

ANÀLISI DE LA VARIABILITAT MORFOLÒGICA DEL LLANGARDAIX VERD I NEGRE *Lacerta schreiberi*

Fèlix Amat Orriols

Societat Catalana d'Herpetologia
Museu de Zoologia
Passeig Picasso s/n 08003 Barcelona
amatevbi@worldonline.es

Paraules clau: *Lacerta schreiberi*, variabilitat morfològica
Key words: *Lacerta schreiberi*, morphological variability

Resum:

S'analitza la variabilitat morfològica del llangardaix verd i negre *Lacerta schreiberi*, mitjançant el registre de 27 variables morfomètriques i folidòtiques en 533 individus de 12 poblacions. Els resultats indiquen una petita diferenciació morfològica entre les poblacions del Sistema Central i les de la vessant atlàntica de la península Ibèrica, que pot ser fàcilment diagnosticada a partir de la menor amplada de la placa occipital de les primeres. Aquesta diferenciació és consistent amb la presència de dos grups diferenciats d'haplotips en l'ADN mitocondrial a cada una d'aquestes àrees geogràfiques. Les diferències trobades són, no obstant, massa petites com per poder considerar una modificació de la taxonomia de l'espècie

Abstract:

Geographical variation in scalation traits of the Iberian green lizard *Lacerta schreiberi* was studied measuring 27 morphometric and pholidotic traits in 533 lizards from 12 populations. The results show a little morphological differentiation between the populations of the mountains of Central System and the Atlantic side of the Iberian peninsula. The reduced width of the occipital plate of Central System lizards appears as the most remarkable difference between this population and the other populations analysed. This differentiation is consistent with the presence of two groups of mitochondria DNA haplotypes in each of these geographic areas. Nevertheless, the differences detected were too insufficient to consider a modification of the taxonomic status of *Lacerta schreiberi*.

INTRODUCCIÓ

L'estudi de la variabilitat morfològica intraespecífica en els saures s'ha revelat com un camp de recerca força fructífer en les darreres dècades (Brown & Thorpe 1991a, b; Thorpe & Baez 1987; Thorpe & Baez 1993; Thorpe 1991; Báez & Brown, 1997), no únicament amb finalitats taxonòmiques sinó també en un context adaptacionista. Així, actualment, la qüestió sobre si la variabilitat fenotípica dins una espècie es correspon amb la història de les seves poblacions o be és el resultat de l'acció de la selecció natural pot ser testada mitjançant l'anàlisi de la variabilitat genètica, morfològica i ambiental en el rang de la seva distribució (Thorpe, Black & Malhotra, 1996).

El llangardaix verd i negre (*Lacerta schreiberi*), es troba distribuït per la Serralada Cantàbrica, la major part de Galícia, la regió costanera d'Euskadi, nord de Portugal i les Serralades de Sintra i Monchique en el centre i sud del país lus. A banda d'aquests nuclis poblacionals situats en la vessant atlàntica de la península Ibèrica, també presenta diversos nuclis poblacionals en el Sistema Central (Serres de Ayllón, Guadarrama, Gredos, Béjar i Francia), així com tres petites poblacions aïllades a la serra portuguesa de Mamede i les serres de Guadalupe i Toledo (De la Riva, 1987; Brito, Paulo & Crespo, 1998). Aquesta distribució és el resultat de les exigències ecològiques de l'espècie, en especial d'una elevada humitat ambiental (Brito, Abreu, Paulo, Rosa & Crespo, 1996).

Les anàlisis genètiques amb ADN mitocondrial han permès detectar una antiga divergència de les poblacions del vessant atlàntic, respecte de les del Sistema Central al voltant de 2,7 a 1,64 milions d'anys. Alhora, les poblacions del centre i sud de Portugal varen constituir un refugi pliocènic per l'espècie, mantenint un elevat nombre d'individus, mentre que les poblacions aïllades a Extremadura i Toledo, van esdevenir un altre refugi, però sofrint un fort coll d'ampolla demogràfic (Paulo, Dias, Brudford, Jordan & Nichols, 2001; Paulo, Jordan, Brudford & Nichols, 2002).

L'objectiu d'aquest estudi és esbrinar si aquesta diferenciació genètica es troba associada a una diferenciació morfològica en folidosi i dimensions corporals. L'únic estudi realitzat fins ara d'aquestes característiques es va efectuar amb una mostra relativament petita i tècniques estadístiques univariants (Galán, 1984). Així doncs, l'ús d'una mostra més àmplia, un major nombre de variables i d'anàlisis estadístiques multivariants pot permetre assolir una visió més precisa de la variabilitat morfològica de *Lacerta schreiberi* en el conjunt de la seva distribució geogràfica.

MATERIAL I MÈTODES

Les dades biomètriques s'han obtingut sobre individus conservats en alcohol en les col·leccions de la Universidad de Salamanca i la Estación Biológica de Doñana (CSIC). Les variables mesurades han estat les següents: longitud superior, lateral i inferior del pèilu; amplada del pèilu, entre les supraoculars i entre les parietals; alçada del pèilu; distància de la nariu a l'ull; longitud corporal; longitud de l'extremitat anterior i posterior; distància entre extremitats; longitud del 4t dit de l'extremitat posterior; longitud de l'escata frontal; amplada de la parietal i l'occipital; nombre d'escates dorsals, ventrals, perianals, supralabials, sublabials, loreals, postnasals, supraciliars, del collar, golars fins al plec golar i gulars posteriors al plec i escates vorejant les mandibulars.

Totes les mesures morfomètriques laterals han estat realitzades sobre el costat dret, en visió dorsal de l'individu, i les folidòtiques fent la mitjana dels valors d'ambdós costats del cap. Per a les mesures s'ha emprat un calibrador digital i una lupa binocular.

En total la mostra està constituïda per 212 mascles i 321 femelles. Les poblacions analitzades corresponen a Pontevedra, Ourense, A Coruña, Lugo, Asturias, León, Burgos i Santander, pel que fa a la vessant atlàntica, i Guadarrama, Gredos, Béjar i Sierra de Francia, pel que respecte al Sistema Central. Atès el notable dimorfisme sexual que presenta *Lacerta schreiberi* (Galán, 1984; Amat en preparació) les anàlisis estadístiques han estat realitzades per separat en cada sexe. S'ha emprat anàlisi multivariant de la variància (MANOVA) i el test a posteriori de Sheffé per detectar l'existència de diferències morfològiques interpoblacionals. L'anàlisi canònica de la variància i les escales multidimensionals mitjançant distàncies de Mahalanobis han estat utilitzades per representar gràficament la similitud de les poblacions en base a la seva morfometria i folidosi.

RESULTATS

L'anàlisi de la variabilitat morfològica entre les poblacions de *Lacerta schreiberi* ha permès detectar diferències significatives (MANOVA Lambda Wilks= 0,0981; g. l. = 270, 2838 $P < 0.000001$), que afecten independentment els dos sexes (MANOVA interacció Lambda Wilks= 0,3841; g. l. = 270, 2838 $P = 0,087109$). No obstant això, els tests a posteriori només determinen diferències poblacionals pel que fa als mascles (tots els tests significatius per $P < 0.000001$) com es pot observar en la taula 1.

Longitud lateral píleu	Burgos Pontevedra	Pontevedra S. Francia			
Longitud inferior píleu	Burgos Pontevedra				
Amplada supraocular píleu	Burgos Pontevedra				
Alçada píleu	Burgos Pontevedra	Pontevedra S. Francia			
Amplada occipital	Pontevedra S. Francia	S. Francia Lugo	S. Francia Burgos	S. Francia Santander	Guadarrama Santander
Longitud extremitat anterior	Santander Pontevedra				
Nombre de ventrals	Pontevedra Ourense	Ourense Burgos	Ourense S. Francia	Ourense S. Béjar	
Nombre de perianals	Pontevedra S. Béjar				
Nombre de dorsals	Lugo S. Béjar	Lugo S. Francia			

Taula 1: Variables i poblacions en què s'han detectat diferències significatives (test de Sheffé) en els mascles.

Existeixen diferències morfològiques entre el llinatge mitocondrial atlàntic i el del Sistema Central (MANOVA Lambda Wilks= 0,7724; g. l. = 27,321 $P < 0.000001$) havent-se detectat interacció entre els factors sexe i llinatge mitocondrial (MANOVA interacció Lambda Wilks= 0,8481; g. l. = 27, 321 $P = 0,001180$). En aquest cas, els tests a posteriori detecten diferències significatives tant en els mascles com en les femelles, tal i com s'observa en la taula 2.

Sexe	Mascles	Femelles
Comparació	S. Central / Atlàntic	S. Central / Atlàntic
Amplada occipital	0,000082	0,008667
Longitud extremitat posterior	0,035868	
Distància entre extremitats		0,000971
Nombre de collars		0,008565

Taula 2: P valors (test de Sheffé) i variables en les comparacions significatives entre els llinatges mitocondrials del Sistema Central i Atlàntic, pels mascles i les femelles.

Així, els mascles i les femelles de *Lacerta schreiberi* del Sistema Central presenten plaques occipitals més estretes que els individus de la vessant atlàntica. Els mascles del Sistema Central presenten extremitats posteriors més curtes i les femelles, major distància entre els punts d'inserció de les extremitats en comparació a les poblacions atlàntiques. Pel que fa a la folidosi, les femelles del Sistema Central presenten un menor nombre d'escates en el collar.

L'anàlisi canònica de la variància pels mascles permet l'extracció de 4 rels que acumulen una proporció significativa de variabilitat (prova de khi al quadrat significativa per $P < 0,00001$), de les quals les dues primeres han estat usades per a la representació gràfica i contenen el 65,7% de la variabilitat total. En les femelles només les dues primeres rels representen una proporció de variabilitat significativa (prova de khi al quadrat significativa per $P < 0,01$) i acumulen el 62,1% de la variabilitat total. Els coeficients de les variables en les dues primeres rels canòniques pels mascles i les femelles es mostren en la taula 3.

Sexe	Mascles	Mascles	Femelles	Femelles
	1a	2a	1a	2a
Rel canònica				
Longitud superior píleu	-0,345925	0,389702	1,54274	-0,388712
Longitud lateral píleu	-0,764114	-0,799837	-1,22123	1,817423
Longitud inferior píleu	0,453306	-0,859647	0,16381	-0,280079
Amplada supraocular píleu	0,057445	0,481495	0,16715	-0,998910
Amplada parietal píleu	0,814157	1,037982	0,11054	1,304982
Alçada píleu	-0,294614	-0,149424	0,01593	-0,830586
Distància nariu – ull	0,050802	0,131688	-0,34379	-0,158072
Longitud frontal	0,420037	0,180469	0,13486	0,046842
Amplada parietal	-0,174627	-0,007633	-0,28107	-0,102476
Amplada occipital	-0,537029	-0,196900	0,23681	-0,283610
Longitud corporal	-0,106844	-0,324725	-0,18636	-0,466042
Longitud extremitat anterior	0,054606	-0,209352	0,08658	-0,044067
Longitud extremitat posterior	0,232631	0,163533	-0,29777	0,445703
Longitud 4art dit posterior	-0,015002	-0,017680	0,06424	-0,162130
Longitud entre extremitats	0,175335	-0,159680	-0,49373	0,006268
Nombre de postnasals	-0,016661	-0,026364	0,03831	0,127618
Nombre de loreals	0,098003	-0,136499	-0,08477	0,241940
Nombre de sublabials	0,026838	0,017864	-0,16757	-0,286909
Nombre de supralabials	0,040759	0,297851	0,13230	0,175321
Nombre de supraciliars	0,495858	-0,454277	-0,52485	-0,280677
Nombre de gulars fins el plec	-0,126093	0,054238	0,25231	0,154433
Nombre de gulars posteriors al plec	0,035521	0,329547	-0,31500	0,383414
Nombre de collars	0,076860	-0,027784	0,30008	0,140449
Nombre d'escates vora les màx·lars	0,271637	0,081803	-0,48601	-0,009556
Nombre de ventrals	-0,020869	0,510211	0,23449	-0,203262
Nombre de perianals	-0,339933	0,186131	0,56240	0,438446
Nombre de dorsals	0,336592	0,199562	-0,39441	0,927785

Taula 3: Coeficients de cada una de les variables emprades en l'anàlisi canònica en les dues primeres rels canòniques per mascles i femelles.

En els mascles, la representació sobre l'espai generat pels dos primers eixos canònics mostra una separació dels dos llinatges mitocondrials. Així, les poblacions de Sierra de Francia, Gredos, Béjar i Guadarrama prenen valors positius respecte les poblacions de León, Burgos, Pontevedra, Lugo, Ourense, Santander i Astúrias (Figura 1).

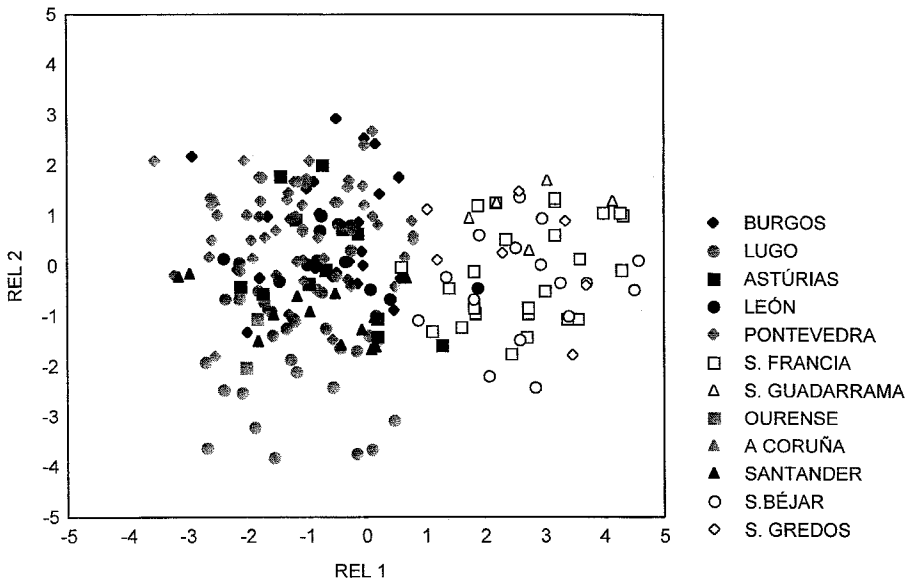


Figura 1. Representació canònica de la variabilitat morfològica poblacional en els mascles de *Lacerta schreiberi*. Símbols amb l'interior buit es refereixen a les poblacions amb llinatge mitocondrial del Sistema Central. Símbols amb l'interior ple es refereixen a les poblacions amb llinatge mitocondrial atlàntic.

Els resultats obtinguts en la disposició espacial de les poblacions de femelles són bàsicament els mateixos que en el cas dels mascles (Figura 2), excepte en el fet que les poblacions del Sistema Central presenten en aquest cas valors negatius en els eixos canònics. Cal esmentar que dintre de cada llinatge els individus de les poblacions apareixen barrejats, sense apreciar-se cap diferenciació interpoblacional clara.

Pel que fa a les escales multidimensionals generades a partir de la matriu de distàncies de Mahalanobis interpoblacionals, en els mascles les 4 poblacions del Sistema Central es troben força pròximes entre si.

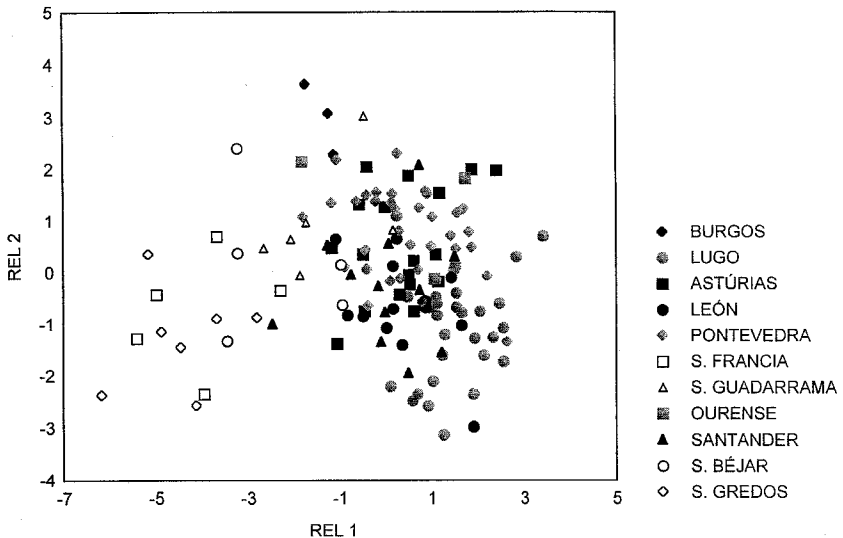


Figura 2. Representació canònica de la variabilitat morfològica poblacional en les femelles de *Lacerta schreiberi*. Simbologia idèntica a la Figura 1.

En canvi, les poblacions de la vessant atlàntica de la península Ibèrica constitueixen un grup, tot i que més dispers, trobant-se les d'Ourense força distanciades de les restants (Figura 3).

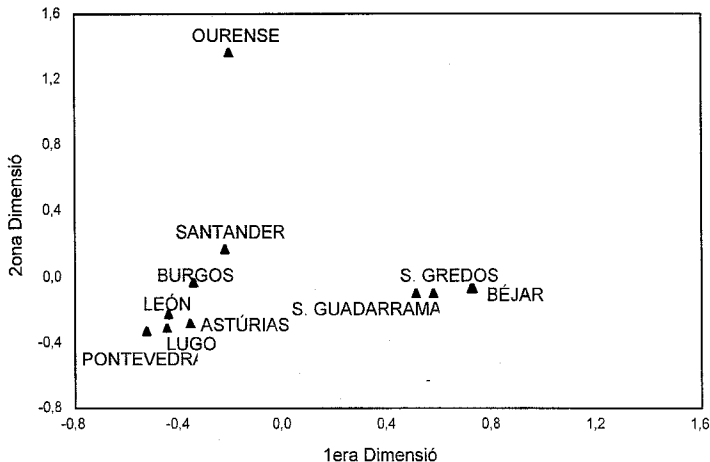


Figura 3. Representació de les distàncies de Mahalanobis entre les poblacions, pels mascles a partir dels dos primers eixos obtinguts en les escales multidimensionals.

En les femelles es poden observar quatre grups: el primer constituït per les poblacions de les Serres de Francia i Gredos, un altre amb les poblacions de Béjar i Guadarrama; un altre constituït únicament per les femelles de Burgos, i la resta de les poblacions atlàntiques formen el darrer grup (Figura 4).

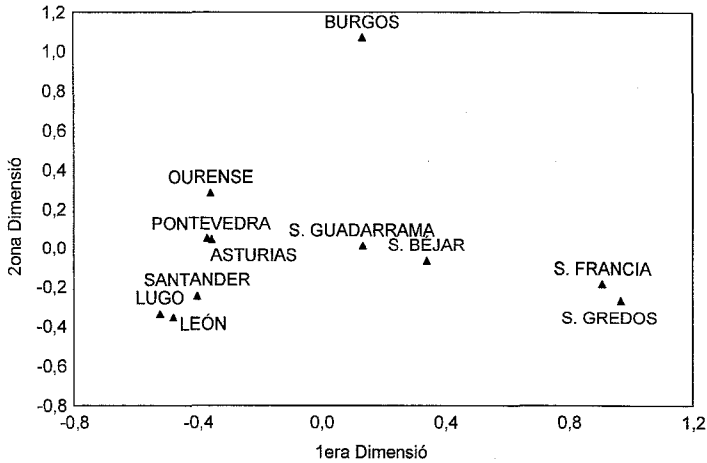


Figura 4. Representació de les distàncies de Mahalanobis entre les poblacions, per les femelles a partir dels dos primers eixos obtinguts en les escales multidimensionals.

DISCUSSIÓ

Lacerta schreiberi és un saure d'una notable homogeneïtat morfològica, com ho demostra el fet que en relació a l'elevat nombre de variables morfològiques emprades, les diferències poblacionals detectades han estat força minses. La diferenciació poblacional detectada és concentra en unes escasses variables bàsicament en coincidència amb els dos grans llinatges mitocondrials. La forma coincident amb l'únic estudi similar realitzat prèviament a aquest (Galán, 1984), l'amplada de l'escata occipital esdevé una característica força notòria a l'hora de diferenciar les poblacions del Sistema Central de les de la vessant atlàntica, en ambdós sexes. En canvi, altres diferències detectades per aquest autor, específicament en nombre d'escates gulars i mida de l'escata frontal, no han estat detectades en el present estudi. Les anàlisis efectuades no mostren cap mena d'estructuració espacial de la variabilitat morfològica dintre de cada un dels llinatges mitocondrials, havent-se detectat tènues diferències entre algunes poblacions i únicament en els mascles. El mateix es pot dir dels resultats obtinguts amb el tractament individualitzat de les poblacions sense considerar la seva pertinença a un llinatge mitocondrial específic.

Si es considera la història evolutiva de l'espècie, aquest fet no ha de sorprendre. Així, la dispersió del llinatge atlàntic des del sud de Portugal envers Galícia i el Cantàbric ha estat molt recent i ràpida, i duta a terme per un gran nombre d'individus, sense produir-se un coll d'ampolla genètic (Paulo, Dias, Brudford, Jordan & Nichols, 2001) que podria haver conduït a una diferenciació morfològica. Les mateixes raons es poden aplicar davant la manca de diferenciació de les poblacions del Sistema Central. No obstant, cal esmentar que no s'han utilitzat en aquest estudi, ni en el treball de Galán (1984), individus provinents del centre i sud de Portugal, ni de les serres d'Extremadura i de Toledo, atès que en presentar mides poblacionals molt baixes (Brito, Godinho, Luis, Paulo & Crespo, 1999) no són presents a les col·leccions dels museus, ni universitats. Aquestes poblacions degut a la seva antiguitat, aïllament i diferenciació genètica, podrien presentar potser algunes diferències morfològiques.

Finalment, els resultats obtinguts validen *Lacerta schreiberi* com una espècie monotípica, en la que si bé existeix una història evolutiva separada de les poblacions de la vessant atlàntica de la península Ibèrica respecte del Sistema Central, aquesta no ha donat lloc a una diferenciació morfològica de prou entitat com per suportar una distinció subespecífica de cada una d'aquestes poblacions.

AGRAÏMENTS

El meu sincer agraïment als doctors Valentín Pérez-Mellado, José Cabot i a la Universidad de Salamanca i la Estación Biológica de Doñana-CSIC per permetre la utilització dels llangardaixos dipositats en les seves col·leccions pel present estudi i als doctors Pedro Galán i Octávio Paulo, per haver suministat bibliografia rellevant per a aquest treball.

REFERÈNCIES

- BRITO, J. C.; ABREU, F. E.; PAULO, O. S.; ROSA, H. D. & CRESPO, E. G. (1996): Distribution of Schreiber green lizard (*Lacerta schreiberi*) in Portugal: a predictive model. *Herpetological Journal* 6, 43-47.
- BRITO, J. C.; GODINHO, R.; LUIS, C.; PAULO, O. S. & CRESPO, E. G. (1999): Management strategies for conservation of the lizard *Lacerta schreiberi* in Portugal. *Biological Conservation* 89: 311-319
- BRITO, J. C.; PAULO, O. S. & CRESPO, E. G. (1998): Distribution and habitats of Schreiber's green lizard (*Lacerta schreiberi*) in Portugal. *Herpetological Journal* 8: 187-194.

- BAEZ, M. & R. P. BROWN (1997): Testing multivariate patterns of within-island differentiation in *Podarcis dugesii* from Madeira. *Journal of Evolutionary Biology* 10: 575-587.
- BROWN, R. P. & THORPE, R. S. (1991a): Within-island microgeographic variation in body dimensions and scalation of the skink *Chalcides sexlineatus* with testing of causal hypotheses. *Biological Journal of the Linnean Society* 44: 47-64.
- BROWN, R. P. & THORPE, R. S. (1991b): Within-island microgeographic variation in the colour pattern of the skink *Chalcides sexlineatus*: pattern and cause. *Journal of Evolutionary Biology* 4: 557-574.
- DE LA RIVA, I. (1987): Zoogeografía de *Lacerta schreiberi* Bedraiga, 1878. *Revista Española de Herpetología* 2: 49-69.
- GALÁN-REGALADO, P. (1984): Estudio sobre la biometría, folidosis, diseño y coloración de *Lacerta schreiberi*, Bedriaga, 1878. (*Sauria, Lacertidae*). *Alytes* 2: 25-54.
- MALHOTRA, A. & Thorpe, R. S. (2000): The dynamics of natural selection and vicariance in the Dominican anole: patterns of within-island molecular and morphological divergence. *Evolution* 54 (1): 245-258.
- PAULO, O. S.; DIAS, C.; BRUDFORD, M. W.; JORDAN, W. C. & NICHOLS, R. A. (2001): The persistence of Pliocene populations through the Pleistocene climatic cycles: evidence from the phylogeography of an Iberian lizard. *Proceedings of the Royal Society of London Serie B* 268: 1625-1630.
- PAULO, O. S.; JORDAN, W. C.; Bruford, M. W. & NICHOLS R. A. (2002): Using nested clade analysis to assess the history of colonization and the persistence of populations of an Iberian lizard. *Molecular Ecology* 11 (4): 809-820.
- THORPE, R. (1991): Clines and cause: microgeographic variation in the Tenerife Gecko (*Tarentola delalandii*). *Systematic Zoology* 40, 172-187.
- THORPE, R. & BAEZ, M. (1987): Geographic variation within an island: univariate and multivariate contouring of scalation, size and shape of the lizards *Gallotia galloti*. *Evolution* 41: 256-268.
- THORPE, R. & BAEZ, M. (1993): Geographic variation in scalation of the lizard *Gallotia stehlini* within the island of Gran Canaria. *Biological Journal of the Linnean Society* 48: 75-87.
- THORPE, R. S.; BLACK, H. & MALHOTRA, A. (1996): Mantel test on the DNA phylogeny of the Tenerife lacertid elucidate both historical causes and morphological adaptation. *Systematic Biology* 45: 335-343.