidad casi todo sale en sólo un par de segundos).

El huevo permanece adherido a la cloaca y la hembra estira completamente las patas durante unos segundos. Luego prosigue con el pataleo y se queda hecha un "ocho" (doblada en forma de "8") desde las 6 pm."

Notas de puesta

Cuaderno del autor (8-07-2003):

8:45- La otra [lagartija] en posición.
9:15- Corretea.
9:31- en posición.
9:39- en posición.
9:42- en posición.
9:53- ídem (ya oscuro).
11:37- ídem. dormida.
12:21- ídem.
1:04-ídem.

(.....) NOCHE

12:46- entra de nuevo.
3:23- corretea.
3:52- [en] posición.
5:33-[en] posición.
6:18- en posición.
6:54- en posición. Una contracción como un espasmo del abdomen.
6:59- calma.
14:08- pequeñas contracciones cortas del abdomen.
15:22- Contracción con el culo hacia atrás (fig 26 a).
16:00 a 18:00- quieta.
19:07- Se mueve (cabeza).
20:42- cava con las patas de delante.
21:27- Se va moviendo en "S".

(.....) NOCHE

7:10- respira rápida y excitada.
7:16- retorcida y en reposo.
7:20-ídem.
7:30-Cambia de orientación (cabeza <—> cola).
7:33-retorcida, inquieta.
7:35-se mueve.
7:36-se mueve y gira.

7:49-más metida. Incrustada de culo y levantada.
7:53-más relajada otra vez.
8:04- culo incrustado hacia atrás.
8:06- casi en “donut”.
8:08- se mueve inquieta en círculo hacia adelante.
8:10- hinca el morro y respira nerviosa. Ya no “donut”.
8:11- parece que dilata cloaca (base cola un poco levantada).
8:19- enrollada en reposo. (fig 26 b).
8:22- Idem (fig 26 c).
8:34- Idem (fig 26 d).
8:39- Ídem.
8:43- Cavando con el morro (fig 26 e).
8:46- cambia 180º (fig 26 f)
8:48- Ídem.
8:48- Ídem.
8:50-Ídem.
8:52- Ídem.
8:56- Ídem.
9:05- culo pingado (fig 26 g).
9:20- Un huevo! (fig 26 h).
9:26- Ídem.
9:28 35” Dos huevos, y los junta con las patas de atrás.
9:32 20” Tercer huevo.
9:34- cuarto huevo (fig 26 i).
9:36- Contrae un poco el vientre y mueve la cadera de lado.
9:37 00”- Mueve cadera.
9:37 49”- Ídem.
9:38 46”- Mueve pelvis para despegarse un poco.
9:39- Ídem.
9:40- (fig 26 j)
9:43- (fig 26 k)
9:56- (fig 26 l)
10:06 Ídem. Fin del proceso de puesta.

Tamaño de puesta

La lagartija aranesa es monoestra, es decir, hace una sola puesta anual. Lo mismo ocurre en las otras *Iberolacerta* (*I. bonnali, I. aurelioi, I. cyreni, I. horvathi* y quizá en *I. martinezricai*) excepto en las poblaciones de la lagartija cantábrica (*I. monticola*) que en amplias zonas de su distribución hacen dos puestas.

El tamaño de puesta más habitual en *I. aranica* es de tres o cuatro huevos. El tamaño medio de puesta es de 3.44 huevos y el rango va de dos a cinco huevos (sobre un total de 54 hembras gestantes estudiadas). Dos huevos es el tamaño de puesta de las hembras primerizas, y cinco el de las mas grandes.

En otras especies similares (las *Darevskia* del Cáucaso) estos dos huevos de las hembras primerizas proceden con frecuencia del mismo oviducto, como si madurase un ovario/oviducto antes que el otro y sólo uno fuera maduro en esa primera puesta.

En las otras especies pirenaicas (*Iberolacerta* sbgn. *Pyrenesaura*) el tamaño de puesta es de 2 a 4 huevos (3.03 de media) en la lagartija pirenaica (*Iberolacerta bonnali*) y sólo de 1 a 3 huevos (normalmente 2 o 3) son las cifras habituales, pero recientemente hemos encontrado una

puesta de 4 huevos (2.53 de media) en la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*). En otras *Iberolacerta* (s. str.) de mayor tamaño, los tamaños de puesta son también mayores. La lagartija serrana (*I. cyreni*) tiene un tamaño medio de puesta de 7.2 huevos en Gredos (5.6 de media y de 2 a 8 de rango para otros autores), poniendo de 4 a 9 huevos (media 6 o 7) en Guadarrama. La lagartija cantábrica (*I. monticola*) pone de 2 a 11 huevos en Estrela, de 3 a 10 huevos en León, 4 a 10 (media 6.17) en Asturias, y de de 4 a 9 (10) huevos en Galicia (con un tamaño medio de puesta 6.41 huevos en esta última zona). En Galicia, la segunda puesta es claramente inferior (4 a 6 huevos, con 4.67 de media) a la primera (de 5 a 9 huevos, 7.67 de media). De la recientemente descrita lagartija batueca (*I. martinezricai*) conocemos dos hembras con dos huevos cada una a primeros de julio (¿segunda puesta o puestas retrasadas de hembras primerizas?). La lagartija croata (*I. horvathi*) pone de 2 a 5 huevos (normalmente tres).

El las lagartijas de montaña del Cáucaso (*Darevskia spp.*) lo normal es que sólo exista una puesta (monoestria), si bien los ejemplares más viejos de las especies grandes (*D. armeniaca, D. valentini* y presumiblemente *D. rudis*) ocasionalmente hacen una segunda puesta con menos huevos. *Darevskia valentini* en las orillas del lago Sevan (Armenia, a 3000 metros de altura) pone a mitad de junio, y a continuación emergen enormes cantidades de mosquitos del género *Chironomus* que proporcionan alimento extra y que permiten que algunas hembras vuelvan a poner hacia mitad de julio (un mes después) (Ilya Darevsky, comunicación personal).

La longitud media de los huevos en la lagartija aranesa es de 12.59 mm (de 10.09 a 15.3) y la anchura de 7.65 mm (6.8 a 11.1), de un total de 95 huevos medidos. El volumen total de esos huevos es de 393.68 mm^3 en media (de 276.58 a 954.78 mm^3). El peso de los huevos es de 0.46 gr (de 0.3 a 1.1).

El volumen total de la puesta en *I. aranica* es de 1338.27 mm^3 (de 847.86 a 2332.67). La cuantía de la puesta está significativamente correlacionada con el tamaño de la hembra (SVL) (r=0.64), sin embargo no está correlacionado con la longitud en sí (r= -0.05), pero sí con la anchura (r=0.43), el volumen del huevo (r=0.29) y el volumen de la puesta entera (r=0.64).

En la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*), el huevo mide en media 13.81 mm de longitud (de 11.6 a 15.35), y 7.28 mm de anchura (de 6.2 a 8.2), con un volumen de 386 mm^3 (de 289.17 a 517.54) y una masa de 0.43 g (0.3 a 0.6). En la lagartija pirenaica (*I. bonnali*), el huevo mide en media 13.37 mm de longitud (de 11.8 a 14.9), y 7.99 mm de anchura (de 6.18 a 9.9), con un volumen de 485.33 mm^3 (de 252.36 a 692.79) y una masa de 0.46 g (0.46 a 0.47). En la lagartija cantábrica (*I. monticola*) en León, los huevos tienen una longitud y anchura medias de 11.34 y 6.80 mm, pudiendo ser su volumen distinto en dos años sucesivos (0.263 cm^3 en 1984 y 0.280 cm^3 en 1985). En la lagartija serrana (*I. cyreni*) su longitud y anchura varían de 10.5-15.0 x 6.6-9.2 mm (media 12.60 x 7.59 mm).

Existe un notable grado de solapamiento en los tamaños de puesta entre las diferentes tallas de hembras. A un determinado tamaño (y salvando circunstancias particulares como el estado de nutrición, la pérdida de la cola, etc.) la hembra puede hacer un esfuerzo de puesta determinado con un estrecho margen de maniobra. Este esfuerzo de puesta (lo que puede invertir en material para los huevos) lo puede repartir entre más huevos (pero más pequeños) o menos huevos (pero más grandes). Lo primero sería tendente a lo que se llama “un estratega de la R”, es decir, un animal que prima la reproducción, poniendo el mayor número de descendientes sobre la faz de la tierra. El segundo, tendería hacia una “estrategia de la K”, es decir, a poner menos descendientes en circulación pero más grandes y con más posibilidades individuales de supervivencia. El asunto no es una cuestión banal. Cuanto más grande es el neonato, más posibilidades de supervivencia tiene, más corre, etc.

Existen una serie de tamaños de las hembras (un intervalo amplio) en que pueden poner un huevo más o menos; pero como la cantidad de “materia prima disponible para huevos” es limitada (es llamado el esfuerzo reproductor, que se calcula como la relación entre el peso de la puesta y el de la hembra) y más o menos similar para un tamaño dado, se da una elevada correlación entre

el tamaño de la hembra y el volumen total de la puesta. Si ponen un huevo más (por ejemplo 4 en vez de 3) estos serán más pequeños. Es como un paso adelante en el número de huevos pero un salto atrás en el tamaño de éstos.

Si relacionamos la longitud de la hembra con la raíz cúbica del volumen de la puesta (para convertir la medida tridimensional que es el volumen, en una unidimensional directamente comparable con la longitud de la hembra; que denominamos "proporcionalidad de la descendencia") , esta inversión reproductora en aranica es de 19.22 (de 17.04 a 21.28).

Al contrario de lo que ocurre con los conocidos huevos de las aves, los huevos de lagartija no son de cáscara dura. Al igual que los huevos de casi todos los escamosos, tienen la cáscara apergaminada y son traslúcido-rosados cuando son recién puestos (fig. 33), volviéndose mates y más blancos en unas horas. Posteriormente y como veremos más adelante, crecen durante la incubación (la foto 34 muestra la notable diferencia de tamaño entre unos huevos recién puestos y otros en avanzado estado de incubación). Además, al ser puestos, los huevos quedan adheridos entre sí. Si se intentan separar, se observa la presencia de unas fibras entre ellos que los unen durante casi toda la incubación. Las tres lagartijas pirenaicas y la lagartija vivípara (que en los Pirineos, la cordillera Cantábrica y el E de los Alpes y zonas cercanas es ovípara) son las únicas lagartijas europeas cuyos huevos se pegan entre sí y también las que hacen las puestas más embrionadas. Esto podría estar relacionado con el hecho de lo avanzado del embrión en el momento de la puesta y podría tener que ver con evitar el rodamiento del huevo con la consiguiente muerte de éste. Los huevos de los reptiles, a diferencia de los de las aves, no tienen chalazas, ligamentos a modo de suspensión que evitan que el embrión quede aplastado por su propio vitelo (la yema) en caso de que el huevo se gire. En un huevo apenas embrionado, el embrión se sitúa en la parte superior del huevo en unos días. En uno muy embrionado este proceso debe ser más rápido y cualquier rodadura podría serle fatal, cosa que se evita con la adherencia y fijación de posición de los huevos.

A los pocos días puede observarse por transparencia la presencia de vasos sanguíneos adheridos a las paredes del huevo (pseudoplacentación) a través de los que debe tomar oxígeno del exterior y dejar sustancias de desecho en el alantoides (una de las membranas embrionarias).

Aunque no conocemos todavía ningún caso en la lagartija aranesa, en los saurios existen casos de gemelos (dos embriones en el mismo huevo). Conocemos un caso en una lagartija pirenaica (*Iberolacerta bonnali*) de Monte Perdido, cuyo huevo tenía un tamaño muy notable (18.6 x 11.1 mm) y dos embriones en su interior, uno mucho más avanzado que el otro, por lo que es poco probable que pudiera nacer más de uno viable, muriendo el otro al eclosionar el primero. También se conoce algún caso de gemelos en el lagarto verde. En las lagartijas de montaña del Cáucaso (*Darevskia spp.*) el porcentaje de huevos con gemelos es del 1.5 % (calculado sobre una muestra de 276 huevos), mientras que en nuestra muestra de lagartija pirenaica (*I. bonnali*) es de 1.8 % (uno de entre una muestra de 53 huevos).

Tendencia a la viviparidad

Los huevos son depositados en un estado de desarrollo embrionario relativamente avanzado: del estadio 30 (n=5), 31 (n=7), 32 (n=3) al 33 (n=1) de las tablas de Dufaure & Hubert, que son las usadas en embriología de lacértidos. Es decir, los huevos son puestos ya con un embrión en su interior en el que son visibles los ojos y unos rudimentos de patas. No es difícil observar en un huevo recién puesto (como ya hemos dicho, son traslucidos y luego la cáscara se hace más mate) la sombra de un punto negro: se trata del ojo del embrión!. La foto 35 muestra un huevo reciente conservado en alcohol y abierto, que muestra el tamaño y posición del embrión dentro del huevo. En la foto 36 se aprecia el embrión ya bastante desarrollado de un huevo recién puesto.

En la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*) los huevos son puestos en los estadios 30 (n=2), 31 (n=4), y 32 (n=2). En la pirenaica (*I. bonnali*) el único huevo reciente estaba en el estadio 31. La lagartija cantábrica (*I. monticola*) en Asturias los deposita sobre todo en los estadios 29 y 30 (del 28 al 31). Las poblaciones ovíparas de *Zootoca vivipara* son los lacértidos conocidos con mayor

cercanía a la viviparidad (estadios 30 a 32) mientras que otras poblaciones de la misma especie son vivíparas.

Lugares de puesta

Las hembras probablemente no se mueven mucho de su dominio vital para realizar la puesta ya que, como veremos más adelante, los lugares apropiados abundan. En algunas especies como el lagarto ágil (*Lacerta agilis*), no obstante, se sabe que pueden viajar varios centenares de metros hasta lugares más apropiados para depositar los huevos. Esto debe estar relacionado con la localización de los lugares propicios para poner y quizá estos animales retornan a donde ellos nacieron.

Volviendo a la lagartija aranesa, el número de huevos frescos en cada lugar de puesta es de 6.22 huevos de media (mediana =3 huevos juntos; rango total de 2-29; n=27 lugares de puesta investigados). Así, existen puestas comunales (foto 37) pero no son muy frecuentes. El número medio de huevos frescos encontrados corresponde a la puesta de dos hembras juntas (o mejor dicho, bajo la misma piedra). Las fotos 37 y 38 muestran las puestas de tres hembras bajo la misma piedra.

El número total de huevos viejos (cáscaras) acumulados bajo la misma piedra da idea del uso de un sitio de puesta determinado en sucesivos años, y la aparición de huevos frescos junto a cáscaras de otros viejos da idea del uso reiterado de los mismos lugares de puesta año tras año.

En la lagartija aranesa el número medio de cáscaras de huevo viejas encontradas juntas es de 9.87 (mediana=6) y los valores extremos son de 1 a 58 huevos viejos (31 sitios de puesta estudiados).

Los números frecuentemente bajos de huevos viejos y frescos encontrados juntos sugieren que una gran parte de los lugares de puesta son usados muy pocas veces o sólo de forma intermitente a lo largo de los años.

A modo de comentario diremos que para el conjunto de datos de las especies pirenaicas (119 puestas estudiadas en la naturaleza), el 58% de los sitios encontrados contienen huevos frescos pero no viejos (son sitios de puesta nuevos o al menos no utilizados durante los últimos años), el 27.7% contienen huevos viejos pero no recientes (sitios no reutilizados en el año en cuestión) y sólo un 13.4% contienen a la vez huevos frescos y viejos (y por lo tanto se puede afirmar que han sido reutilizados en el año en cuestión y algunos de los anteriores). Así, podemos desmentir la impresión inicial de que las puestas comunales eran frecuentes en estas especies: existen, pero son más la excepción y no la regla.

Tal y como puede verse, aunque varias hembras (usualmente alrededor de dos) pueden hacer la puesta en el mismo sitio, lo más normal es que cada hembra haga la puesta en solitario y en un sitio nuevo.

Se da una fuerte renovación de los lugares de puesta de año en año, lo que no es raro ya que al habitar áreas rocosas y laderas pedregosas, estos lagartos tienen un gran número de rocas apropiadas para ser utilizadas como sitio de puesta y la elección de un determinado sitio para hacerla no perece ser un gran problema para estos animales. La continua solifluxion y la meteorización de la roca conduce a cambios lentos pero continuos en la fisonomía de estas laderas de montaña, contribuyendo a la creación de sitios de puesta apropiados cada año, a la vez que otros se destruyen por la propia dinámica de las laderas.

No existe relación entre el número de huevos frescos (del año) y el tamaño (superficie) de la piedra ($r = 0.24$; $p>0.05$), así que no necesariamente hay más puestas en piedras grandes que pequeñas.

No obstante, si consideramos el número de huevos viejos (cáscaras de otros años) está muy cerca de haber una relación significativa con el tamaño (superficie) de la piedra ($r = 0.28$; $p=0.06$), que sí que existe claramente en las otras dos especies pirenaicas. Esto parece deberse

a que las piedras grandes conservan mejor los restos bajo ellas alargando su persistencia en el tiempo y dando así una aparente correlación del número de huevos viejos con el tamaño de la piedra, que en realidad no existe.

En la cercana lagartija cantábrica (*I. monticola*) las puestas se hallan generalmente bajo piedras, en pequeñas cámaras de forma irregular excavadas en la tierra , de 8-13 x 4-6 x 2-3.5 cm y a unos 5-17 cm del reborde de la piedra. Puede darse la acumulación de varias puestas bajo la misma piedra (una, dos, tres y hasta cinco puestas juntas) (fotos 37 y 38). En la lagartija serrana (*I. cyreni*) se conoce una puesta hallada en la base de un piorno (*Cytisus balansae*) a una profundidad de unos 10 cm.

En las lagartijas del Cáucaso (*Darevskia spp.*) las puestas comunales son frecuentes en las especies partenogenéticas (unisexuales), especialmente en *D. dahli* y *D. rostombekowi*, aunque la elevada densidad y el hecho de que todos los individuos pongan huevos puede ser la causa de esto (Ilya Darevsky, comunicación personal).

Duración de la incubación

La incubación en la lagartija aranesa dura de media 30.45 días en condiciones de laboratorio (de 23 a 34 días, sobre 64 huevos estudiados). En la naturaleza la incubación debe ser sensiblemente más larga, por el descenso nocturno de las temperaturas y los periodos de mal tiempo.

En especies cercanas las incubaciones son ligeramente (especies pirenaicas) o claramente más largas (otras *Iberolacerta*). En la lagartija pirenaica (*I. bonnali*) la incubación dura de media 34 días (de 31 a 36), y en la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*) 36 días (de 31 a 44). En la lagartija serrana (*I. cyreni*) la incubación es de 46 a 53 días, naciendo las crías en la naturaleza desde final de agosto a final de septiembre. En la lagartija cantábrica (*I. monticola*) la incubación va de 45 a 54 días en Galicia, naciendo las crías en agosto y septiembre. La lagartija croata (*I. horvathi*) tiene una incubación de 37 a 41 días y los primeros juveniles aparecen cerca de mitad de agosto. En las *Darevskia* del Cáucaso, las incubaciones son similares a las de estas *Iberolacerta* de media montaña, siendo por ejemplo la incubación de 50 a 55 días en *D. valentini*; de 52 a 56 días en *D. derjugini,* de 45 a 50 días en *D. praticola*, de 37 a 40 en *D. saxicola*. En la especie de media montaña de los Balcanes *Dinarolacerta mosorensis* la incubación es sólo de 23 días.

Crecimiento de los huevos durante la incubación

Los huevos de muchos reptiles, al contrario que los de las aves que están más calcificados por fuera, tienen la cáscara apergaminada y flexible. En el momento de la puesta están poco turgentes (como desinflados) y pasan con facilidad por el canal pélvico de la hembra, pero durante los primeros días absorben mucha agua del sustrato y ganan rápidamente volumen. Se hinchan. Ese volumen hace que los huevos parezcan (¡y lo son!) anormalmente grandes para el tamaño de las lagartijas adultas.

En la lagartija roquera (*Podarcis muralis*) huevos que recién puestos miden 10 a 12 mm de longitud por 5 a 6 mm de ancho, pasan a medir 14 a 15 de longitud por 11 o 12 de anchura.

Proceso de puesta

Cuaderno del autor (12-07-1993): Una hembra de *L. (b.) aranica* (sic!) observada justo en actitud de poner. La parte terminal del ano (sic!) se evagina algo.

El huevo recién puesto no está turgente, probablemente para que sea más fácil que salga por la cloaca de la hembra.

El calcificado se “solidifica” un rato después de puesto (unas horas), al secarse plenamente turgente

Aunque es un fenómeno habitual y general en las lagartijas, esta ganancia en volumen es especialmente marcada en estas lagartijas de montaña de los Pirineos (foto 34), ya que sus huevos son de por sí bastante grandes.

Es muy posible que las hembras, que ponen en un momento donde la humedad es abundante, utilicen esta facultad como estrategia para que el huevo pueda resistir el periodo de sequedad marcada que viene a mitad del estío, una vez que los neveros acaban de fundirse y la humedad edáfica desaparece.

A pesar de que el tamaño de los huevos ha recibido mucha atención por parte de los ornitólogos como factor en la supervivencia de los embriones, no ha pasado igual respecto a los huevos de reptil. En el caso de la lagartija aranesa, el notable tamaño del huevo puede tener importancia como factor de supervivencia ante las condiciones externas. No sólo contiene más vitelo y más agua (recordemos que el huevo es una pequeña cápsula en la que viaja hacia el futuro un embrión en crecimiento con unas provisiones y una reserva de agua), sino que por su mayor tamaño deben presentar también una mayor inercia y resistencia a los vaivenes de la temperatura exterior.

A continuación damos las medidas de los huevos en diferentes momentos de la incubación: Longitud, anchura, peso, volumen de los huevos y crecimiento semanal (los valores negativos de crecimiento corresponden a imprecisiones de medida, decrecimientos de tamaño o estados patológicos de los huevos):

Media±stdE min-MAX	**1ª semana (n = 95)**	**2ª semana (n = 79)**	**3ª semana (n = 73)**	**4ª semana (n = 55)**	**5ª semana (n=26)**
Longitud (L)	12.59±0.16 10.09-15.3	13.07±0.12 10.8-16.7	13.57±0.13 11-16.7	13.94±0.16 11.8-17.1	14.06±0.16 12.75-15.86
Anchura (A)	7.65±0.08 6.8-11.1	9.87±0.12 6.5-11.1	10.03±0.12 7.5-13.52	10.11±0.10 8.26-11.9	10.12±0.12 9.03-11.09
Peso (P)	0.46±0.03 0.3-1.1	0.66±0.03 0.4-1.5	0.80±0.02 0.5-1.1	0.88±0.02 0.5-1.2	0.84±0.02 0.6-1.1
Volumen (V)	393.6±12 276.5-954.7	565±19 285.3-1077.3	730.4±22.4 323.97-1293.9	757.41±22.3 439.6-1267.9	760.04±23.21 560.1-999.3
Crecimiento L	--	0.39±0.08 -0.2-2.21	0.07±0.01 -0.11-0.3	0.05±0.007 -0.11-0.17	0.03±0.01 -0.06-0.21
Crecimiento A	--	0.39±0.05 -0.2-1.58	0.13±0.01 -0.05-0.67	-0.0009±0.01 -0.50-0.17	-0.009±0.01 -0.17-0.1
Crecimiento V	--	340.2±4.09 -19.45-140.28	218.2±2.69 -12.6-109.32	17.2±2.41 -81.59-22.3	0.13±2.46 -29.23-17.85

Como puede verse, el mayor crecimiento se da durante la primera y segunda semanas de incubación. Ese crecimiento se traduce sobre todo en incremento de la anchura y es particularmente fácil de ver en el peso y sobre todo en el volumen total de los huevos.

En caso de haber huevos no fecundados (más frecuente en la lagartija pallaresa que en la aranesa), hacia las dos semanas se notan claramente, ya que no crecen y comienzan a oscurecerse, arrugarse, y pronto o tarde se enmohecen. Los huevos viables de las mismas puestas deben tener importantes sustancias antibióticas, ya que la infección y el moho no pasa ellos pese a estar adheridos a los infectados.

No conocemos casos de malformaciones en embriones de lagartija aranesa, aunque deben existir, como sí sabemos que ocurre en la cercana lagartija pallaresa (*I. aurelioi*).

Eclosión

Cuando el huevo ha llegado al final de su incubación, unos días antes (usualmente de 24 a 48 horas antes de la eclosión) aparece como más blando al tacto, menos turgente, menos "relleno", en definitiva.

Esta perdida de turgencia podría estar provocada por cambios metabólicos en la economía hídrica del embrión dentro del huevo, así como por el inicio de la reabsorción de la yema (el vitelo) a través del cordón umbilical hacia el intestino.

No todas las crías eclosionan a la vez, pero sí que es cierto que todos los huevos de una misma puesta suelen eclosionar en menos de 24 horas. Quizá el movimiento producido por unas lagartijillas estimule a la eclosión a las otras que permanecen dentro del huevo.

En otras especies como la lagartija de los muros (*Podarcis muralis*), puede haber un desfase de hasta 5 días en la fase de eclosión de la misma puesta. Estas diferencias podrían deberse a que unos huevos y otros son de distintas fecundaciones (distinto padre) pero lo que parece cumplirse es que cuanto mayor temperatura tienen durante la incubación, más a la vez nacen las crías. En el lagarto ágil la eclosión de una puesta se puede prolongar a lo largo de tres días. En una puesta observada de *Zootoca vivipara* todas las lagartijillas nacieron seguidas.

La cría se abre camino rompiendo la cáscara apergaminada del huevo mediante el denominado "diente de huevo", un verdadero diente que sobresale del premaxilar hacia adelante y que cae a las pocas horas de la eclosión. Este diente de huevo tiene naturalezas muy diferentes según el grupo del que se trate. Así, mientras que en las aves o las tortugas es una carúncula córnea (de la misma sustancia que un pico o nuestras uñas) que cae al poco de nacer, en los escamosos (lagartos y serpientes), es óseo y parte del premaxilar. Ese diente está incluso presente aunque de forma más rudimentaria (a veces apenas asoma) en los reptiles vivíparos. Existen por ejemplo diferencias entre las poblaciones ovíparas y las verdaderamente vivíparas de la denominada lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*). Las poblaciones vivíparas tienen menos desarrollado este diente, aunque igualmente sigue presente, y un tercio de ellas pierden el diente en las primeras 24 horas y dos tercios ya lo han perdido a las 48 horas.

En la lagartija aranesa el diente de huevo tiene forma subtrapezoidal (fig 27A) o subrectangular (fig 27 B) en visión superior, de bordes redondeados. Como variaciones sobre el tema, puede ser la mitad subtrapezoidal y la otra mitad sobresalir más, como en el caso de los subtriangulares (fig 27 C), la forma subtriangular puede estar desplazada hacia uno de los lados (fig 27 D), o bien ser subtrapezoidal con un saliente (fig. 27 E).

Hemos notado que la eclosión puede suceder prácticamente a cualquier hora del día o de la noche (hemos registrado eclosiones de las 0 a las 23 horas). Así la mediana de las horas de eclosión dentro del día es las 12 GTM (hora solar), el 50% de las eclosiones sucede entre las 8 y las 16.25 horas GTM y el 80 % entre las 6 y las 22 horas. Sí que creemos que en libertad debe hacer falta un mínimo de temperatura que no entorpezca al neonato, así que es posible que sea más fácil que nazcan cuando la piedra esté caliente, es decir, durante las horas de insolación diurna. En la lagartija serrana (*I. cyreni*), se han descrito nacimientos durante la mañana.

Notas sobre la eclosión

Cuaderno del autor (18-08-2000): "Los rasgones en el huevo los hacen en dos o tres segundos sólo (1), en un movimiento compulsivo. Acaba saliendo por el rasgón final, donde queda la cabeza." (...) "La número 2, rasgó el huevo entre dos fotos sucesivas... en nada ".

Normalmente, la salida del huevo es muy rápida. Los movimientos convulsivos de la cría dentro del huevo provocan rasgones en la superficie y rápidamente el huevo aparece rajado. A

veces, sí sólo se ha hecho una pequeña punción, la eclosión se manifiesta por una gotita del albumen (clara) de huevo asomando por un imperceptible agujerillo (foto 39). Una vez rasgado el huevo, la lagartijilla permanece dentro, asomando sólo la punta del hocico y comenzando a respirar aire (fotos 40 y detalle en la 41). Esta estancia dentro del huevo (fotos 42 y 43) sirve para acabar de reabsorber el vitelo (la yema), reservas preciosas que pasan al intestino y serán el sustento en los primeros días de vida del animal. Si se molesta a la lagartijilla en este momento sale corriendo arrastrando desde su cicatriz umbilical el saco del vitelo todavía incompletamente reabsorbido (fotos 44 a 46). La eclosión, desde que rasga el huevo hasta que sale definitivamente de él es de 0 a 28 horas (media de 7.34 horas). El 50 % de las salidas definitivas del huevo son entre las 2 y las 10 horas de haber comenzado a rasgar el huevo, y el 80 % cae dentro del intervalo de 0 a 15.8 horas.

En la lagartija de los muros (*Podarcis muralis*), la eclosión puede durar desde pocas horas a dos días, ligado a la temperatura. Si es alta, la eclosión es rápida. Si es baja, la lagartijilla tarda más en reabsorber el vitelo y salir del huevo.

En la lagartija aranesa el diente de huevo cae entre 1 y 47 horas más tarde del inicio de la eclosión (la media es de 22.51 horas). El 50 % de los ejemplares lo pierde entre las 16 y las 24 horas, y el 80 % entre las 12 y las 36 horas. En la lagartija roquera suele caer poco después de la eclosión, pero al parecer puede durar hasta una semana. En el lagarto verde cae del primer al quinto día de vida (normalmente al segundo o tercero).

Las crías recién nacidas son comparativamente mucho más rápidas que los adultos. Tremendamente inquietas, corren de aquí para allá sin asentarse aparentemente en una zona fija y están activas incluso con condiciones de extremo frío o calor en las que los adultos ya no salen de sus refugios. También colonizan o están de paso por zonas que no ocupan los adultos, zonas de hierba, lejos de las rocas. Al igual que en muchas otras especies animales, estos jóvenes son la fase dispersiva de la especie, los aventureros que viajan y colonizan nuevos hábitats, proporcionando genes frescos a las poblaciones cercanas y que en muchas ocasiones, deben pagar cara su osadía al aventurarse en terreno hostil.

Merece la pena comentar también que además de esta remarcable velocidad, estas crías a veces tienen coloraciones vivas de tono azulado en la cola. La cuestión es confusa, ya que la cola de las crías va desde tonos tan grises como el dorso (foto 47), en ocasiones más pálidos, y a veces, muy raramente, de tono claramente azulado. Se supone que esta cola, de color vivo o no, a la que se une un movimiento nervioso, atrae a los depredadores sobre este apéndice, permitiendo al animal escapar. Lo cierto es que estas lagartijillas pueden mover de forma serpenteante y sinuosa la punta de la cola, de forma muy llamativa (capacidad que se pierde en los adultos, que sólo pueden moverla muy limitadamente en casos de peligro o excitación). Así en caso de peligro, alternan carreras extremadamente rápidas con paradas en las que hacen serpentear la punta de la cola atrayendo la atención sobre ésta. Durante las carreras, la velocidad y el cuerpo ondulante es tal que casi se desdibuja la silueta de la lagartija (se hace en cierto modo "invisible") reapareciendo en las paradas sobre todo como una punta de cola sinuosa y ondulante que llama la atención.

Hemos podido comprobar que la capacidad de romper la cola como mecanismo defensivo no aparece hasta unos días después del nacimiento. Sobre 11 casos estudiados en la lagartija aranesa, la cola no empieza a romperse en caso de agresión hasta entre 1 y 5 días (media de tres días). Este hecho puede estar relacionado con una todavía incompleta osificación durante los primeros días de vida del plano de fractura por el que se parte la vértebra. En la lagartija roquera la cola se rompe inmediatamente desde el nacimiento (pero tiene una incubación mucho más larga). En una puesta de *Zootoca vivipara* la cola no se rompía al menos en las primeras 48 horas después de la eclosión.

Tamaño de las crías recién nacidas.

Las crías de la lagartija aranesa miden en media 26.15 mm (desde 22.1 a 28.75) (fig. 28, general; fig. 29, crías macho; fig. 30, crías hembra) y pesan 0.41 gramos (de 0.2 a 0.5).

Evidentemente, el tamaño de la cría está correlacionado fuertemente con el volumen del huevo del que ha salido (r = 0.63) y negativamente correlacionado con el tamaño de la hembra (r = -0.20), así que, probablemente, la tendencia es a que las hembras más grandes y que ponen más huevos, se vean obligadas a ponerlos más pequeños, por lo que los neonatos son menores. Desde este punto de vista, al menos en el plano teórico, las crías de las hembras primerizas o más jóvenes y con tamaños de puesta menores, tienen más posibilidades de sobrevivir ya que aunque pocas en número, son más grandes.

En otras especies cercanas como la lagartija pirenaica (*I. bonnali*) las crías miden de 22.1 a 28.7 (media de 26.15mm) y pesan de 0.2 a 0.5 (media de 0.41 gr), mientras que en la pallaresa (*I. aurelioi*) miden de 26.4 a 29.9 (media de 27.57mm) y pesan de 0.4 a 0.6 (media de 0.49 gr). En la lagartija cantábrica (*I. monticola*) las crías miden de 22.9 a 29.5 (media de 25.46 mm en los machos y de 26.21 mm en las hembras) y pesan de 0.245 a 0.625 (media de 0.410 en los machos y de 0.406 en las hembras) y en la lagartija serrana (*I. cyreni*) miden en Guadarrama de 24.9 a 26.6 (media de 25.91 mm) pesando de 0.49 a 0.62 (media de 0.56), y en Gredos de 24.8 a 29.7 (media de 26.19 en los machos y 28.05 en las hembras), pesando en media 0.528 los machos y 0.580 las hembras. En la lagartija croata (*I. horvathi*) las crías miden de 24.5 a 28.5 (media de 26.3 mm).

Porcentaje de sexos

Es muy sorprendente que la muestra de crías recién nacidas de *I. aranica* se aparta clara y significativamente del porcentaje 1:1 (_:_), siendo 1.8 : 1, siendo favorable a los machos (¡casi el doble!). El porcentaje de sexos en los adultos también es diferente de 1:1 (0.55:1) pero justamente en sentido opuesto (!!!), favoreciendo claramente a las hembras. La figura 25 muestra la pirámide de tamaños (edades) en la lagartija aranesa, donde se aprecia el cambio en el "sex-ratio" (porcentaje de sexos) entre las crías y los adultos.

Dado que la muestra de crías procede del sexado de huevos incubados en laboratorio, es difícil saber si esto ha tenido alguna influencia en el porcentaje de sexos. La lagartija aranesa no tiene cromosomas sexuales (que determinan el sexo por herencia) detectables en su cariotipo, pero se supone que existen y que simplemente no son discernibles. Sí que existen en las otras dos especies pirenaicas. También es casi seguro que los huevos incubados en condiciones de laboratorio están sometidos a temperaturas más altas y más constantes que en libertad. Si esto tiene influencia sobre el sexo del embrión como ocurre en muchos reptiles es algo que tendrá que demostrarse.

En muchos reptiles se ha comprobado que la determinación del sexo es por temperatura. En las tortugas por ejemplo, a temperaturas relativamente bajas nacen sólo machos, y a temperaturas altas, hembras. Se supone que en las diferentes condiciones de temperaturas del nido, se dan machos y hembras a la vez (pueden nacer individuos de sexo intermedio, estériles). En algunos lagartos como la agama (*Agama agama*), parece que se da lo contrario, a temperaturas altas salen machos, como en nuestro caso. De ser cierto (y está por demostrar), sería el primer caso en un lacértido con determinación del sexo por temperatura durante la incubación.

De otro modo, y dado que tanto la muestra de adultos como de juveniles sexados es muy alta, deberíamos asumir una mortalidad muy diferencial que dejase el número de machos muy inferior al de las hembras. Como comparación diremos que en las otras dos especies pirenaicas el porcentaje de sexos no se aleja de 1:1 ni en adultos ni en crías.

Las diferencias en el sex-ratio entre las crías y los adultos han sido explicadas en otras especies en relación con la estructura social que favorecería una mortalidad mayor en uno de los sexos. Así, los machos de especies poligínicas (con más hembras que machos, como la lagartija aranesa y la serrana) tendrían una mayor mortalidad debido a actividades como la defensa del territorio y comportamientos de cortejo que las harían más depredables. En la lagartija serrana existen más hembras adultas que machos (0.69:1) en nuestros propios datos, con diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos. En esta última especie se han medido en

Gredos diferencias entre meses: en julio el número de machos es superado por las hembras a razón de (0.48:1) y en agosto de (0.37:1).

Lo normal es que no haya diferencias significativas entre ambos sexos, como ocurre en la lagartija pirenaica (0.98:1), la pallaresa (1.2:1), la batueca (0.78:1), la croata (1.01:1) y la cantábrica (1.14:1) (en Estrela en los puntos de densidad extremadamente elevada como A Torre, el pico más alto de Portugal, las hembras exceden el número de machos en una proporción de 1:3.6). En las lagartijas de montaña del Cáucaso (*Darevskia spp.*) los machos son más numerosos que las hembras: 1.3:1 en *D. valentini* (probablemente no difiere de la proporción 1:1) y 2.6:1 en *D. portschinskii* (que sí debe diferir realmente de la proporción 1:1). Las estimas han de ser basadas en varias muestras temporales para evitar sesgos debidos a la menor actividad de macho o hembras en determinados momentos del periodo reproductivo o durante la gravidez.

En cuanto a las crías nacidas en laboratorio, en la lagartija cantábrica (*I. monticola*) y la serrana (*I. cyreni*) el sex ratio no difiere estadísticamente de 1:1, aunque como es frecuente en lacértidos nacen algo más de machos que de hembras (1:0.85 en la cantábrica), como también sucede en la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*) (1.21:1). La muestra de crías de lagartija pirenaica es insuficiente para definirse en un sentido u otro. En las lagartijas de montaña del Cáucaso (*Darevskia spp.*) también nacen más machos que hembras, excepto en la partenogenéticas de reproducción clonal en las que evidentemente sólo existen hembras.

Crecimiento de los jóvenes

Los reptiles, como otros muchos vertebrados (no en los mamíferos), tienen crecimiento contínuo e indefinido. Esto quiere decir, en la práctica, que crecen rápidamente cuando son jóvenes y cuando alcanzan la edad adulta disminuyen en gran medida este crecimiento, aunque los animales no dejan de crecer nunca. Los adultos jóvenes no difieren mucho en talla, aunque a veces sí en coloración o aspecto, de los adultos viejos. Estos últimos crecen hasta el fin de sus días, aunque tan poco, que casi resulta imperceptible.

El crecimiento se ve determinado por dos grupos de factores: unos genéticos, de origen filogenético que condicionan el tamaño máximo en función de las tallas máximas que alcanzan las especies del grupo y sus antepasados; los otros son ambientales, en función de que las temperaturas y la cantidad de alimento permitan el desarrollo de las potencialidades de crecimiento de una especie. Respecto a los primeros, si una especie vive en un hábitat productivo pero pertenece a un grupo de especies que son todas pequeñas, conseguirá crecer pero limitada por ese condicionante filogenético; mientras que respecto a los segundos, es conocido que en localidades más extremas o con menos alimento, los animales crecen menos que en localidades “ricas”.

En la lagartija aranesa, la edad de los juveniles es fácil de discernir en una muestra al azar de lagartijas ya que debido a que sólo existe una puesta anual, sólo hay una cohorte de jóvenes (en otras especies, hay varias a lo largo del verano y las más tempranas difieren de las últimas en nacer en su talla). Esta uniparidad (una sóla puesta al año), unida al hecho de que durante la larga diapausa invernal el crecimiento queda completamente detenido y sólo crecen durante los meses de actividad, hace que se puedan apreciar a la vez varias clases de tamaño que corresponden a las diferentes edades (cohortes anuales). Sólo cuando se acercan a la madurez, las hembras subadultas van destacándose de los machos subadultos por su mayor tamaño.

La edad absoluta puede estudiarse de dos formas, una sólo fiable durante los dos o tres primeros años, que es mediante el conteo de los anillos de crecimiento (como en los árboles) en algunas escamas como las parietales o la primera supratemporal, o bien, mediante la sección de huesos largos de ejemplares previamente sacrificados y de los cuales se hacen cortes en el fémur que luego se tiñen y se cuentan también como los anillos de los árboles. En algunas especie se puede hacer con falanges de dedos, pero en estas lagartijas tan pequeñas, el hueso se reabsorbe por la parte interior (se va ahuecando conforme crece por fuera) e impide contar anillos. Esto puede suceder también algo en la parte interna de los huesos largos como el fémur, pero se puede reconstruir mejor la edad.

Para estudiar el crecimiento desde la eclosión hasta llegar a una talla de adulto en la cual ya no es posible discernir la edad, hemos dividido las muestras en cohortes anuales, y dentro de ellas, hemos considerado al igual que para otros análisis, la existencia de dos periodos (prereproductor y postreproductor). El resultado de ese estudio del crecimiento y la variabilidad dentro de cada edad puede verse en las figuras 31(machos) y 32 (hembras).

Nacimiento (1 CY): Al nacer hacia final de verano (periodo 1, primer año de calendario=1CY) las crías miden de cuerpo -cabeza a cloaca, sin contar la cola- (media±stdE) 25.49±0.16 mm, oscilando de 21.5 y 28.75 mm (n=106 crías medidas).

Segundo año de vida (2 CY): Al final de la primavera e inicio del verano (per. 2, 2CY), tras su primera invernada, las crías miden 30.06±0.79 mm, oscilando entre 27.08 y 33.7 mm (n=10 crías medidas). En la segunda mitad del verano (per. 3, 2CY) las crías miden 34.73±0.41 mm, oscilando de 29.82 a 38.96 mm (n=20 crías medidas).

Tercer año de vida (3CY): Al final de la primavera e inicio del verano (per. 4, 3CY), tras su segunda invernada, las crías miden 38.56±0.41 mm, oscilando de 35.7 a 48.1 mm (n=16 crías medidas). En la segunda mitad del verano (per. 5, 3CY) las crías miden 40.54±0.58 mm, oscilando de 37.28 a 44.9 mm (n=18 crías medidas).

Cuarto año de vida (4CY): Al final de la primavera e inicio del verano (per. 6, 4CY), tras su tercera invernada, las crías miden 43.41±0.42 mm, oscilando de 42.16 a 44.83 mm (n=6 crías medidas). En la segunda mitad del verano (per. 7, 4CY) las crías miden 44.05±0.20 mm, oscilando de 43.41 a 45.04 mm(n=8 crías medidas).

Quinto año de vida (5CY): Durante este quinto año de calendario, tras su cuarta invernada y cuando cumplen cuatro de edad, las lagartijas alcanzan el tamaño que puede considerarse como de adultas. Al final de la primavera e inicio del verano (per. 8, 5CY) las crías miden 46.34±0.35 mm, oscilando de 45.05 a 47.8 mm(n=8 crías medidas) y es posible que se reproduzcan ya. En la segunda mitad del verano (per. 9, 5CY) las crías miden 47.57±0.38 mm, oscilando de 45.69 a 49.09 mm (n=7 crías medidas).

Los *adultos* (ya de edad indefinida pero más allá de su quinto año de calendario), tienen una longitud media de 56.01±0.25 mm, oscilando entre 48.4 y 66.8 mm. Existe dimorfismo sexual. Los machos son algo menores que las hembras. Los machos tienen una longitud media de 53.84 mm y las hembras de 56.62 mm. El mayor macho encontrado presentaba una longitud de 61.8 mm desde el extremo del morro hasta la cloaca (ano), y la mayor hembra 66.88 mm.

Para el estudio del crecimiento, usaremos uno de los modelos más utilizados para el estudio de este proceso, el modelo de von Bertalanffy, ampliamente utilizados para el estudio del crecimiento en saurios y particularmente en lacértidos.

Si asumimos que la tasa de crecimiento de un organismo decrece con el tamaño, entonces, la tasa de cambio de la talla puede ser descrita como:

$$dL/dt = K(L_\infty - l)$$

Donde K es la tasa de crecimiento y L la longitud a la que el crecimiento es cero.

Integrando esto aparece:

$$l_t = L_\infty [1-e^{-K(t-to)}].$$

Von Bertalanffy derivó esta ecuación en 1938 a partir de argumentos fisiológicos simples. El parámetro t_0 se incluye para ajustar el tamaño de la ecuación a la talla inicial del organismo y se define como la edad (teórica) a la que el animal tendría talla cero (corta el eje vertical).

Nosotros hemos calculado sólo la curva de crecimiento hasta llegar a la madurez sexual (fig. 33). Luego los adultos varían poco en talla y ya no son clasificables en edades, así que no pueden ser utilizados. Los cálculos se basan sólo en este periodo de crecimiento. Hemos probado varios acercamientos introduciendo los datos de los adultos, pero los parámetros que expresan el crecimiento de los juveniles (el único seguro) se distorsionan.

La siguiente tabla refleja como edad el periodo de actividad (los periodos de invernada no cuentan ya que durante ellos no se produce ningún crecimiento). Age=1 corresponde a los recién nacidos (1CY), el 2CY se distribuye entre age =2 (mayo y junio) y age=3 (julio, agosto, septiembre), el 3CY entre age=4 y age=5, etc., así age=8 corresponde a el final de la primavera y age=9 al verano del 5 CY, cuando ya han alcanzado la madurez sexual y probablemente han empezado a reproducirse.

Age	Long.Obs	Long. Pred.	Incremento L
1 (eclosión)	25.49	25.5897	–
2 (Per 1, 2CY)	30.06	30.5354	4.57
3 (Per 2, 2CY)	34.73	34.5718	4.67
4 (Per 1, 3CY)	38.56	37.8661	3.83
5 (Per 2, 3CY)	40.54	40.5547	1.98
6 (Per 1, 4CY)	43.41	42.749	2.87
7 (Per 2, 4CY)	44.05	44.5398	0.64
8 (Per 1, 5CY)	46.34	46.0014	2.29 Madurez Sexual
9 (Per 2, 5CY)	47.57	47.1943	1.23

"Age" representa la edad (periodo de muestreo, ver más arriba), Long. Obs. (longitud observada) es la media de SVL (longitud cabeza-cloaca de los animales), Long. Pred. (longitud predicha) es la que corresponde según el modelo de crecimiento (la curva) a esa edad. El incremento de L es lo que ha crecido entre cada dos periodos de medida. En general, la longitud predicha debe estar cercana a la longitud observada, pero la curva suaviza las diferencias, así que en algún caso en que el tamaño muestral es pequeño, la curva puede estar marcando más acertadamente la talla que corresponden a esa edad.

Otro aspecto interesante es que las edades ("Age") impares tienen incrementos de crecimiento menores. Esto es debido a que son los segundos periodos de crecimiento (julio, agosto, septiembre) dentro del año (los pares son los primeros, mayo y junio) y no están bien separados entre sí, con lo que las tallas medidas en momentos cercanos de finales de junio y primeros de julio pueden solaparse en parte y parece que han crecido menos.

La fig. 33 muestra la curva de crecimiento de von Bertalanffy, cuyos parámetros de crecimiento asociados son: la tasa de crecimiento (K) que es de 0.203166±0.0648448 (al 95 % de confianza). La longitud calculada al infinito (talla máxima si ese mismo ritmo o curva de crecimiento se aplicara todo el tiempo de vida del animal) sería: L_∞=52.4894±3.98979 (al 95 %). El margen superior de error de esta long. máxima (56.48 mm) queda muy cerca de la media de la muestra total de adultos (56.01 mm).

La gráfica de Gulland (fig. 34) presenta la gráfica del incremento de longitud a cada longitud total. Los puntos son cada una de las edades con su tamaño y su incremento respecto a la edad posterior. Es útil para estimar los parámetros del modelo y particularmente útil para ver el ajuste del modelo de crecimiento. Como puede verse, cuanto mayor es la talla, menos van creciendo los animales.

La gráfica de Ford-Walford (fig. 35) compara la longitud en un momento dado (t) con la del momento inmediatamente posterior (t+1), y también se utiliza par la estima de parámetros del modelo. Se representa la línea de 45º que corta la gráfica proporcionalmente y la línea de ajuste del modelo. Donde ambas líneas se cruzan es la longitud máxima (L_∞) según el modelo.

En la lagartija croata (*I. horvathi*) que tiene una talla similar a las *Pyrenesaura*, las crías miden al nacer 26.3±0.24 mm (de 24.5 a 28.5 mm), al año 38.6±0.91 mm (35.5-44.5 mm), a los 22 meses (3CY) 42.3±0.55 mm (39-45 mm) y a los 33 meses (4CY) 49.8±1.01 mm(47.5-54mm). La madurez sexual llega con 50mm de longitud corporal.

En la lagartija cantábrica (*I. monticola*) de Estrela (Portugal) al nacer (1CY) los machos miden 31±0.87 (27 a 34 mm) y las hembras miden 31±0.87 (27 a 34 mm). Al año (2CY) los machos miden 49±0.70 (48 a 51 mm) y las hembras miden 46.62 (42 a 49 mm). A los dos años (3CY) los machos miden 58±0.48 (56 a 60 mm) y las hembras miden 56±0.85 (50 a 60 mm) y ya son adultas.

Mudas

Todos los vertebrados terrestres mudan su piel. En el caso de los mamíferos, el pelo cae a veces concentrado en determinadas épocas y la superficie de la piel se descama de forma continua, como es el caso de los seres humanos (la mayor parte del polvo doméstico son escamas de piel humana, junto con fibras de la ropa). En las aves la pluma cae en determinadas épocas (periodos de muda) y la epidermis se descama. En los reptiles el proceso es llamativo porque la muda se desprende en grandes trozos y de una sóla vez. En las serpientes se desprende en una sóla pieza (la muda o "camisa" de serpiente que es el molde perfecto del animal y permite saber qué especie es la autora de una determinada muda por la impronta de las escamas en ésta) mientras que en lagartos y tortugas más bien se desprende por trozos más o menos grandes.

Esas mudas tienen lugar de forma periódica, y espaciada. Parece ser que son tanto más frecuentes en los individuos en pleno crecimiento que en los adultos. La piel comienza a pelarse y abrirse por el dorso y los flancos, con frecuencia cerca de los miembros, que por su movimiento hacen que la piel vieja se abra antes. Luego se desprende en uno o unos pocos jirones grandes toda la piel del dorso y el vientre, que con frecuencia se encuentra debajo o entre las piedras, en lugares donde tarda más en desaparecer. Casi a la vez que el dorso se pelan los miembros y finalmente se van desprendiendo anillos de piel de la cola (que en ese momento parece bicolor, más oscura la parte todavía con piel vieja y más clara la parte ya mudada) sucediendo el proceso desde la base de la cola hacia la punta de ésta, así como las placas de la cabeza, que van un poco desfasadas y pueden tardar más en desprenderse. A veces, estas últimas fases de la muda casi llegan a juntarse con el periodo previo a la siguiente.

En algunas especies de lacértidos (p ej. el lagarto verde *Lacerta bilineata*) se ha sugerido que durante esos días de muda están menos vivos, menos ágiles en definitiva. En esta misma especie los periodos de muda están espaciados, mudando unas cuatro veces en cuatro meses, coincidiendo con periodos de lluvias seguidos de sol que seguramente favorecen el desprendimiento de la piel vieja. Es conocida la importancia de la alternancia entre humedad (que facilita la muda) y sequedad (que favorece el desprendimiento rápido de la vieja piel) en los reptiles en cautividad. En general, la muda del cuerpo y los miembros suele durar de dos a cuatro días, mientras que la caída de placas de la cabeza o de anillos caudales se prolonga más.

Hemos estudiado el estado de muda en los muestreos realizados a lo largo de los años, que pasamos a exponer tanto en conjunto como por sexos y edades. Hemos distinguido animales en "intermuda" (sin mudar), categoría que incluye todo el periodo entre dos mudas. "Pelando", cuando la piel aparece opaca y comienza a levantarse, a pelarse. "Mudando", animales en plena muda con partes del dorso o patas con jirones de piel desprendiéndose. "Cola", animales que han acabado de mudar en el cuerpo, pero en los que partes de la cola quedan con la piel vieja que tarda más en desprenderse.

La numeración que se da es la de las semanas del año: mayo (semanas 17 a 20), junio (21 a 24), julio (25 a 28), agosto (29 a 32), septiembre (33 a 36) y octubre (37 a 40). Los números entre paréntesis se refieren a porcentajes de individuos más bajos pero presentes en dicha semana.

En el conjunto de especimenes, la primera muda se detecta porque aparecen pelando y mudando en las semanas 23 (24) y 25 (26) sobre todo, y restos en la cola las semanas 25 y 26. La segunda muda se detecta por un alto porcentaje de individuos pelando la semana 28 y 30 (32), mudando en la semana 32 y restos en cola que se extienden de la 28 a la 30 y en la semana 32. La tercera muda se detecta por individuos pelando, mudando y con restos en cola en la semana 34 (35).

Machos: La primera muda se manifiesta por un máximo de individuos pelando la semana 25 (porcentajes bajos en la semana 24 y menor todavía en la 26), individuos en plena muda claramente en la semana 25 y restos en cola en esa misma semana 25 y sobre todo en la 26. Otra muda se manifiesta por muchos individuos pelando en la semana 28 y más todavía la 30, bajando mucho en la 32, mientras que colas con restos aparecen en la semana 28 y la 30.

Así pues, en resumen, en los machos sólo se aprecian dos mudas claras, una con un máximo hacia inicios de julio (semana 25), pero que va de final de junio a casi mitad de julio; y una segunda muda con un máximo hacia la segunda semana de agosto (semana 30), pero que puede variar desde finales de julio hasta finales de agosto o primeros de septiembre.

Hembras: La primera muda se manifiesta por un máximo de individuos pelando entre las semanas 23 y 25 (porcentajes bajos en la semana 26), individuos en plena muda claramente en las semanas 24-25 y restos en cola desde la semana 24 a la 26, pero sobre todo en la semana 26. La segunda muda se manifiesta por muchos individuos pelando en las semanas 28 y la 30, bajando mucho en la 32, individuos en plena muda en la semana 32, mientras que colas con restos aparecen en las semanas 28 y 30, y sobre todo muchos en la 32. Posteriormente se da una tercera muda (no detectada en los machos) en la semana 34, detectada tanto por individuos pelando como restos en cola.

En las hembras, en resumen, se aprecian tres mudas claras, una con un máximo hacia finales de junio e inicios de julio (semanas 24-25) y que coincide con el estadio de gravidez justo antes de la puesta, pero que se puede iniciar a desde poco más tarde de la mitad de junio y durar en algunos ejemplares hasta cerca de mitad de julio. La segunda muda se da desde el final de julio hasta cerca de mitad de agosto, terminando la muda de la cola hacia final de agosto. La tercera muda tiene lugar hacia la segunda semana de septiembre, poco antes de retirarse a invernar.

Juveniles: Se aprecia una primera muda con individuos entre las semanas 25 y 26, mudando en 25, y con restos en cola en la 25, 26. La segunda muda tiene lugar en la semanas 28 (indiv. pelando), y restos en cola en 28 y sobre todo en 29. La tercera muda aparece con un pico muy grande de individuos pelando en la semana 30 (perteneciente a la segunda muda-?-) y un numero apreciable en las 32-34, muda de individuos en la 34 y restos en la cola en esa misma semana.

Al igual que en las hembras, hay tres mudas, la primera a primeros de julio sobre todo, la segunda a finales de julio o primeros de agosto (quizá más bien a primeros y hasta mitad de agosto), y la tercera cerca de la mitad de septiembre, poco antes de entrar a invernar.

En Gran Bretaña, la lagartija vivípara muda al menos 3 o 4 veces durante su estación de actividad (más larga que en Pirineos), pero las crías al parecer mudan 1, 2 o 3 veces (?) antes del invierno. Los adultos mudan 4 veces o menos, mientras que las crías hasta seis veces. El lagarto ágil (*Lacerta agilis*) muda en Gran Bretaña cada cuatro a seis semanas.

En las *Iberolacerta* es un aspecto biológico desconocido, excepto en la lagartija croata (*I. horvathi*) que tiene al menos tres mudas anuales en el NE de Italia (supuestamente en esa localidad están activas ya en marzo y no entran a invernar hasta final de octubre, lo que parece una actividad muy prolongada si la comparamos con otras localidades de esa misma especie y la zona en la que vive): la primera ("muda de primavera") en la primera mitad de mayo justo antes del celo, otra en julio ("muda de verano") que coincide en parte con la oviposición (que en contra de otras localidades eslovenas, sería en el NE de Italia más tarde, hacia mitad de julio), y la tercera a final de septiembre o principios de octubre ("muda de otoño"), después del nacimiento de las crías (que acontece en esas localidades desde final de agosto y durante la primera quincena de septiembre).

Longevidad

La longevidad es todavía desconocida, aunque con seguridad puede pasar de los diez años. Muy probablemente deben estar entre las especies más longevas de pequeños lacértidos de Eurasia, por encima incluso de la mayor parte de especies grandes, debido a su bajo potencial reproductivo, su madurez sexual tardía y su corto ciclo anual. La especie más grande de Europa,

el lagarto ocelado (*Timon lepidus*) tiene una longevidad máxima conocida de 14 años (excepcionalmente hasta 20, pero comprobada con seguridad de 10-11 años), los lagartos canarios (*Gallotia galloti, Gallotia stehlini*) de 8 a 11 años, el lagarto verde (*Lacerta bilineata*) vive al menos 16 a 18 años (en general sólo unos 5, y comprobado por esqueletocronología hasta 10), el lagarto ágil (*Lacerta agilis*) hasta 12 años (normalmente sólo unos 5), mientras que otras especies pequeñas como la lagartija roquera (*Podarcis muralis*) tienen una vida de 4 a 6 años, excepcionalmente hasta 10. En la lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*) pocos individuos llegan a reproducirse más de dos veces. En general, en las especies de talla pequeña (*Z. vivipara, P. muralis, P. carbonelli y P.* gr. *hispanica*) las longevidades van de 4 a 7 años.

En la cercana lagartija pallaresa (*I. aurelioi*), el macho más grande (SVL 57.18) conocido y estudiado, tenía 17 anillos de crecimiento (al menos 16 años), y la hembra más grande (SVL 62.21 mm) tenía 11 anillos y probablemente otros cuatro (debido a la reabsorción interna del fémur, lo que corresponde al menos a unos 14 años. Muy posiblemente unas pocas lagartijas aranesas alcancen cerca de los 20 años de vida. En la lagartija cantábrica (*I. monticola*) de la Serra da Estrela en Portugal se ha determinado una longevidad máxima de cerca de 10 años, teniendo una probabilidad de supervivencia media anual entre los 1 a 3 años de 0.60 a 0.71. La supervivencia aumenta con la edad, siendo entre los adultos más elevada en los machos que en las hembras. El momento de máxima mortalidad es entre la puesta y la primera invernada y durante el segundo año de calendario.

Así pues, las lagartijas de alta montaña de los Pirineos se comportan en cuanto a su longevidad como las especies de lagartos grandes, no como lagartijas pequeñas como correspondería por su aparente talla. El duro hábitat y lo breve de su fenología anual juegan a su favor en este aspecto.

Anatomía corporal

Las lagartijas tiene una estructura corporal básica muy parecida a la de otros reptiles. Una cabeza recubierta de fuertes placas, muy estable a lo largo de la evolución de los reptiles, y muchas de ellas idénticas a las de las serpientes, escincos, etc.; y un cuerpo alargado y recubierto por su parte dorsal de pequeñas escamas e hileras de placas en el vientre, con una cola recubierta de anillos de escamas.

Las escamas dorsales pueden variar mucho en número según las especies. En general, cuanto más pequeñas, más numerosas son. En algunas especies son muy pocas, grandes y aquilladas, estando relacionadas con la vida entre la vegetación (como en la lagartija colilarga y la lagartija vivípara). Pueden ser bastante planas o sólo ligeramente convexas (como las de las *Podarcis*) o ser muy globulares (como en la lagartija aranesa). El grado de convexidad podría tener un significado tanto térmico como mecánico todavía por estudiar. Desde el punto de vista térmico, las escamas granulares, que están llenas de un líquido seroso, podrían tener la función de, más que de captar, de retener el calor o incluso de disipar su exceso. Las escamas semiesféricas podrían servir para que una vez captado el calor, al tener un gran superficie, éste se disipe rápidamente al entrar en la sombra. No parece tan probable que su función sea captar calor, ya que entonces serían planas, para ofrecer la mayor superficie perpendicular posible hacia los rayos del sol. El líquido interior, que evidentemente por el tamaño de las escamas es mayor que en otras especies, podría servir tanto para retener el calor por el elevado calor específico del agua, como para hacer de amortiguador ante las subidas excesivas o bajadas rápidas de temperatura, precisamente por esa inercia del agua a los cambios de temperatura. Por último, esas escamas podrían servir también para "anclar" al animal dentro de las grietas, un sistema de defensa parecido a un anclaje, que ofrecería resistencia a la extracción del animal de la grieta en la que se halla, aunque esta hipótesis parece menos probable.

Las escamas del vientre, que se hallan alineadas en seis filas, son más anchas y resistentes a la abrasión por contacto con el sustrato. La parte anterior a la abertura cloacal presenta una gran placa rodeada de unas filas de pequeñas escamas.

Las patas están recubiertas por pequeñas escamas, llamando la atención en los muslos los llamados poros femorales, que están relacionados con la comunicación olfativa por marcaje de territorio y la pareja, y que segregan una sustancia de aspecto céreo, especialmente abundante en los machos y en la época de reproducción. Esos poros están asociados a una glándulas en forma de saco que contienen la susodicha sustancia cérea, grasa, que está compuesta en buena parte por células muertas que se desprenden de las paredes de la glándula. Los dedos, largos y finos están armados con unas uñas en la punta que les ayudan a agarrarse y trepar. También los dedos más largos tienen unas laminillas de consistencia gomosa que les sirven para facilitar el agarre a la roca, como si de unos "pies de gato" de escalador se trataran.

La cola presenta, como hemos dicho anillos de escamas longitudinales, normalmente de anchuras alternantes (anchos y estrechos). Este aspecto cambia si la cola se rompe, ya que la porción regenerada no tiene las escamas regularmente dispuestas ni a veces marcadas y, frecuentemente (aunque apenas en la lagartija aranesa), no es ni del mismo color.

La coloración en las lagartijas tiene una componente filogenética (un patrón común heredado que comparten muchas especies incluso lejanamente emparentadas, como las bandas oscuras de los costados que sirven aparentemente para captar mejor el calor cuando la lagartija aplana el cuerpo al sol) y una parte variable entre poblaciones que suele ser un compromiso entre la comunicación intraespecífica y el camuflaje.

El color dorsal en las especies que viven entre la hierba o sobre rocas pobladas de líquenes verdes (como el liquen geográfico) suele ser verde (como en las lagartijas cantábrica y serrana), mientras que en las que viven en el suelo suelen ser de color marrón o grisáceo. La lagartija aranesa es de color pardogrisáceo (como por ejemplo en la foto 48), similar a las rocas sobre las que vive, siendo de color muy oscuro sobre las pizarras silúricas casi negras (foto 49, Barrados) y bastante más clara sobre rocas calizas (foto 50, Barrados) o sobre pizarras y esquistos cambroordovicicos (Forcall) de tono más claro (fotos 51 a 53). Algunos machos pueden tener un color verdoso malaquita (fotos 1 y 54). La diferencia entre los individuos claros y oscuros es muy evidente cuando se ven juntos (foto 55).

Además existe una cierta impregnación cosmética que hace que el fino polvillo procedente de la disgregación de la roca impregne la piel de los animales, sean claros u oscuros, volviéndose "milagrosamente" claros al mudar de nuevo la piel. Quien conozca el polvo negro procedente de las pizarras silúricas de Pica Palomera o de Posets, sabrá bien a qué me refiero y cuán difícil es librarse de él incluso con un lavado concienzudo. En otras especies como la lagartija cantábrica hemos visto coloraciones cosméticas de color rojizo en zonas con abundante hierro, como el Llagu la Cueva (Somiedo, Asturias).

Ese camuflaje mira sobre todo hacia arriba, para evitar la localización por depredadores aéreos, mientras que las señales de comunicación intraespecíficas están localizadas en partes menos visibles desde el aire y más a ras de suelo, como en los costados, garganta y laterales del vientre. En conjunto el camuflaje de las lagartijas en su entorno es más que notable (foto 56).

Las señales visuales entre congéneres se dan mediante la coloración ventral (que asoma sobre todo en la garganta y por los lados del vientre), y en los ocelos y puntos azules de los costados. La coloración ventral tiene una gran importancia en el reconocimiento entre especies que viven en simpatría (es decir, en la misma localidad). Las hembras distinguen a los machos de su especie de los de otras cercanas por el color de sus gargantas y vientres. También los ocelos azules que se encuentran por detrás de la axila y los puntos de las escamas más exteriores del vientre tienen importancia y funcionan como auténticos semáforos de advertencia y reconocimiento, ya que son muy reflectantes en la banda de la luz ultravioleta, un color más allá del violeta del arco iris y que nosotros no somos capaces de ver, pero que muchos animales como estas lagartijas, sí. La lagartija aranesa, no obstante, al igual que las otras lagartijas del Pirineo (*Iberolacerta* sbgn. *Pyrenesaura*), han perdido estos ocelos azules-ultravioletas, quizá porque no comparte su hábitat con ningún pariente cercano.

Esas señales sirven no sólo como reconocimiento entre sexos o individuos, sino también como señal jerárquica. Los animales más adultos y dominantes tienen las coloraciones más vivas

y desarrolladas que los jóvenes. Las fotos 57 y 58 respectivamente muestran un macho de *I. martinezricai* y otro de *I. aranica* de los cuales sólo el primero tiene ocelos brillantes en UV.

Sentidos

Las lagartijas tienen especialmente desarrollado el sentido de la vista y del olfato.

El tacto no está especialmente desarrollado, y aunque evidentemente lo tienen, la cubierta de escamas debe hacerlas relativamente insensibles.

El oído, como en todos los reptiles tampoco es especialmente fino. No obstante, las lagartijas tienen un oído relativamente fino, ya que huyen del ruido y ocasionalmente lo utilizan para detectar presas en movimiento entre la vegetación. Ha de pensarse que dos de los tres huesecillos que dan finura a nuestro oído interno (el martillo y el yunque), en los reptiles se encuentran todavía formando parte de la mandíbula y sólo existe la columela (nuestro estribo). Los otros dos huesos del oído medio de los mamíferos, el yunque y el martillo se encuentran en los reptiles formando parte de la mandíbula y su articulación (el cuadrado y el articular, respectivamente). El tímpano es casi externo, una membrana que se puede ver a los lados de la cabeza. No existe ninguna estructura externa que facilite la recepción del sonido. No obstante, es posible que determinadas vibraciones puedan llegar a través del terreno y ser captadas por el animal: del terreno al cuerpo, especialmente a la mandibula, y de esta al oido interno. El oído de los lagartos responde a frecuencias similares a las del ser humano: En varias especies de lagartos se ha podido ver que su oido responde a sonidos entre 100 y 10 000 ciclos por segundo (cps), aunque la sensibilidad a las notas altas decrece mucho alrededor de los 4 000 cps.

La vista podría comparase a la nuestra. El ojo de los lacértidos es relativamente similar al de los mamíferos, pero con un solo cuerpo ciliar que cambia la forma de la lente para adaptar la vista a la cercanía y la lejanía. Sin embargo, su ojo es menos perfecto y el enfoque se hace no deformando el cristalino, que apenas se acomoda a la visión cercana, sino en cierto modo diafragmando como una cámara de fotos los osículos esclerales (un anillo de unos 14 huesecillos que rodea la pupila). Han de efectuar una gran presión sobre el globo ocular mediante estos osículos para acomodar la vista a la visión cercana.

Las lagartijas aprecian todos los colores que nosotros podemos ver, con un pico de absorbancia de sus conos (células de la retina que aprecian el color) especialmente desarrollado hacia el verde. Se sabe que los lacértidos son capaces de diferenciar el rojo, naranja, amarillo, verdeamarillo, azul y violeta (estudios efectuados en *Lacerta agilis*). Distinguen también varios tonos de gris. Parece ser que los saurios pueden ver el ultravioleta cercano (fotos 57 y 58), por lo que su espectro de visión es algo más amplio que el nuestro. En los saurios diurnos parece que sólo existen conos (las células visuales destinadas a distinguir los colores), pero no bastones (las encargadas de distinguir intensidades de luz), así que muy probablemente las lagartijas son virtualmente ciegas de noche (o bajo una piedra).

También se ha de decir que el ángulo de visión estereoscópica (donde se superpone la visión de ambos ojos y se da la visión es binocular, permitiendo el cálculo preciso de distancias) es muy estrecha (unos 25º o menos), por lo que cuando quiere fijarse en algo (una persona o un hipotético peligro, por ejemplo) se sitúa de lado y mira sólo con uno de los ojos.

Para finalizar con la vista, podemos decir que este sentido está bastante desarrollado en lagartos y tortugas pero no en las serpientes, que aprecian bien de cerca y de lejos sólo el movimiento.

Es interesante nombrar también la existencia del llamado tercer ojo, “ojo pineal” u “ojo parietal”, un pequeño orificio, como un puntito, apreciable en la escama interparietal de las lagartijas y que por su estructura (con una retina, un humor cristalino, células pigmentarias y a veces incluso un nervio óptico rudimentario) parece corresponderse a un ojo (que primitivamente eran dos) presente quizá en algún punto de la evolución de los vertebrados. Ese ojo hoy ya no sirve para ver, y aunque no se sabe para qué sirve exactamente, se piensa que está todavía relacionado con la captación del fotoperiodo y regula el sistema hormonal asociado. Concretamente parece regular

la cantidad de melatonina y los ritmos circadianos de los animales. También es sensitivo al calor y se encuentra involucrado en el comportamiento de la termorregulación.

El gusto parece estar bien desarrollado en las lagartijas. Si bien pueden consumirlas, no suelen comer especies de insectos de mal gusto (mariquitas, chinches hediondas, etc.), así que es posible que puedan detectar los sabores desagradables. Otros reptiles, como las serpientes, carecen totalmente de papilas gustativas así que no aprecian los sabores.

El olfato sí que está muy desarrollado. La conocida lengua de los reptiles, que en las lagartijas es corta y ancha, les sirven para captar las moléculas olorosas y literalmente, paladearlas, llevándolas así al llamado Órgano de Jacobson, situado en el paladar. Este órgano de Jacobson es originariamente un crecimiento del epitelio sensitivo olfatorio y aunque bien extendido en los escamosos, al parecer subsiste más o menos atrofiado en algunos mamíferos como los hamsters, a cuyos machos permite explorar la receptividad de la hembra. Cuando hay algo interesante (comida u olor de un potencial enemigo como una serpiente) la lagartija aumenta la frecuencia de movimiento de la lengua, paladeando el aire para identificar el origen. También es posible que el olfato desempeñe un papel importante en la vida sexual de estos saurios. Mediante las secreciones femorales (y quizá de otras glándulas como las anales) los lugares utilizados quedan marcados con la firma de su propietario, informando de sexo, estatus, receptividad, etc.

Comunicación

Las lagartijas pirenaicas no tienen voz. Esto, que puede parecer una perogrullada, no lo es tanto si sabemos que algunas como la lagartija colilarga (*Psammodromus algirus*), la cenicienta (*Psammodromus hispanicus*) o la lagartija italiana (*Podarcis sicula*) pueden emitir un breve chillido al ser capturadas, con la intención de asustar al captor y ser liberadas. Esos chillidos no son producidos por el vibrar de cuerdas vocales, sino simplemente al escapar el aire de los pulmones de forma violenta.

La comunicación entre las lagartijas vienen en realidad dada por las exhibiciones de color y la comunicación química, y no por la voz.

Ya hemos explicado la importancia que tienen en muchas lagartijas los ocelos azules y muy reflectantes en ultravioleta (como en la lagartija cantábrica y la batueca), pero las lagartijas pirenaicas no los tienen, así que no parece que hagan muchas exhibiciones laterales como las que impiden la agresión entre individuos de lagartija cantábrica. Cuando dos rivales de esta última entran en contacto, el "defensor" se sitúa perpendicular al otro, exhibiendo sus ocelos como si de un galeón enseñando sus cañones se tratara. En algunas especies como el lagarto ágil (*Lacerta agilis*) los colores incluso se intensifican. Normalmente sólo con la exhibición o un amago de ataque, las cosas se resuelven y el otro individuo pone pies en polvorosa. En el caso de la lagartija aranesa, parece que no hay exhibición lateral y de hecho, hay poca agresividad y territorialidad (aunque algo sí, ya que se ven señales de encuentros en forma de cicatrices en los individuos). Los combates entre ejemplares, si se dan se resuelven con un mordisco y sacudidas entre machos que suelen durar escasos segundos y dejar marcas similares a las cicatrices de cópula pero en el pecho. Parece ser que en las especies con machos de mayor tamaño, estos crecen debido a la selección natural que favorece a los individuos más fuertes en las luchas intraespecíficas, por lo que el grado de dimorfismo (diferencias entre machos y hembras) es directamente proporcional a la dureza de la competencia entre machos. En la cercana lagartija serrana los machos tienen territorios mayores durante la época de celo que durante el resto del periodo de actividad, y los individuos sin cola territorios menores. En la lagartija cantábrica (de la Estrela en Portugal) el dominio vital es de unos 200 m^2 si la densidad de individuos es baja, mientras que si los animales están "apretados" el dominio vital baja a 90 m^2. En la lagartija croata el dominio vital es de alrededor de 170.4 m^2 : 168.15 m^2 en los machos, 40.6 m^2 en las hembras y 393.15 m^2 en los juveniles, apreciándose que como es esperable, los machos tienen territorios mucho más grandes que las hembras (más sedentarias) y los juveniles son mucho más erráticos y dispersivos.

La garganta de la lagartija aranesa tampoco tiene color y la razón debe ser la falta de concurrencia interespecífica y baja agresividad.

Cuando las lagartijas están inquietas, tanto por la presencia del observador como por la aproximación de otro individuo, con frecuencia patalean, moviendo nerviosamente las patas. Esta es una conducta muy extendida entre los pequeños lacértidos.

Enemigos y defensa

Ante el Ser Humano, como ante cualquier depredador, la actitud de las lagartijas es ocultarse. Cuando se tiene una cierta práctica, uno es capaz de "predecir" por donde va a volver a salir. Normalmente la distancia siempre es igual o mayor a la distancia a la que huyó el animal. Lo normal es que "huya" bajo las rocas en dirección contraria a la posición del posible depredador.

La reacción es diferente según el estado térmico del animal. Si está frío por la mañana, el "mono" de sol puede más que la desconfianza (además es posible que no vea bien) y vuelve a salir con frecuencia en el sitio donde se ocultó, pero si está caliente, "viaja" bajo tierra a través de las grietas y puede reaparecer a varios metros del punto inicial.

No se conoce ningún depredador específico de la lagartija aranesa. El depredador más importante, desde nuestro punto de vista, es un díptero (una moscarda): *Sarcophaga protuberans* Pandellé (foto 59). Esta especie es un depredador natural de huevos de lagartija. Su dieta era desconocida y se pensaba que como otras especies parecidas se alimentaba de caracoles, hasta que en el curso de los estudios con estas especies de alta montaña se recogieron larvas (foto 60) y se llevaron a término para ver qué especie de mosca era la que devoraba las puestas.

Hasta el momento se han hallado puestas infestadas de *I. aurelioi*, *I. bonnali*, *I. aranica*, *P. muralis* (en Cantabria) y *Z. vivipara*, pero probablemente parasita (o depreda) también las de otras especies. Se conoce algún caso de ataque por larvas de mosca no identificadas en puestas de *Lacerta bilineata*.

La depredación de puestas de reptiles por parte de moscas de la carne (moscardas) era conocida en el Nuevo Mundo, pero no en el Viejo Mundo hasta la fecha.

En alta montaña, la puesta de la mosca está sincronizada con la de las lagartijas, las larvas destruyen las puestas de saurio y pupan, no saliendo el adulto hasta pasar un periodo de frío y retornar el calor, es decir, coincidiendo con la puesta de las lagartijas al año siguiente. A baja altura, sin embargo, tiene varias generaciones (por ejemplo, sobre *Podarcis muralis*). Probablemente lo concentrado de la época de puesta en las especies de montaña les favorece para encontrar presas. Tampoco se descarta que pueda alimentarse de más cosas. Otras especies parecidas, como hemos dicho, depredan caracoles.

El número de puestas de lagartija aranesa parasitadas llega a un 21 % en *I. aranica* (n= 51puestas), siendo menor en *I. bonnali* (un 5 %; n=39 puestas), y un 25 % en *I. aurelioi* (n=24 puestas).

Por número de huevos, en *I. aranica* de 384 huevos, 26 estaban parasitados (6.7 %). Como comparación, en *I. bonnali* de 479 huevos (tanto frescos como viejos) examinados, 10 estaban parasitados (2.1 %), y en *I. aurelioi* de 196 huevos, 17 estaban parasitados (8.6 %), unos valores bastante altos para unas especies tan poco productivas.

Aunque en principio pensamos que la mosca podía verse favorecida por el uso de lugares de puesta comunales, ahora hemos visto que eso, aunque sucede, lo hace en pocos casos ya que las lagartijas cambian de lugar de puesta con mucha frecuencia, como hemos explicado en el apartado de reproducción.

La tendencia ya mencionada de las hembras a poner los huevos en solitario, y particularmente, a cambiar de sitios de puesta de año en año, les ayuda a "despistar" y escapar de la depredación por parte de esta mosca, nada despreciable para lo poco productivas que son estas especies.

Si siempre usaran los mismos lugares de puesta o hicieran puestas comunales, esto llevaría a la desaparición de la mayor parte de puestas de lagartija, y posiblemente de la especie entera.

En el Piso Alpino de los Pirineos esta mosca parece tener un ciclo univoltino, es decir, sale y se reproduce una sóla vez al año, pasando el invierno en forma de pupa y emergiendo después de la fusión de las nieves, sincrónicamente con el ciclo de la lagartija. A menores alturas (Pirineos y Picos de Europa) atacan puestas de lagartija roquera (*Podarcis muralis*) y pueden tener varias generaciones en el mismo año (obs. pers.).

Otros depredadores son poco conocidos. Se han sugerido a modo de hipótesis que *Phyrrhocorax phyrrhocorax* (*Aves, Corvidae*) puede depredar sobre *I. bonnali* (y por tanto también en *I. aranica* e *I. aurelioi*).

Por nuestra parte conocemos la depredación segura de *I. aranica* por la víbora áspid (*Vipera aspis zinnikeri*) (*Squamata, Viperidae*) que las traga enteras y por la ratilla nival o neverón (*Chionomys nivalis*) (*Mammalia, Rodentia*) que en el único caso estudiado ingirió todo el cuerpo menos la pata y la caja craneana, que no obstante royó para acceder y comer el cerebro (foto 61) (aunque también la hemos encontrado compartiendo refugio con un nido presumiblemente de *Apodemus sylvaticus,* y con un *Plecotus macrobullaris* bajo una gran laja de piedra en el Port d'Orlà). Asimismo conocemos en cautividad la depredación accidental de un neonato de *I. aranica* por un Carábido: *Tmesicarabus cristoforii*.

Como posibles depredadores presentes en la zona de *I. aranica* se cuentan *Falco tinnunculus* (que se alimenta más bien de especies de ortópteros de la zona: *Miramella alpina, Ephipigera ephipiger, Decticus verrucivorus, Gomphocerus sibiricus*, etc, muchas de las cuales tienen más masa que una lagartija), *Corvus corax* (observado con *Zootoca vivipara* en el pico cuando emergen con el deshielo), *Phyrrhocorax phyrrhocorax*, *Phyrrhocorax graculus, Circus cyaneus, Vulpes vulpes* (observado cazando *Zootoca* en la misma zona y tiempo que *Corvus*) y *Mustela erminea*. Los túrdidos (*Turdus spp.* o *Monticola spp.*) parecen ser depredadores más efectivos de lagartijas que no los cernícalos o córvidos. Entre los anfibios *Rana temporaria* podría depredar algún juvenil. Entre los invertebrados, puede darse la captura ocasional de alguna cría (¿en frío?) por parte de grandes artrópodos depredadores (escarabajos del suelo -*Caraboidea*-, asnillos -*Staphilinoidea*-, etc...), pero todo ello en el plano teórico.

Otros enemigos cuyo efecto se desconoce son ácaros anaranjados o rojizos (trombicúlidos?) que en algunos años infestan ejemplares de las tres especies de *Pyrenesaura* a la vez, tanto machos como hembras y tanto adultos como juveniles (foto 62). Esos ácaros parecen acumularse sobre todo entre los anillos más basales de la cola, tras los muslos (foto 63), a veces tras la axila y más ocasionalmente cerca del ojo (foto 64), junto a la cloaca, etc. Esta aparición masiva en determinados años puede seguir algún ritmo o estar ligada a factores externos como el clima del año en cuestión. Lo mismo puede decirse para años de abundancia de gusanos intestinales. Todos estos temas están pendientes de estudio. Hemos observado a las lagartijas rascarse animosamente con las patas traseras como perritos. Probablemente los ácaros sólo se pueden acumular allí donde no llega el rascado. Se aprecian ácaros de este tipo en los ejemplares de las fotografías 49 y 50.

También pueden encontrarse animales con lesiones oscuras, donde las escamas de alguna parte han sido substituidas por una masa de color oscuro y consistencia gomosa, como brea seca, y que probablemente son similares a las infecciones bacterianas encontradas en otras especies como *Podarcis bocagei* y que se atribuyen a invernadas o años excesivamente húmedos. También las escamas cefálicas pueden aparecer desgastadas, erosionadas por el rascado en las grietas de las rocas. Cuanto más viejos son los animales, más crecimientos anómalos y erosiones presentan.

En años con mucha nieve o mal tiempo una vez iniciada la actividad (mes de mayo con mucha nieve y todavía bastante en junio -ver por ejemplo fotos 14 y 15), los ejemplares están muy flacos y algunos de ellos mueren. Probablemente han gastado sus reservas en la reproducción y el alimento sigue escaseando debido al mal tiempo. También hemos observado una mortalidad (de significación desconocida) en hembras que no han podido hacer su puesta por periodos de frío prolongados en el momento de ésta.

En la lagartija cantábrica de Serra da Estrela (Portugal) (*I. monticola monticola*) se han encontrado infecciones víricas en eritrocitos.

El clima adverso se toma su tributo de víctimas.

Cuaderno del autor (7-07-2002): "Huevos bajo una piedra: 3+3+3+2+6+2+3+3+2+2. Dimensiones de la piedra 30x15 cm, 10 cm de grosor. Angulo de 30 °, 15% hierba, 15% roca, 15% tierra, 55% glera. Además una docena de larvas devorando al menos tres huevos."

"Dos hembras muertas, una muerta despues de desovar y otra antes (con tres huevos dentro). La desovada, muerta de una semana más o menos, y la con huevos, de tres días o así."

Frecuencia de depredación

A priori, unas lagartijas con una longevidad notable, una madurez sexual tan tardía y una productividad tan baja han de tener una frecuencia de depredación baja.

Si se dice que los gatos tienen siete vidas, las lagartijas ¡tienen más de veinte!, tantas como vértebras autotómicas tengan. El número de vértebras caudales en los lacértidos es de 30 a 40, pero las últimas de la punta de la cola y las primeras de la base de esta no se rompen, no poseen autotomía (la facultad de romper a voluntad la cola). Es posible coger por la puntita misma de la cola a una lagartija y extraerla de la grieta o dejarla suspendida en el aire sin que rompa el rabo. De la misma forma, las vértebras de la base de la cola no se rompen ya que en esa zona están albergados los hemipenes en los machos, y estructuras análogas vestigiales en las hembras.

Como ya indicamos al hablar de los juveniles, la cola no se rompe durante los primeros días de vida, quizá por una incompleta formación del plano de fractura en los primeros días de vida.

La cola, cuanto más larga es más probabilidades hay de que el depredador se quede con ella en un ataque. Estas probabilidades se incrementan debido al sentido del movimiento del animal, que si es rápido, en pocos instantes deja el lugar que ocupaba el cuerpo, ocupado por ahora por la cola (las lagartijas no pueden andar marcha atrás y si han de hacerlo siempre giran su cuerpo).

La autotomía es la facultad de romper la cola más o menos a voluntad (hace falta un estímulo externo y algo contra lo que hacer fuerza para romperla), y puede realizarse dentro de unas vértebras denominadas autotómicas que poseen un plano de fractura, es decir, un punto frágil por el que la vértebra (y la cola) se separan. En esa zona inmediatamente se cortan los vasos sanguíneos para evitar la hemorragia y la cola continua moviéndose merced a su musculatura blanca de forma progresivamente anaerobia hasta que agotado todo el oxígeno en unos minutos queda inmóvil. Se supone que ese movimiento violento da tiempo a escapar a la parte principal del animal.

La pérdida del apéndice caudal implica la necesidad de su regeneración, y esta exige el desvío de unas reservas que se sustraen del crecimiento del animal y de su potencial reproductivo.

La cola tiene funciones de almacenamiento de energía (grasa), equilibrio en la carrera e interviene en el estatus social. El animal que sufre la perdida de la cola pierde su estatus social y dominancia y al haber perdido una buena parte de sus "más de 20 vidas" no se expone apenas al exterior. Probablemente cambie su dieta y su ritmo de campeo para buscar comida y relacionarse. Además, la pérdida de la cola le acarrea la pérdida de reservas de grasa que pueden suponerle un grave quebranto para la siguiente estación reproductora.

En la cercana lagartija serrana (*I. cyreni*) si los machos pierden la cola durante el periodo reproductor, disminuyen su actividad para ahorrar energía y regenerar la cola de forma más rápida y eficaz. En esta misma especie, las hembras sin cola también son menos atractivas a los machos, son menos cortejadas y menos copuladas.

La cola puede partirse hasta tantas veces como vértebras autotómicas tenga la cola. Lo malo es que nunca se parte de una en una. Imaginemos que la cola se parte a la mitad. A continuación la herida se seca y en pocas semanas sale un muñón de color oscuro que poco a poco gana en longitud, regenerando la antigua cola. Esta nueva porción de cola, no obstante, es bastante diferente a la antigua. Su aspecto externo difiere, tiene una textura diferente (las falsas escamas

que la recubren son diferentes a los anillos anchos y estrechos anteriores), carece de nervios por lo que es insensible, es más rígida y, lo más importante, no tiene vértebras, sino una especie de corda cartilaginosa a manera de tubo que nunca más volverá a partirse. Así, a partir de ese momento, la lagartija sólo podrá partir la cola entre la antigua fractura y la base de la cola, donde aún tiene vértebras autotómicas con su plano de fractura. Si una lagartija parte su cola desde muy cerca del cuerpo a las primeras de cambio pierde "todas sus vidas" de una sola vez.

En ocasiones, si la cola no se llega a desprender del todo, se regenera una segunda cola y el animal puede tener dos o mucho más raramente más colas. Hemos podido observar una lagartija aranesa con dos puntas de cola, y una pirenaica con dos colas más largas. También las patas amputadas de base pueden regenerarse parcialmente, pero sólo como muñones alargados. Si se cortan partes más apicales como dedos etc., no se regeneran.

Una idea aproximada de los peligros a los que se enfrentan las lagartijas nos la puede dar la frecuencia de colar rotas y regeneradas (que en realidad refleja intentos fallidos de depredación, ya que si algún depredador acertará el 100 % de sus acciones de caza, no dejaría rastro). Como ya hemos dicho, las partes regeneradas tienen un aspecto fácilmente distinguible de la parte intacta.

	TOTAL (n=87 muestras)	MACHOS (n=25 muestras)	HEMBRAS (n=30 muestras)	JUVENILES (n=30 muestras)
% cola intacta	**55.9**±4.5	**38.06**±8.5	**42.7**±6.1	**82.18**±6.5
% punta rota	**15.26**±3.18	**28.73**±7.39	**13**±4.4	**6.87**±4.36
% rota por la mitad	**13.57**±2.8	**13.2**±4.9	**16.69**±4.2	**10.93**±5.3
% toda rota	**15.24**±3.2	**20**±6.8	**27.55**±6.5	**0**

Como puede verse en la tabla, la inmensa mayoría de los juveniles tiene la cola intacta (más del 80 %) así que o mueren enteros o, realmente todavía no han sufrido apenas depredación. Obsérvese que ninguno de los estudiados presenta la cola rota ya desde su base.

En los adultos los porcentajes ya cambian y hay animales que sufren intentos de depredación en toda la longitud de la cola. La proporción de individuos con la cola intacta baja a menos de la mitad en ambos sexos (38.6 y 42.7 % en machos y hembras respectivamente). En los machos llama la atención el relativamente alto porcentaje de puntas de cola rotas, y en las hembras la mayor autotomía tanto por la mitad de la cola como por la base. Es cierto que las hembras tienen más vértebras autotómicas que los machos, y parecen presentar o bien la cola intacta, o bien más roturas. A modo de hipótesis, podríamos adelantar el hecho de que los machos pierdan las puntas de cola en combates entre individuos del propio sexo (se ha observado en otras especies que los machos arrancan un fragmento del ápice de la cola de otros individuos con los que luchan y se lo comen), mientras que son con mayor frecuencia también depredados enteros, ya que poseen menos porción autotómica y menos señales o "restos" de depredaciones fallidas en forma de regeneraciones caudales, testimonio de pasados encuentros a los que han sobrevivido. Cabe recordar en apoyo de este punto la inversión del sex-ratio entre los recién nacidos y los adultos (favorable a los machos en los primeros y favorable a las hembras en los segundos), que sugiere que aunque nazcan más machos estos mueren depredados mucho más.

Las diferencias entre machos y hembras no llegan a..., aunque se quedan al límite de..., ser significativas (p=0.0514) y se basan sobre todo en esa alta proporción de puntas rotas en los anchos y la alta frecuencia de colas enteras rotas en las hembras. Si tomamos en cuenta también los juveniles, las diferencias sí son significativas (p=0.0000) y vienen dadas sobre todo por los juveniles, con su 0 % de colas enteras rotas y su 82.18 % de colas intactas.

La lagartija aranesa parece tener una presión de depredación menor que otros lacértidos de zonas bajas, como no puede ser menos en un animal de tan baja productividad, madurez sexual tardía y longevidad presumiblemente elevada. En *Podarcis atrata* aparecen colas regeneradas en el 83 a 85 % de los adultos y en un 53 % de los juveniles del año (similar en *Podarcis hispanica*), y en *Podarcis bocagei* en un 76.8 % de los adultos y un 30 % de las crías, valores todos ellos superiores a las lagartijas aranesas (¡y eso que nuestros juveniles incluyen cuatro años!). En las lagartijas de montaña del Cáucaso (*Darevskia spp.*) el porcentaje de colas cortadas y regeneradas oscila entre el 50 y el 70 %.

Existe una notable discrepancia en cuanto a la importancia de las pérdidas de cola en encuentros intraespecíficos (combates entre individuos del mismo sexo o de machos a hembras durante la cópula). Estas roturas deben ser bastante raras ya que si no la mayoría de individuos saldrían autotomizados de la época de reproducción y no es en absoluto el caso.

Alimentación

La alimentación todavía no ha sido estudiada en detalle. Se la ha observado capturando saltamontes, dípteros y arácnidos, aunque probablemente aprovecha todo tipo de insectos y arácnidos de tamaño apropiado presentes en su hábitat, a tenor de lo observado en las fecas de la especie. Además de las características propias de la especie, cada animal parece tener unas preferencias individuales.

La captura del alimento se efectúa mediante la búsqueda activa ("active foraging" de los autores anglosajones: forrajeo activo) en la cual el animal se va moviendo y comiendo las presas que encuentra en su camino. No obstante es posible que en algunas situaciones (hembras grávidas o durante tiempo cambiante que apenas permite actividad) la táctica sea más pasiva, alimentándose de aquello que se pone a tiro delante de su refugio ("sit and wait" de los autores anglosajones: sentarse y esperar).

En un día típico, las lagartijas comen por la mañana, durante su periodo de actividad, y la digestión se hace con el calor del día, tanto al exterior como bajo piedras u otro tipo de refugios, pasando las presas del estómago al intestino a lo largo del día y haciendo que el estómago aparezca vacío y listo para una nueva ingesta a la mañana siguiente.

Los saltamontes son fuertemente asidos mediante un mordisco en el cuerpo que los paraliza, siendo luego masticados a lo largo del cuerpo para matarlos y hacerlos engullibles. Normalmente les proporcionan fuertes sacudidas para deshacerse de las robustas patas traseras, y tras haberlos aplastado a lo largo del cuerpo haciéndolos pasar de forma perpendicular a la cabeza, los enderezan y tragan. Hemos observado también que los saltamontes constituyen la base de la alimentación especialmente hacia el final del verano, en que son muy abundantes y escasean otras presas debido a que el ambiente está ya muy seco. En esta época las deyecciones de las lagartijas quedan teñidas de color rojizo muy característico por los pigmentos estos insectos.

Las arañas y pequeños coleópteros son capturados sin más problemas mediante rápidos impulsos y su apresamiento con el morro, Normalmente las lagartijas se interesan sólo por presas en movimiento. Cuando algo llama su atención lo centran en su estrecho campo de visión binocular (es decir, "apuntan" con la cabeza hacia él) y aumentan la frecuencia de lengüeteo, para oler y obtener información de la posible presa.

Con los dípteros (moscas) esta y las otras *Iberolacerta* presentan una rara habilidad para capturarlas ya que son capaces de saltar a toda velocidad y con una precisión asombrosa, sin dar tiempo a la mosca a reaccionar, cosa más meritoria si tenemos en cuenta que los dípteros aunque tienen dificultades para detectar cosas inmóviles, tienen lo que se llama una "frecuencia de parpadeo" muy superior a la del ser humano y las lagartijas. La llamada "frecuencia de parpadeo" es la

velocidad de visión, o dicho de otra manera, la posibilidad de discriminar entre imágenes sucesivas. Una mosca "ve más deprisa", y una libélula aún más (seis veces más que el ser humano). Esta última ve una película de cine como un pase de diapositivas rápido, no como una sola imagen en movimiento que es lo que hace nuestro ojo. Así, la rapidez en escapar de los insectos viene de que ¡nos ven venir con tiempo!. Las arañas, tienen una "velocidad de parpadeo" similar a la nuestra.

Las lagartijas parecen ser inmunes a las picaduras de himenópteros (abejas, avispas, etc.). La lagartija de los muros (*Podarcis muralis*) puede recibir de 8 a 10 picotazos de abeja en la boca, párpados y cloaca (por nombrar zonas más expuestas) sin sufrir ninguna inflamación local ni reacción general.

En la cercana lagartija croata (*I. horvathi*) de los Alpes y montañas dináricas, los cuatro grupos principales en su alimentación son los himenópteros (abejas, avispas y hormigas)(24.96%), dípteros (moscas y mosquitos)(20.19%), coleópteros (escarabajos)(18.96%) y arácnidos (arañas)(16.38%), aunque también se alimenta de homópteros (chinches de las plantas y pulmones), neurópteros (crisopas, hormigas león), ortópteros (saltamontes y chicharras), lepidópteros (mariposas, polillas y sus orugas) e incluso algún pequeño molusco (clausílido). No se han hallado restos de vertebrados ni plantas, aunque el canibalismo de una cría ha sido descrito para esta especie. El tamaño de presas va desde 1 mm (pulgón) a 5 cm. (orugas de mariposa). Se dan tanto animales voladores como terrícolas o habitantes de las grietas rocosas. Se ha detectado también diferencias entre el verano y el otoño. En verano (primera mitad de la actividad anual) comen más coleópteros (18.31% respecto al 6% en otoño) y dípteros (25.92% respecto al 10 %), es decir presas que invernan o avivan desde pupa pronto en primavera-verano. Por el contrario, durante el otoño consumen mayores proporciones de arácnidos (31% respecto a 14.65%, aunque siempre presentes) ortopteroideos (9% respecto a 0.28%, aumentan su número a lo largo del verano) e himenópteros (36% respecto 23.94%). Parece que la lagartija croata es bastante poco selectiva y come de lo que abunda en cada momento.

Las crías se alimentan de animalillos muy pequeños desde poco después de nacer (en laboratorio de áfidos). Los primeros días se alimentan de la yema o vitelo que durante la eclosión pasa a su intestino quizá durante un día o dos, como en otros lacértidos. Los primeros excrementos son negros con la característica puntita blanca de urea, pero la parte oscura tiene una matriz de un característico color amarillento (procedente de la yema) y restos terrosos, ingeridos durante la eclosión o al poco de nacer.

El cráneo presenta una cierta movilidad y flexibilidad que les permite "absorber" la presión generada por el mordisco sin que afecte a la caja craneana y el cerebro. Esa cinesis se da mediante una cierta articulación entre los huesos parietal y occipitales. La captura de las presas causa la caída de dientes que se encuentran adheridos de lado al dentario y maxilar, no implantados en alvéolos. Estos dientes se caen (se mudan) por ondas a lo largo de esos huesos, así que siempre existen huecos en la boca de un lacértido. Las lagartijas presentan glándulas salivares que les permiten lubricar las presas, incluso peludas, para que las puedan tragar. En ocasiones tras comer se limpian restregando las comisuras bucales con el sustrato.

Todos estos aspectos serán desarrollados en el futuro mediante un estudio de la alimentación de la especie basado en fecas (excrementos) que contienen los restos (partes duras, esclerotizadas) de las presas que han sido consumidas.

En otros grupos parecidos se ha estudiado el impacto o la importancia de las lagartijas en los ecosistemas montanos en los que habitan. En la lagartija del Cáucaso (*Darevskia saxicola*) se ha calculado una densidad de 15.83 indiv./ha que consumirían unos 12 800 mg de alimento por hectárea al día (principalmente insectos y arácnidos), lo que corresponde a unos 800 mg por animal y día (menos de un gramo!).

En otras *Iberolacerta* se sabe que ambos sexos consumen porcentajes de presas ligeramente distintos debido a su distinto uso del microhábitat. Los machos de la lagartija cantábrica de la Sª da Estrela (*I. monticola monticola*) habitan más las rocas y consumen una mayor diversidad de presas, mientras que las hembras que cazan más en las zonas de pastizal capturan más presas voladoras. En esta lagartija cantábrica las presas más abundantes son duras o de mal sabor:

mariquitas (coccinélidos) y gorgojos (curculiónidos), mientras que en la lagartija serrana (*I. cyreni*) se advierte que no consumen las presas más abundantes sino que selecciona activamente algunos tipos. En primavera se alimentan de lo más abundante, excepto hormigas (que tienen mal sabor por su ácido fórmico y apenas alimento, excepto las aladas), capturando los machos las presas en el curso de sus desplazamientos con fines territoriales y reproductores, mientras que las hembras cazan más al acecho.

Las lagartijas, aunque pueden extraer agua de las presas que ingieren, beben ávidamente el rocío por la mañana antes de que el sol lo evapore o en caso de tormenta. También parece que puede absorber bastante agua por la piel entre las escamas y quizá por la mucosa del ano.

Las fecas de lagartija son muy características y fácilmente distinguibles de las de pájaro etc. Tanto las de pájaro como las de lagartija tienen una parte oscura (frecuentemente con restos de insectos) que es el excremento propiamente dicho, y una blanca que es líquida (urea) en las aves y deja mancha al secarse, o bien sólida (acido úrico) en los lacértidos que aparece en la punta formando parte de la feca, totalmente sólida y sin dejar mancha. Estas fecas, además de darnos una idea de lo que comen las lagartijas, probablemente sirven de marcas para el reconocimiento territorial.

BLOQUE 4:

Descubrimiento, estudio y conservación

El descubrimiento y estudio de la lagartija aranesa

El primer ejemplar de lagartija aranesa que conocemos, fue capturado y conservado por el Dr. Javier Castroviejo y permaneció hasta hace pocos años en la colección de la Estación Biológica de Doñana, etiquetado como "*Lacerta monticola bonnali*" con el número EBD 22541 y procedente de "Caneján, biotopo de *Lagopus*, pedriza", que probablemente debe corresponder a la zona del Estany de Liat. Ese animal fue capturado el 24 de septiembre de 1965, muy al límite de la estación de actividad y, curiosamente, once días después de que naciera quien esto escribe, la persona que descubrió (1989) y describió (1993) para la ciencia la especie.

El descubrimiento

Cuaderno del autor (1-VII-1989): "... En el risco rocoso que se ve (....) capturo 9 *Lacerta bonnali* (sic!)(2270-2290 m). Las primeras lagartijas las encuentro nada más llegar al risco bajo piedras adosadas al afloramiento rocoso.

En alguna piedra más abajo (a 20 m) se ven ya excrementos de *Lacerta bonnali* (sic!). Curiosamente, aunque hace buen sol (con algunas nubes) no se ven lagartijas al exterior (2 de 10 vistas). Están calientes bajo piedras planas. Puede ser que "tomen el sol" bajo estas lajas (de pizarra o gneis) para librarse así de los efectos del UV. Las escamas bajas en número y gruesas protegerían también del UV.

Los machos dorso algo verdoso, pero oscuro, verde esmeralda sobre todo en el centro del dorso. Vientre blanco sucio siempre. Juvenil sin cola azul. Estaban mudando. Una hembra con huevos sin poner todavía. Si el celo es después de la primera muda, esta debe ser la segunda muda.

macho *Lacerta bonnali*: tª ambiente: 21.7ºC; tª animal: 31.6ºC.

hembra *Lacerta bonnali*: tª animal 28.6ºC; tª ambiente: 16ºC.

Al ir hacia el E deja de aflorar la roca continua, habiendo canchales y suelos mezclados típicos de montaña.

Entre 2100 y 2200 m, en laguito procedente de fusión de nieve en la umbría de la cresta se ven larvas de *Rana temporaria*. En arroyo turboso por allí, algún joven y adulto.

De nuevo bajando (.....), en prado de hierba rígida y pinchosa, muy espesa, una hembra de *Lacerta vivipara* (sic!) a 2170 m. No había otro refugio cerca que la propia hierba. Todo nublo, ambiente de tormenta. Grandes relámpagos y truenos desde Aigües Tortes. Aire caliente.

Algo más abajo, a 2120 m, una *Lacerta bonnali* (sic!) con una banda dorsal de color de fondo oscurecida, en una glera desnuda sin vegetación prácticamente. Estaba en el exterior junto a un pequeño arroyo (hilo de agua). La glera era de cascajo de pizarras gris-rojizas."

Otro ejemplar macho fue capturado por (o para) la Dra. Mª Victoria Vives el 21 de julio de 1976 en Liat, y posteriormente fue depositado y permaneció durante años como "*Lacerta monticola*" en el Departamento de Zoología de la Universidad de Barcelona (DZUB) con el nº 1073.

El “descubrimiento oficial” de la especie fue el día 1 de julio de 1989 en el Coll de Barradós. Deseando hacer una primera exploración de lo conocido de lo llamado hasta entonces sobre “*Lacerta monticola bonnali*”, la denominación durante tres cuartos de siglo de un tipo de lagartija apenas conocido de poco más de media docena de localidades, casi todas en Francia.

A lo largo de siete veranos, desde 1989 hasta 1995, ambos inclusive, se recorrieron una fracción representativa de la totalidad de las zonas alpinas de la cadena pirenaica en busca de localidades nuevas de lagartijas pirenaicas.

De 1989 hasta 1992 las prospecciones fueron puntuales, generalmente centradas en algunos días aislados en mayo y junio; y dos periodos más importantes, de unos diez días cada uno de ellos, en la primera quincena de julio y en la primera quincena de agosto. Además se realizaron algunas prospecciones en septiembre (hacia la mitad del mes) y en octubre a fin de delimitar el periodo de actividad de los animales. Después de 1995 las prospecciones han estado dirigidas a cubrir huecos en las áreas de distribución, perfilar éstas, confirmar posibles localidades y prospectar macizos periféricos del Pirineo.

Las primeras prospecciones tenían por objetivo trabar contacto con la entonces denominada *Lacerta monticola bonnali*, comprobar las pocas localidades conocidas y evaluar su posible variación geográfica. A la vez, se inició el seguimiento mensual durante toda la estación de actividad de una población de lo que con el tiempo ha resultado ser *I. aranica*.

Es dentro de este periodo cuando se descubren y describen (1993-1994) *Iberolacerta aurelioi* e *I. aranica* (esta última descrita al principio como subespecie dentro de *I. bonnali*).

El ejemplar tipo de la lagartija aranesa, el que se coge como referencia para la descripción minuciosa de le especie y que es la referencia de esta para estudios futuros, es un macho capturado el 10 de agosto de 1992 y conservado en la colección del autor (CA nº 92081007) (foto 65). Como curiosidad diremos también que en el Port de Orla (Vall del Forcall fue encontrada por primera vez el 1 de septiembre de 1992, sólo hembras, y el primer macho no fue localizado hasta tres años después, el 1 de julio de 1995, por lo que en un principio y debido a sus diferencias morfológicas, sospechamos que las lagartijas de Forcall pudieran tratarse de un híbrido partenogenético (sólo hembras que se reproducen sin machos, como ocurre con al menos 7 “especies” de *Darevskia* del Cáucaso y Cercano Oriente, posibilidad hoy completamente desechada. Su diferenciación respecto a otras aránicas es nula.

El año 1993 marca un periodo de tránsito entre la etapa anterior de descubrimiento y la de prospección metódica y completa de toda la cordillera Pirenaica. Durante este periodo y ya asumida la heterogeneidad de las poblaciones de lagartijas de alta montaña, se pasó a estudiar los tres taxones a la vez y se preparó la estrategia de prospección de todos los huecos existentes en el conocimiento sobre la distribución de estos animales; y sobre todo, de los límites, tanto taxonómicos como biogeográficos, entre los distintos taxones de *Iberolacerta* que pueblan los Pirineos. Durante 1994 y 1995 se realizó una prospección exhaustiva de la distribución, límites, estatus y biología, etc. de las tres especies de *Iberolacerta* pirenaicas, ya que todas se hallan presentes en el Pirineo catalán. Asimismo, se continuó con prospecciones irregulares pero intensas en el resto de los Pirineos (Francia, Aragón y Navarra) que han concluido en el estado de conocimiento actual de estas especies. Todos esos conocimientos quedan plasmados en la tesis del autor de estas líneas.

Los veranos entre 1998 y 2003 han sido utilizados en acotar con más precisión la distribución de *I. aranica*, lo que parece ser el área del lacértido continental más raro de Europa, cuya área de distribución es notablemente más reducida de lo que en un principio de supuso, así como a la recogida de más datos biológicos, que serán analizados próximamente.

Protección

Actualmente se encuentran dos documentos que traten sobre la protección de la lagartija aranesa. Un primero que data de cuando las competencias de protección de la especie dependían de la Generalitat de Catalunya, redactado en 1999 y titulado *“Plan de recuperación de las lagartijas Pallaresa (Iberolacerta aurelioi [Arribas, 1994]) y aranesa (Iberolacerta aranica [Arribas,*

1993]). Memoria técnica", donde se exponían directrices generales para la conservación de las dos especies.

Posteriormente, en el 2003 se redactó una versión actualizada y centrada sólo en la lagartija aranesa, para el Consell Generau dera Val d'Aran, titulado *"Plan de recuperación y directrices de conservación de la Lagartija Aranesa: Iberolacerta aranica (Arribas, 1993)"*, ya que con el traspaso de las competencias en materia de fauna y especies protegidas al Conselh Generau d'Aran (DOGC 3271-22.11.2000, decreto 365/2000), la responsabilidad de la conservación de la lagartija aranesa a nivel mundial corresponde prácticamente de forma total a esta administración. Con el fin de servir de base a dicho plan de recuperación y dar directrices de conservación para el hábitat de la lagartija aranesa, se redactó la memoria aludida, estando todavía pendiente de aprobación y puesta en práctica.

Un plan de recuperación es un documento orientado a la salvaguarda de especies o formas concretas cuya existencia se encuentra amenazada. El fin último de un plan de recuperación es dejar a la especie objeto del plan en condiciones de mantenerse a sí misma, es decir, de que pueda perpetuarse sin la ayuda directa del hombre. Según el US Fish & Wildlife Service: "Un plan de recuperación es una guía que justifica, delimita y programa aquellas acciones necesarias para restaurar y asegurar a una especie como componente, viable por sí misma, de su ecosistema".

Si atendemos estrictamente a esta definición, podríamos dar por acabado el plan de recuperación indicando que basta con dejar tranquila a la especie en cuestión para que esta prosiga con normalidad y de forma autónoma su ciclo biológico.

En efecto, las definiciones arriba reseñadas corresponden más bien a las destinadas a la protección de grandes especies, puestas contra el abismo de la extinción por causas generalmente humanas, cuyo origen y desarrollo, el propio ser humano, agente a la vez de la destrucción y de la protección de la especie, es capaz de controlar y corregir.

Sin embargo, en el caso de especies pequeñas como algunos reptiles, anfibios, peces, o genéricamente casi todos los invertebrados, de los cuales es difícil llegar a concretar un número preciso de ejemplares, se catalogan en función de lo reducido de su área de distribución y su amenaza directamente observada o inferida, ya que difícilmente pueden aplicarse los criterios arriba expuestos.

Las amenazas que se ciernen sobre este tipo de especies suelen concretarse en amenazas sobre su hábitat. Si éste es respetado, inmediatamente puede asumirse que la especie se reproduce y automantiene en ese territorio.

Desde este punto de vista, en general, basta con conservar íntegro el territorio de las especies de pequeño tamaño amenazadas y su hábitat, para asegurar su mantenimiento. No obstante, esto es cada día más difícil, debido a las presiones urbanísticas y a las infraestructuras que cada vez amenazan más hasta los últimos rincones de nuestras montañas. Por ello, y ante el riesgo que estas transformaciones suponen para las especies de reducidísima área de distribución, la redacción, planificación y ejecución del plan de recuperación adquiere una gran importancia de cara a conservar ese hábitat concreto que asegure su perpetuación y supervivencia, dentro de la dinámica natural de contracciones y expansiones del área de distribución de los animales.

Los hechos que hacen que la lagartija aranesa sea una especie muy amenazada son:

a) Lo extremadamente reducido del área de distribución de la lagartija aranesa (*Iberolacerta aranica*), unos 26 km^2 no ocupados de forma continua ni uniforme

b) Que la mayor parte (superior en cualquier caso al 75 %) de su área de distribución corresponde a territorio español (Val d'Aràn, prov. de Lleida, Catalunya) y por lo tanto la responsabilidad global de su conservación es de la administración española y aranesa.

c) Lo frágil de los ecosistemas altimontanos ante las alteraciones, cada vez más frecuentes y algunas de ellas ya muy concretas sobre las zonas habitadas por estos animales.

d) Lo peculiar del ciclo biológico y la bajísima tasa de reproducción de esta especie.

e) Su apetencia, dada su rareza y peculiaridades dentro de los lacértidos, por parte de los coleccionistas científicos o privados.

Iberolacerta aranica está catalogada como "En peligro crítico" en el atlas y libro rojo de los Anfibios y reptiles de España. Es endémica del Macizo de Mauberme y sus contrafuertes, llegando por la vertiente norte francesa hasta las inmediaciones del Neouvielle. Ha sido hallada sólo en 4 cuadrículas de U.T.M. 10 x 10 (cinco si contamos las francesas), en localidades que van de 1940 m (1900 en Francia) a 2540 m (ver más abajo) (fig. 36).

Iberolacerta aranica es común o localmente abundante dentro de su diminuta área de distribución. Hasta la fecha ha sido localizada en 26 cuadrículas U.T.M. de 1 x 1 km y su área potencial, tras una prospección exhaustiva, cubre un máximo de 36 cuadrículas U.T.M. de 1 km de lado. Cerca del 90 % de su área cae dentro de territorio administrativamente español (Valle de Arán, Catalunya, España) y el resto (apenas un 10 %, en el Ariège francés).

El núcleo de su distribución está en la zona del Tuc de Maubèrme (vista de 180º desde este pico en la foto 67). Desde aquí, se extiende hacia el NW a lo largo de la frontera hispano-francesa hasta el Tuc de Crabèra (2630 m). Desde Maubèrme, se extiende hacia el sur, pasando por el circo del Estany de Liat, alcanzando la Serra d'Armeros y la Serra de Pica Palomera, desde donde la especie desborda hasta el Coll de Barrados (localidad típica de la especie, esto es, de donde fue descrita por primera vez para la Ciencia) (fotos 68 y 69). La localidad más occidental conocida en este contrafuerte montañoso es el Estany Negre de Güerri (en la zona de "Es Estanhons"). El límite meridional de la especie corre hacia el este a través del Coll de Barrados (foto 70) y falta al otro lado en hábitats aparentemente propicios de la Sª de Arenyo (foto 71). Mantiene su rango altitudinal por encima de los 1900 m en el valle del río Unhola, donde la especie desciende hasta la Cabana des Calhaus. Desde aquí, su límite pasa en dirección noreste, a través del Arriu des Calhaus hasta las cercanías del Lac de Montoliu. Hacia el este, a lo largo de una línea imprecisa, incluso discontinua, reaparece en el Mahl de Bolard y en la parte izquierda (siempre en el sentido de desagüe) de la Ribera d'Orlà (Port d'Orlà) (fotos 12 y 13). El límite este de la distribución de la especie está en algún punto entre el Port d'Orlà y el Tuc de Mill (Barlonguere), donde la especie está ya ausente, así como de más al este, al menos en la vertiente sur. Posiblemente, la falla geológica que pasa a través del Trauc de Lesca (Port d'Esca) con su cambio de material geológico constituya el límite de distribución de la especie en esta estrecha cresta de montaña. La mayor parte de su área de distribución, excepto la parte francesa y el Valle del Forcall, queda recogida en la foto 67. Por el lado francés apenas desborda de la frontera hacia el norte, de W a E desde el Tuc de Crabere, Etaing d'Araing, Bentaillou, Malh de Bulard, Port d'Orle (Orlà, "Muntanyes de Barlonguère"). Recientemente (Pottier & Garric, 2006) ha sido hallada en tres puntos de la vertiente norte del Neouvielle (al S del Etang d'Eychelle, Bethmale, 1900 m; Les Clots de Garies, al NE del Pic de Pomebrunet; y en el Col d'Estiouere ,2300 m), de donde se suponía la presencia pero no había sido confirmada (Arribas, 1993), lo que reduce la discontinuidad con *I. aurelioi* de 20 km a unos 15 km. En la vertiente ibérica de esta misma zona la especie ha sido buscada a fondo y no parece vivir en absoluto.

Dentro de su diminuta área (ver arriba), su presencia no es uniforme sino localizada y discontinua. La especie habita en afloramientos rocosos (foto 72), taludes de roca, piedras o cascajo, o bien en pastizales pedregosos con fragmentos de roca (foto 69), dependiendo de las características geológicas de la localidad en cuestión (habita principalmente pizarras, esquistos y calizas, todas ellas de edad paleozoica) y de la inclinación y vegetación de cada sitio.

Ampliamente simpátrica y ocasionalmente sintópica con la lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*) en las zonas de pastizal pedregoso (fotos 73 y 74). Puede ser ocasionalmente encontrada cerca de la abundantísima lagartija roquera (*Podarcis muralis*) (foto 75) hacia los límites altitudinales inferior y superior respectivamente de ambas especies en la zona, entre los 1900 m (límite inferior de *I. aranica*) y los 2160 m (superior registrado en la zona de *P. muralis*).

Altitudinalmente, *I. aranica* es un típico habitante del Piso Alpino, con todas sus características, aunque en algunos puntos es difícil distinguir el límite entre el verdadero Piso Alpino y los pastizales subalpinos aparecidos por deforestación antrópica para la obtención de pastos. La especie ha sido hallada entre 1940 m (1900 m) y 2668 m, muy cerca de la cumbre del Tuc de Mauberme (2880 m).

Factores clave del hábitat

La presencia de cúmulos de rocas apropiadas (ver más arriba) en general no desnudas sino con vegetación herbácea o de arbustos enanos y un grado de humedad adecuado (las poblaciones son frecuentes junto arroyos, bajo desagües de neveros y en la orilla de lagos de montaña) son factores clave en la presencia de lagartijas. La orientación preferida es más o menos meridional (ocasionalmente al este u oeste) y las pendientes de las zonas habitadas suaves (cerca de 30 º) (ver apartado de biología de la especie).

Dinámica del hábitat

La montaña, aunque profundamente modificada desde el mesolítico (ca. 10 000-4500 B.P.) mantiene en sus zonas más altas un nivel relativamente bajo de explotación y degradación, ya que estas han comenzado de forma relativamente tardía.

Hasta bien entrado el siglo recién terminado (s.XX), sólo la esporádica presencia de rebaños en los pastos de verano o de cazadores de paso por la montaña tras las huellas de los isards u otros animales, rompían la solemne paz de esas apartadas zonas. Hasta fecha reciente, eran considerados lugares abiertos, vacíos, desolados y hostiles, por esto se conservan todavía mejor, en general, que otras zonas bajas, pero ello no es debido a sus características ecológicas propias, ya que son muy sensibles y extraordinariamente lentos recuperándose, sino a que la intervención humana ha sido muy tardía en estos parajes.

Factores clave que pueden afectar al hábitat de la lagartija aranesa

Lluvia ácida

Los diversos tipos de polución atmosférica tienen importantes consecuencias que se amplifican en altitud. Los efectos se manifiestan en las comunidades alpinas por el aumento artificial de la concentración de algunos componentes naturales y la aparición de otros nuevos.

El dióxido de azufre (SO_2), procedente de zonas de emisión lejanas, puede caer sobre las paredes a barlovento de la crestas de la montaña, o bien por remolinos, acumularse a sotavento. Las frecuentes lluvias ayudan a que los contaminantes no pasen de largo sino que precipiten. Si caen con o en la nieve, quedan retenidos hasta la fusión de ésta. Localmente, otras actividades como las quemas de vegetación de cualquier tipo y sobre todo los tubos de escape de los coches (tanto más abundantes cuanto mayores sean las instalaciones turísticas en la zona) o las calefacciones son los responsables de la emisión de este tipo de contaminantes. Todos ellos, pero sobre todo los dos últimos, están relacionados directamente con el número de visitantes que reciben las zonas turísticas más bajas.

Cambio climático

El clima se encuentra en constante cambio. Especies de alta montaña como las dos lagartijas aquí tratadas deben su aparición y su área de distribución actual a los vaivenes climáticos del Plio-Pleistoceno, con sus sucesivos y alternos periodos de calentamiento y enfriamiento.

No obstante, como especies adaptadas a la vida en la alta montaña, si el clima continua recalentándose, irán reculando cada vez más hacia las alturas, reduciendo la superficie que ocupan

y aumentando el aislamiento de forma exponencial conforme se retiren hacia los picos más altos. Los modelos climáticos disponibles predicen un recalentamiento con un ascenso de los pisos de vegetación asociado de unos 800 m, lo que en la práctica supone la sustitución de cada piso de vegetación por su inmediatamente inferior en la actualidad. Así, las zonas alpinas que vemos hoy en día serían progresivamente invadidas por especies subalpinas (pino negro y matorrales de montaña) tan rápido como la inercia en la reacción de la vegetación y la escasez de suelos les permitieran. Esta cambio será más exagerado en las zonas oceánicas.

Evidentemente, el límite de esa retirada hacia la alta montaña viene marcado por la altura máxima de los macizos que habitan. Cuanto más altos sean los macizos habitados y más posibilidades de supervivencia ante un previsible recalentamiento climático. *I. aranica* es la especie que lo tiene peor en este sentido, no sólo por lo diminuto de su área sino porque el punto culminal del Macizo de Mauberme está a menos de 3000 m.

Aunque se detuviera la emisión de gases "invernadero" (dióxido de carbono principalmente), la gran inercia de la máquina climática haría que los efectos sigan incrementándose a lo largo del próximo siglo. Contra sus efectos poco se puede hacer desde la gestión de especies y espacios protegidos. Debería intentarse, en la medida de lo posible, que los espacios protegidos sean lo suficientemente "tridimensionales", no sólo en superficie sino en alturas, para soportar esos cambios a largo y medio plazo en la zonación altitudinal de los pisos de vegetación.

Ya actualmente, lo que si está demostrado es que la tendencia es hacia el recalentamiento climático y no hacia el enfriamiento. Los glaciares pirenaicos han perdido hasta un tercio de su volumen en sólo cinco años (de 400 hectáreas de hielo en Aragón a sólo 280,2 en el periodo que va de 1990 a 1995). Según datos del Departamento de Geografía Física de la Universidad de Zaragoza, los glaciares pirenaicos han sufrido una pérdida del 20 % en dos décadas.

Sobrepastoreo

Otras actividades tradicionales, como el pastoreo, la caza, etc., no parecen tener efectos perjudiciales sobre las poblaciones de lagartija aranesa.

Como actividad tradicional y respetuosa con el medio ambiente, el pastoreo extensivo, al modo tradicional que se ha venido efectuando, es un tipo de tarea muy deseable para la correcta y rentable gestión de los hábitats de montaña. Así pues, el manejo de los ungulados domésticos es primordial, no sólo por su efecto modelador de los ecosistemas en los que pastan sino porque "éticamente" forman parte de los ecosistemas y modos de vida tradicionales que se pretenden conservar también (foto 76).

El pastoreo extensivo produce un impacto suave sobre la alta montaña, y su continuidad, bien gestionada, es muy deseable por razones obvias que rebasan el mero aspecto de la conservación del medio natural. El exceso de carga ganadera (sobrepastoreo) es el que produce efectos preocupantes sobre los pastizales altimontanos, pero resulta difícil saber cuál es la concentración de herbívoros a partir de la cual ya no se da regeneración de la vegetación. Todos estos aspectos merecerían la realización de estudios concretos en los Pirineos, que en gran medida faltan.

El efecto de los pastadores sobre la estructura de las comunidades de plantas depende de numerosos factores, incluyendo la proporción hierbas/arbustos y sus relaciones espaciales.

Estos efectos indeseables del sobrepastoreo son:

1.- Pérdida de la diversidad estructural y taxonómica de los prados. Desaparece el musgo, los arbustos enanos, brezos, etc. y se uniformiza el pastizal (se pierden especies típicas de alta montaña como *Lagopus mutus* o *Zootoca vivipara*).

2.- Pérdida de comunidades vegetales sensibles (en las cercanías de arroyos, prados húmedos, etc...), donde el frescor y lozanía de la vegetación atrae al ganado que acaba devastándolo todo por ingestión y pisoteo.

3.- Pisoteo (destrucción directa de especies vegetales y animales, compactación, erosión, pérdida de nidos en aves, etc...). El pastoreo produce depresiones y estructura en

cepellones en la hierba, donde se acumulan la mayor parte de las especies del prado. Si se va incrementando el ganado que pisotea esa zona con depresiones y se alimenta de los cepellones, acaba modificándose el paisaje y el microrelieve del sitio, creándose un paisaje "rugoso", a bultos...

En general, el efecto del ganado en exceso sobre la vegetación es la extracción de nutrientes, erosión, trazado de sendas en las laderas (que incrementan la erosión por arroyada) y un empobrecimiento general del hábitat. Este empobrecimiento se traduce en un cambio en las dominancias del pasto en el siguiente sentido:

Festuca >> Agrostis >> Nardus.

Éste último es rechazado por las ovejas, aunque las vacas todavía lo pueden aprovechar. El resultado, al nivel de las especies implicadas, es distinto según la naturaleza del terreno. En los Pirineos, sobre terreno calcáreo pasaríamos de comunidades con *Festuca scoparia* (= *F. gautieri*) o *F. airoides* a *Nardus stricta* (raro en realidad por el sustrato), mientras que sobre terreno silíceo, pasaríamos de comunidades con *Festuca eskia* también a *Nardus stricta*.

No obstante, el pastoreo moderado presenta aspectos beneficiosos para el mantenimiento de los procesos naturales.. Si se abandona el pastoreo en una zona (por ejemplo durante un siglo), se producen varios efectos:

1) La diversidad decrece. Las plantas que se imponen forman rosetas y estolones, a la vez que crece el tapiz natural de musgos..
2) La equitabilidad decrece (aumenta la dominancia de unas pocas especies).
3) El patrón de diversidad decrece, y pasa de una heterogeneidad del paisaje "de grano fino" una de "grano grueso".
4) Los pastos antiguamente forrajeados (a diente) cambian más rápidamente que los antiguamente segados (a guadaña).

En principio, la diversidad aumenta algo al comenzar el pastoreo de una zona, igual que aumenta en el caso de los prados de siega, ya que rejuvenece el estado de la sucesión y da oportunidades a otras especies (traídas por zoocoria), y la hojarasca o los restos vegetales desaparecen en su mayor parte ya el primer año. Puede conseguirse una mayor diversidad cuando la intensidad del pastoreo permite una heterogeneidad espacial a gran escala, manteniendo "zonas fuente" pastoreadas junto a otras vírgenes o no explotadas.

Si se trata de un brezal, esta pasa de brezo (*Calluna vulgaris*) a pastizal a partir de los siguientes valores de carga ganadera (> 2.7 ovejas / ha.; > 2 ciervos / ha; o 0.23 vacas / ha). Las ericáceas resultan más vulnerables al sobrepastoreo y el pisoteo que las hierbas.

Si no existe pastoreo, aumenta *Deschampsia flexuosa* y *Vaccinium spp.* Por el contrario, el pastoreo ligero favorece las ericáceas (*Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Erica tetralix*) y los líquenes (*Cladonia spp*.), mientras que la presión de pastoreo más fuerte favorece a las gramíneas (*Agrostis*, *Festuca*, *Poa*) y "megaforbios" (plantas rechazadas por el ganado, como *Veratrum* o *Gentiana*, o típicas de lugares nitrificados como *Rumex* o *Chenopodium*).

El efecto del pisoteo del ganado reduce la acumulación de materia orgánica y por tanto de la cantidad de suelo orgánico presente. En prados de *Deschampsia* en Dinamarca se ha observado que la cantidad de materia vegetal muerta pasó de 4 a 1 TM / ha en dos o tres años. En cuatro años, sobrepastoreo y pisoteo reducen la capa de hojarasca o de restos vegetales en general, de 52-28 a.m. / ha de materia orgánica.

Las deposiciones del ganado, especialmente el vacuno, en forma de heces y orina, enriquecen (eutrofizan) de forma repentina y artificiosa las comunidades normalmente oligotróficas de alta montaña, causando también su alteración.

Las quemas en zonas higroturbosas dañan los musgos y las especies más delicadas, mientras que favorecen a especies de brezos con buena regeneración tras el fuego. En la zona, las

quemas de matorrales (brezo, enebro) se suelen efectuar entre marzo y abril, de forma controlada, aunque algunos también efectúan quemas incontroladas especialmente en noviembre. Ninguna de estas dos épocas afecta directamente a las lagartijas aranesas.

En general, el tipo de matorral en las zonas no pastoreadas nos da idea de la cantidad de innivación invernal. Existe un gradiente que nos indica la cobertura invernal de nieve. Esta cobertura, de menor a mayor viene indicada por:

Calluna << *Vaccinium-Empetrum* << *Vaccinium-Rhododendron*.

Así, *Calluna vulgaris* se presenta sobre todo en exposiciones meridionales; *Vaccinium uliginosum* (o *V. myrtillus* hacia el límite inferior del alpino) en exposiciones septentrionales y *Rhododendron ferrugineum* sobre silíceo. La altura de las matas se corresponde con el grosor de nieve mínimo, ya que los brotes o ramas que sobresalen se hielan y quedan así "podados" de forma natural.

Según tipo de ganado: El ganado vacuno no es selectivo al pastar, usa la lengua para rasgar o tirar de la vegetación. Además, parte del daño que efectúa lo hace por pisoteo o roce con la vegetación. Vacas (y caballos) dejan crecer plantones de árboles sin problemas (y por lo tanto, con más razón arbustos o hierbas en el piso alpino), pero impiden la regeneración en concentraciones de más de 100 Kg /ha.

El ganado ovino es un pastador mucho más selectivo, que muerde la vegetación y hace una selección mucho más fina que las vacas. El sobrepastoreo por ovejas (más de 2 ovejas por hectárea) produce un pastizal pobre, dominado por especies no comestibles o de bajo valor pascícola. Si baja en número de ovejas aparecen arbustos enanos y si es la altura adecuada (subalpino) árboles dispersos. Se ha sugerido que sobre suelos secos y pobres, una carga ganadera general superior a 22 Kg /ha impide la regeneración. En los prados que utilizan, las ovejas se llevan alrededor del 80 % de la producción anual.

El ganado caprino (ausente o testimonial en la zona) es muy poco selectivo y muy destructivo para la vegetación. En determinadas circunstancias, puede utilizarse para evitar la expansión del límite del bosque, ya que come los plantones de árboles.

Otras especies silvestres, como los topillos (múridos) no destruyen tanto la vegetación ya que comen selectivamente brotes, semillas u ocasionalmente tallos a ras de suelo. Especies salvajes, como el isard (*Rupicapra pyrenaica*), se comportan como la oveja o más selectivamente y tienen poco impacto. Los ciervos tienen un efecto muy parecido a las ovejas, pero su impacto es ligeramente diferente debido a las diferentes estructuras sociales de ambas especies. El ciervo come el brezo que está cerca de la hierba pastable, con lo que aumenta la fragmentación. Con densidades de un ciervo cada 10 ha la regeneración del bosque comienza a dificultarse, lo que no interfiere o es incluso positivo pero anecdótico para las lagartijas. Paradójicamente, el detestado efecto de los jabalíes de levantar los prados y el suelo del bosque, es muy beneficioso a medio plazo ya que aumenta la descomposición de la materia orgánica y la movilización de nutrientes. Los lagomorfos (conejos y liebres) se considera que tienen un efecto estimulante sobre el crecimiento del brezo. No debe desdeñarse el efecto de los acrídidos (saltamontes) que hacia mitad o final de verano alcanzan biomasas nada despreciables y un nivel de consumo del pasto muy alto.

En cuanto al efecto del ganado sobre otros animales, los grandes herbívoros afectan directamente por pisoteo, o indirectamente mediante la influencia que ejercen sobre la vegetación y el estado de la sucesión, efecto este último más importante cuando varios estados de la sucesión son fijados por herbívoros y coexisten a la vez con su fauna típica, lo que podría considerarse un efecto beneficioso si se alcanza (cosa, en la práctica, muy difícil). Si la presión ganadera es muy intensa, hay pérdida importante en el número de especies y en la biomasa total de la fauna de invertebrados (ambos fenómenos guardan una relación inversa). Incluso un pastizal ligerísimamente pastado (0.16 vacas por hectárea) tiene menos especies y biomasa que un prado intacto.

Efecto sobre invertebrados-presa: El pastoreo muy intensivo afecta a las comunidades de invertebrados-presa. Por ejemplo si favorece el mosaico de brezal-pasto con zonas húmedas y secas, la diversidad aumenta, pero esto no suele darse con facilidad.

En general, el sobrepastoreo (más de dos cabezas vacunas por hectárea) crea un media abierto que favorece a las especies más comunes de algunos grupos como los carábidos. Es muy probable que todos los grupos sean afectados de una forma paralela, ya que los carábidos, al igual que las mariposas, son buenos bioindicadores de la salud del ecosistema. Se ha comprobado que la presión excesiva de pastoreo afecta a la cantidad de comida de los pájaros alpinos y que es la causa directa del decline del gallo lira (*Lyrurus tetrix*) en algunas zonas.

Efectos del sobrepastoreo. Resumen: Resumiendo, el sobrepastoreo implica respecto a otras especies los siguientes efectos perniciosos:

a) Menos plantas que llegan a florecer.

b) Menos restos orgánicos disponibles para las redes tróficas.

c) Menos biomasa vegetal disponible para los fitófagos.

d) Molestias por movimiento y pisoteo.

e) Menos presas para los depredadores.

f) Microclima más extremo.

...mientras que implica una sola ventaja (al margen de las ya expresadas para el pastoreo ligero o sostenible), un beneficio para los coleópteros coprófagos y algunas mariposas.

Efectos del sobrepastoreo según tipo de vegetación: El valor pascícola relativo de los diversos tipos vegetales es aproximadamente el siguiente:

Forbios (herbáceas grandes) > Herbáceas pequeñas >> Gramíneas >> matorral.

-Arbustos: El sobrepastoreo daña los meristemos apicales (brotes) si bien algunos tóxicos, como *Rhododendron* no son consumidos. El brezo sólo es importante para los fitófagos en invierno, cuando la hierba está helada o inaccesible.

-Hierbas: Menos sensibles al presentar crecimiento continuo desde la base. No obstante el pastoreo selectivo favorece con el tiempo la supervivencia y dominancia de las especies menos apetitosas. Este pastoreo lo hacen las ovejas e incluso-aunque mucho menos selectivas- las vacas. Los pastos llenos de *Gentiana* o de *Veratrum*, al margen de su belleza estética, denuncian el efecto de la contraselección que las vacas hacen de estos megaforbios. Esta selección con perdida de diversidad en el pasto es acompañada de una baja en la biodiversidad de insectos fitófagos (presas de las lagartijas). De todas maneras, estos posibles impactos parecen muy lejanamente influyentes sobre la vida de las *Iberolacerta* pirenaicas.

Pisoteo: Lo efectúan los grandes herbívoros, especialmente sobre los arbustos enanos. Si el suelo es húmedo (deshielo, cercanía de arroyos o turbera) se hunde la superficie y proporciona la oportunidad de una sucesión secundaria para las hierbas que germinan, aumenta localmente la diversidad, pero en general favorece a las especies más banales.

Estercolado: El estercolado es muy diferente según la especie que lo produce. En general, las vacas y el resto de ungulados producen dos efectos muy diferentes. El estiércol de vaca tiene un efecto inmediato sobre aproximadamente un palmo cuadrado de terreno: Oscuridad total repentina y eutrofización inmediata. Otras especies como las ovejas tienen un efecto mucho más difuso (e inofensivo).

Un efecto importante lo producen los orines del ganado que producen una eutrofización local fuerte. La eutrofización, sea por orines o por excrementos, favorece hierba (plantas nitrófilas como *Rumex*, *Chenopodium*, *Urtica*, etc., bien típicas de majadas y lugares muy frecuentados por el ganado) en detrimento de especies más raras de gramíneas u otros vegetales..., y especialmente de los musgos.

Quemas de vegetación: Las quemas de vegetación se utilizan para aumentar los nutrientes del suelo o eliminar especies de bajo valor pascícola. El efecto varía según lo que se quema y la temperatura que alcanza. Las quemas de brezo, si son “de grano fino”, es decir, muy cuidadosas y de superficies muy pequeñas, suelen favorecer el mosaico de vegetación y la diversidad. Si por

el contrario las quemas afectan a grandes extensiones de vegetación, favorecen la uniformización y la invasión por plantas no deseables.

El efecto de la quema es diferente según el tipo de vegetación que se quema:

-Brezo joven (menor de 15 cm de alto): La quema tiende a favorecer a especies resistentes al fuego como *Nardus stricta* y *Molinia caerulea* (no deseables, de bajo valor pascícola, con poca diversidad de insectos-presa e indicadoras de comunidades relativamente degradadas).

-Brezo maduro (20 a 30 cm): Rebrota fácilmente a partir de yemas axilares. Si el brezo está ya senil o parcialmente degenerado por otras causas, no es fácil que regenere a partir de yemas axilares tras un fuego. Cualquier regeneración sería por semilla y las plántulas pueden ser suprimidas por el pastoreo.

-Helechos: Los helechos rebrotan muy bien tras la quema a partir de los rizomas y probablemente matan por competencia lumínica (sombra) a otras especies. Son una comunidad pobre.

El efecto de las quemas también cambia según la humedad del suelo en el momento que esta se produce. La vegetación húmeda responde de forma muy diferente que la vegetación seca. Como mínimo de noviembre a junio el suelo se halla húmedo y la vegetación arde poco, quedando los animales que están en el subsuelo a salvo. Las quemas que se efectúan en la zona (de marzo-abril y ocasionalmente de noviembre) no afectarían, pero si se producen quemas concretas de *Juniperus* u otras durante la estación libre de nieve del piso alpino (como al parecer era costumbre de los pastores para calentarse en días fríos), si puede haber afectación. Si las quemas se efectúan en verano, el daño puede ser considerable, y si son en zonas higroturbosas, podría arder la turba o parte de suelo vegetal, con consecuencias muy graves para las comunidades vivas de la zona.

Caza

La caza en las zonas habitadas por lagartijas es principalmente de dos especies: Caza menor de perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y de perdiz nival (*Lagopus mutus*), esta última prohibida en el Estado Español, aunque no en Francia; así como la caza mayor de isards (*Rupicapra pyrenaica*). Ocasionalmente otras especies pueden visitar esas zonas pero no son objeto de una caza sistemática y específica.

En principio, la caza es perfectamente compatible con la conservación de las lagartijas y unas mínimas normas de educación como recoger los desperdicios o los cartuchos usados, son suficientes para dejar el hábitat óptimamente.

Repoblaciones forestales en altura

La plantación de árboles en zonas por encima del límite natural del arbolado es totalmente desaconsejable. Las plantaciones (que no repoblaciones, ya que por definición, el piso alpino es aquel en el que no crecen ya los árboles) en alta montaña (alpino y subalpino), en el caso de tratarse de subalpino alpinizado, restaría hábitat a las especies alpinas, y si es alpino verdadero, es tirar el dinero público ya que allí ya no pueden crecer de forma natural los árboles. Las “repoblaciones” con coníferas andinas de partes altas del río Barradós y Unhola, además de no haber resultado exitosas, constituyen un impacto visual y un peligro de erosión continuo.

Actividades turísticas

El turismo es hoy por hoy una necesidad y un factor clave de riqueza en las zonas de montaña. Los deportes al aire libre son una fuerte atracción para los turistas, pero esas actividades pueden provocar molestias a la fauna, por lo que se han de compatibilizar con la conservación del medio natural.

Durante el último medio siglo, se ha dado un crecimiento exponencial en la transformación del paisaje y del territorio, inédito en siglos de actividad humana anterior, incluso en los periodos en

los que la montaña ha estado mucho más habitada de lo que lo está actualmente. El uso turístico ha irrumpido de forma súbita en la montaña sumándose en poco más de veinte años a los efectos anteriores.

El efecto de los usos turísticos se deja sentir, especialmente, en algunos de los puntos más carismáticos o conocidos. Escalada, senderismo, bicicleta de montaña, esquí en sus múltiples variantes (alpino, nórdico, heliesquí, etc...) y pesca deportiva son algunas de las actividades en crecimiento en las zonas de montaña. Incluso las actividades más inocentes tienen su impacto en estos ecosistemas tan delicados. La buena gestión es aquella que tienda a permitir el desarrollo de todas estas actividades "filosóficamente positivas" hacia el medio natural pero velando por la conservación del entorno, es decir, limitando su extensión o densidad de uso para evitar que desborden la propia capacidad de absorción y recuperación del impacto por parte de la Naturaleza.

Senderismo y excursionismo pedestre ("trekking")

El senderismo y la construcción de refugios (ver más abajo) afectan a la flora y la fauna, producen modificaciones del hábitat, además de basura y excretas humanas. Los senderos, refugios y vivaques ayudan a penetrar en áreas remotas que son refugios de la vida salvaje.

El pisoteo daña el suelo y el pastizal y produce erosión, especialmente el pisoteo fuera del camino marcado. En algunos lugares, como en EEUU y los Abruzzi italianos la solución ha sido cerrar al público las áreas más susceptibles o bien marcar los senderos, siempre asumiendo que el enlosado ("acondicionamiento") y señalización son un tipo de contaminación en sí mismos. Es lo que se hace por ejemplo en las zonas higroturbosas del P.N. de Aigüestortes.

El uso masificado de los senderos de montaña lleva asociado un riesgo grave de erosión que se incrementa de forma sinérgica cuanto mayor es la pendiente y la afluencia de visitantes.

En los lugares más frecuentados, senderismo y bicicleta de montaña son responsables de serios problemas de erosión en los caminos de montaña y las turberas. Si el tránsito es repetido y fuera de caminos, a través del pasto de montaña, los efectos todavía son más graves. Cuando debido al gran número de visitantes un sendero se va convirtiendo en un surco profundo, los excursionistas tienden a ir abriendo pequeñas variantes del sendero a los lados o pequeños trazos paralelos, ampliando y aumentando el efecto erosivo y degradador. Esos surcos se compactan y hacen de cauce de la arroyada cuando llueve, facilitando la erosión.

Se calcula que un excursionista de 70 kg ejerce una presión de 0.8 kg/cm^2 al caminar. Si la superficie de la suela es de 83 cm^2, la columna de presión afecta a las profundidades del suelo que van de 2.5 a 20 cm. Si el paseo es a caballo, la presión es mucho mayor, de unos 2.77 kg/cm^2. Las zonas de acampada y superficies cubiertas por tiendas de campaña también sufren una compactación especial de hasta un 70 %.

Las motos fuera de pista constituyen un problema serio en algunas zonas como el Coll de Barradós. Las roderas dejadas por el paso de varias de ellas por el mismo sitio dejan cicatrices en el pasto alpino que pueden tardar décadas en cicatrizar. Las cicatrices en la vegetación no se revegetan en zonas con movimientos de suelos (ej. los suelos con solifluxión de buena parte de la sierra de Armeros). Además, donde ya se ha producido la erosión de más de 7 cm de suelo, la revegetación ya no se produce. Además pueden provocar la muerte directa de ejemplares y molestias a multitud de especies que críen o residan en la zona.

Pistas forestales

Las pistas forestales facilitan y aumentan el acceso a áreas silvestres tanto de peatones como de vehículos. Ese acceso no sólo causa impacto por la actividad humana, sino que facilita el posible (y cierto) expolio de las poblaciones de lacértidos amenazados.

La construcción de pistas forestales (supraforestales en este caso), para otros fines que los estrictamente necesarios de gestión y explotación racional de recursos (repoblación, sacas de madera, control del ganado) atraen excursionistas que generan múltiples tipos de alteraciones a

la fauna y vegetación, así como molestias al propio ganado extensivo. Paradójicamente, el atractivo turístico es uno de los argumentos más esgrimidos para la construcción de pistas en lugares ambientalmente valiosos.

Estaciones de esquí.

Infraestructura de las estaciones de esquí.

He aquí el peligro más grave que podría afectar en el futuro a la lagartija aranesa. Las estaciones de esquí son las infraestructuras más críticas y que de forma irreversible para el hábitat pueden desarrollarse dentro del área de *I. aranica*, por ello les dedicaremos una atención especial para subrayar cuales son sus peligros más evidentes y cómo evitarlos. La foto 77 ejemplifica los profundos e irreversibles cambios que genera una estación de esquí (en este caso Ordino-Arcalís, en Andorra) sobre el ecosistema altimontano.

El impacto más grave de las estaciones de esquí se da precisamente por encima del límite natural del arbolado, es decir, en el piso alpino. Los caminos y pistas producen un impacto más grave que en las zonas forestales (ver más arriba) ya que modifican el hábitat y producen erosión. Parte de esas pistas en el piso alpino se abren para acceder a obras de infraestructura que se realizan cerca de las zonas de cumbres, ya que estas precisan de un aporte de materiales de construcción o de revisiones periódicas de mantenimiento. Las estaciones de esquí en alpino necesitan maquinaria pesada para construirse y mantenerse, maquinaria que abre profundas cicatrices y roderas que tardan décadas en cicatrizar, si es que lo hacen alguna vez. Esos impactos pueden obviarse, siempre que sea posible, mediante el acercamiento en helicóptero de personal y materiales. Además de la destrucción de la vegetación, producen un labrado de laderas, deterioro ambiental general, polución, deslizamiento de tierras, y contaminación de las aguas.

Aunque se siembren las laderas para evitar la erosión, el efecto es débil y las zonas peladas que pronto aparecen, grandes. Además, si existen zonas higroturbosas (turberas), estas no se conservan en las estaciones de esquí, aunque la degradación que sufre, por ejemplo, de las turberas de Beret se debe mucho más al sobrepastoreo que no a la estación de esquí de Baqueira.

Además de las labores mecánicas para preparar las futuras pistas, durante el funcionamiento de la estación se dispersan productos químicos en el proceso de fabricación de la nieve artificial (ver apartado de nieve artificial más abajo). Pequeñas cantidades de metales tóxicos aparecen en esta nieve artificial y se acumulan en las pistas. Posteriormente, y debido a la inclinación de éstas, los materiales son arrastrados ladera abajo y van a parar a las aguas de escorrentía superficial o subterráneas.

La erosión de suelos se da frecuentemente y si no se plantan de forma correcta las laderas pronto desaparece la vegetación y aparecen manchas desnudas, sin plantas que acaban ocupando en poco tiempo más de la mitad de la estación de esquí en cuestión. Si el clima es muy duro, las calvas en la vegetación que aparecen no se regeneran en absoluto. Por el estado de las laderas en algunas estaciones que hemos visitado, dudamos mucho de que se hayan plantado jamás para retener la tierra tras el acondicionamiento de la pista.

En la bibliografía se encuentran casos de estaciones de esquí de inclinaciones menores de 24º y suelos de hasta 5.7 cm, que han sido erosionados hasta 1.1 cm. en tan sólo 15 años de funcionamiento de la estación. Donde ya se han erosionado más de 7 cm de suelo no se produce la regeneración de la vegetación. Parece ser que la erosión disminuye en las pistas viejas, en funcionamiento desde hace años. Esta erosión también ayuda al efecto de deterioro de la calidad del agua por debajo de las pistas y al corrimiento de tierras.

Los esquiadores, además, prefieren las estaciones grandes, con lo que aumenta de forma sinérgica el número de coches, las congestiones de tráfico para acceder, el ruido y la polución. Cuanto más grande es una estación, todavía atrae a más gente.

La mayor parte de estas estaciones de esquí en dominio forestal, si bien producen fragmentación, impacto paisajístico y destruyen o modifican el hábitat de especies típicamente forestales subalpinas (en la zona del Pirineo de Lleida serían ejemplos Port Ainé, Espot-Esquí y la Tuca), no

afectan a la lagartija aranesa. Sin embargo, en los Pirineos también existen estaciones en zona alpina. En principio cuanto más al sur se encuentre una cordillera, a más altura deberán situarse las estaciones de esquí para conservar una cantidad de nieve un tiempo aceptable y ser competitivamente eficaces. Cuanto más al sur, con más probabilidad se sitúan las estaciones de esquí hacia la zona alpina, con lo que entran en conflicto con los frágiles hábitats alpinos y su fauna (ejemplo de estación mixta alpino-subalpino cerca de la zona de *Iberolacerta aranica*, pero con tendencia a expandirse hacia el piso alpino, es Baqueira-Beret).

La competición económica entre estaciones es cada vez más dura e irá *in crescendo*, con lo que las más débiles por las causas anteriormente expuestas o porque no tienen los servicios complementarios de ocio que ofrezca alguna otra estación de la competencia en las cercanías, acabarán cerrando, como es el caso quizá de lo ocurrido a Llesui y la Tuca.

La demografía tampoco juega a favor de las estaciones de esquí. La gente de raza caucasiana (blanca) tiene una tasa de reproducción muy baja en nuestra sociedad. El potencial demográfico en nuestro país parece venir de la alta tasa de reproducción de los inmigrantes procedentes de Sudamérica, norte de África, África subsahariana, etc... que, al menos de momento y en la generación recién llegada, culturalmente no aprecian el esquí, aún en el caso de que su potencial adquisitivo se lo permita. Por ello, puede sospecharse que el número de esquiadores ha tocado techo y que en unos 20 años decrecerá de forma notable, por el porcentaje creciente de gente de otras culturas en la franja de edades que más esquía.

La práctica del heliesquí (modalidad que consiste en depositar los esquiadores en una "cumbre virgen" mediante un helicóptero para que desciendan esquiando) no afecta a los lacértidos, aunque sí a especies de aves como *Lagopus* o incluso *Tetrao*. Esta modalidad se da puntualmente en el Tuc de Mill (una zona sin lagartijas), pero puede darse de forma incontrolada por turistas particulares que alquilen helicópteros para hacerlo (como sucede en Andorra, por ejemplo) en cualquier otro punto.

Los accesos a las estaciones permiten también la llegada de muchas personas a las zonas altas, especialmente si remontes y pistas están abiertos durante el verano. La apertura de accesos todo el año favorece la sobrefrecuentación de zonas poco accesibles. De esta presencia humana se derivan molestias y posibilidad de furtiveo de ejemplares como impactos más severos. Se favorece el pisoteo de la vegetación, etc. y la presencia de posibles depredadores oportunistas (zorros, córvidos, etc.) atraídos por los residuos y restos de alimentos que dejan los seres humanos.

En cuanto a la práctica del esquí en sí sobre nieve natural, no es perjudicial, ya que el manto de nieve sobre el que se desarrolla protege las comunidades que se encuentran en fase de latencia invernal. La práctica del esquí en su versión más natural (es decir, sin nieve artificial) sólo resulta perjudicial en los extremos de la estación favorable (es decir, al comienzo y al final de la época esquiable, ya que al haber poca nieve se daña la vegetación) y se afecta a los animales durante épocas especialmente sensibles para su supervivencia (ver la sección de aditivos de la nieve).

Además, las propias estaciones de esquí eliminan las piedras de las pistas para evitar deterioros del material o lesiones fortuitas de los esquiadores. Este esquí en los límites de temporada va en detrimento de la propia estación de esquí, ya que perjudica la vegetación y un buen recubrimiento herbáceo del suelo es importante para la retención a su vez de la nieve.

En el caso de *I. aranica*, la situación es particularmente grave ya que su diminuta área de distribución tiene en su interior, al menos, dos proyectos de pistas de esquí alpino que podrían desarrollarse en un futuro próximo. En la vertiente francesa, en la zona del Haut Birós existen proyectos al respecto. En la zona del Valle de Arán, toda la localidad típica de la especie (las solanas de Armeros) y las umbrías de Areño, quedan encuadradas dentro de un proyecto de estación de esquí en la cabecera del río Barradós según queda reflejado en el Pla Rector d'Us i Gestió del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici).

Ni que decir tiene que un proyecto así, con sus infraestructuras acompañantes, supondría la desaparición física de entre un quinto y un sexto de la superficie total del área de distribución del taxón (la mejor, por inclinación y superficie), y por lo tanto debe ser evitado a toda costa. Con igual prudencia

deben considerarse todas las posibles ampliaciones de Baqueira-Beret hacia la zona habitada por la especie, tal y como se ha definido arriba, si bien por el momento, esta estación no afecta al área de este endemismo.

Un caso particular de amenaza, la nieve artificial.

La fabricación de nieve artificial también es nociva en general para el medio ambiente. Además de los efectos sobre la fenología (el calendario vital) de las plantas de las zonas artificialmente innivadas, se produce una contaminación de los acuíferos por los agentes químicos presentes en la nieve fabricada (principalmente sales y patógenos vegetales, ver más abajo). Además, estos acuíferos se empobrecen, produciendo carestía de agua para uso potable, sanitario, riego, prevención de incendios y disminución de cohesión en terrenos hidromorfos. El enorme consumo de agua que hacen estos cañones, esquilma los recursos acuíferos. Para cubrir una superficie de 60x60 m (como medio campo de fútbol) con 15 cm de grosor de nieve, son necesarios 566 metros cúbicos de nieve, que salen de la transformación de 283 litros de agua.

Este empobrecimiento de los cursos de agua, se ve agravado por el aumento de consumo por parte del incremento estacional del número de camas residenciales en la zona.

Mientras que la nieve en sí protege el suelo de las temperaturas exteriores extremas, la temperatura del suelo es significativamente menor bajo la nieve artificial, y más todavía bajo nieve artificial y además compactada.

La fusión nival comienza primero por la nieve natural, luego se funde la nieve artificial no compactada y finalmente la nieve artificial y compactada. La fenología de la vegetación sigue de forma paralela esta secuencia de fusión. En zonas verdaderamente alpinas, como las habitadas por la lagartija aranesa, la fusión puede verse desplazada hasta tres semanas.

La compactación de la nieve en las pistas se hace para facilitar el deslizamiento. La compactación ("grooming") facilita el deslizamiento de los esquiadores, pero aumenta la densidad y la conductividad térmica, lo que permite que las temperaturas gélidas del invierno alcancen el suelo.

Además, los cañones de nieve incrementan los ruidos, la contaminación atmosférica y para su construcción y funcionamiento exigen de profundas modificaciones del paisaje, con construcción de pistas de acceso y mantenimiento, cimentación de los cañones (almohadillas de cemento), cables de acero, captaciones de agua, etc.

Otro aspecto menos considerado pero interesante es que se incrementan los riesgos naturales: la nieve artificial es mucho más compacta y se hiela, con lo que las caídas de los esquiadores son más frecuentes.

Parece ser también que las vertientes con nieve artificial son menos estables y precipitan en forma de aludes mucho más fácilmente. Sobre todo, las capas de nieve natural depositadas sobre la nieve vieja artificial (mucho más helada y resbaladiza).

En cuanto a los aditivos para la fabricación de nieve son dos: un nucleador y un compactador. El compactador (PTX 311) es Nitrato Amónico (NH_4NO_3) y tiene la facultad de endurecer la nieve de las vertientes, lo que facilita el deslizamiento y las carreras sobre la nieve. El nitrato amónico se usa como fertilizante y para la fabricación de explosivos. Cambia la composición de la vegetación, por exceso de nutrientes. El nucleador (SNOMAX) es un polvo de nucleación activo hecho de bacterias fitopatógenas (*Pseudomonas syringae*) y que ayuda a la producción de nieve a temperaturas superiores a las naturales. El incremento de la producción de nieve para el mismo volumen de agua es de un 25%. Con este aumento de la eficacia se puede bombear más agua por unidad de tiempo e incrementar la producción total de nieve en un 40%. La bacteria utilizada, *Pseudomonas syringae* se encuentra muy abundante en la naturaleza en todo tipo de vegetales (árboles, hierbas, cultivos) e incluso en el aire que respiramos. Las bacterias utilizadas como germen de la cristalización de la nieve artificial, fenómeno que se da constantemente en la naturaleza con la nieve natural, se hacen crecer en equipos estériles de fermentación, luego se granulan, se liofilizan (congelación con extracción del agua) y finalmente se irradian, bien para asegurarse de su

muerte, bien para eliminar otras posibles bacterias que puedan contaminar el producto final durante el proceso. Es el simple y diminuto cuerpo de la bacteria es el que sirve de núcleo, de germen de la cristalización. Aparentemente se utiliza esta bacteria porque no causa daño conocido en el medio natural y está presente en números enormes en la Naturaleza. Según el propio fabricante del producto, existen de forma natural unas 40 bacterias de media en cada metro cúbico del aire que respiramos. Según la misma fuente, un estudio del Gobierno Canadiense concluyó que aunque todas las estaciones de esquí de ese país fabricaran nieve con snomax, el depósito total de organismos vivos (sic!) no sería superior al que se encuentra en cien hojas de cualquier cultivo. El producto está aceptado en Canadá, Noruega, Japón, Suecia, Nueva Zelanda, Chile, Argentina, Francia, Suiza y Australia, aunque según otra fuente, al parecer también está prohibido en otros países que no se detallan.

Urbanizaciones de montaña

Los complejos a pie de ladera, destinados a los visitantes de las estaciones de esquí, atraen más gente hacia las cumbres cercanas durante el verano, especialmente si los accesos y remontes continúan abiertos durante el verano. Además, las basuras producidas por las actividades humanas en estos sitios aumentan el número y densidad de depredadores oportunistas (zorros, cuervos, cornejas) que obviamente actúan, cuando la ocasión se presenta, sobre otras formas de vida salvaje. Paradójicamente, el superávit de comida para los depredadores redunda en perjuicio de sus presas.

Mucha gente acaba convirtiendo esa segunda residencia, buscada en un principio por sus valores naturales, en un calco a pequeña escala de lo que ha dejado atrás en la gran ciudad. El usuario requiere comodidades, servicios, tiendas, lugares de ocio nocturno, etc. y acaba convirtiendo un lugar idílico en una “Minipolis”, imitación de la “Megápolis” que ha dejado atrás.

Usos militares

La zona alta de la Sierra de Armeros, etc. (área de *I. aranica*) es (o era) utilizada especialmente por las brigadas de cazadores de montaña del ejército español como zona de marchas y maniobras. El reciente cierre del cuartel de Vielha hace suponer que dicha actividad será todavía más esporádica de lo que ya era.

En principio, el único impacto (posibles desperdicios dejados atrás aparte) son las molestias derivadas de las operaciones que se desarrollen, con más impacto puntual por moléstias sobre ungulados o tetraónidas de montaña que no sobre las lagartijas.

Con frecuencia, la presencia de una actividad militar regular o zonas de uso restringido es beneficiosa para la fauna salvaje porque ahuyentan a los visitantes ocasionales de la montaña y pueden proporcionar una vigilancia adicional.

Escalada.

Se realiza en paredes verticales o casi, por lo que tiene muy escaso o ningún efecto sobre las lagartijas.

Pesca

No tiene ningún efecto sobre las lagartijas, excepto que por la presencia humana se produzcan bajas en alguna especie o se fomente le represamiento de lagos para aumentar su capacidad, o se construyan accesos o refugios para fomentar la pesca, lo que sí tendría un efecto sobre poblaciones enteras de lacértidos (ver más abajo).

Infraestructuras hidroeléctricas:

Algunos de los hábitats predilectos de las lagartijas se encuentran a orilla de lagos glaciales. La cercanía del agua a las rocas y la permanencia de hierba fresca y suministro de inver-

tebrados continuo mientras otros pastos se agostan, es la causa de la residencia de ejemplares en estas zonas.

Si se represan los lagos, estos hábitats se inundan, por lo que se pierden para las especies terrestres. La cuestión no es excesivamente importante ya que nuevo hábitat (y mayor perímetro) queda a orillas del nuevo embalse, siempre que las lagartijas puedan emigrar de forma razonable ante el avance lento del nivel de las aguas.

Los dos problemas principales con la construcción de nuevos embalses son:

a) Que el llenado del embalse se produzca en invierno o al inicio del deshielo, cuando los animales están inactivos y se ahoguen en sus refugios de invernada. El llenado ha de ser durante la época de actividad de los saurios.

b) Que el embalse y desembalse de agua sea muy marcado y las variaciones de nivel muy bruscas, por lo que se crea una zona desnuda de vegetación (y de presas invertebradas) y una zona peligrosa de inundación súbita durante un periodo de mal tiempo o durante la noche.

Debe evitarse el desfigurado de los lagos mediante estas operaciones en las zonas habitadas por la lagartija aranesa. En caso de hacerse, debe preverse el correspondiente efecto y su corrección en el correspondiente informe y declaración de impacto ambiental.

Explotaciones mineras:

Aunque difícilmente rentables en la actualidad, la presencia histórica de minas en la zona, no hace descabellada su presencia y reutilización. Existe un proyecto de un posible campo de trabajo de recuperación de las antiguas minas de Liat.

Las minas, si son a cielo abierto, pueden destruir el hábitat de estos saurios, así como las escombreras que se forman a partir de los materiales que salen de las minas subterráneas. No obstante, muchas de las pedrizas donde hábitat estas lagartijas no difieren sustancialmente de escombreras de mina, por lo que un depósito cuidadoso y estudiado podría crear nuevo hábitat, eso sí, a expensas del pastizal. Es una posibilidad a estudiar, la creación de hábitat para la lagartija aranesa en base a escombreras de mina in situ podría constituir un interesante y novedoso proyecto, aunque se efectúe de forma marginal y como experimento.

Ambos tipos de minería (subterránea y a cielo abierto) deben contar con un estudio detallado de impacto ambiental siempre que se produzcan dentro de la zona arriba definida.

Factores que amenazan a los individuos directamente

Construcción de caminos o pistas.

Los efectos generales de estas obras sobre el hábitat se han comentado ya más arriba. Si las obras afectan a zonas donde existen poblaciones de estas especies, una parte de los individuos puede quedar sepultada por el movimiento de tierras. Probablemente no debe haber mucha diferencia en el impacto producido según la época de actuación de las máquinas, dada la rapidez con la que actúa la maquinaria pesada en contraste con la baja movilidad de estos animales.

Debe evitarse cualquier actuación de este tipo dentro de las áreas arriba reseñadas. De ser imperiosamente necesaria, deben contar con el pertinente estudio previo del impacto y evitar en la medida de lo posible el afectar a poblaciones de estas especies (lo cual tampoco es tan difícil, ya que las obras tienden a evitar en la medida de lo posible las zonas de roca por el mayor coste de las actuaciones).

Una vez construida la pista, las lagartijas pueden ocupar las zonas de talud rocoso si estas tienen grietas y grandes rocas desprendidas que les sirvan como refugio, como ocurre por ejemplo en la parte alta de la pista del Coll de Barradós.

Refugios en lugares clave y acampada libre

Los refugios de montaña cumplen una función importante en el acercamiento y sensibilización del público respecto a la naturaleza. No obstante, el acercamiento y estabilización de un gran número de personas en zonas sensibles puede causar un importante impacto.

Por el momento dentro del área española de *I. aranica* no existen refugios de montaña (aunque las zonas son accesibles en acercamientos incluso motorizados). En caso de quererse construir alguno en las zonas de distribución de la lagartija aranesa, el posible impacto sobre la conservación de esta y otras especies alpinas debe tenerse en cuenta.

Muerte ocasional de individuos

La ignorancia por parte de adultos o niños puede llevar a la destrucción o daños sensibles a individuos de lagartija aranesa. Los daños pueden ser tanto más sensibles cuanto más tiempo permanezca la gente en las zonas de lagartijas (por ej. poblaciones de saurios junto a refugios de montaña o zonas de acampada).

Las únicas medidas realizables son la educación ambiental (divulgación en periódicos y medios de comunicación) y evitar, en la medida de lo posible, que la gente frecuente en exceso o se queden en las zonas sensibles, en vez de estar sólo de paso.

Captura científica y recogida ilegal de especimenes

La descripción de un nuevo taxón siempre genera curiosidad en un variado grupo de gentes que va desde el simple amante de la naturaleza que se acerca a fotografiar algún individuo hasta el recolector furtivo e inconsciente.

La realización de fotografías de los ejemplares no acarrea grandes molestias a la especie y es una actividad admisible.

La captura con fines científicos de ejemplares debe minimizarse al máximo, evitando la reiteración de estudios. La genética de este grupo es un buen ejemplo de esto, hasta cuatro artículos que incluyen a estas especies publicados o en prensa, alguno de ellos de legalidad de capturas más que sospechosa. Actualmente los estudios de biología de la especie, ya en curso, cubren todo el espectro de ésta, por otro lado la morfología, osteología, citogenética y diferenciación genética (electroforésis y secuenciación de DNA) están ya publicados o en preparación.

De cara a la conservación de la especie, deben evitarse las duplicidades inútiles de estudios, máxime tratándose de especies tan localizadas y raras. El supuesto estudio de detalles muy concretos o poco relevantes para la conservación de la especie debe ser evitado y, por supuesto, en la medida de lo posible, sólo realizado *in vivo* o con los individuos ya recogidos para otros estudios.

Resulta poco práctico pretender que se puede ejercer un control estricto de la recolección ilegal, aunque esta debe ser evitada en la medida de lo posible (ver más adelante).

Las especies en cuestión no están sometidas a ninguna explotación que comporte un beneficio económico. Podría darse una venta ilegal de especimenes para coleccionistas o terrariófilos, pero no se ha detectado la presencia de un comercio así en especies similares (al menos en lo que respecta a lagartijas de montaña, que presentan grandes dificultades para su supervivencia fuera de su hábitat natural).

Situación legal

Protección actual del hábitat

Varias figuras de protección están implicadas en el territorio actual ocupado por estas especies:

-Parc Natural de la Vall d'Aràn (En Proyecto)

Se baraja la posibilidad de crear un parque natural de Arán, que por lo que respecta al área de *I. aranica* debería coger la TOTALIDAD del área aranesa de la especie. Cogería, con seguridad, la alta Vall del Forcall y la parte alta del macizo de Mauberme (o sea, poblaciones muy significativas como las de las solanas de Mauberme -en parte- y la zona de Orlà). Desgraciadamente, no está claro si finalmente incluirá la zona del Estany de Liat ni las solanas de la Serra de Pica Palomera-Tuc des Crabes, etc. muy significativas y que, dado lo raro y localizado de la especie, sería deseable que se protegiera. Esa zona, como ya se expuso antes, es las más apropiada y favorable para la especie.

-Reserva Nacional de Caza

Toda la zona de distribución de la lagartija aranesa queda dentro de la Reserva Nacional de Caza de Pallars-Alto Arán, creada en 1966 y que contiene 94931 ha. Estas reservas están concebidas para la conservación y gestión adecuada de los recursos cinegéticos excepcionales que contienen. Están definidas en la Ley de 4 de abril de 1970 que dice que se crearán "...en aquellas comarcas cuyas especiales características de orden físico y biológico permitan la constitución de núcleos de excepcionales posibilidades cinegéticas, podrán establecerse Reservas Nacionales de Caza que, en todo caso, deberán constituirse por Ley".

-PEIN:

El PEIN de Sant Joan de Torán coge de la distribución de *I. aranica* el extremo de Mauberme hacia Crabera.

El de Alt Aneu tiene los límites propuestos para en futuro Parque natural de Arán, pero deja fuera Liat, Crabera y las solanas de Armeros-Pica Palomera, Tuc des Crabes, etc.

Por el lado francés dos espacios diminutos protegen zonas de *I. aranica*, "Cigalere"(una gruta como "site classé" creada en 1981 y que protege tan sólo una hectárea alrededor de la boca de la cueva) e "Isard"(Reserve Biologique Domaniale por su avifauna forestal, y que es muy dudoso que contenga *I. aranica*). La parte de la umbría francesa desde Crabère hasta el Macizo de la Pica d'Estats queda incluida dentro de otra zona de protección para las aves ("Melles-Aoueran, Artigascou-Valier") mientas que una estrecha franja que incluiría El Malh de Bolard y la parte francesa del Port d'Orlà, también con *I. aranica* quedan dentro del espacio de "Valier" (Réserve domaniale de chasse, creada en 1937 y que cubre 9037 ha en total).

Protección legal de la especie

Iberolacerta aranica (bajo el nombre de *Lacerta aranica*) está considerada como "En Peligro de Extinción" dentro del catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Orden de 9 de julio de 1998, BOE nº 172 de 20 de julio de 1998), con corrección de errores en BOE nº 191 del 11 de agosto de 1998, donde sale recogida la categoría concreta de esta especie.

Para la nueva edición de la Lista Roja de los Vertebrados Españoles: *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos, J.M.; R. Marquez, M. Lizana, eds., 2002) de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid. (pp. 215-217), la categoría propuesta es todavía más estricta y reza así:

Iberolacerta aranica:* [CR B1+2abcd]. *"EN PELIGRO CRITICO", es decir, se enfrenta a un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato. Este periodo de riesgo asumimos que es en el plazo de un siglo. Los criterios que nos hacen darle esta categoría son:

B.- Una extensión de presencia estimada como menor de:

- Una extensión de presencia estimada como menor de 100 km² o un área de ocupación estimada como menor de 10 km² (En Peligro Crítico). *I. aranica* está presente en cuatro cuadrí-

culas de 10 x 10, lo que serían 400 km2, pero dentro de esa área ocupa zonas muy pequeñas y contiguas entre algunas de ellas. Su área está actualmente bien prospectada, y su extensión de presencia se puede afirmar sin error que es muy inferior a 100 km2 (36 incluyendo los potenciales) con un área de ocupación efectiva de 25 cuadrículas 1x1.

...y estimaciones de que se están dando por lo menos dos de las siguientes características:

1**.- Severamente fragmentado o encontrado en no más de diez localidades** (ver más arriba)

2.- **En declinación (sic!) continua, observada, inferida o proyectada, por cualquiera de los siguientes elementos:** Todos ellos debidos a causas climáticas –calentamiento en curso- o a destrucción de su diminuta área de distribución por infraestructuras turísticas).

(a) Extensión de presencia.

(b) área de ocupación.

(c) área, extensión y/o calidad de hábitat.

(d) número de localidades o subpoblaciones.

La *ficha en la nueva edición del libro rojo* reza así:

Categoría mundial UICN: No catalogada.

Categoría España y criterios: CR B1+2abcd.

Justificación de los criterios: Área potencial menor de 100 km^2 severamente fragmentado, con declive continuado de poblaciones en presencia/ausencia, área de ocupación, calidad del hábitat y número de localidades.

Características biológicas relevantes para su conservación: Área de distribución muy restringida (26 km^2 en el Valle de Arán). Hábitat fragmentado (roquedos y canchales o pastizales pedregosos y derrubios).

Factores de amenaza: Alteración del hábitat por actuaciones y actividades en alta montaña (estaciones de esquí, infraestructuras de montaña, por ejemplo construcciones y de pistas [sic!], refugios de montaña de gran capacidad, exceso de tráfico todoterreno). Calentamiento climático.

Poblaciones amenazadas: Dada su distribución restringida la amenaza es para toda la especie.

Actuaciones para su conservación: Plan de actuación redactado y pendiente de aprobación en Cataluña [sic!].

Medidas de conservación tomadas.

Medidas legales.

Iberolacerta aranica fue protegida en el territorio catalán por la orden del 10 de abril de1997 (DOGC. 2377 de 23-4-1997.).

Sensibilización social respecto a la especie

El presente libro constituye el primer intento serio de sensibilización respecto a este tema, al margen de algún artículo comentando su descubrimiento en la prensa de tipo naturalista (revista Quercus) y comentarios en la prensa diaria (Avui, El Periodico, La Vanguardia Actual-Andorra-), tanto a raíz de su descubrimiento o reconocimiento, como de la presentación del catálogo de especies amenazadas de Cataluña (presentado hace años, pero no publicado en el DOGC y por lo tanto no oficial).

Es necesario emprender acciones de educación ambiental respecto a esta especie que sean recurrentes en el tiempo, es decir, de dar una "propaganda" periodica no solamente dirigida

al publico en general, sino específicamente para el público aranés de cara a concienciar del tesoro natural y exclusivo que supone, creando un sentimiento de preocupación, interés y orgullo, con búsqueda, según la disponibilidad económica y el interés de la administración competente, de incentivos económicos, éticos y estéticos sobre la especie. No hay animal más exclusivamente aranés (otros muy llamativos y que se asocian a esas zonas como la Lechuza de Tengmalm, el oso o el quebrantahuesos, por poner ejemplos muy conocidos, están extendidos por todo el holártico o todo el viejo mundo aunque sean raros en muchas zonas). En el caso de que se extinguieran, siempre podríamos recurrir a la última y penosa solución de ir a buscarlos a otro sitio y reintroducirlos -osos de Eslovenia en los Pirineos, quebrantahuesos de varias procedencias en los Alpes, etc.-; sin embargo, si nos las dejamos extinguir esta especie, se acabó para siempre. Es un hecho que debe tenerse muy en cuenta. No pueden reintroducirse desde ningún sitio. Aunque como reza el dicho "solo un necio confunde valor y precio", la estima en términos económicos de lo que podría suponer su desaparición (o mejor dicho, su hipotético intento de recuperación en caso de reducción drástica de la especie, ya que si desaparece no se puede recuperar de ninguna manera) pueden dar idea a la gente de lo que supone esta especie comparada con el inmenso caudal dedicado a la recuperación de otras especies de futuro mucho más incierto.

Deberían valorarse otros aspectos como las pérdidas económicas subjetivas que se derivarían por la pérdida de "imagen ambiental" del Valle en caso de que una especie exclusiva se extinguiera o viera amenazada.

El nombre del valle de Arán ya suena a naturalistas y amantes de la naturaleza en toda Europa gracias a la lagartija aranesa, pero urge la catalogación a nivel europeo y llevar una línea paralela de divulgación.

No es una especie conflictiva desde el punto de vista de los intereses humanos y la opinión que la gente de montaña tiene de ellos (léase la aversión hacia los grandes carnívoros como ejemplo de aquello que inmediatamente pone a la defensiva a los habitantes de las zonas del Pirineo habitadas por estos saurios). Por lo tanto, pueden promocionarse como símbolo de "calidad de naturaleza", turismo sostenible (o verde) etc. La piedra angular del turismo aranés es el binomio turismo verde/turismo blanco.

Las lagartijas son animales familiares, cercanos a todo el mundo pero muy desconocidas. Son animales familiares pero peculiares, y su biología y necesidades pueden ser utilizadas en colegios e institutos araneses, con material de apoyo editado ex-profeso, como sujeto de estudio y profundización en biología. La existencia de una especie exclusiva, familiar y fácilmente simpática para los niños, podría servir como imagen de ese turismo verde de Arán.

Es muy deseable y urgente la DESIGNACIÓN DE RESERVAS dentro de un plan completo de protección de la especie.

La designación de varias reservas parciales en las áreas donde se asientan buenas poblaciones de esta especie sería el mejor modo de impedir acciones de deterioro del hábitat, así como de promover la vigilancia en estas zonas, lo que redundaría en beneficio de todas las comunidades alpinas de las zonas en cuestión, tanto de animales como de vegetales.

Las medidas de conservación ex-situ no son necesarias y en general son poco efectivas, muy complejas y muy caras, aunque en ocasiones si el número de individuos es muy bajo es la única todavía posible. No obstante, la cría en cautividad está teniendo éxito con reptiles grandes y de contados individuos, como el lagarto gigante del Hierro, aunque el éxito posterior de las sueltas es más discutible.

En el caso de la lagartija aranesa, por suerte, la situación (por el momento) no es crítica y si se conserva su hábitat íntegramente, la situación es halagüeña y no precisa entrar en acciones tremendamente caras e intrusivas en la vida de los animales.

Un seguimiento anual de las zonas claves (las reservas a designar, por ejemplo) es aconsejable para detectar posibles amenazas o problemas en las poblaciones.

Apéndice 1:

Ficha técnica de la Lagartija aranesa: Iberolacerta aranica (Arribas, 1993)

Morfología

Biometría (medidas corporales). Los caracteres con dimorfismo sexual se indican con un asterisco (*):

Talla (*): Las hembras de *I. aranica* tienen usualmente mayor talla que los machos (machos: media = 53.84 mm; hembras: media = 56.62 mm). Las diferencias entre ambos sexos son muy significativas. El macho mayor encontrado presentaba una longitud de 61.8 mm desde el extremo del morro hasta la cloaca (ano) y la hembra mayor 66.88 mm. Los miembros anteriores (*) miden de 28.31 a 38.41 % (33.13 %) de la longitud del cuerpo (LCC) en los machos, y de 22.36 % a 38.28 % (30.95 %) en las hembras. El miembro posterior (*) mide desde un 39.32 % a un 53.47 % (45.50 %) de la LCC en los machos, y de un 36.91 % a un 52.41 % (42.31 %) en las hembras. La longitud del pileo (cabeza) representa de 1.82 a 2.83 (1.96) veces su anchura. La placa masetérica (*) mide de un 34.84 a un 57.5 % (46.03 %) de la longitud de la escama parietal, y de un 21.48 % a 55 % (42.1 %) en las hembras. La placa timpánica mide de 0 a un 61.53 % (44.96 %) de la longitud de la escama parietal. La placa anal (*) mide de un 40.42 a un 84.71% (60.11 %) en longitud respecto a su anchura en los machos, y de un 45.71 a un 85.86 % (68.98 %) en las hembras.

Folidosis (escamas):

De 0 a 9 (3.63) gránulos supraciliares en el lado derecho y de 0 a 9 (3.54) en el izquierdo; de 18 a 25 (20.98) escamas gulares (*) en los machos y de 18 a 27 (21.53) en las hembras; 7 a 14 (10.69) escamas en el collar; 35 a 48 (39.27) escamas dorsales; 22 a 27 (24.82) escamas ventrales (*) en los machos y 25 a 30 (27.53) en las hembras; 10 a 15 (12.45) poros femorales en el lado derecho y 10 a 16 (12.67) en el izquierdo; 19 a 30 (26.23) laminillas bajo el dedo más largo del pie y de 6 a 11 (7.76) escamas circumanales.

Las escamas rostral e internasal están siempre en amplio contacto (100 % de los ejemplares estudiados); La escama postocular y la parietal se encuentran usualmente en contacto (en el 70.6 % de los especimenes estudiados en ambos lados, y en un 9 % sólo en un lado), así como la supranasal y loreal (91.9 % de los especimenes en ambos lados, y en un 6.2 sólo en un sitio). Usualmente sólo existe una escama entre la masetérica y la timpánica (ambas bien visibles), formando las tres un disposición temporal muy característica similar a la que presenta la especie *Darevskia mixta* del Cáucaso (si una disposición temporal similar aparece en in algunas *I. bonnali*, la escama intermedia es usualmente mucho más pequeña que la masetérica y la timpánica). Alteraciones en las escamas de la cabeza (placas fusionadas, partidas o deformes) son muy frecuentes.

Coloración:

Coloración dorsal de tono pardogrisáceo, más o menos claro u oscuro según el color del sustrato que habitan, ocasionalmente con un reflejo oliváceo claro, especialmente en los individuos

que han mudado recientemente. Algunos machos presentan el dorso de color verde malaquita (un tono verdeazulado) sobre el grisáceo de fondo (cerca de un 12%). A lo largo del dorso, dos bandas paravertebrales oscuras (80% de los machos y 60% de las hembras).

Pecho y vientre sin pigmento de color, habitualmente en diversos tonos de blanco, ocasionalmente con un reflejo verdoso o azulado que aparece asociado a los tonos malaquita en el dorso y que no es pigmento sino un reflejo (color físico).

La región ventral está frecuentemente moteada de negro en los rebordes anteriores de las escamas, especialmente en los machos (90% de los machos y el 30% de las hembras). Pueden existir puntos azules en las escamas ventrales más externas de algunos machos (sólo excepcionalmente y muy pocos en alguna hembra), pero son bastante raros (10%) y parecen estar localizados en zonas muy concretas.

Albinismo: Se conocen ejemplares (tres) con zonas despigmentadas en el cuerpo. Usualmente son pequeñas manchas blanco amarillentas, excepto en un ejemplar en el que una banda despigmentada le corría a lo largo de la cola regenerada.

Melanismo: Recientemente se han hallado animales muy oscuros (aunque no completamente negros), de un gris pizarra muy oscuro, tanto por el dorso como en el vientre.

Ejemplares "concolor": A veces se observan ejemplares anormalmente claros en algún punto concreto. Esos animales presentan el diseño oscuro desaparecido, pero en dos grados, unos completamente desaparecido y otros sólo parcialmente (homocigotos y heterocigotos respectivamente-?-).

También conocemos un ejemplar con una fuerte asimetría en el desarrollo de ambos lados del cuerpo, lo que constituye una variación extremadamente rara. Puede que se trate de un individuo ginandromorfo (con la mitad del cuerpo masculino y otra mitad femenino, lo que se traduce en distinto número de escamas ventrales a ambos lados).

Variación geográfica en la coloración: La mayor variación se da en la coloración dorsal, que parece seleccionarse según proporciona mejor o peor camuflaje a los animales en el sustrato rocoso en el que viven. En rocas calcáreas las lagartijas son frecuentemente muy claras (por ejemplo en la zona de Liat y algunas de la Sierra de Armeros), mientras que sobre pizarras y esquistos son muy oscuras, añadiéndose además el factor del polvillo negro procedente de estas últimas que impregna profundamente (coloración cosmética) a los animales. Sobre cuarcitas (como en Forcall) son también bastante claras.

Variaciones de la coloración con la edad: Crías recién nacidas (primer año de calendario): dorso gris o pardogrisaceo como en los adultos, usualmente uniforme (raramente con las dos líneas paravertebrales ligeramente indicadas), y con las dos bandas dorsales bien visibles. Vientre blanco, con un conspicuo moteado negro en el reborde anterior de las escamas ventrales, muy desarrollado en relación con los adultos. Cola usualmente gris, como el dorso (Sª de Armeros, Coll de Barrados) o azul (Orlà), a veces simplemente blanquecina (diferente del dorso, pero sin desarrollar el pigmento de color).

Ejemplares jóvenes y subadultos (hasta su tercer año de calendario incluido) son muy similares al patrón de coloración descrito para las crías recién nacidas, pero sin ningún color vivo presente en la cola, procedan de donde procedan (el color, de estar presente, se pierde durante el segundo año de calendario). El patrón oscuro de las partes ventrales aparece progresivamente menos extendido (cada vez menor respecto a la parte blanca de la escama). Diseño dorsal: Las líneas paravertebrales de puntos y las dorsolaterales [=supratemporales] (si están presentes, sólo en la parte más anterior del dorso) aparecen progresivamente en los subadultos (hasta su tercer año de calendario).

Adultos (coloración desde el cuarto año de calendario) muy similar al patrón básico de los juveniles, con un diseño ventral oscuro comparativamente menos extendido en cada escama que en éstos.

Osteología: Cráneo con los procesos anterodistal del postfrontal y anteromedial del postorbital presentes y bien desarrollados, lo que la distingue de las dos otras especies pirenaicas. El

hueso postorbital es ligeramente más largo o subigual que el postfrontal. La sutura entre el postorbital y el escamoso ocupa cerca de la mitad de la su longitud. Premaxila con siete dientes y un proceso nasal esbelto, de bordes subparalelos (en algún ejemplar aparece algo ensanchado hacia su ápice, que toma un aspecto sublanceolado, incluso con dos o tres prolongaciones en su ápice). De 14 a 17 dientes maxilares (media 15.41) y de 16 a 20 (media 18.58) dientes en el dentario. Dientes bicúspides dominantes sobre los monocúspides.

Los machos usualmente tienen 26 vértebras presacrales, y las hembras 27. La tercera vértebra tiene frecuentemente asociada una vértebra ósea corta. Fórmula esternal-xifiesternal (3+2). Fontanela esternal oval o redondeada. Clavículas abiertas (marginadas) e ínter clavícula cruciforme típica (razón entre las ramas anterior y posterior de 0.20 a 0.35, media 0.26). Usualmente seis vértebras dorsales posteriores cortas (un macho joven de Orlà presentaba cinco). La primera vértebra preautotómica caudal con procesos perpendiculares sólo en su parte anterior (tipo-A).

Cariotipo: Al contrario que las otras dos especies pirenaicas, tanto los machos como las hembras de *I. aranica* muestran el mismo número de cromosomas: metafases con 10 cromosomas bibraquiales y 16 monobraquiales, similares a los de *I. aurelioi* en su morfología; y meiocitos con 13 pares de homólogos.

Contrariamente a las otras dos especies pirenaicas de *Iberolacerta (Pyrenesaura)*, los cromosomas sexuales no son discernibles por técnicas convencionales de tinción. *Iberolacerta aranica* debe poseer un sistema ZW de cromosomas sexuales, homomórficos y homocromáticos, ya que se asume que todos los lacértidos presentan heterogametia sexual femenina independientemente de que sea discernible o no citológicamente.

El NOR está presente en posición telomérica en el brazo largo del tercer par de cromosomas (tipo-L) como en las otras *Iberolacerta (Pyrenesaura)*.

El bandeo C revela intensas bandas centroméricas en los cromosomas monobraquiales y débiles bandas centroméricas y pericentroméricas en los bibraquiales. Las bandas centroméricas son completamente digeridas por el encima Alu I, mientras que las pericentroméricas de los tres primeros bibraquiales, la subtelomérica asociada al NOR y la intensa pericentromérica del septimo par (monobraquial) son resistentes a esta tinción. Sólo esta última banda es positiva a la tinción con DAPI.

Las dos poblaciones estudiadas (Armeros y Orlà) presentan iguales características en sus cariotipos.

Datos aloencimáticos (electroforesis): Esta especie difiere de *I. aurelioi* en tres alelos (AK, MDH-1 y GOT-1), y de *I. bonnali* en cuatro alelos (AK, MDH-1, GOT-1 y PGM-2).

Hemipenes (morfología genital): El aspecto general de los hemipenes es muy parecida a las de las otras especies de *Iberolacerta*. Contrariamente a *I. aurelioi* que tiene a igualdad de tamaño del animal, hemipenes sensíblemente más pequeños (y por tanto base de la cola menos ancha en los machos), *I. aranica* comparte con *I. bonnali* los hemipenes de "talla normal", pero se distingue de esta última porque *I. aranica* carece de los labios engrosados del sulco espermático característicos de *I. bonnali*.

La microornamentación encontrada en esta especie es de tipo digitiforme (en forma de espina), aunque se han observado algunos tubérculos de esta ornamentación claramente coroniformes en uno de los ejemplares estudiados. Todos estos datos se refieren a machos estudiados antes de la época de puesta de huevos por parte de las hembras.

Distribución: Endemismo pirenaico-central. Habita exclusivamente el macizo de Maubèrme y sus contrafuertes, entre el Valle de Arán y el Ariége.

Tipo de la especie: Macho. nº OA92081007. Coll de Barradós, Viella, Vall d'Aràn, Provincia de Lleida, España. Capturado el 10-8-1992. 2300 m snm. In coll. Arribas.

Sinonimias:

- 1993 *Lacerta bonnali aranica* Arribas, 1993, Herpetozoa (Wien) 6 (3/4): 135.

- 1997 *Lacerta aranica* , Arribas, Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal, Granada. Pub. Universidad de Granada (Granada): 213.
- 1997 *Archaeolacerta aranica*, Arribas, Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos. Pub. Universidad Autónoma de Barcelona (Bellaterra): 3.
- 1997 *Iberolacerta aranica*, Arribas, Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos. Pub. Universidad Autónoma de Barcelona (Bellaterra): 297.

REFERENCIAS SUGERIDAS

1.- Texto general

- Arribas, O. (1997): Morfología, filogenia y biogeografía de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos. Ph. Dr. Thesis. Universidad Autónoma de Barcelona. (Bellaterra); 353 pp. (8 pp y microficha. Pub. U.A.B.).

  [Tesis doctoral del autor, en el marco de la cual se exploró los Pirineos y se descubrieron las dos nuevas especies de lacértidos. Puede obtenerse del servicio de publicaciones de la Universitat Autònoma de Barcelona- se trata de un pequeño resumen impreso y el total de la tesis en una microficha. Si se carece de lector de microfichas puede usarse cualquier lupa binocular con iluminación por debajo].

2.-Los mejores textos sobre ellas

- Arribas, O. (1999). Taxonomic revision of the Iberian "Archaeolacertae" II: Diagnosis, morphology and geographic variation of *'Lacerta' aurelioi* Arribas, 1994. *Herpetozoa* **11**: 155-180.
- Arribas, O. (2000). Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' III: Diagnosis, morphology, and geographic variation of *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). *Herpetozoa* **13**: 99-131.
- Arribas, O. (2001). Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' IV. Diagnosis, morphology and geographic variation of *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993). *Herpetozoa* **14**: 31-54.

  [Esta serie de tres artículos resume TODO lo conocido sobre estas especies -morfología, osteología, distribución, cariotipos, genética-. Pueden considerarse los textos más actualizados de la tesis del autor -ver más arriba-]

3.- Descripciones originales de las especies pirenaicas

- Lantz, L.A. (1927). Quelques observations nouvelles sur l'herpetologie des Pyrénées centrales. *Rev. hist. Nat. Appl.* 8: 54-61.

  [Descripción original de la lagartija pirenaica]
- Arribas, O. (1993). Intraspecific variability of *Lacerta (Archaeolacerta) bonnali* Lantz, 1927 (Squamata : Sauria : Lacertidae). *Herpetozoa* **6**: 129-140.

  [Descripción original de la lagartija aranesa]
- Arribas, O. (1994): Una nueva especie de lagartija de los Pirineos Orientales: *Lacerta (Archaeolacerta) aurelioi* sp. nov. *(Reptilia: Lacertidae). Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino* 12 (1): 327-351.

  [Descripción original de la lagartija pallaresa]

4.-Textos sobre las especies o aspectos de ellas

- Arribas, O. (1997). *Lacerta aranica* Arribas, 1993. In: *Distribución y Biogeografía de los Anfibios y Reptiles de España y Portugal*: 213-215. Pleguezuelos, T. J. (Ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada.
- Arribas, O. (1997). *Lacerta aurelioi* Arribas, 1994. In: *Distribución y Biogeografía de los Anfibios y Reptiles de España y Portugal*: 216-218. Pleguezuelos, T. J. (Ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada.

- Arribas, O. & Martinez-Rica, J. P. (1997). *Lacerta bonnali*. In: *Distribución y Biogeografía de los Anfibios y Reptiles de España y Portugal*: 219-221. Pleguezuelos, T. J. (Ed.). Granada: Monografías de la AHE, vol. 3, Universidad de Granada

  [Los tres textos anteriores son resúmenes de lo conocido, sobre todo sobre el hábitat, distribución y conservación de esas especies a fecha del 1997]

- Arribas,O. (2002). *Lacerta aranica.* In *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*: 215-217. Pleguezuelos, J. M., Marquez, R. & Lizana, M. (Eds.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

- Arribas,O.J. (2002). *Lacerta aurelioi.* In *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*: 218-219. Pleguezuelos, J. M., Marquez, R. & Lizana, M. (Eds.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

- Arribas, O. J. (2002). *Lacerta bonnali.* In *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*: 223-224. Pleguezuelos, J. M., Marquez, R. & Lizana, M. (Eds.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

  [Como los tres primeros, que databan del 1997, pero actualizados al 2002]

- Arribas, O. (1998): Osteology of the Pyrenaean Mountain Lizards and comparison with other species of the collective genus *Archaeolacerta* Mertens, 1921 s.l. from Europe and Asia Minor (Squamata: Lacertidae). *Herpetozoa* **11**: 47-70.

  [Estudio sobre la osteología de las lagartijas de montaña de Europa y Cercano Oriente. Lo referente a las pirenaicas está resumido en los artículos u obras de los apartados 1 y 2]

- Arribas, O. J. (1998): Caracterización de los factores fisiográficos, geológicos y climáticos del área de distribución de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Iberolacerta* Arribas 1997; subgen. *Pyrenesaura* Arribas 1999) y otros lacértidos del Piso Alpino de los Pirineos. *Lucas Mallada* 10: 67-85.

- Arribas, O. (1999). Biogeografía del Piso Alpino y su congruencia con la distribución y diferenciación geográfica de las lagartijas de alta montaña de los Pirineos (*Archaeolacerta*, s.l.). *Lucas Mallada* **9**: 9-33.

  [El primero de estos artículos incluye en análisis de afinidad entre los pisos alpinos de los distintos macizos pirenaicos y prepirenaicos basados en su carabofauna y compara la diferenciación morfológica en las lagartijas con las distancias entre macizos y su supuesta historia basada en la afinidad entre sus pisos alpinos; y el segundo es un estudio multivariante sobre las relaciones entre las características del hábitat de las zonas pirenaicas habitadas por cada una de las especies de lagartijas de alta montaña]

- Pape, T. & Arribas, O. (1999). *Sarcophaga protuberan*s Pandelle –An Old World predator of lizard eggs (Diptera: Sarcophagidae; Reptilia: Lacertidae). *Studia dipterologica* **6**: 73-87.

  [Estudio sobre la depredación por dípteros de las puestas de lagartijas pirenaicas]

- Arribas, O. (1993 a). Estatus específico para *Lacerta (Archaeolacerta) monticola bonnali* Lantz, 1927 (Reptilia, Lacertidae). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)* 90 (1-4): 101-112.

- Pérez-Mellado, V, Barbadillo, L. J., Barahona, F., Brown, R. P., Corti, C., Guerrero, F. & Lanza, B. (1993). A systematic survey of the Iberian Rock Lizard, *Lacerta (Archaeolacerta) monticola*. In *Lacertids of the Mediterranean Region*: 85-105. Valakos, E., Böhme, W., Perez-Mellado, V. & Maragou, P. (Eds.).

  [Estudios confirmando el estatus como especie de *I. bonnali*, antes *"Lacerta monticola bonnali"*]

- Martínez-Rica, J.P. (1976). Nueva lagartija montana en España. *Mis. Zool.* 3 (5): 177-179.

- Martínez-Rica, J. P. (1977). Observaciones ecológicas de *Lacerta monticola bonnali* Lantz en el Pirineo español. *Publ. Centr. Biol. Exp. Jaca* 8: 103 - 122.

- Martínez-Rica, J. P. (1983). Atlas herpetológico del Pirineo. *Munibe* 35 (1/2): 51-80.

  [Estudios pioneros sobre la lagartija pirenaica: En el primero se la cita por primera vez en España, en el segundo se dan datos sobre su ecología en Monte Perdido y el tercero resume lo poco conocido de su distribución previo a el impulso de la última década]
- Pottier, G. (2001): Nouvelle donnée sur la limite occidentale de répartition du du Lézard des Pyrénées *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) (*Sauria Lacertidae*). *Bull. Soc. Herp. Fr.* 98: 5-9.

  [Amplia unos pocos km al W la distribución conocida de la lagartija pirenaica, citándola del Macizo de Ossau].
- Pottier, G. (2003): Liste commenté des reptiles et amphibiens des Pyrénées occidentales. *Le Casseur d'Os* 3 (2): 88-115.

  [Aporta algunos datos interesantes sobre la distribución y rango altitudinal de *I. bonnali* en los Pirineos Occidentales franceses]
- Pottier, G. (S/F): Guide de reptiles & amphibiens de Midi-Pyrénées. Nature Midi-Pyrenees. 138 pp.

  [Bonito libro de divulgación bellamente ilustrado sobre la herpetofauna del S de Francia. Salen fotos y un pequeño texto de las tres especies pirenaicas]

Sobre la filogenia de las lagartijas de montaña

- Arribas, O. (1999*b*). Phylogeny and relationships of the mountain lizards of Europe and Near East (*Archaeolacerta* Mertens, 1921, Sensu Lato) and their relationships among the Eurasian Lacertid Radiation. *Russ. J. Herpetol.* **6**: 1-22.

  [Estudio filogenético de las relaciones entre los lacértidos eurasiáticos, con descripción del subgénero *Pyrenesaura* para las especies pirenaicas de *Iberolacerta.* Además es conveniente mirar los estudios genéticos que siguen a continuación]

Genética

- Odierna, G., Aprea, G., Arribas, O., Capriglione, T., Olmo, E. (1996). The karyology of Iberian Rock Lizards. *Herpetologica* **52**: 542-550.

  [Estudio cromosómico de las *Iberolacerta*]
- Mayer, W. & Arribas, O. (1996): Allozyme differentiation and relationship among the Iberian-Pyrenean Mountain Lizards (*Squamata: Sauria: Lacertidae*). Herpetozoa 9 (1/2): 57-61.

  [Estudio genético de las *Iberolacerta* usando electroforesis de proteínas]
- Mayer, W. & Arribas, O. (2003). Phylogenetic relationships of the European lacertid genera *Archaeolacerta* and *Iberolacerta* and their relationships to some other 'Archaeolacertae' (sensu lato) from Near East, derived from mitochondrial DNA sequences. *J. Zool. Syst. Evol. Research* **41**: 157-161.

  [Primer estudio genético de las *Iberolacerta*, mediante secuenciación de DNA -genes 12 y 16 s rRNA]
- Crochet ,P.A.; Chaline, O.; Surget-Groba, Y.;Debain,C.; Cheylan, M. (2004): Speciation in mountains: phylogeography and phylogeny of the rock lizards genus *Iberolacerta* (Reptilia: Lacertidae). *Molecular Phylogenetic and Evolution*, 30: 860-866.

  [Segundo estudio genético mediante secuenciación de DNA -CR region y cyt b- que incluye las especies pirenaicas]
- Carranza, S., Arnold, E.N. & Amat, F. (2004) DNA phylogeny of *Lacerta* (*Iberolacerta*) and other lacertine lizards (Reptilia: Lacertidae): did competition cause long-term mountain restriction? *Systematics and Biodiversity*, 2, 57-77.

  [Tercer estudio genético. Como el anterior, pero más completo, con nuevos genes -C-mos además de Cyt B y12s- y más muestras]

- Fulgione, D; Arribas, O. ; Milone, M. ; Odierna, G.(en prep): DNA-Microsatellite analysis in the Pyrenean High Mountain Lizards (*Iberolacerta* Arribas, 1997) by means of DNA-Microsatellite analysis.

  [Estudio genético de las lagartijas pirenaicas mediante microsatélites del DNA]

Biología reproductora

- Arribas, O.J. & Galan, P. (2005): Reproductive characteristics of the Pyrenean High-Mountain Lizards: *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993)*, Ib. aurelioi* (Arribas, 1994) *and Ib. bonnali* (Lantz, 1927). *Animal Biology* 55 (2): 163-190.

  [Estudio descriptivo y comparado muy completo de la reproducción de las tres especies pirenaicas de *Iberolacerta*]

ILUSTRACIONES

PORTADA

Mismo ej. de la Foto 50- Macho de lagartija aranesa de la Sierra de Armeros.

FIGURAS

Fig. 1- De arriba a abajo, vista latera de la cabeza de tres machos de *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993) de la Serra de Pica Palomera. Nótese el contacto entre la escama supranasal y la primera loreal, característico de las tres *Iberolacerta* pirenaicas (Subgen. *Pyrenesaura*) y de la lagartija croata, así como la peculiar disposición de las tres escamas del área temporal (masetérica, timpánica y una intermedia en cuña entre ambas).

Fig 2.- *Iberolacerta aurelioi* (Arribas, 1994). Macho del Estany de Sotllo (Lleida). Nótese la reducción en tamaño y aumento en número de las escamas de la zona temporal. Masetérica, timpánica se reducen de tal manera que llegan a no distinguirse de otras escamas de las cercanías, como en el caso de este ejemplar.

Fig. 3.- *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). Hembra adulta del Gran Encantat (Parque Nacional de Aigües Tortes y Estany de Sant Maurici). La disposición de sus escamas temporales es, en cierto modo, intermedia (y más habitual entre los lacértidos) entre los extremos de variabilidad representados por la lagartija aranesa y la pallaresa, de las más diferentes entre sí.

Fig. 4.- Morfología de los huesos postfrontal y postorbitario de las especies de *Iberolacerta*. En blanco se muestra la parte del proceso anteromedial del postorbitario oculta bajo el postfrontal. *I. bonnali*: BI, Lac Bleu de Bigorre; MP, Monte Perdido; PO, Vall del Clot, Posets; MA, Estany de Llauset, Maladeta. *I. aranica*: BA, Coll de Barradós; OR Port d'Orlà. *I. aurelioi*: MO, Estany de Calberante, Montroig; PE, Estany de Sotllo, Pica d'Estats; AND, Port de Rat, Andorra.

Fig. 5.- Aspecto de las clavículas e interclavículas de una serie de especies de *Iberolacerta*. Se representa sólo un lado del hipotético eje de simetría. *I. bonnali*: BI, Lac Bleu de Bigorre; MP, Monte Perdido; PO, Vall del Clot, Posets; MA, Estany de Llauset, Maladeta. *I. aranica*: BA, Coll de Barradós; OR Port d'Orlà.

Fig. 6.- Como Fig. 5. *Iberolacerta aurelioi*: MO, Estany de Calberante, Montroig; PE, Pica d'Estats; AND, Port de Rat, Andorra.

Fig. 7.- Aspecto general de un hemipene de lacértido: *I. monticola* (Vilarello de Ancares, Lugo; EBD 25644). A: cara sulcal. B: cara asulcal. (PLI: plicae. SU: *sulcus spermaticus*. LO: lóbulos. PB: parte basal).

Fig. 8.- Aspecto de los hemipenes de *I. bonnali* (BON) (Lac Bleu de Bigorre, H. Pyr.), *I. aranica* (ARA) (Sierra de Armeros, Lérida) y *I. aurelioi* (AUR) (Port de Rat, Andorra). Caras sulcal, asulcal y detalle de la sección del sulco y los labios a la altura de la bifurcación de los lóbulos. La línea representa un milímetro.

Fig. 9.- Microornamentación del hemipene en las tres especies pirenaicas de *Iberolacerta*. Se representa la forma de una serie de células epiteliales que reflejan el grado de variabilidad encontrado. *I. bonnali* de Bigorre, M. Perdido, Maladeta y Aigüestortes (Muntanyó de Llacs); *I. aranica* del Valle de Arán e *I. aurelioi* de la Pica d'Estats.

Fig.10.- Dendrograma enraizado con la lagartija croata (*I. horvathi*) como grupo externo de las relaciones basadas en la electroforesis de Aloenzimas. Abreviaturas: hor: *I. horvathi*; mmc: *I. monti-*

cola (cantabrica); mcy: *I. cyreni*; ara: *I. aranica*; bon: *I. bonnali*; aur: *I. aurelioi*. Se indican la variantes apomórficas (derivadas) de cada rama así como sus longitudes.

Fig. 11.- Árbol de mayor parecido (Neighbor-Joining -NJ- tree) de las secuencias del ADN mitocondrial (gen 12s rRNA). Los valores de autodocimación (pseudorréplica o «bootstrap») sobre el 50% (2000 bootstrap en total) se dan sobre las ramas respectivas.

Fig. 12.- Árbol de máxima parsimonia (Maximum-Parsimony -MP-) de consenso al 50% de los (Majority Rule Consensus Tree) de los 45 árboles más parsimoniosos resultantes de las secuencias del ADN mitocondrial (gen 12s rRNA). Los números representan las frecuencias de cada nodo (izquierda) y el porcentaje de 2000 replicas del "bootstrap" (a la derecha).

Fig. 13.- Agrupamiento UPGMA ("UPGMA cluster") de las especies pirenaicas de *Iberolacerta* basado en los microsatélites del ADN usando las distancias genéticas estándar de Nei y de Rogers. El porcentaje de apoyo de los nodos, con más de un 50% de apoyo en 1000 "bootstrap" (pseudo-replicaciones) se indica junto a cada nodo.

Fig. 14.- Idiogramas haploides de *I. bonnali*, *I. aurelioi* e *I. aranica*. En negro se representa la heterocromatina, con círculos la localización del Organizador Nucleolar (AgNOR), y en recuadro, los cromosomas sexuales (no localizables en *I. aranica*).

Fig. 15.- Horario de actividad de *Iberolacerta aranica*. En el eje horizontal se representan las horas solares (GTM) y en el eje vertical el número de ejemplares activos localizados.

Fig. 16.- Porcentajes de uso por parte de las lagartijas de las distintas inclinaciones del terreno. En horizontal, el ángulo de inclinación del terreno (en grados) y en vertical el porcentaje de individuos localizados en cada intervalo de pendiente.

Fig. 17.- Uso de las rocas. En horizontal los intervalos de porcentajes de recubrimiento de rocas y en vertical el número de individuos hallados en cada categoría de recubrimiento.

Fig. 18.- Porcentaje de recubrimiento de piedras en el suelo. En horizontal se representan los porcentajes de recubrimiento del suelo con piedra suelta (glera), y en vertical el número de individuos observados en cada categoría de recubrimiento.

Fig. 19.- Porcentaje de recubrimiento de suelo desnudo (tierra). En horizontal se representan los porcentajes de recubrimiento de suelo desnudo, y en vertical el número de individuos observados en cada categoría de recubrimiento.

Fig. 20.- Porcentaje de recubrimiento del suelo con hierba. En horizontal se representan los porcentajes de recubrimiento de hierba, y en vertical el número de individuos observados en cada categoría de recubrimiento.

Fig. 21.- Relación entre la temperatura corporal (TB) y la temperatura del ambiente (TA). La relación entre ambas temperaturas puede expresarse como una recta con la siguiente fórmula:

TB = 24.4395 + 0.2830 TA.. Como puede observarse, la pendiente es 0.28, se encuentra bastante más cerca de cero que de uno, así que la lagartija aranesa tiene un claro y bastante preciso comportamiento termorregulador respecto a la temperatura ambiental.

Fig. 22.- Relación entre la temperatura corporal (TB) y la temperatura del sustrato (TS). La relación entre ambas temperaturas puede expresarse como una recta con la siguiente fórmula:

TB = 26.0377 + 0.1144 TS. Aquí la pendiente todavía es más pequeña así que parece que todavía termorregula mejor para las temperaturas del sustrato que para las del ambiente. Este punto de vista se ve refrendado por el hecho de que existe menos dispersión de los valores alrededor de esa recta hipotética en la relación TB-TS (R^2 = 0.14) que en la TB-TA (R^2 = 0.18).

Fig. 23.- Histograma de tallas de los machos de lagartija aranesa. En horizontal se representan las tallas en mm, y en vertical el número de especimenes en cada intervalo.

Fig. 24.- Histograma de tallas de las hembras de lagartija aranesa. En horizontal se representan las tallas en mm, y en vertical el número de especimenes en cada intervalo de tallas.

Fig. 25.- Pirámide de edades (tamaños cabeza-cloaca) de machos y hembras de lagartija aranesa. Nótese las diferencias en los porcentajes de sexos en las crías recién nacidas (favorable

a los machos) y los adultos (favorable a las hembras).

Fig. 26.- Diversas posturas de la hembra durante el proceso de la puesta (ver cuadro de texto).

Fig. 27.- Diversas formas del "diente de huevo" con el que las crías rompen la cáscara y se abren camino al exterior (ver texto).

Fig. 28.- Tamaño de las crías recién nacidas. En el eje horizontal se representan las clases de tamaño (SVL: longitud cabeza-cloaca) en mm, y en vertical el número de individuos en cada intervalo de tamaño.

Fig. 29.- Como figura 28, pero sólo de las crías macho.

Fig. 30.- Como figuras 28 y 29, pero sólo de las crías hembra.

Fig. 31.- Clases de edad de los machos de *I. aranica.* Los recién nacidos están en su primer año de calendario (1CY, periodo 1). Después de su primera hibernación entran en el segundo año de calendario (2CY; periodos 2 -prereproductor- y 3 -postreproductor). Después de su segunda hibernación están en su tercer año de calendario (3CY; periodo 4 -prereproductor- y periodo 5 -postreproductor-), etc. Durante su quinto año de calendario deben llegar a la madurez sexual. La categoría "100" se refiere a los animales totalmente adultos.

Fig. 32.- Como fig. 31, pero de las hembras. En estas quizá no llegue la madurez sexual hasta el sexto año de calendario.

Fig. 33.- Curva de crecimiento de von Bertalanffy. Se representa las longitudes reales ("observed") y las ajustadas según el modelo ("predicted") para cada intervalo de edad.

Fig. 34.- Gráfica de Gulland que representa el incremento de longitud a cada tamaño dado del animal. Los puntos son cada una de las edades con su tamaño en ese momento y su incremento de longitud en la edad posterior. Como puede verse, cuanto mayor es la talla, menos van creciendo los animales.

Fig. 35.- Gráfica de Ford-Walford que compara la longitud en un momento dado (t) con la del momento inmediatamente posterior (t+1). Se representa la línea de 45º que corta la gráfica proporcionalmente y la línea de ajuste del modelo. Donde ambas líneas se cruzan es la longitud máxima (L_∞) según el modelo.

Fig. 36.- Mapa de distribución de las tres especies de *Iberolacerta (Pyrenesaura).* Se representan perfiladas las áreas de la lagartija pirenaica (*I. bonnali*) y la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*), y los cuatro puntos de UTM 10x10 de la lagartija aranesa. El área real de todas es mucho menor de la aparente en el mapa.

FOTOS

Foto 1.- Macho de lagartija aranesa (*Iberolacerta aranica*) con coloración dorsal de tonos claramente verdosos. Sierra de Armeros (julio de 1989). Como en todos los ejemplares de lagartija aranesa, nótese la peculiar disposición de las escamas de la zona temporal (lados de la cabeza).

Foto 2.- Hembra adulta de lagartija aranesa (*Iberolacerta aranica*). Se aprecian las líneas paravertebrales de puntos que delimitan una zona dorsal más oscura en el centro del dorso (tracto dorsal). Estany Negre de Güèrri (Es Estanhons).

Foto 3.- Macho de lagartija aranesa (*Iberolacerta aranica*) en norma ventral. Obsérvese el vientre de color blanco (¡nunca coloreado!), los puntos negros de las escamas ventrales y la escama anal muy pequeña (comparar con *I. bonnali* -foto 6- e *I. aurelioi* -foto 9-). Se aprecia alguno de los raros puntos azules en las ventrales más externas y el engrosamiento de la base de la cola

debido a la presencia de los hemipenes en su interior. Sierra de Armeros.

Foto 4.- Macho de lagartija pirenaica (*Iberolacerta bonnali*) del Lac Bleu de Bigorre (Hautes Pyrénées, Francia). Nótese la disposición de escamas de la zona temporal en la que existe más de una escama entre la placa masetérica y la timpánica.

Foto 5.- Hembra grávida (con huevos) de lagartija pirenaica (*Iberolacerta bonnali*). Lac Bleu de Bigorre (Hautes Pyrénées, Francia). Idem que foto 4.

Foto 6.- Macho de lagartija pirenaica (*Iberolacerta bonnali*) en norma ventral. Lac Bleu de Bigorre (Hautes Pyrénées, Francia). Nótese la menor puntuación ventral (casi inexistente) y el mayor tamaño de la placa anal en comparación con la lagartija aranesa.

Foto 7.- Macho de lagartija pallaresa (*Iberolacerta aurelioi*). Estany de Creussans (Andorra). Nótense las numerosas y pequeñas escamas del área temporal, la mayor pigmentación, el color ventral amarillo asomando por la parte inferior de los costados y el tono general pardo (marrón) en vez del más grisáceo de las lagartijas aranesa y pirenaica.

Foto 8.- Hembra grávida de lagartija pallaresa (*Iberolacerta aurelioi*). Pica d'Estats (Lleida, España). Se aprecia la zona temporal y las escamas más pequeñas y numerosas que en la lagartija aranesa.

Foto 9.- Macho de lagartija pallaresa (*Iberolacerta aurelioi*) en norma ventral. Ordino-Arcalís (Andorra). La coloración amarilla brillante, presente en machos y hembras hace a esta especie inconfundible. La escama anal es pequeña (como en la lagartija aranesa) y el diseño oscuro del vientre forma un barreado transversal que se prolonga en forma de anillos oscuros en la cola.

Foto 10.- Las zonas habitadas por la lagartija aranesa resultan inaccesibles por el peligro de aludes incluso hasta el inicio del verano. El valle de Barradós es particularmente peligroso por avalanchas y aludes, permaneciendo las pistas forestales cerradas o cortadas por avalanchas hasta el final de la primavera.

Foto 11.- Al inicio del verano, la nieve retrocede rápidamente, desapareciendo primero de las zonas llanas y rocas y dando paso a una pléyade de pequeñas flores. Barrados.

Foto 12.- Pedrizas alpinas en el alto valle del Forcall. Hábitat de la lagartija aranesa sobre bloques de roca grandes (esquistos cambroordovícicos).

Foto 13.- Parte alta del valle del Forcall (Agosto 1999). Hábitat de la lagartija aranesa.

Foto 14.- La nieve puede caer en cualquier momento del año por encima de los 2000 m. En la foto se aprecia el efecto de una nevada caída a principios de julio del 2001. Estas nevadas hacen que las lagartijas deban interrumpir su actividad incluso durante su corto ciclo anual.

Foto 15.- Como en la foto 14, la nieve cae incluso a principios de verano con espesor en las zonas habitadas por la lagartija aranesa. Los animales, que ya han empezado la reproducción, cesan en su actividad hasta que retornan las condiciones favorables. Si el frío se prolonga, los animales aparecen muy flacos e incluso algunos mueren de hambre o durante la puesta. Sobre Vilamós (junio de 1998).

Foto 16.- Rocas calcáreas en la Sierra de Armeros. Hábitat de la lagartija aranesa.

Foto 17.- La fotografía infrarroja permite distinguir con facilidad las zonas de roca (oscuras) de las de hierba. Esta última aparece tanto más roja cuanto más activa fotosintéticamente se halla, y prácticamente blanca cuando está muerta o ya agostada. La foto recoge una de las tres áreas de estudio de la lagartija aranesa, esta sobre pizarras negras silúricas.

Foto 18.- Como la foto 17. Detalle de la parte izquierda de la parcela de estudio, donde se aprecia con facilidad lo que son vegetales y roca, que de otra forma aparecen de colores ocres y oscuros difíciles de distinguir en la fotografía normal (en el espectro visible).

Foto 19.- Las gleras de piedra menuda sólo son lugares de paso, especialmente de los juveniles en dispersión. No obstante, si existen algunas piedras grandes, estos medios tan estériles también son ocupados por la lagartija aranesa. Barrados (junio de 1993).

Foto 20.- Vista desde el Tuc de Mauberme hacia el SE. A la vista, el Lac de Montoliu. Hacia

el final de la mañana se hacen patentes las nubes de desarrollo orogénico y las brumas de fondo de valle que ascienden y que alivian las horas más calurosas del día, acabando frecuentemente por dar precipitación durante la tarde (julio de 1999).

Foto 21.- Un mar de nubes desborda con tiempo anticiclónico el eje Armeros- Pica Palomera-Sascorjada, dejando, a pesar del «buen tiempo» general, envuelta en fría niebla el área de la lagartija aranesa (agosto de 1995).

Foto 22.- Hembra gestante de lagartija aranesa. Sierra de Armeros. Julio de 1994. Además de las características placas temporales, observense las escamas muy grandes y bajas en número características de esta especie.

Foto 23.- Hembra gestante de lagartija aranesa. Como foto 22. Barrados (junio de 1997).

Foto 24- Hembra gestante de lagartija aranesa. Como fotos 22 y 23. Nótese la reducción de cuatro a tres escamas supralabiales por delante del nivel del ojo (y de la escama subocular). Barrados (julio de 1996).

Foto 25.- Hembra gestante de lagartija aranesa. Compárese la coloración mucho más clara y contrastada de los animales que viven sobre esquistos cambroordovicicos de colores claros, respecto a los individuos de Barrados, Armeros, etc. que viven sobre pizarras silúricas negras o de tonos oscuros (Port d'Orlà, julio de 1999).

Foto 26.- Id. que las anteriores. Se pueden apreciar incluso los bultos que hacen los huevos en el interior de la hembra (Port d'Orlà, julio de 1995).

Foto 27.- Hembra preparada para poner. Si no aprovecha una anfractuosidad natural, cava un agujero y lo ensancha, permaneciendo enroscada hasta que llega el momento. (Puesta en laboratorio de un ejemplar de Barrados, julio del 2003).

Foto 28.- Puesta del segundo huevo. La hembra separa y levanta las patas traseras a la vez que se contrae. El huevo es expulsado totalmente en alrededor de cuatro segundos.

Foto 29.- Expulsión del tercer huevo. Igual que en la foto anterior. La hembra mantiene juntos los huevos con sus patas traseras, que al cabo de unas horas aparecerán pegados unos a otros.

Foto 30.- Final de la expulsión del tercer huevo (sólo unos segundos después de la foto anterior). La hembra se estira hacia adelante y levanta la base de la cola para dejar sitio al tercer huevo entre los anteriores.

Foto 31.- Expulsión del cuarto y último huevo, que queda entre los anteriores. Obsérvese la posición de la cola y sobre todo la de las patas posteriores.

Foto 32.- Al cabo de rato, la hembra, ya vacía de huevos, comienza a moverse pero permanece en el lugar de puesta durante horas o días, hasta reponerse y reanudar de nuevo su actividad y alimentación.

Foto 33.- Huevos recién puestos de lagartija aranesa. Nótese el aspecto rosado traslúcido y la forma todavía irregular debido a su compresión y encajamiento dentro del vientre de la hembra. En pocos días se vuelven más blancos y opacos, quedan adheridos entre sí y se hinchan notablemente por absorción de agua.

Foto 34.- Comparación entre huevos recientes (aunque han empezado a crecer ya) de dos puestas diferentes (de tres y cuatro huevos respectivamente, izquierda), y dos huevos de más edad ya notablemente hinchados (a la derecha).

Foto 35.- Huevo de lagartija aranesa en sus primeros días de incubación. Conservado y abierto para observar la posición y forma del embrión.

Foto 36.- Embrión de huevo recién puesto de lagartija aranesa. Obsérvese el gran tamaño y desarrollo de los ojos (que pueden apreciarse por transparencia desde el exterior del huevo recién puesto), el encéfalo todavía no bien cubierto por el cráneo, y los esbozos de miembros.

Foto 37.- Aunque las puestas comunales y repetidas en el mismo lugar son la excepción y no la regla, bajo esta piedra pueden apreciarse tres puestas de lagartija aranesa y cáscaras viejas

de huevos de años anteriores (Port d'Orlà).

Foto 38.- Detalle de las puestas de la fotografía anterior. Como puede apreciarse, el sustrato está compuesto de escasa tierra vegetal y numerosas raíces del pasto alpino. Las larvas de elatéridos (Coleoptera: Elateridae) en principio se alimentan de raíces vegetales y no constituyen un peligro para las puestas.

Foto 39.- Cuando un huevo está cerca de eclosionar, un día o poco antes comienza a perder su turgencia. El primer signo de que la eclosión ha comenzado es una gotita de albúmina transparente que escapa por los agujeros ya practicados por la lagartijilla.

Foto 40.- Una vez abierta la cáscara, la lagartijilla, que ya respira del aire con los pulmones, permanece dentro del huevo reabsorbiendo el vitelo (la yema), que va pasando del saco vitelino a su intestino a través de la cicatriz umbilical.

Foto 41.- Detalle de la lagartijilla reposando mientras absorbe la yema del saco vitelino. Nótense los poros sensitivos en las escamas del morro, más difíciles de apreciar en los adultos.

Foto 42.- Como la foto 41. Nótese la peculiar disposición de escamas temporales en la lagartija aranesa, ya apreciable desde el nacimiento.

Foto 43.- Como 41 y 42. La eclosión de toda una puesta suele ser bastante sincrónica, en menos de 24 horas. En el ejemplar de la derecha se aprecia un punto negro areolado en la escama interparietal (a la altura del reflejo, pero en la parte central-posterior de la cabeza), se trata del tercer ojo u ojo pineal.

Foto 44.- Una vez reabsorbido el vitelo o si es molestada por algo, la salida definitiva del huevo es muy rápida, durando apenas unos segundos.

Foto 45.- Como foto 44, unos segundos después.

Foto 46.- Después de la salida, la lagartijilla lleva adheridos a su ombligo los restos del saco vitelino y algunos restos de yema no reabsorbidos. En general estos restos se secan y desprenden en poco rato.

Foto 47.- Crías de lagartija aranesa recién nacidas. Port d'Orlà.

Foto 48.- Macho bastante adulto de lagartija aranesa. Laderas del Tuc de Mauberme (julio de 1999).

Foto 49.- Macho de lagartija aranesa de la Sierra de Armeros. Nótese la lesión en la parte dorsal del hocico, negra y de consistencia gomosa, posiblemente producida por un ataque fúngico quizá durante el periodo de reposo invernal. También pueden apreciarse ácaros parásitos en la base de la cola.

Foto 50.- Macho de lagartija aranesa de la Sierra de Armeros pero de color bastante claro para esta zona. Nótese la presencia de una anomalía en las escamas del morro, resultando la internasal y zonas adyacentes atomizada en multitud de pequeñas escamas redondeadas.

Foto 51.- Macho muy adulto del valle del Forcall. En los animales muy adultos, las escamas de la cabeza aparecen como abultadas, con relieve, debido a que van adquiriendo un notable grosor.

Foto 52.- Macho adulto del valle del Forcall (agosto del 2000). Como todos los individuos de esta zona, posee una coloración de tonos de fondo claros y muy contrastada.

Foto 53.- Hembra gestante de lagartija aranesa. Cola regenerada. Port d'Orlà (julio de 1999).

Foto 54.- Macho de tonos generales verdosos (Sèrra des Armèros, septiembre de 1994). Estos tonos verdosos no son debidos a pigmentos (colores pigmentarios), sino que se deben a la reflexión de la luz en capas profundas de la piel (colores físicos). Sólo un porcentaje muy bajo de individuos, sobre todo machos, presentan estos tonos verdosos.

Foto 55.- Dos extremos de coloración, un ejemplar de tono muy oscuro, casi tendente al melanismo, junto a uno con diseño claro y desvaído pero con diseño oscuro todavía presente («concolor heterozigoto», ver apéndice 1: ficha técnica de la lagartija aranesa).

Foto 56.- Mismo ej. de foto 49. Obsérvese la cripsis del ejemplar en su medio gracias al color de fondo oscuro que le camufla entre las pizarras negras silúricas (Sierra de Armeros, julio del 2003).

Foto 57.- Fotografía en ultravioleta de un ejemplar de lagartija batueca (*I. martinezricai*) en la que se aprecia la elevada reflectancia de los ocelos axilares en este color, que nosotros no podemos ver pero que parece que muchos animales como insectos florícolas, reptiles, aves, etc. sí aprecian. Probablemente sirven para el reconocimiento y comunicación inter- e intraespecíficos.

Foto 58.- Como la anterior, pero de un macho de lagartija aranesa. Las tres especies de lagartijas pirenaicas de alta montaña carecen de marcas en UV.

Foto 59.- Imago de *Sarcophaga protuberans* procedente de la cría a partir de larvas encontradas sobre huevos destruidos de lagartija pallaresa. Esta especie depreda igualmente las puestas de *I. aranica* y de otras especies (al menos de *I. bonnali, Z. vivipara y P. muralis*; datos propios, aunque con distintas modalidades de ciclo).

Foto 60.- Puesta de lagartija pallaresa (*I. aurelioi*) destruida por larvas de *S. protuberans* (Pica d'Estats, Lleida). Las larvas destruyen la puesta y pupan a principios de verano, permaneciendo en diapausa hasta pasar el invierno y emergiendo los imagos al fundirse la nieve, a tiempo de aparearse y depredar nuevas puestas de lagartijas.

Foto 61.- Lagartija aranesa depredada por ratilla nival (*Chionomys nivalis*), un roedor que vive entre las piedras de los canchales y no desdeña presas animales. Quizá la lagartija fue sorprendida fría durante un periodo de mal tiempo y no pudo reaccionar. La ratilla ha devorado todo el cuerpo menos una pata y roído la caja craneal para acceder a los sesos. Se aprecian los excrementos que ha dejado la ratilla en el lugar. La laja de piedra que recubría el lugar ha sido apartada para la foto (Port d'Orlà).

Foto 62.- Lagartija aranesa con numerosos ácaros (¿trombicúlidos?) de color rojo brillante que se acumulan en los lugares donde no llega el rascado, particularmente en la base de la cola. La abundancia de estos ácaros varía entre años por causas todavía desconocidas pero afectan a las tres especies de *Pyrenesaura*. Igualmente pueden observarse estos ácaros en las fotografías otros ejemplares que ilustran estas páginas (Barrados, julio de 2003).

Foto 63.- Detalle de los ácaros de la base de la pata del ejemplar de la foto 62.

Foto 64.- Otro ácaro en la comisura del ojo del mismo ejemplar.

Foto 65.- Holotipo de *Iberolacerta aranica*. Este «ejemplar de referencia», conservado actualmente en la colección científica del autor, sirvió de base para la descripción de la especie.

Foto 66.- Macho de lagartija aranesa. Laderas del Tuc de Mauberme (julio de 1999).

Foto 67.- Vista hacia el S desde el Tuc de Mauberme (julio de 1999) tomada con un objetivo «ojo de pez» (180º en diagonal). A la vista queda casi toda el área española de la lagartija aranesa. A la derecha se aprecia el Estany de Liat al fondo y los Estanhets de Mauberme más cerca. Las montañas que se ven en primer término al sur (incluyendo sus solanas hasta el Coll de Barrados) y la zona entre ellas y Mauberme constituyen el núcleo de la distribución de la lagartija aranesa. Las montañas ya en segundo término (Arenyo) carecen de lagartija aranesa. Al fondo, parcialmente tapadas por las nubes en crecimiento, las montañas del parque Nacional de Sant Maurici-Aigüestortes (mitad izquierda de la foto), Maladeta y contrafuertes hacia el N (parte derecha de la foto), etc.

Foto 68.- Solanas de la Sierra de Armeros. Se precian los pastizales y afloramientos de pizarras negras que constituyen el hábitat de lagartija aranesa.

Foto 69.- Detalle del hábitat de la lagartija aranesa sobre pizarras negras silúricas (sobre el Coll de Barrados, julio del 2003).

Foto 70.- El valle de Barradós, típico valle glaciar tallado en U, constituye el límite meridional de la lagartija aranesa, que habita las montañas inmediatas a la derecha (N), pero no las del fondo (al W) o la izquierda de la fotografía (al S).

Foto 71.- A pesar de constituir un hábitat aparentemente óptimo, la Serra d'Arenyo carece de lagartija aranesa. En la foto, el Estahn des Treutes (junio de 1993) y al fondo el glaciar de la Maladeta todavía sobrealimentado por la nieve reciente del invierno anterior.

Foto 72.- Canchales y afloramientos de roca (esquistos cambroordovícicos) que constituyen el hábitat de la lagartija aranesa en el alto valle del Forcall (julio de 1995).

Foto 73.- Macho joven de lagartija vivípara (*Zootoca vivipara*) moviéndose entre la hierba, su hábitat. Aunque simpátrida (habita las mismas localidades) con la lagartija aranesa, raramente se las encuentra exactamente en el mismo lugar (sintópicas) (Coll de Barrados).

Foto 74.- Hembra grávida de lagartija vivípara (Coll de Barrados).

Foto 75.- Extraordinariamente abundante a baja y media altura (alcanza y supera los 2000 m) en todo el Valle de Aran, la lagartija roquera (*Podarcis muralis*) es muy abundante junto a las habitaciones humanas pero también entra en contacto con la lagartija aranesa en el límite inferior de la distribución de ésta, aunque es capaz de penetrar en la alta montaña donde ocupa zonas y sustratos no habitados por *I. aranica*. En la foto una hembra de la parte baja del valle de Barradós.

Foto 76.- Las actividades tradicionales como la ganadería, la caza, y el excursionismo respetuoso con la naturaleza son actividades perfectamente compatibles con la conservación de la lagartija aranesa. En la foto, vacas en el Coll de Barradós. Desde este punto hacia el N, los afloramientos rocosos de las solanas y zonas más llanas están habitados por la lagartija aranesa.

Foto 77.- Las estaciones de esquí, con la construcción y «limpieza» de pistas y sus infraestructuras y accesos acompañantes, pueden constituir uno de los peligros más críticos para la fauna de alta montaña. En la foto pistas de Ordino-Arcalís (Andorra) que afectan al área de distribución andorrana de la lagartija pallaresa (*I. aurelioi*). Viendo la imagen, sobran las palabras.

Foto 78.- Subadulto muy asimétrico de lagartija aranesa. Estas asimetrías se producen durante el desarrollo embrionario en muchos tipos de animales y en algunos casos se deben a un ginadromorfismo (medio cuerpo es del sexo masculino y medio femenino) acompañado de esterilidad (Barrados, julio de 1996).

Foto 79.- Hembras recién desovadas de lagartija aranesa (a la izquierda) y lagartija pirenaica (a la derecha). Ambas especies están presentes en el Valle de Arán. La lagartija pirenaica habita el Pirineo Central y también llega hasta las altas montañas que cierran el Valle de Arán al S y al W (Montañas del Parque Nacional de Aigüestortes y de la Maladeta y sus contrafuertes), mientras que la aranesa está presente al N y E del valle del Garona (Mauberme y sus contrafuertes).

Foto 80.- Hembras grávidas y muy adultas de lagartija aranesa (izquierda, de Barrados) y pallaresa (derecha, de la Pica d'Estats). Ambas forman parte de las series típicas con las que se describieron estas especies.