

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311203179>

Capítulo 8: Tejiendo naturaleza: el archipiélago de Cabrera, lugar de encuentro y armonía entre la gea, la fauna y la flora

Chapter · December 2016

CITATIONS

0

READS

9

5 authors, including:



[Valentín Pérez-Mellado](#)

Universidad de Salamanca

359 PUBLICATIONS 2,520 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Biology and Conservation of the Mallorcan Midwife Toad (*Alytes muletensis*) [View project](#)

CAPÍTULO 8



TEJIENDO NATURALEZA: EL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA, LUGAR DE ENCUENTRO Y ARMONÍA ENTRE LA GEA, LA FAUNA Y LA FLORA

Juan Rita Larrucea

Enric Ballesteros

Ángel Ginés Gràcia

Miguel McMinn Grivé

Valentín Pérez Mellado



8.1. LA MICROINSULARIDAD COMO FACTOR ECOLÓGICO Y EVOLUTIVO

8.1.1. SUPERFICIE Y ALTURA DE LOS ISLOTES Y NÚMERO DE ESPECIES

Puede parecer una obviedad decir que el principal factor ambiental que condiciona a la flora y fauna de un territorio es el propio territorio, ese espacio donde viven, donde germinan y se establecen, donde se mueven, pastan o cazan. El espacio, la superficie que ocupan, es la base sobre la que se desarrollan los ecosistemas. A partir de este territorio podremos introducir muchos otros factores no menos importantes - clima, tipo de sustrato, perturbaciones- para comprender por qué viven unas especies de plantas y animales y no otras/os. Pero debemos empezar por ese factor elemental y básico: ¿De qué espacio disponen? ¿Cuál es el tamaño del territorio donde viven?

Seguramente, si vivimos en un ambiente continental esta pregunta puede resultar ingenua, podría parecer que el territorio o el espacio es ilimitado. Pero si se vive en una isla, esta pregunta queda rápidamente llena de contenido. El espacio vital está perfectamente delimitado por una zona costera y por una barrera, el mar, que nos limita o nos impide salir de él (figura 8.1). Todos los recursos disponibles son los que se encuentran dentro de estos límites. Así, en las islas, el tamaño del territorio es un factor ambiental crucial. De hecho, también lo es en las zonas continentales, aunque no de una forma tan evidente: la actividad humana ha fragmentado los ecosistemas de tal manera que muchos de ellos, por ejemplo muchos espacios naturales protegidos, se han convertido en islas rodeadas por un mar de espacios humanizados.

Se ha comprobado repetidamente que hay una relación entre el tamaño de las islas y el número de especies de plantas y animales que la habitan. Las



Figura 8.1.- El Archipiélago de Cabrera en el horizonte. El mar es una barrera que condiciona los ecosistemas insulares. Fotografía: Juan Rita.

EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

islas mayores tienen más especies que las pequeñas. Sin embargo, esta relación no es lineal: si una isla es diez veces mayor que otra con seguridad albergará más especies, pero no necesariamente diez veces más. De hecho, suele pasar que, para islas grandes, debe haber diferencias en el tamaño de islas muy importantes para que se dé un aumento significativo del número de especies.

Esta relación entre número de especies y tamaño de las islas es mucho más compleja de lo que puede parecer, de hecho es uno de los temas más importantes en la ciencia de la Ecología (MacArthur y Wilson, 1967; Blondel, 1986; Whittaker, 1998; Tiranis et al., 2003).

Así, el tamaño de las islas influye de diferente manera sobre unos grupos de seres vivos que otros. Por un lado, muchas especies -sobre todo de animales-, necesitan de un territorio mínimo para formar poblaciones viables. Es fácil de entender que una isla como Cabrera no podría albergar de ninguna manera animales de grandes dimensiones y, en el caso de que pudieran acceder a ella, no tendrían recursos suficientes ni el tamaño de su población sería viable. Se extinguirían con toda seguridad.

Por otra parte, el tamaño de la isla influye decisivamente sobre la cantidad de hábitats o tipos de ecosistemas diferentes que hay en ella. Cuanto más

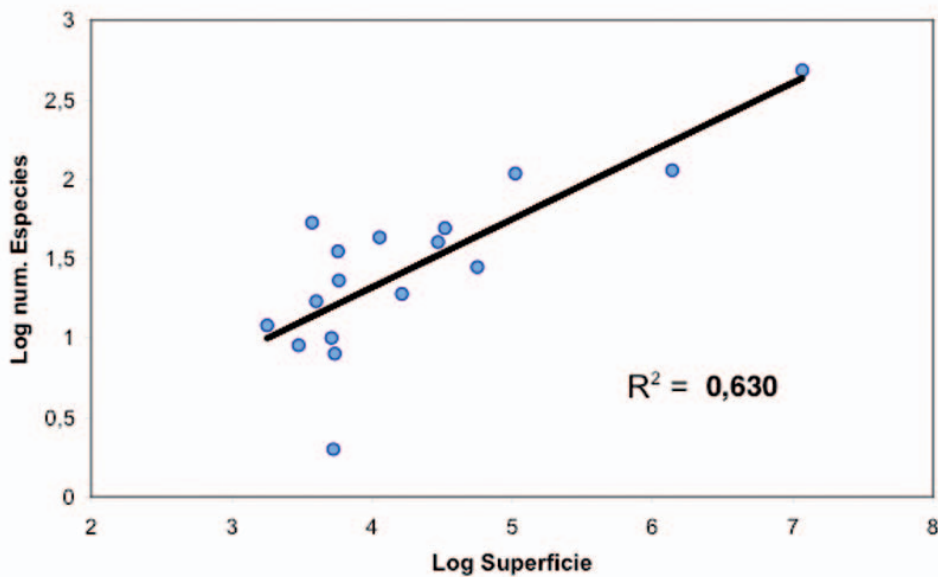
heterogénea sea una isla más ambientes puede haber (costas rocosas, playas, marismas, acantilados, etc.) y, por lo tanto, más especies distintas podrán vivir en ellas. La altura de las islas, precisamente por favorecer la heterogeneidad de hábitats, puede tener tanta incidencia o más sobre el número total de especies de la isla que su superficie.

Sin embargo, conviene introducir algunos matices sobre la relación entre el tamaño de una isla y su biodiversidad. No es lo mismo que una isla esté muy cerca del continente que si está muy lejos. En el primer caso, las semillas pueden alcanzar la isla con cierta facilidad y algunos animales pueden llegar nadando. Son fáciles de colonizar. Por el contrario, las islas alejadas pueden ser inalcanzables para muchos seres vivos, el mar se convierte en una barrera infranqueable, y quedarán excluidos de sus ecosistemas, sea cual sea el tamaño de la isla. Por lo tanto, no sólo el número sino también el tipo de plantas y animales puede ser muy diferente en unas islas u otras. En muchas islas faltan grupos enteros de animales, por ejemplo grandes depredadores, lo cual tiene enormes consecuencias sobre la evolución de los animales que viven en las islas, que siguen tendencias evolutivas diferentes a los que están en los continentes.

Esto es así salvo que la isla hubiera estado unida al continente en otro momento de su historia geológica. Sabemos que el nivel del mar ha sufrido oscilaciones importantes, por lo que estas conexiones entre una isla y su continente cercano pudieron darse en el pasado, y en aquel momento la isla (o futura isla) pudo ser fácilmente colonizada por plantas y animales. La flora y fauna de una isla, portanto, también es una consecuencia de su historia geológica, como también lo es de su historia más reciente. Circunstancias como la presencia o no de ocupación humana, o de colonias de aves marinas, pueden ser determinantes para definir cuántas y cuáles son las especies de animales y plantas que pueden vivir sobre una isla.

En un archipiélago, como en el caso de Cabrera, el tamaño de las islas es un factor determinante del tamaño de su flora y fauna, pero otras variables geomorfológicas, geográficas e incluso históricas, son

Figura 8.2.- Relación entre la superficie insular y el número de plantas vasculares en el Archipiélago de Cabrera. Cada punto representa a una de las islas del archipiélago, incluida Cabrera Gran. Reelaborado a partir de Bibiloni et al., 1993.





igualmente cruciales (Bibiloni, et al., 1993; Pons y Palmer, 1999; Bibiloni y Rita, 2000). Si se analiza el archipiélago en su conjunto es indiscutible que hay una relación positiva entre el número de especies de plantas y el tamaño de la isla, tal como predice la teoría ecológica (figura 8.2). Desde una aproximación matemática, se puede afirmar que hay una correlación lineal positiva significativa entre los logaritmos del número de especies y de la superficie.

Sin embargo, este modelo tan sencillo: las islas más grandes tienen más especies, presenta serios problemas cuando analizamos únicamente los islotes más pequeños. Algunos autores han hablado, de forma general, del Efecto Isla Pequeña para referirse a las notables anomalías que se dan en este tipo de islas (Lomolino y Weiser, 2001; Sfenthourakis y Triantis, 2009; Rita y Bibiloni, 2013) donde el número de especies está más relacionado con la idiosincrasia de cada islote que con su tamaño.

En el Archipiélago de Cabrera por ejemplo, s'Illa des Fonoll, tiene 3 veces más especies de plantas que s'Illa de ses Rates, cuando ambas tienen una superficie similar; y tiene 5 veces más especies que s'Estell des Coll pese a que éste último es 1,3 veces mayor. Por su parte, na Plana pese a ser diez veces mayor que s'Estell de s'Esclatasang tiene un número de especies de plantas parecido (Bibiloni et al., 1993; Bibiloni y Rita, 2000).

La explicación de estas anomalías no es muy compleja. En las islas muy pequeñas el grado de exposición a los temporales, y por el mismo motivo la altura de las mismas, son variables muy importantes para la supervivencia de muchas plantas y animales: islotes muy bajos y en lugares muy expuestos a los temporales tienen muy pocas especies. Por el contrario, islotes más altos y en lugares protegidos, pese a ser de menor tamaño, pueden tener un número de especies muy elevado.

Hasta ahora hemos hablado del número de especies, sin entrar a considerar qué especies son. Pero también es pertinente preguntarnos si el tamaño de la isla afecta de alguna manera a las características de las plantas que los colonizan. La respuesta es que sí. Una

clasificación de las plantas muy utilizada es según su ciclo vital. Unas viven muchos años, son perennes, otras viven solo una temporada, las llamamos anuales. Las plantas anuales (terófitos) germinan, crecen, florecen y fructifican, para finalmente morir en periodo de unos meses. Estas plantas son muy frecuentes en el Mediterráneo porque es su manera de resistir nuestros veranos calientes y secos: los pasan en forma de semilla. Pues bien, se ha observado que los islotes más pequeños, aquellos que tienen menos de 1 ha de superficie, tienen una proporción menor de plantas anuales. Las especies arbustivas adaptadas a lugares con poco suelo y además con alto contenido de sal son las que mejor colonizan los islotes más pequeños. Si las islas son algo mayores y aumentan los lugares donde pueda acumularse arena y tierra, facilitan la colonización por especies de ciclo anual, particularmente aquellas que están adaptadas a los suelos salinos. Y si el islote supera 1 ha de superficie la proporción de especies anuales pasa a ser mayoritaria, supera el 50% del total de plantas e, incluso, en alguna isla alcanza valores inusitados próximos al 80%. En las islas más grandes, donde ya hay espacios lo suficientemente alejados del mar como para que puedan desarrollarse comunidades forestales, la proporción de especies perennes, como grandes arbustos e incluso árboles, vuelve a ser mayor, pero en el caso de Cabrera no llega a superar el 50% de las especies (Bibiloni et al., 1993).

8.1.2. CONSERVACIÓN DE ENDEMISMOS VEGETALES EN AMBIENTES MICROINSULARES

El aislamiento geográfico, como el que se da en una isla, es un motor de la evolución. Estas plantas o animales que han quedado separados del resto de las poblaciones de su especie pueden evolucionar de forma independiente adaptándose a las particulares condiciones de la isla. Con el tiempo estas plantas y animales pueden ser tan diferentes respecto de sus parientes continentales que pueden considerarse razas (que los científicos llaman variedades o subespecies) o incluso especies diferentes.

En las islas también puede darse, gracias precisamente al aislamiento, que se conserven especies



EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR



Figura 8.3.- *Astragalus balearicus* en la isla de Cabrera Gran. Fotografía: Juan Rita.

de plantas o animales que desaparecieron en las tierras continentales. La insularidad suele tener un efecto conservador sobre las especies, las protege de la invasión de otras especies más competitivas, de depredadores introducidos y además el clima suele ser mucho menos oscilante.

Figura 8.4.- *Rubia caespitosa* en su ambiente natural cerca del Cap d'Enciola. Fotografía: Juan Rita.

Por un motivo u otro, ya sea porque se generan nuevas especies o se conserven especies antiguas,



es muy frecuente que en las islas haya plantas y animales exclusivos, que sólo vivan en ellas y en ninguna otra parte. A estas razas o especies exclusivas de una isla (y también de una montaña, un valle o un lago) se les conoce como endemismos. La proporción de especies endémicas de una isla suele ser un indicador del valor de su biodiversidad. En cualquier caso, sean muchas o pocas, las especies endémicas son un tesoro genético que forma parte de nuestro patrimonio natural y deberían ser particularmente protegidas.

Las islas con un periodo de aislamiento de millones de años suelen disponer de una altísima proporción de endemismos. Es lo que sucede en las islas Canarias donde aproximadamente la mitad de las especies de plantas son endémicas, o en Hawaii donde el 90% de su flora era endémica del archipiélago. Las islas geológicamente más recientes o que estuvieron conectadas con el continente, como las Baleares o la mayor parte de las islas mediterráneas, suelen tener una proporción menor de especies endémicas pero, aun así, es mucho mayor que en las tierras continentales vecinas. Para las islas Baleares se considera que aproximadamente un 10% de las especies de plantas son endémicas.

El Archipiélago de Cabrera comparte muchas especies de plantas endémicas con las islas Baleares Orientales (Mallorca y Menorca). Son particularmente interesantes las especies que viven en fisuras de los acantilados o a pies de peñascos, y también las especies ligadas al litoral. En estos ambientes la proporción de especies endémicas es mucho más elevada que en el resto de la isla. En los roquedos y acantilados encontraremos la "palònia" (*Paeonia cambessedesii*), una preciosa planta con unas grandes flores moradas, o la "violeta de penyal" (*Hippocrepis balearica*) exclusiva de los acantilados con unas aromáticas flores amarillas. Mientras que en el litoral destacan el "eixorba-rates negre" o "coixinet de monja" (*Astragalus balearicus*) (figura 8.3), dos especies con forma de almohadilla espinosa perfectamente adaptadas a resistir el viento salino del litoral. También cerca del mar, escondida entre el lapiaz, vive una planta exclusiva de Cabrera, se trata de *Rubia*

caespitosa (figura 8.4), reconocible por su color grisáceo y por disponer las hojas en grupos de cuatro en cada nivel del tallo.

Algunas de las plantas más interesantes del Archipiélago de Cabrera viven en los islotes más pequeños y no se encuentran en la isla principal. Hay al menos dos especies que están recluidas en tres islotes minúsculos pero que viven también en otros pequeños islotes próximos a Ibiza, y una de ellas también en un islote de las islas Columbretes. Dos de estas plantas notables son *Medicago citrina* y *Beta maritima* subsp. *marcosii*. La distribución de estas dos plantas es extremadamente particular, se diría que son auténticos especialistas de las pequeñas islas. Pero probablemente esto no sea así, sino que viven en estos enclaves, tan alejados unos de otros, porque son plantas que fueron extinguidas del resto de islas por la actividad de herbívoros introducidos por el hombre (conejos, ratas, cabras, cerdos, etc.). Así, estas plantas únicamente pueden vivir en aquellas islas que por ser tan pequeñas ningún herbívoro ha podido establecerse en ellas. Se trata de un caso extremo del papel conservador que pueden tener las islas, muy similar al de la lagartija balear y al de algunas aves marinas, que se comentarán en los siguientes apartados.

Se han descrito situaciones parecidas para algunos invertebrados endémicos. Así, en el Archipiélago de Cabrera la fauna de tenebriónidos, que es un grupo de coleópteros incapaces de volar y de los que hay bastantes especies endémicas, en las pequeñas islas depende de la presencia o no de ratas. Las ratas alcanzan nadando islas que se encuentren a menos de 300 m de la costa, por lo que los islotes cercanos y grandes (donde el hombre las ha introducido) presentan una fauna de tenebriónidos endémicos mucho más pobre que los islotes que nunca fueron colonizados por las ratas (Pons y Palmer, 1999). Uno de estos coleópteros endémicos, *Dendarus depressus*, vive únicamente en el islote de l'Esponja, uno de los más pequeños e inaccesibles del archipiélago (Pons y Palmer, 1999). Es probable que sea un caso más del efecto conservador de las pequeñas islas.

8.1.3. CONSERVACIÓN DE ENDEMISMOS ANIMALES EN AMBIENTES MICROINSULARES, EL CASO DE LA LAGARTIJA BALEAR

Al igual que para las plantas, para los animales las islas constituyen excelentes refugios en los cuales se ha producido una diferenciación morfológica y genética que, a lo largo de miles de años, da como resultado la aparición de lo que denominamos como subespecies o razas.

Es el caso de la lagartija balear, *Podarcis lilfordi*, especie endémica de las gimnéticas o Baleares mayores, Mallorca y Menorca. La introducción de depredadores por parte de los seres humanos produjo la extinción de la lagartija balear en las islas principales de Mallorca y Menorca, sobreviviendo únicamente en los islotes costeros, incluyendo el Archipiélago de Cabrera. De hecho, es en Cabrera donde exhibe una mayor variedad de subespecies, con un total de diez razas geográficas descritas y actualmente aceptadas en diecinueve islas e islotes

Subespecie de lagartija	Islas e islotes donde está presente
<i>Podarcis lilfordi conejerae</i> (Muller, 1927)	Illa des Conills y na Redond
<i>Podarcis lilfordi esponjicola</i> (Salvador, 1979)	l'Esponja
<i>Podarcis lilfordi estelnicola</i> (Salvador, 1979)	Estell de Fora, Estell de dos Colls y Estell de s'Esclata-sang
<i>Podarcis lilfordi fahrae</i> (Müller, 1927)	na Foradada
<i>Podarcis lilfordi imperialensis</i>	l'Imperial
<i>Podarcis lilfordi kuligae</i> (Müller, 1927)	Cabrera Gran, Fonoll gros, Fonoll petit y ses Rates
<i>Podarcis lilfordi nigerrima</i> (Salvador, 1979)	Cabrera Gran, Fonoll gros, Fonoll petit y ses Rates
<i>Podarcis lilfordi planae</i> (Müller, 1927)	na Plana
<i>Podarcis lilfordi probae</i> (Salvador, 1979)	na Proba
<i>Podarcis lilfordi xapaticola</i> (Salvador 1979)	Xapat gros, Xapat petit y na Teula

Tabla 8.1. Relación de subespecies aceptadas del Archipiélago de Cabrera según Pérez Mellado (2008).

EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

Las lagartijas de Cabrera se separaron de las presentes actualmente en el oeste de Mallorca (Islas Malgrats, Dragonera y El Toro) hace algo menos de 2 millones de años. Pero en esta separación se incluyen, tanto las lagartijas baleares del Archipiélago de Cabrera, como las del sur de Mallorca y el islote de Es Colomer, al noroeste de Mallorca (Brown et al., 2008; Terrassa et al., 2009). Después, hace 1,2 millones de años, se separaron dos grandes grupos de linajes evolutivos al sur y norte de Cabrera. En el sur del archipiélago, las lagartijas de els Estells, Xapat y Esclata-sang se aislaron del resto hace más de 800.000 años, mientras que en el norte, la conexión genética entre las poblaciones del sur de Mallorca, es Colomer y Cabrera se mantuvo quizás hasta hace algo más de 400.000 años. De este modo, Cabrera pudo actuar como refugio de la lagartija balear durante los períodos geológicos más desfavorables en los cuales se produjeron extinciones en Mallorca y recolonizaciones posteriores a partir de Cabrera (Terrassa et al., 2009). El papel de

Cabrera ha sido, por lo tanto, clave en la supervivencia de la lagartija balear, no sólo en el archipiélago, sino para las poblaciones de Mallorca.

La totalidad de las subespecies de Cabrera fueron descritas en dos trabajos de Lorenz Müller (1927) y Alfredo Salvador (1979a). Las lagartijas presentes en cada islote se diferencian en ocasiones por la posesión de llamativos rasgos morfológicos, como la coloración dorsal parda y el diseño más o menos rayado que caracterizan, por ejemplo, a los individuos de la subespecie *Podarcis lilfordi kuligae* presente en Cabrera Gran (figura 8.5), así como en los islotes de Fonoll gros, Fonoll petit y ses Rates. Pero en muchos casos, las subespecies se separan por sutiles diferencias en el número y disposición de las escamas, el tamaño corporal o el grado de desarrollo de las extremidades. Estas diferencias pueden parecer arbitrarias, pero lo cierto es que frecuentemente responden a evidentes diferencias en el hábitat de

Figura 8.5.- La lagartija balear, *Podarcis lilfordi kuligae*, de Cabrera Gran. En la isla principal las lagartijas no son melánicas, como sí ocurre en numerosos islotes costeros del archipiélago. Sin embargo, la tendencia al melanismo es evidente en muchos individuos. Fotografía: Felip Gelabert.





Figura 8.6. Podarcis lilfordi fahrae, de la isla de na Foradada. Las lagartijas de los islotes pueden ser muy abundantes en algunos islotes, son poco esquivas y se acercan a los humanos buscando restos de comida. Fotografía: Juan Rita.

cada población. Asumiendo que las poblaciones de los islotes costeros tuvieron su origen en la que ocupaba la gran Cabrera, antes de la subida del nivel del mar que provocó el aislamiento de los islotes costeros, se han comparado las características actuales de las lagartijas de la isla de Cabrera con las de los islotes. Se observa entonces que en los islotes las lagartijas poseen, en general, mayores tamaños corporales, tienen colas y extremidades posteriores proporcionalmente más cortas y son más robustas; esto es, poseen, a igual tamaño corporal, pesos superiores (Salvador, 1979a, 1980). Además, entre las distintas poblaciones se observan otras diferencias en el número de escamas dorsales y las dimensiones relativas de la cabeza (figura 8.6).

Este conjunto de rasgos ha evolucionado en la lagartija balear de Cabrera en el transcurso de los miles de años que median entre la existencia de una única gran isla separada de Mallorca, la Gran Cabrera, y la situación actual, con una miríada de islotes costeros de extensión, orografía y cobertura vegetal sumamente variables. De ese modo, en un intervalo de tiempo evolutivamente reducido, las lagartijas divergieron para dar lugar a las poblaciones actuales y se adaptaron a las particulares condiciones ambientales de cada

islote. Algunos rasgos particulares como la longitud de las extremidades posteriores, parecen relacionados con la orografía de los islotes, de modo que en los más escarpados las lagartijas poseerían las patas posteriores más cortas. Pero lo cierto, es que estas hipótesis adaptativas sobre la morfología de las lagartijas baleares apenas se han sometido a estudios rigurosos. Se trata sin duda, de un amplio campo de investigación futura.

Lo mismo sucede respecto a las características demográficas y ecológicas de cada población. No existen dos poblaciones iguales. Por ejemplo, la densidad se sitúa en torno a los 500 individuos por hectárea en el caso de las islas de mayor extensión como Cabrera Gran y Illa des Conills, mientras que en los pequeños islotes las densidades son muy superiores, con varios miles de ejemplares por hectárea en islotes como s'Esclata-sang, Fonoll, na Foradada (figura 8.6), na Plana o ses Bledes. Otros islotes de pequeñas dimensiones poseen poblaciones extremadamente reducidas, como es el caso de Esponja (Pérez-Mellado et al., 2008). Son muchos los factores que pueden influir en estas densidades, pero la mayoría se han revelado inútiles para explicarlas. Por ejemplo, la denominada capacidad biótica del islote, medida como índice que relaciona

EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

su superficie con su altura, no se halla relacionada con la densidad de lagartijas. Además, factores como la presencia de gaviotas reproductoras o de ratas negras no parecen tener una influencia significativa en la densidad de la lagartija balear (Pérez-Mellado et al., 2008). Sí es notable observar que las densidades de algunas poblaciones parecen muy estables, como es el caso de na Foradada, donde la densidad de más de 2.000 individuos por hectárea parece mantenerse a lo largo de los años (Salvador, 1993; Sáez, 1994; Pérez-Mellado et al., 2008).

Tabla 8.2.- Relación de aves marinas nidificantes en el Archipiélago de Cabrera y su estado de conservación según McMinn (2010).

Especie	Estado de la población
<i>Calonectris diomedea diomedea</i> Pardela Cenicineta "Virot Gros"	La mayor parte de la población española se concentra en las Illes Balears y en las Islas Chafarina. En las Islas Balears se estima en 11.000 parejas (Aguilar, 1992). La población del Archipiélago de Cabrera se ha estimado en aproximadamente 900 parejas.
<i>Puffinus mauretanicus</i> Pardela Balear "Virot Petit"	La población conocida es aproximadamente 4.000 parejas reproductoras y el territorio de nidificación está restringido exclusivamente a las Islas Balears. En el Archipiélago de Cabrera nidifican unas 300 parejas (Arcos, 2011).
<i>Hydrobates pelagicus melitensis</i> Paiño Europeo "Noneta"	La población española está estimada entre 5.000 y 10.000 parejas reproductoras (Minguez, 2005). La estimación más reciente que se tiene de la población de Cabrera es de más de 300 parejas reproductoras (Adrover, et al. 2010).
<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i> Cormorán Moñudo "Corb man"	La población del Cormorán Moñudo del Mediterráneo español (Balears, Catalunya, Columbretes, Murcia y Andalucía) está estimada en 139 parejas (Adrover, et al. 2010), encontrándose el grueso de la población en las Islas Balears. En el año 2007 se detectaron 157 nidos en Cabrera (Adrover et al. 2010).
<i>Larus audouinii</i> Gaviota de Audouin "Gavina Roja"	La población mundial está estimada en más de 18.000 parejas y más del 90% de dicha población se encuentra en territorio español (Muntaner, 2003). En las Balears nidifican aproximadamente 1.400 parejas (Muntaner, 2003). En el Archipiélago de Cabrera la gaviota de Audouin ha nidificado en na Plana, Conills y Fonoll (Oro y Muntaner, 2000).
<i>Larus michahellis michahellis</i> <i>Gaviota Patiamarilla</i> "Gavina"	Unas 150.000 parejas en el Mediterráneo y Atlántico (Bermejo y Mouriño, 2003). En expansión en toda su área de distribución. Pero en las Balears la población ha disminuido debido al cierre de los vertederos de RSU. La última estimación de la población nidificante de Cabrera es de 3.298 parejas en el año 2007 (Adrover, et al. 2010).

El resto de rasgos ecológicos de las poblaciones presentes en el archipiélago varía de modo extraordinariamente notable, en función precisamente de la variación en la disponibilidad de recursos tróficos, así como de la variación en la presencia de depredadores. De este modo, no hay dos dietas iguales en los islotes. Todos ellos comparten el carácter omnívoro de la lagartija balear, con la inclusión en la dieta, además de los habituales artrópodos terrestres, de subsidios de origen marino y de una gran variedad de elementos vegetales, desde hojas carnosas de alto contenido hídrico, hasta frutos, flores, néctar y polen. Tampoco es desdeñable en muchas poblaciones el uso de recursos más esporádicos como los propios huevos y juveniles conoespecíficos, la carroña de otros vertebrados presentes en los islotes e incluso los restos de la actividad cazadora de depredadores, como los halcones de Eleonor (Salvador, 1979b).

Este conjunto de rasgos morfológicos, ecológicos y demográficos, en conjunción con la compleja historia de colonización de cada una de las poblaciones, hace de las mismas enclaves únicos, unidades evolutivas de extraordinario interés. Cada uno de los islotes nos habla de una historia evolutiva peculiar, de modo que su conservación no puede basarse en criterios generales aplicables a otras especies. No se trata aquí de conservar a la especie *Podarcis lilfordi*, sino de preservar cada uno de los experimentos evolutivos que cada población aislada supone. Somos testigos de un fenómeno microevolutivo único e irreplicable, que debemos mantener a ultranza para entender en profundidad los mecanismos de especiación y adaptación a los medios insulares (Pérez-Mellado, 2008).

8.1.4. ISLAS E ISLOTES, LUGARES PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES MARINAS

Las aves marinas son las especies más conspicuas y fáciles de observar en el Parque Nacional del Archipiélago de Cabrera. Son curiosas, vistosas y se pueden ver durante el día si cruzamos el estrecho entre Mallorca y Cabrera. Cualquier visitante del

Parque Nacional se habrá encontrado a lo largo del trayecto en barco alguna de las especies de aves marinas que nidifican en dicho archipiélago (tabla 8.2). Las gaviotas son las especies más fácilmente identificables por la mayoría de los visitantes; otras especies como las pardelas también son fáciles de ver, pero son menos conocidas y suelen ser confundidas, debido a su plumaje oscuro, con gaviotas juveniles. En el Archipiélago de Cabrera nidifican seis de las especies de aves marinas características de las Baleares: la Pardela balear ("virot petit", *Puffinus mauretanicus*) (figura 8.7), la Pardela cenicienta ("virot gros", *Calonectris diomedea diomedea*) (figura 8.8), el Paíño europeo ("noneta", *Hydrobates pelagicus melitensis*), el Cormorán moñudo ("corb marí", *Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), la Gaviota patiamarilla ("gavina" *Larus michahellis michahellis*) y la Gaviota de audouin ("gavina roja" *Larus audouinii*). No nidifica en Cabrera la Pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*), aunque sí lo hace en Menorca y es posible verla en las aguas de Cabrera.

Las aves marinas, pese a su enorme capacidad de desplazamiento, también están estrechamente ligadas a las islas, y en especial, a las pequeñas islas. Esta asociación aves/islas tiene, igual que en el caso de las plantas y las lagartijas, dos componentes fundamentales: los endemismos y el efecto refugio sobre las poblaciones de estas aves. En los siguientes párrafos trataremos ambos aspectos.

En el Mediterráneo no abundan las grandes concentraciones de aves marinas como las que se pueden observar en el Atlántico Norte, sin embargo, uno de los rasgos más singulares de la avifauna marina del Mare Nostrum es su carácter endémico. El Cormorán moñudo del Mediterráneo es muy diferente del Cormorán moñudo del Atlántico. La Gaviota de audouin es exclusiva del Mediterráneo y, hasta hace pocos años, solo criaba en pequeños islotes. La Pardela cenicienta del mediterráneo es una subespecie diferente de la que nidifica en Macaronesia, pudiendo separarse tanto por el canto como por la biometría y extensión de blanco en la zona ventral de las primarias. La Pardela balear es una especie que nidifica exclusivamente en las islas Baleares, por



lo que de alguna manera es endémica de nuestro archipiélago, pese a que puede volar miles de kilómetros en algún momento del año buscando recursos alimenticios. De hecho, la mayoría de las aves marinas que nidifican en el Mediterráneo realizan migraciones a regiones Atlánticas más productivas cuando finaliza la temporada de reproducción. Estas migraciones no tienen nada que ver con las migraciones primaverales y otoñales de las aves terrestres. Se tratan de migraciones relacionadas con la disponibilidad de alimento y que se producen en momentos diferentes del año dependiendo de la ecología trófica de las especies implicadas. Las dos especies de pardelas que nidifican en Cabrera se desplazan hacia el Atlántico tras finalizar la reproducción. La Pardela balear es una especie que nidifica en invierno y se desplaza al Atlántico Nororiental durante los meses de verano, mientras que la Pardela cenicienta nidifica en verano y realiza una larga migración al Atlántico sur durante nuestro invierno.

Figura 8.7.- La Pardela balear ("virot petit", *Puffinus mauretanicus*) una especie amenazada que nidifica en el Archipiélago de Cabrera. Fotografía: Miguel McMinn.



Figura 8.8.- La pardela cenicienta ("virot gros", *Calonectris diomedea diomedea*), un ave frecuente en el mar de Cabrera que nidifica en sus islotes. Fotografía: Miguel McMin.

El Archipiélago de Cabrera es un lugar estratégico para la conservación de las aves marinas de las Baleares. En Cabrera nidifican 4 especies de aves marinas estrictamente protegidas a nivel europeo por la Directiva Aves. Por este motivo, tanto las islas como el mar que rodea el Archipiélago de Cabrera, han sido declarados espacios protegidos a nivel europeo (ZEPA) y están incluidos en la Red Natura 2000.

Como se ha comentado anteriormente, en el Parque Nacional nidifica la Pardela balear, una de las especies más amenazadas de Europa, incluida en la categoría en "peligro crítico de extinción" de la UICN. A igual que otras aves marinas, la Pardela balear está amenazada en el mar debido a la mortalidad accidental en artes de pesca, palangres y redes fijas (Arcos, 2011). La mortalidad en artes de pesca es en este momento la principal amenaza de esta especie, y también de prácticamente todas las aves marinas del planeta.

Por otro lado, la introducción de depredadores en las islas donde nidifican las aves marinas es otra seria amenaza que afecta a las aves marinas de todo el Planeta (Moors y Atkinson, 1984; Hilton y Cuthbert, 2010), incluidas las del Parque Nacional de Cabrera. La actual distribución de las colonias de nidificación en el Archipiélago de Cabrera está condicionada por la presencia de estos depredadores introducidos. Así, en Cabrera Gran, donde hay carnívoros introducidos (gatos y ginetas) no nidifican las aves marinas, o lo hacen en lugares seguros e inaccesibles. En las islas con presencia de ratas, o en las que ha habido ratas, la productividad de la nidificación de estas aves se ha reducido e incluso en algunos años no ha llegado a volar ningún pollo (Amengual y Aguilar, 1998). El Paíño europeo es muy sensible a la presencia de rata negra, por este motivo no nidifica en islas donde esté presente esta especie, e incluso tras la erradicación de las ratas en los islotes no se ha detectado que vuelvan a nidificar en ellos. A finales de los 90 se empezó a



controlar la presencia de rata negra en todas las islas, culminando en el 2008 con la erradicación de las ratas en todos los islotes del Archipiélago, con la única excepción de Cabrera Gran (McMinn y Rodríguez, 2010). Las islas más cercanas a Cabrera, como s'Estell Xapat y ses Rates, han sufrido reinvasiones en los últimos años, pero las islas más alejadas como Conills y na Redona, parecen estar aún libres. Afortunadamente, en la Illa des Conills la Pardela balear, la Pardela cenicienta y el Cormorán moñudo, están estableciéndose en nuevos núcleos de nidificación. El proceso es muy lento pero esperanzador.

8.2. SUBSTRATO Y RELIEVE, FACTORES QUE CONDICIONAN LA BIODIVERSIDAD

8.2.1 SUBSTRATOS CARBONATADOS DUROS Y BLANDOS Y DISTRIBUCIÓN DE LA FLORA ENDÉMICA

La composición litológica de las islas es un filtro importante que discrimina las plantas que pueden encontrarse en ellas, en unos casos por su naturaleza química, y en otros por aspectos físicos y mecánicos. Veamos algunos de ellos.

Figura 8.9.- Las calizas duras forman los grandes promontorios y acantilados. Sus fisuras y grietas son el hábitat ocupado por muchas plantas endémicas de islas. Fotografía: Felip Gelabert.





EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

Los sustratos del Archipiélago de Cabrera son, en su totalidad, de naturaleza carbonatada (salvo un pequeño yacimiento de yeso que no es significativo para la flora de la isla), por lo que únicamente las plantas con afinidad por los sustratos básicos y por presencia de carbonatos los han podido colonizar. Las especies que son calcífugas (que no soportan los sustratos carbonatados) y acidófilas (que precisan de suelos ácidos) están completamente ausentes (Bibiloni et al., 1993).

Por otra parte, la mayoría de los sustratos son muy porosos y permeables, lo que facilita que el agua de lluvia se filtre con rapidez hacia el interior del subsuelo. No es de extrañar que en Cabrera, por su composición litológica, no haya ni charcas, ni marismas, ni cualquier otro tipo de zonas húmedas (salvo una fuente y unas pocas cubetas litorales donde se retiene algo de agua). Por esta razón, la flora propia de estos ambientes es prácticamente inexistente. Se trata de uno de esos filtros, tan característicos de los ambientes insulares, de los que se hablaba en un apartado anterior, que condicionan no solo el número de especies que viven en las islas, sino también el tipo de las mismas.

La dureza y estructura de las rocas condiciona el relieve de la isla, pero también es un factor crucial

para comprender la distribución de muchas especies de plantas.

Las dolomías y calizas duras del Lías (Jurásico superior) son las que forman los principales cabos, acantilados y roquedos de la isla por su resistencia a la erosión (Rodríguez-Perea y Servera, 1993). Este tipo de rocas, que han sido modeladas por fenómenos kársticos, presentan numerosas fisuras y grietas por las que circula agua, que a su vez arrastra materiales no solubles como las arcillas. Estas arcillas acaban depositadas en estas oquedades, formando bolsones de materiales terrosos que pueden ser aprovechados por las plantas. Estas fisuras son fácilmente colonizadas por plantas, muchas de ellas endémicas y/o especialistas de este tipo de hábitats.

Muchas de las plantas que viven en paredes y roquedos tienen forma almohadillada pero sin espinas, y suelen tener flores grandes y vistosas, como en el caso de la "violeta de penyal" (*Hippocrepis balearica*) o la "herba penyalera" (*Scabiosa cretica*) (figura 8.9). También son importantes otras plantas más discretas, de menores dimensiones y de porte herbáceo como *Sibthorpia africana*, *Carex rorulenta*, *Cymbalaria aequitriloba*, *Allium antoni-bolosii*, etc., plantas extraordinarias pese a su tamaño, todas ellas endémicas de Baleares (figura 8.10). A su vez, al pie de estos peñascos formados por materiales duros, dado que rara vez provocan desprendimientos ni tampoco caídas continuas de piedras, pueden encontrarse algunas interesantes y muy bellas plantas endémicas como "palònia" (*Paeonia cambessedesii*) y "palònia blanca" (*Helleborus lividus*).

Así que, este tipo de rocas, dolomías y calizas jurásicas, que concentran gran parte de la flora endémica del archipiélago, son fundamentales para la conservación de la biodiversidad del Parque Nacional.

Otros materiales frecuentes en Cabrera son las margas y calizas margosas del Cretácico y Eoceno. Son rocas igualmente carbonatadas pero mucho más blandas que las anteriores y se erosionan con

Figura 8.10.- Materiales blandos y exposición al viento son factores que afectan sensiblemente a la vegetación. En la fotografía arbustos de *Pistacia lentiscus* modelados por el viento. Fotografía: Juan Rita.



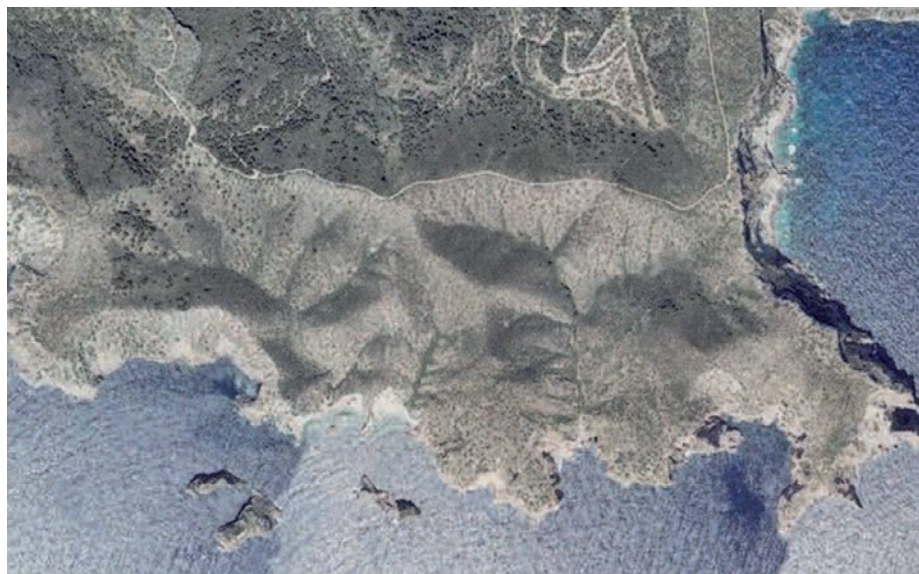


facilidad (Rodríguez-Perea y Servera, 1993). Se trata de rocas en las que no suelen formarse grietas ni oquedades lo suficientemente estables para una colonización duradera de las plantas, y donde los movimientos y caídas de materiales dificultan sensiblemente la colonización vegetal. Así que estos materiales, pese a que también pueden formar potentes acantilados y paredes rocosas, no suelen ser un hábitat muy adecuado para la mayoría de las plantas fisurícolas citadas más arriba. Sin embargo, estos mismos sustratos, cuando afloran en zonas litorales o en enclaves muy ventosos, son colonizados por algunas plantas endémicas adaptadas al litoral y al viento como *Astragalus balearicus* y *Dorycnium fulgurans*, que aprovechan perfectamente estos espacios, hostiles para el resto de las plantas (figura 8.10).

Estas diferencias entre sustratos duros y blandos también condiciona a grosso modo la estructura general de la vegetación de Cabrera Gran. Los bosques de pinos (*Pinus halepensis*) suelen desarrollarse mejor sobre las margas y margocalizas blandas, mientras que las comunidades con sabinas ("savina", *Juniperus turbinata*), acebuches ("ullastre", *Olea europaea*), enebros ("ginebró", *Juniperus oxycedrus*), y lechetreznas ("Lleterassa", *Euphorbia dendroides*) tienden a ser más abundantes sobre las calizas y dolomías duras (Rita y Bibiloni, 1993; Bibiloni y Rita, 2000). Por otro lado, el hombre ha buscado para sus usos agrícolas los lugares que le eran más productivos o simplemente más fáciles de trabajar. Así, los sustratos blandos del Cretácico y los fondos de valles rellenos con materiales cuaternarios han sido los más utilizados para estos usos (Rita y Bibiloni, 1993).

8.2.2. LA ORIENTACIÓN DE LAS VERTIENTES, UN FACTOR IMPORTANTE PARA EL RECUBRIMIENTO VEGETAL

La naturaleza físico-química de las rocas no es el único factor relacionado con el sustrato que tiene una influencia notable sobre la flora y vegetación. Algunos elementos geomorfológicos pueden ser igualmente importantes para las plantas. Entre



ellos destacan la forma y orientación de las pendientes, y los talwegs o vaguadas.

El clima de Cabrera tiene las características típicas mediterráneas: escasez y gran variabilidad de las precipitaciones, junto con la coincidencia de periodos secos y cálidos. Durante cuatro o cinco meses del año hay un déficit hídrico para las plantas. Nuestras plantas están muy bien adaptadas a este clima, pero pequeñas diferencias en los aportes hídricos o en la radiación que reciben, pueden significar mayores tasas de crecimiento anual, o que alguna especie alcance o no las condiciones mínimas que le permitan subsistir. Las orientaciones de las pendientes y su posición en un sistema de laderas y valles pueden modificar sensiblemente la cantidad de agua a disposición de las plantas o la que van a perder por la transpiración, es decir, el balance entre aportes y pérdidas. Así, las laderas con orientación sur reciben mucha más radiación solar que las que están orientadas al norte. Y los fondos de valles o talwegs reciben más agua por escorrentía que las partes altas de las laderas. En consecuencia, la forma y orientación del relieve tiene un efecto directo sobre la economía hídrica de las plantas.

En el caso de Cabrera, este papel que juegan las orientaciones de laderas es muy notable y se reconoce perfectamente en las fotografías aéreas de la parte

Figura 8.11.- Imagen aérea de la costa sur de Cabrera Gran. Las laderas orientadas al Norte presentan una mayor densidad de vegetación, al igual que en las vaguadas. Fotografía: Iberpix, Instituto Geográfico Nacional.





EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

*Figura 8.12.- Ladera con orientación sur y sustratos blandos; la vegetación es baja y abierta, el suelo descubierto se erosiona con facilidad, incrementando las dificultades para la colonización vegetal.
Fotografía: Juan Rita.*



sur de Cabrera Gran. La zona que comprende entre Punta de n'Enciola y l'Imperial está estructurada por una red de drenaje que ha ido erosionando y modelando el sustrato, formando un rosario de vaguadas que acaban desembocando en el mar. Esta red de desagüe, que se ha ido excavando en los materiales calcáreos, ha dado origen a laderas con pendientes pronunciadas y con distinta orientación. En las fotografías aéreas se puede observar perfectamente la diferente densidad de la vegetación entre las laderas orientadas al sur y sureste, en las que se reconoce una proporción significativa de suelo desnudo; y las orientadas al norte y noreste, donde la densa vegetación recubre completamente el sustrato (Rodríguez-Perea y Servera, 1993). Poniendo de manifiesto que, en climas donde el agua es un factor limitante, basta un pequeño cambio en la economía hídrica de la plantas para que haya una respuesta notable en la estructura de la vegetación (figura 8.11).

Sobre el terreno, estas diferencias son igualmente evidentes, y además se puede observar que el efecto de las laderas también afecta a la altura media de las plantas y a la propia composición florística de las comunidades (figura 8.12). En las laderas secas abundan plantas como el romero ("romaní", *Rosmarinus officinalis*), la "botja" (*Globularia alypum*) o la "herba de Sant Ponç" (*Teucrium capitatum*), que resisten bien los ambientes secos. Mientras que en las laderas más húmedas dominan, hasta cubrir completamente el sustrato, los arbustos esclerófilos como el lentisco ("mata", *Pistacia lentiscus*) y el acebuche ("ullastre", *Olea europaea*), que tienen un carácter algo más exigente.

La diferente densidad de la vegetación parece haber tenido un interesante efecto multiplicador. Las laderas más cálidas y con una vegetación menos densa están cruzadas por un retículo de senderos, probablemente originadas por el rebaño de ovejas que había en la isla. Todo parece indicar que el pisoteo y ramoneo de estos animales se concentró particularmente sobre estas laderas más abiertas y más sencillas de transitar, incrementando la presión sobre las plantas y abriendo aún más la estructura del matorral. Además los movimientos de los animales y la propia estructura abierta de la vegetación, favoreció

procesos erosivos y el movimiento de materiales, que acabaron depositándose sobre los arbustos más grandes. Es por tanto un proceso que incrementó, más si cabe, los problemas de crecimiento de las plantas en estas laderas. Así que es muy probable que la actividad de estos animales exacerbara los efectos del déficit hídrico de estas laderas, reduciendo la capacidad de crecimiento y de recuperación de la vegetación a largo plazo.

Por último, en los fondos de las vaguadas se puede observar una mayor densidad y altura de la vegetación, en coherencia con la zona que recibe un mayor aporte de agua en el sustrato.

Para acabar este apartado citaremos un caso muy particular, relacionado con las laderas y *talwegs*, que se ha observado en la Isla de l'Imperial. En esta isla se levanta un gran acantilado orientado hacia la costa cercana de Cabrera Gran, mientras que por el lado opuesto desciende hacia el mar una vaguada delimitada por dos laderas con orientaciones opuestas. En este caso concreto, el efecto de las laderas no está relacionado con el microclima y con las ovejas, sino con la actividad de las gaviotas. Esta isla ha sido ocupada desde hace décadas por una importante colonia de gaviotas para criar. La concentración de estas aves en un espacio reducido supone un aporte con-

Figura 8.13.- En la isla de l'Imperial la presencia de gaviotas, que suponen un gran aporte de guano, y la disposición de las laderas, facilita el desarrollo de una vegetación nitrófila en el talweg.





Figura 8.14.- *Pardela cenicienta* ("virot gros", *Calonectris diomedea*) en su nido en el interior de una oquedad.
Fotografía: Miguel McMinn.

tinuo de sus deyecciones. Este guano es lavado o arrastrado por el agua de escorrentía y tiende a evacuar y a concentrarse en el talweg del islote, de tal manera que esta zona presenta un suelo muy rico en nutrientes para las plantas; diríamos técnicamente que se han formado suelos eutróficos. Estos suelos, continuamente abonados de forma natural, son el hábitat idóneo para muchas especies herbáceas más propias de campos de cultivo, tierras abandonadas, zonas próximas a corrales y gallineros, es decir de lugares muy perturbados (*Lavatera arborea*, *Quenopodium murale*, *Erodium chium*, etc.). Sin embargo, estas plantas, conocidas como nitrófilas o ruderales, aquí se encuentran en un enclave muy perturbado, pero no a causa del hombre (al menos directamente), sino a la presencia de las aves. Es una perturbación natural que se producía antes de que el hombre habitara por nuestro Planeta (figura 8.13).

8.2.3. LOS SUSTRATOS Y LAS COLONIAS DE AVES MARINAS

Hemos visto en un apartado anterior que la ausencia de depredadores terrestres es la principal clave para entender la importancia de las islas como lugares para la nidificación de las pardelas, petreles, paños y en general, de todas las aves marinas. En las islas sin depredadores terrestres los únicos ene-

migos de las aves son otras aves: grandes gaviotas, págalos o aves rapaces. Algunas aves marinas han adoptado estrategias para luchar contra estos depredadores alados. La formación de densas colonias podría ser una de ellas aunque, probablemente, tuviese en origen otra función muy diferente. Otra protección eficaz contra un ave depredadora es el hábito nocturno. La mayoría de las pardelas entran y salen de su madriguera solamente durante la noche, e incluso evitan acercarse a tierra durante las noches con luna (Watanuki, 1986). Finalmente, otra defensa útil es no nidificar directamente sobre el suelo: es mucho más seguro que el huevo o pollo estén escondidos en una madriguera u otro lugar resguardado como una grieta o bajo la vegetación. En el Archipiélago de Cabrera, la Pardela cenicienta, la Pardela balear y el Paño europeo son nocturnos, y buscan protección para sus nidos escondiéndolos de depredadores alados. La Pardela cenicienta, más grande que la Pardela balear, nidifica bajo la vegetación o bajo un gran bloque o roca, y también en pequeñas cavidades u oquedades (figura 8.14). Construye un tosco nido con cualquier cosa disponible, la vegetación del alrededor, o incluso basura traída por el mar o las gaviotas. En los islotes de na Plana y na Pobra, el nido suele estar forrado por las blandas hojas de la *Lavatera arborea*. En los islotes del norte del Archipiélago de Cabrera donde hay materiales del cuaternario, los nidos suelen estar bajo grandes losas o bloques desprendidos. En algunas zonas donde en el pasado se realizaron maniobras militares con fuego real, se observa una gran densidad de nidos bajo los bloques de las rocas partidas y los restos oxidados de la metralla. En las zonas con una buena cobertura arbustiva, el nido de la Pardela cenicienta suele estar ubicado bajo un gran arbusto de *Olea europaea* o *Whitania frutescens*.

Una de las grandes bellezas del Archipiélago de Cabrera es su peculiar geomorfología que se debe a la naturaleza caliza de las rocas. Son numerosas las cavidades y cuevas que se pueden observar cuando se circunnavega toda la costa del Parque Nacional de Cabrera (Trias, 1993), muchas de las cuales ofrecen un lugar adecuado a resguardo

para la nidificación de pardelas y paños (figura 8.15). Otro de los rasgos de Cabrera es la gran proliferación de abrigos y pequeñas cavidades que se producen por el contacto entre un material blando, fácilmente erosionable, y otro más duro y resistente. En los islotes del norte, la alternancia de calcarenitas cuaternarias con limos blandos produce numerosas oquedades y abrigos poco profundos que son utilizados por la Pardela cenicienta para nidificar. En las grietas más estrechas y angostas, encontramos lugares de un tamaño más adecuado para el pequeño Paño europeo. La Pardela cenicienta y el Paño europeo buscan la protección de las cavidades, pero no suelen adentrarse mucho hacia el interior. Algunos nidos de estas dos especies están en completa oscuridad, pero la salida al exterior no suele estar demasiado lejos. En los islotes de es Estells también se produce una alternancia de los materiales duros y limos blandos, creando gran cantidad de pe-

queños recovecos y cavidades que ofrecen protección a las aves.

Las cuevas y cavidades kársticas del Archipiélago de Cabrera también ofrecen un hábitat ideal para la nidificación la Pardela balear, una de las especies menos conocidas del Parque Nacional. La Pardela balear, como sus parientes cercanos la pardela cenicienta y el paño Europeo, también es nocturna y no nidifica en el exterior sobre el suelo, sino en el interior de cavidades, galerías y cuevas, muchas veces en total oscuridad, incluso a varios centenares de metros de la entrada, siempre sobre una superficie blanda donde excava con las patas y el pico una depresión, para construir el nido. El fondo del nido es forrado con pequeñas piedras que protegen al huevo y pollo de la humedad. A veces, las aves forran el nido con restos óseos de otras pardelas o animales que encuentran en el interior de la cavidad. Nunca forra su nido con mate-



Figura 8.15.- Cova Virots o de Munn, en el islote de na Pobra. Este tipo de litoral con numerosas cavidades es ideal para la nidificación de muchas aves marinas. Fotografía: Miguel McMinn.



EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

rial vegetal, aunque puede intercalar entre las piedras algunos trozos pequeños de madera. Si hay suficiente material blando, puede llegar a excavar una madriguera, al final de la cual crea una cámara donde ubica el nido. La Pardela balear suele encontrar el mejor sustrato blando para excavar el sedimento arcilloso en el interior de una cavidad de origen kárstico. Todas las cavidades usadas por esta especie se caracterizan por tener un sustrato blando con una potencia suficiente para poder ser excavado con facilidad. En la mayoría de las cavidades, el sustrato blando es un sedimento arcilloso, aunque en algunas cuevas también puede ser arena procedente de una duna no consolidada. En la boca de sa Cova de sa Llumeta hay restos de una duna que cubre una pequeña sala situada cerca de la entrada. Las pardelas han excavado en la arena varias madrigueras de hasta un 1,5 m de profundidad. En sa Cova des Frare y en varios abrigos situados en la cara norte de na Picamosques, también pueden encontrarse restos de dunas en el interior de cavidades con gran número de restos subfósiles de Pardela balear.

En Mallorca hay una gran cavidad denominada Cova de sa Cella, con unas 150-200 parejas de pardelas que nidifican en 4 zonas bien diferenciadas. En algunas zonas los nidos están muy cerca unos de otros, siendo la distancia mínima aproximadamente un metro. En el Archipiélago de Cabrera las grandes cavidades con varias decenas de parejas han desaparecido. Las pardelas ya no nidifican en la gran Cova des Frare, ni en la cueva de la Cuina del Bisbe, ni en la sucesión de abrigos ubicados en los acantilados de na Picamosques. Las cuevas ocupadas en la Illa des Conills -la mayoría cavidades pequeñas- albergan unas pocas parejas, no más de 10. Muchas de las cavidades están ubicadas a lo largo de la costa, en zonas de acantilados que no son accesibles por los depredadores. En el año 2000 se descubrió que la Pardela balear aún nidificaba en pequeñas cavidades ubicadas en los acantilados del Penyal Roig y na Picamosques. Las aves ocupaban pequeñas oquedades en la parte media del acantilado, que no eran accesibles a las ratas ni a los pequeños carnívoros. La

población que aún nidifica en los acantilados de Cabrera Gran se ha estimado en unas 50 parejas, aunque lo abrupto de estos lugares dificulta la determinación exacta del número de parejas.

8.3. ZONACIÓN SUPRALITORAL Y INFRALITORAL: GRADIENTES ASOCIADOS A LA GEOMORFOLOGÍA DE LA COSTA

8.3.1. LA ZONACIÓN DE LA VEGETACIÓN COSTERA, ESPACIOS ASOCIADOS AL VIENTO Y LA SAL

El litoral, especialmente en las proximidades de la línea de costa, es un lugar que puede ser muy complicado para la vida de las plantas. El frente marítimo, sin pantallas que frenen el viento, son duramente batidas los días de temporal. La fuerza del viento, raramente es capaz de romper una rama o arrancar las hojas de las plantas (salvo en eventos muy severos), pero tiene un potente efecto deshidratante que puede afectar seriamente a las plantas. El viento además, transporta infinidad de gotas de agua saturadas de sal marina que son depositadas sobre las hojas y las ramas. Tanto el sodio como el cloro, que son los principales componentes de la sal, son sustancias muy tóxicas para las plantas, y al ser absorbidos por las hojas provocan su muerte. Es muy común ver cómo, pocos días después de un fuerte temporal, las hojas más expuestas de los arbustos y árboles se vuelven marrones, acaban por marchitarse completamente y caen. El viento salino procedente del mar no rompe las plantas, sino que quema todas las hojas y ramas más expuestas y, tal como si fuera un escultor, las moldea dándoles unas formas aerodinámicas (si es que sobreviven).

Las plantas que viven más cerca de la costa están a merced de estos vendavales y de la sal que cae sobre ellas, pero además sus raíces están dentro de unos suelos que son también salinos. De hecho, solo las plantas mejor adaptadas a estas condiciones pueden colonizar la primera línea de costa.





Tanto la fuerza del viento como la deposición de sal se amortiguan rápidamente con la distancia a la costa, de tal manera que existe un gradiente ambiental muy acusado. La distribución de las plantas en la costa está condicionada por este gradiente, de forma que se forman cinturas de vegetación desde el mar hacia el interior, ordenadas según su resistencia a estas condiciones del litoral (Bibiloni y Rita, 2000).

Las rasas y plataformas de abrasión como las que hay en la costa norte de la península de Cap Ventós o en la Illa des Conills, son lugares magníficos para observar esta zonación de la vegetación. La estructura de estas rasas, subhorizontales y a poca altura sobre el nivel del mar, permite que el viento procedente del mar, y la sal que transporta, penetre profundamente tierra

a dentro (figura 8.16) . En estas rasas es donde se encuentran los mejores lugares para el desarrollo de las plantas del litoral, aquellas que están mejor adaptadas; entre ellas las comunidades con saladinas, como *Limonium caprariense*, y hinojo marino, "fonoll marí" (*Crithmum marinum*), que son las especies que mejor resisten el viento marino y los suelos salinos. Por detrás de éstas, suelen aparecer otras especies propias del litoral pero algo menos resistentes. Algunas de ellas son endémicas como las ya citadas "eixorba-rates negre" (*Astragalus balearicus*), "socarrell" (*Dorycnium fulgurans*) y "eixorba-rates blanc" (*Teucrium marum* subsp. *subspinosum*); las tres tienen una característica forma de almohadilla espinescente. Esta cintura de plantas redondeadas y espinosas, constituye una de los tipos de vegetación más originales de las Baleares. Está presente en

Figura 8.16.- El viento transporta la sal del mar que se deposita sobre las plantas y solo las especies más adaptadas pueden vivir en las zonas más próximas a la costa. Tierra adentro la influencia litoral se amortigua, este gradiente se manifiesta en la diferente colonización de las plantas según la distancia a la costa. Fotografía: Juan Rita.

EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

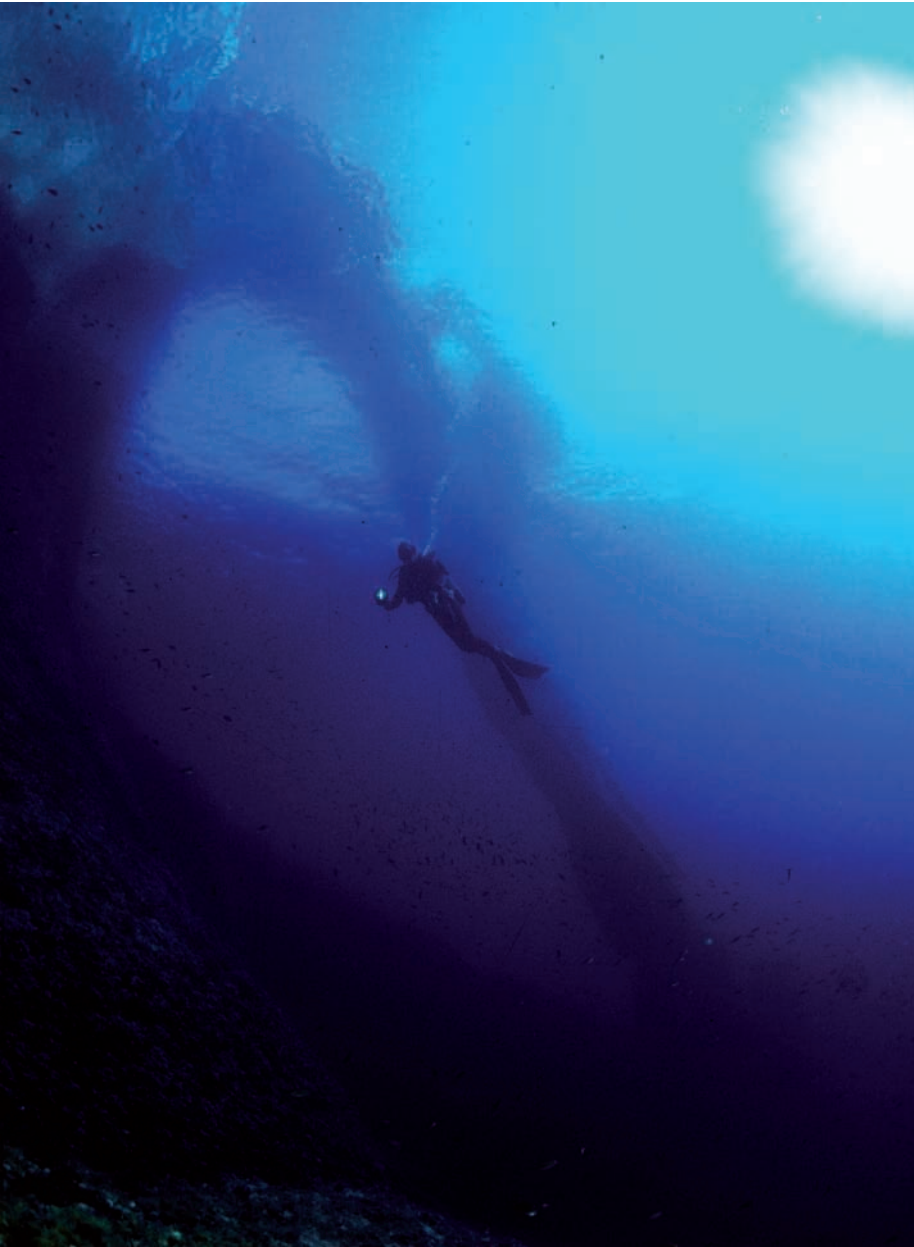


Figura 8.17.- El piso infralitoral es la zona que está permanentemente sumergida hasta una profundidad donde llega luz suficiente como para que puedan vivir plantas vasculares como *Posidonia oceanica*. Fotografía: Enrique Ballesteros.

todas las islas, particularmente bien desarrollada en las zonas más ventosas de la Serra de Tramuntana y en la costa norte de Menorca (está ausente en Pitiüses), y aparece más o menos bien constituida en gran parte del litoral de Cabrera Gran. Esta comunidad suele incorporar otras plantas endémicas de menor tamaño como la ya citada *Rubia caespitosa*, *Polycarpon colomense*, *Ononis crispa*, etc. Por su riqueza en endemismos y su originalidad, esta comunidad vegetal es, junto con las plantas de los peñascos, una de las principales joyas botánicas del Parque Nacional.

Por detrás de esta cintura de vegetación suele formarse un matorral, primero abierto y después cada vez más compacto, donde una raza particular de "aladern" (*Phillyrea media* subsp. *rodriguezii*) se hace dominante. Estos arbustos, que ya tienen una envergadura considerable, son pantallas que permiten a otras plantas menos adaptadas al litoral vivir a su resguardo, dando lugar a un matorral muy denso, aparentemente monoespecífico, pero que en realidad es una abigarrada combinación de diferentes especies que se dan protección unas a las otras. Finalmente, algo más al interior, donde la influencia litoral se ha amortiguado suficiente, se desarrolla el pinar junto con las especies propias de la vegetación de las zonas interiores, por lo que se trata más de una vegetación propia de espacios del interior que del litoral.

La dimensión de esta cintura con vegetación litoral depende de las características topográficas de la costa. En las rasas de abrasión adquiere su máximo desarrollo; pero otros lugares donde la topografía canaliza el viento multiplicando sus efectos, como por ejemplo en el istmo de n'Enciola, estas plantas también ocupan extensiones considerables. De la misma manera, en las inmediaciones de los "bufadors" o respiraderos, la vegetación litoral puede ocupar extensiones considerables. Los "bufadors" son respiraderos de cuevas que se encuentran justo en el nivel del mar. Los días de fuerte oleaje cuando las olas baten con fuerza las entradas de estas cuevas, la presión del aire de su interior se alivia a través de estos "bufadors". Regularmente y al compás de las olas, por estas aberturas surge una columna de spray de aire y gotas de agua cargadas de sal. Estas pequeñas gotas de salmuera acaban por depositarse sobre las plantas a varios metros alrededor del "bufador" creando un espacio de intensa influencia litoral. Aquí sólo las plantas más adaptadas como las "saladinas" del género *Limonium* pueden resistir. En algunos casos, el efecto sobre la vegetación es tan intenso que la existencia de estos "bufadors" puede detectarse mediante fotografía aérea. Uno de los más espectaculares se encuentra en la costa noreste de la Illa des Conills.

Pese a que la vegetación litoral se puede reconocer a lo largo de todo el perímetro costero, en las zonas

donde la fachada marítima está formada por acantilados, esta vegetación ocupa un espacio más reducido, al menos en su parte superior. Las especies estrictamente litorales, como *Limonium* spp y *Crithmum maritimum* quedan limitadas a las paredes rocosas (que de hecho pueden ser enormes y representan mucho metros cuadrados en vertical) pero desaparecen a pocos metros de la parte superior del acantilado donde ya no alcanza el espray marino.

En estos ambientes litorales no solo hay plantas, también viven otros tipos de organismos como líquenes, algunas algas, cianobacterias y bacterias. Es muy frecuente ver una pátina negra sobre las rocas en su parte emergida pero batida por las olas. Es fácil pensar que este color oscuro se debe a que la roca está húmeda, sin embargo es el indicio infundible de la presencia de líquenes del género *Verrucaria* adaptados a estos ambientes. Por otro lado, en el interior de las oquedades de los acantilados, en lugares poco iluminados por el sol, con frecuencia también se ven grandes manchas oscuras, casi ne-

gras, como si la roca se hubiera tizado por el humo de una fogata. Pero no es el humo el que dio ese color, pese a topónimos tan sugerentes como sa Cuina del Bisbe, sino una pátina de algas, bacterias y cianobacterias que tiñen la superficie de la roca.

8.3.2. LA ZONACIÓN INFRALITORAL, ESPACIOS ASOCIADOS A LA LUZ

Las costas de Cabrera y los islotes adyacentes son típicamente rocosas. Las playas son escasas y pequeñas, salvo la de es Burri, algo más extensa. Sin embargo, los fondos arenosos son abundantes en Cabrera pues la zona rocosa, tan presente en el litoral, a menudo se convierte en arenosa a partir de una cierta profundidad. De hecho la mayoría de los fondos de Cabrera son sedimentarios a partir de los 60 m de profundidad.

Los primeros organismos marinos aparecen en la costa, relativamente alejados del mar, en el denomi-



Figura 8.18.- Las praderas de *Posidonia oceanica* son ecosistemas de extraordinario valor que en el Archipiélago de Cabrera están muy bien conservadas. Fotografía: Enrique Ballesteros.

EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR



Figura 8.19.- Las paredes rocosas de los acantilados se adentran en las profundidades del mar y son colonizadas por una gran cantidad de algas y animales bentónicos. Fotografía: Enrique Ballesteros.

nado piso supralitoral. Esta piso recibe solamente las salpicaduras del mar cuando este está muy agitado. Sin embargo, encontramos organismos típicamente marinos como los bigaros enanos (*Melarhappe neritoides*) o la bellota de mar *Euraphia depressa*. En los lugares expuestos al oleaje este piso puede alcanzar alturas considerables, de hasta casi 10 m s.n.m. Los organismos son pequeños y, de hecho, el paisaje lo determina la geología. Cuando nos acercamos al nivel del mar observamos la proliferación de bellotas de mar del género *Chthamalus*, la lapa cónica (*Patella rustica*) y algunas algas tanto filamentosas como *Polysiphonia sertularioides* o incrustantes como *Ralfsia verrucosa*. Estamos en el piso mediolitoral; sus habitantes necesitan salpicaduras frecuentes para subsistir pero no toleran la inmersión continuada. El paisaje es todavía geológico pero al acercarnos al nivel del mar sufre un brusco cambio. Aparecen multitud de algas, ahora ya de múltiples morfologías, que recubren totalmente la roca; los hábitats –pese a estar determinados por las características ambientales– quedan definidos ahora por los organismos que en ellos habitan.

La naturaleza caliza de los acantilados de Cabrera propician que el sustrato esté más erosionado a un metro por encima del nivel del mar, dando lugar a la aparición de una morfología costera cóncava característica, "les tenasses". Ello dificulta muchísimo el desembarque o, sencillamente, el poderse encaramar al acantilado desde el mar, pero a la vez determina la situación de muchos organismos a lo largo del piso mediolitoral. La "tenassa" desaparece a nivel del agua, es decir a partir del inicio del piso infralitoral que engloba toda aquella zona regularmente cubierta por el agua hasta una profundidad compatible con la vida de la fanerógama marina *Posidonia oceanica*, que en Cabrera es de unos 35 m de profundidad (figura 8.17).

El piso infralitoral es muy rico y diverso en hábitats y especies. La distribución de ambos está regida por los factores ambientales, tanto abióticos (geomorfología, hidrodinamismo, orientación, luz, tipo de sustrato) como bióticos (interacciones entre organismos como la depredación o las relaciones de competencia por el espacio). Los alqueros o



TEJIENDO NATURALEZA: EL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA, LUGAR DE ENCUENTRO Y ARMONÍA ENTRE GEA, LA FAUNA Y LA FLORA 8

praderas de *Posidonia oceanica*, por ejemplo, prefieren sustrato rocoso o arenoso de lugares algo resguardados como son el puerto de Cabrera, Cala Santa Maria, Cala Galiota o l'Olla (figura 8.18).

En cambio, los grandes acantilados rocosos son más propios de las zonas expuestas de todas las islas. Merecen destacarse los hábitats constituidos por las especies del género *Cystoseira*, principalmente *Cystoseira amentacea* v. *stricta* en las zonas más superficiales y *Cystoseira balearica* entre 5 y 20 m de profundidad (figura 8.19). El archipiélago es también rico en comunidades marinas cavernícolas, bien presentes en las numerosas cuevas submarinas, entre las que cabe citar sa Cova Blava, las cuevas de n'Enciola,

sa Cova des Calamars o la interesantísima Cova de s'Esclata-sang donde uno puede trasladarse a las oscuridades de los fondos marinos más profundos simplemente con unas gafas de buceo y un tubo (figura 8.20). La complicada morfología del archipiélago es propensa también a la creación de túneles submarinos de gran belleza y diversidad. Merece destacarse por su longitud y espectacularidad el túnel de la Imperial, aunque también son dignos de mención los túneles del Illot de na Foradada, el de s'Estell de s'Esclata-sang, los de s'Estell des Coll o los más discretos de la Illa de ses Rates, con su maravilloso arco.

Por debajo del piso infralitoral aparece el piso circalitoral, lugar propicio para el crecimiento de inverte-

Figura 8.20.- Las cuevas sumergidas son frecuentes en la costa del Archipiélago; representan un hábitat colonizado por especies de algas y animales adaptados a unas condiciones de penumbra u oscuridad total. Fotografía: Enrique Ballesteros.





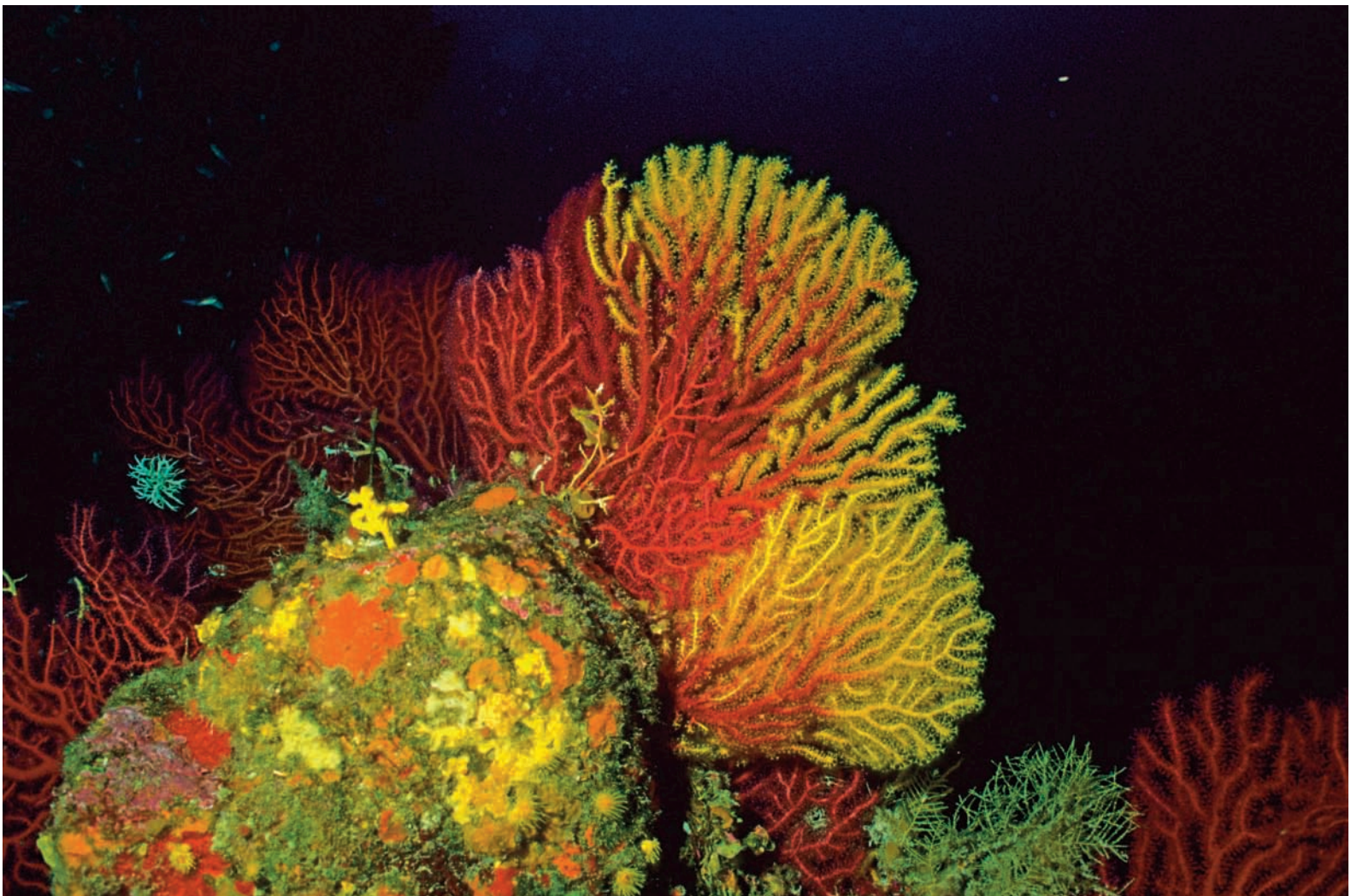
EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

brados y algas que requieren bajas intensidades de luz para crecer. El Archipiélago de Cabrera es uno de los mejores lugares del Mediterráneo español para observar los fondos rocosos circalitorales. En estos ambientes podemos observar la rara laminaria mediterránea o herbacol (*Laminaria rodriguezii*), las coloreadas gorgonias rojas (*Paramuricea clavata*) o el apreciado coral rojo (*Corallium rubrum*). En el Archipiélago de Cabrera se desarrolla también un tipo de fondo exclusivo del piso circalitoral, el denominado coralígeno, construido por la acumulación de talos de algas calizas que forman una estructura ligeramente parecida a la de un arrecife de coral. Observamos estas formaciones siempre por debajo de 40 m de profundidad, especialmente en la parte sur y oeste de Cabrera Gran (figura 8.21). Sin embargo, las comunidades

principales de los fondos del piso circalitoral son los denominados fondos detríticos. Estos fondos de arena y cascajo se denominan así porque albergan una notable cantidad de esqueletos calcáreos de organismos, muchos de ellos troceados, como algas calizas, moluscos, equinodermos, foraminíferos, briozoos y corales.

Los fondos marinos del archipiélago de Cabrera se encuentran en un estado de conservación notable aunque persisten determinados problemas. Probablemente, el principal impacto es el producido por las especies invasoras –algas principalmente– que afectan a fondos superficiales (*Lophocladia lallemandii*), medios (*Caulerpa cylindracea*) o profundos (*Womersleyella setacea*). En el puerto de Cabrera se desarrollan

Figura 8.21.- El piso circalitoral se encuentra por debajo de los 40 m de profundidad, donde la luz es tan tenue que solo pueden vivir animales bentónicos y algas muy adaptadas a estas bajas intensidades de luz. Fotografía: Enrique Ballesteros.





durante el verano masas de mucílago que recubren grandes extensiones en sus fondos marinos y que deslucen su belleza para los numerosos turistas que los visitan con gafas y tubo. Las elevadas temperaturas estivales que se suceden con inusitada frecuencia y atribuibles al cambio climático poseen un impacto negativo en diversas especies de invertebrados marinos, como las gorgonias y determinados corales y esponjas y posiblemente también, en la fanerógama marina *Posidonia oceanica*. Y finalmente, la pesca con red todavía permitida en gran parte del archipiélago no favorece en absoluto la conservación de grandes especies adheridas a los fondos rocosos, que son arrancadas al izar las redes o, peor todavía, quedan abandonadas en el fondo tras ser perdidas, causando daños continuados durante muchos años.

8.3.3. LAS CUBETAS O COCONS DE LAS ZONAS COSTERAS Y LOS EFECTOS DE LA BIOEROSIÓN LITORAL

Las formaciones rocosas que se despliegan junto a la orilla del mar presentan un especial atractivo y contribuyen de manera destacable al paisaje costero. El relieve que muestran las rocas del litoral no sólo incluye los acantilados y los arcos y cuevas marinas producidos por el impacto directo del oleaje, sino que se manifiesta también -de un modo muy particular en las costas en que predomina la roca caliza- mostrando un curioso micropaisaje de concavidades y salientes puntiagudos, que resulta incómodo para caminar y que da lugar a charcos temporales de agua de mar en los que la sal va cristalizando a medida que el agua se evapora ("sal de cocó", según la expresión popular).

Las zonas costeras, cuando están constituidas mayoritariamente por rocas calizas, como sucede en la mayor parte del Archipiélago de Cabrera, muestran una interesante combinación de interrelaciones en las que participan el sustrato geológico, los seres vivos (micro- y macroorganismos) y las condiciones físico-químicas ambientales. El principal resultado de tan complejas interacciones consiste en una topografía

muy accidentada e irregular, tanto a micro- como a mesoescala (entre medio milímetro y varios metros), que se conoce con el término genérico de lapiaz costero (Lundberg, 2009). Debido al predominio de la actividad biótica dentro del conjunto de procesos que caracterizan al lapiaz costero, a este tipo de morfologías que caracterizan a las costas calizas se les suele aplicar también el calificativo de bioerosión kárstica o biokarst (Viles, 1984), con la intención de diferenciarlo del lapiaz que debe su origen a la disolución físico-química y que caracteriza al karst propiamente dicho. En este sentido, en la alteración a pequeña escala de la roca emergida, especialmente en las zonas más próximas a la línea de costa, son muy importantes los films de cianobacterias. Mientras que algo más hacia el interior intervienen sobre todo líquenes y hongos epi y endolíticos. Sin embargo, estos últimos tanto pueden facilitar la meteorización de la roca como desarrollar una función protectora sobre la misma (Gómez-Pujol, 2006). A una escala algo mayor y especialmente en la zona intermareal, la roca carbonatada litoral también puede verse afectada por el predominio de la actividad erosiva producida por macroalgas, equínidos, moluscos, cirrípedos y otros organismos macroscópicos, además de los efectos de la erosión relacionada con factores físicos y químicos, como es el caso del impacto del oleaje y las salpicaduras o los procesos de disolución.

El lapiaz costero de Cabrera no ha sido estudiado hasta este momento, ya que la única publicación disponible consiste en un escueto comentario (Ginés, 1993) que forma parte de una revisión general de las formas exokársticas presentes en el Archipiélago de Cabrera. Sin embargo, durante los últimos quince años estas mismas formaciones de Mallorca y Menorca ha sido objeto de diversas investigaciones, iniciadas dentro del marco del proyecto ESPED (European Shore Platform Erosion Dynamics) y cuyos resultados son la base de publicaciones posteriores que ofrecen una visión general de de las mismas para el conjunto de las Islas Baleares (Gómez-Pujol y Fornós, 2009; Gómez-Pujol et al., 2011). Según los citados autores, la distribución espacial de formas y organismos que se observa en las costas de las Baleares contempla cinco zonas principales, que se suceden desde la orilla del mar hacia





EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA: UN PAISAJE ENTRE LA TIERRA Y EL MAR

tierra adentro: la primera incluye la plataforma litoral ("tenassa") afectada por la acción directa del oleaje, tapizada por algas verdes, cianobacterias y diversos organismos incrustantes, pero también perforada por una compleja variedad de minúsculas y pequeñas cavidades (muchas de ellas excavadas por el equínido *Paracentrotus lividus*); la segunda abarca desde la parte superior del escalón costero hasta allí donde llegan las salpicaduras con mayor fuerza, y destaca por la abundancia de pequeños pináculos, que muestran una superficie caótica, remarcada por perforaciones, alvéolos y hoyos, y poblada por moluscos como *Patella* sp. y *Monodonta turbinata* y cirrípedos como *Chthamalus* sp.; la tercera, que corresponde a la banda a la que sólo llegan finas salpicaduras, se caracteriza por un mayor espaciamiento de los pináculos y por el predominio de cubetas poco profundas, muchas de ellas conectadas entre sí, cuyos bordes y paredes aparecen sobreexcavados formando un típico perfil en voladizo; la cuarta, influida por la aportación directa de aerosoles procedentes del oleaje, abarca grupos de cubetas más aisladas, con paredes menos extraplomadas, pero con abundantes irregularidades y alvéolos en los que se observan numerosos individuos del pequeño caracol litoral *Melarhaphe neritoides*; y la quinta zona denota una influencia marina cada vez menor, al tiempo que el aspecto general y el microrelieve de las cubetas resultan menos ásperos y las superficies se suavizan y redondean a medida que van dando paso de manera gradual a otras formas de lapiaz no estrictamente relacionadas con la línea de costa.

Los agentes y procesos que intervienen, así como las formas resultantes del biokarst litoral, han sido objeto de varios excelentes trabajos de síntesis a lo largo de los últimos treinta años (Trudgill, 1985; Gómez-Pujol, 2006; Lundberg, 2009; Taborosi y Kázmér, 2013). Todos ellos, coinciden en que la mayor complejidad de las formas se concentra en torno a la zona intermareal y aparece estrechamente relacionada con la intensa actividad de seres vivos. Trudgill (1985) destaca, junto a la acción biológica - en sus diversas modalidades- y la disolución química del sustrato, el desigual papel que también desempeñan el impacto de las salpicaduras, la pulveriza-

ción de agua del mar, los ciclos alternantes de humectación y desecación, la meteorización causada por la sal y la actuación mecánica del oleaje, incluyendo la abrasión causada por la arena y los cantos rodados sobre la orilla rocosa. Además, la influencia de la litología -composición química y textura de la roca, principalmente- y el grado de exposición al efecto de las olas y a la incidencia del sol son factores que condicionan la tipología del lapiaz costero. Por otra parte, la intervención erosiva de los seres vivos se manifiesta principalmente como microperforaciones provocadas por cianobacterias y hongos endolíticos, huecos excavados directamente por erizos, lapas y caracoles marinos, así como por la acción mecánica de raspado producida por la rúdula de diversos gasterópodos sobre el film de microalgas que recubre las rocas.

La variedad de formas que incluye el lapiaz costero es notable, aunque probablemente son tres los rasgos morfológicos que a primera vista llaman más la atención: la extrema rugosidad y las diminutas asperezas que suelen mostrar las superficies rocosas; la presencia de pequeños pináculos puntiagudos, que contribuyen a aumentar, a escala decimétrica, las irregularidades del terreno; y la abundancia de una considerable gama de cuencos, pozas y cubetas en las que se almacena temporalmente el agua del mar (pequeñas depresiones rocosas que en las Baleares se denominan popularmente "cocons"; singular, "cocó") (figura 8.22). Estos "cocons" o cubetas destacan, en este entorno típicamente rocoso, por sus contornos característicos más o menos redondeados, por la elevada frecuencia con que aparecen en una amplia faja costera supramareal y por ocupar un importante porcentaje de superficie dentro del conjunto del lapiaz costero de Cabrera. Se trata de depresiones, excavadas en la roca, cuyo fondo puede ser cóncavo o aplanado y cuyas paredes pueden presentar una cierta continuidad, más o menos curvada o una acentuada ruptura de pendiente, que en muchos casos llega a formar un abrupto voladizo. Muchas cubetas aparecen aisladas, pero con frecuencia enlazan entre sí e incluso muestran canales que las interconectan.





Figura 8.22.- Los “cocons” son formaciones muy características del lapiaz costero que se originan en gran medida por la acción de cianobacterias.

La formación de estas cubetas tan características de nuestras costas carbonatadas está claramente bioinducida, de manera que los films de cianobacterias serían los principales agentes causantes de la destrucción de la roca ya sea de forma directa o indirecta. Efectivamente, la respiración nocturna de estos organismos, con la consiguiente emisión de CO₂, aumentan la agresividad del agua que llena estas cubetas aumentando su capacidad para disolver de los carbonatos de la roca. A este efecto indirecto, hay que añadir el propio ataque bioquímico de las cianobacterias sobre la roca (Gómez-Pujol, 2006). Por otra parte, la variedad de configuraciones que puede presentar el lapiaz costero está condicionada por los gradientes ambientales que controlan la presencia e intensidad de procesos que allí intervienen. Factores abióticos y bióticos, asociados con la mayor o menor proximidad de los efectos del mar e interrelacionados entre sí, potencian o inhiben determinados procesos; como es el caso de la actuación de moluscos, como por ejemplo *Patella rustica* y *Melarhaphé neritoides*, que raspan las pátinas algales (tanto epilíticas como endolíticas) de las rocas, la meteorización causada por las cristali-

zaciones de sal o la mezcla de agua del mar con agua procedente de la lluvia en las cubetas (o “cocons”) que se encuentran más alejadas de la orilla, por citar sólo unos pocos ejemplos.

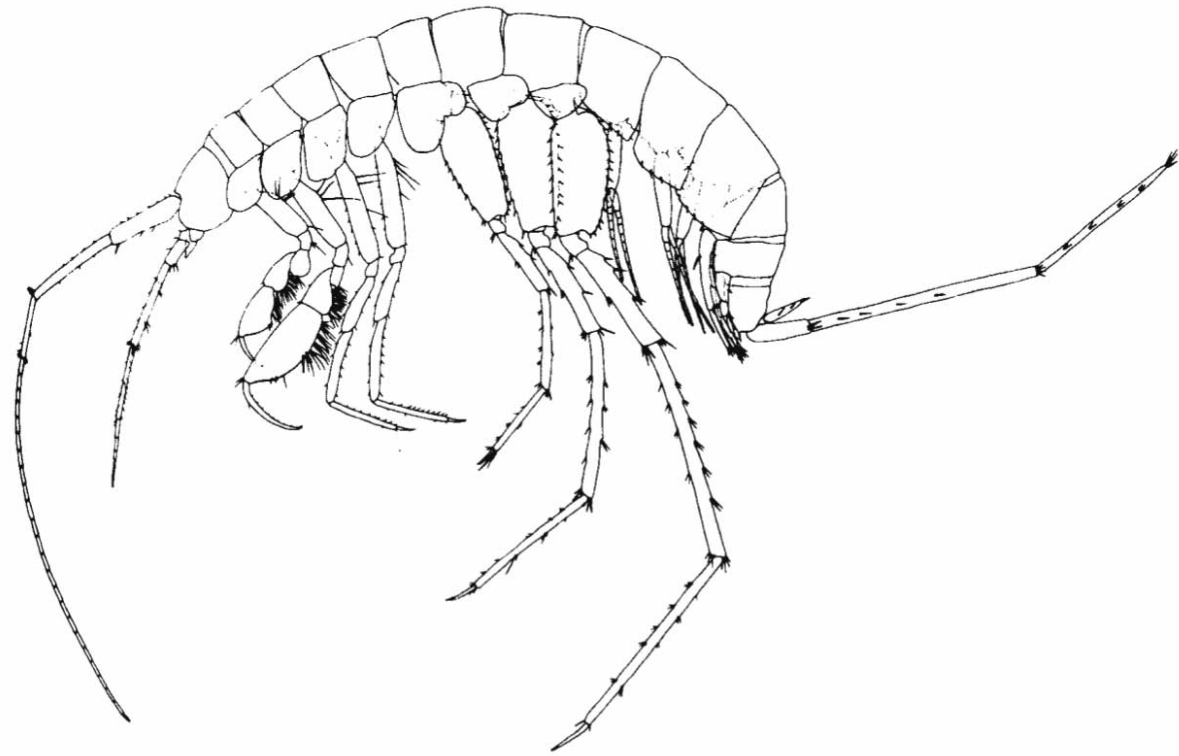
8.4. LAS CUEVAS, UN HÁBITAT EXCLUSIVO PARA MUCHOS ORGANISMOS

Las cuevas son ambientes muy hostiles para el desarrollo de la vida debido a la ausencia de luz. En oscuridad las plantas no pueden vivir, por lo que, al faltar los productores primarios, los ecosistemas de las cuevas están formados exclusivamente por animales, los cuales dependen de los aportes de materia orgánica que llega del exterior.

Las cuevas, además, son extraordinarios experimentos evolutivos. Esta fauna hipogea, que en su gran mayoría son invertebrados, se ha tenido que adaptar a la vida en las cavernas. Muchos de estos animales han desarrollado una serie adaptaciones relacionadas con la oscuridad y la escasez de nutrientes: ausencia de pigmentación, atrofia de los ojos, metabolismo lento, etc. A estos seres exclusivamente cavernícolas se les conoce como troglobios.



Figura 8.23.- *Psammogammarus burri*, un crustáceo endémico de la cueva de es Burri en Cabrera Gran, es un buen ejemplo de estigobio. Reproducido de Jaume y Gracia (2006).



Por otra parte, las cuevas también se pueden considerar como islas. Efectivamente, las especies que viven en ellas están confinadas a lugares que están rodeados por barreras geográficas y ecológicas que les impiden desplazarse con facilidad de unas cuevas a otras. Como vimos en otros apartados de este capítulo, las islas son lugares donde los seres vivos pueden evolucionar de manera diferente que en el continente, pero también son lugares que pueden actuar como protectores de especies que han desaparecido en otros lugares. Como en las islas, en las cuevas encontraremos animales que han divergido evolutivamente del resto de sus congéneres, formando nuevas especies muy localizadas (endémicas). Con frecuencia estas especies están emparentadas con estirpes antiguas no necesariamente hipogeas, que pueden haber desaparecido (Galán, 2010). En definitiva, son ambientes de un extraordinario valor en términos de biodiversidad.

Las cavernas de la islas Baleares, son en su inmensa mayoría de origen kárstico, producto de la disolución de las rocas carbonatadas. Cuevas y agua están íntimamente ligadas desde su origen. En estas cuevas puede haber ríos y lagos

subterráneos, con o sin cámaras de aire, generando hábitats acuáticos en ambientes de oscuridad. En las zonas litorales, como es el caso del Archipiélago de Cabrera, y dada la elevada porosidad de estas rocas, el agua de las cuevas puede tener una importante componente marina ya sea por infiltración o por abertura directa al mar. Estas cuevas, conocidas como anquihalinas, pueden presentar aguas con diferentes grados de salinidad. También es frecuente que la columna de agua se estratifique, con una parte superficial más dulce y otra profunda salada; incluso en algunos casos pueden coexistir estratificadas hasta cinco masas de agua con diferente salinidad. Por otro lado, el nivel del agua puede haber cambiado sustancialmente a lo largo del tiempo geológico en función de los cambios del nivel del mar, dejando señales inequívocas en la geomorfología de estos lugares. Los troglobios acuáticos, también llamados estigobios, se han adaptado a este tipo de agua salobre o con fuertes oscilaciones de la salinidad, y representan el principal componente endémico de la fauna de las cuevas de Baleares y del Archipiélago de Cabrera.



Los trabajos de bioespeleología en las Islas Baleares se iniciaron a principios del siglo XX, se continuaron en los años 70, y fue en la década de los 90 cuando se dio un enorme salto en su conocimiento gracias a los trabajos de D. Jaume y J.L. Pretus (Jaume y Gràcia, 2006; Gràcia y Jaume, 2011). Las cuevas de Cabrera fueron cartografiadas por J. Montoriol-Pous (1961) y M. Trias (1993) y su fauna de crustáceos estigobios por D. Jaume (1993 y 1995).

En el archipiélago de Cabrera hay dos cuevas con lagos subterráneos con características anquihalinas, que presentan una fauna estigobia endémica (Jaume y Gràcia, 2006). Se trata de sa Cova des Burrí, en Cabrera Gran, y sa Cova de sa Llumeta en la Illa des Conills.

Sa Cova des Burrí, tiene su entrada en la costa oriental de Cabrera Gran a unos 20 m s.n.m. En la parte más profunda de la cavidad hay un lago anquihalino de unos 15 m de profundidad. En este lago se han encontrado algunas de las especies más interesantes de la fauna de las cuevas de Baleares. Así, Jaume (1993) describió *Burrimysis palmeri* a partir de material recolectado en esta cueva; se trata de un crustáceo misidáceo completamente despigmentado y ciego. Es el único representante estrictamente estigobio de este orden de crustáceos conocido en el área ibero-balear (Jaume, 1993). También a partir de ejemplares colectados en esta cueva, se describió *Psammogammarus burri* (figura 8.23), un crustáceo anfípodo bastante grande (hasta 12 mm), con adaptaciones notables a los ambientes hipogeos, como la ausencia de ojos, total despigmentación, y apéndices corporales muy largos. Ha sido interpretado

como una reliquia de la fauna del mar Tetis adaptada a los ambientes de las cavernas (Jaume, 1993). Y también de este lugar se describió el isópodo *Metacirolana ponsi*; es el único representante mediterráneo de este género, encontrándose la especie más cercana geográficamente en el Atlántico Norte (Jaume, 1993).

Sa Cova de sa Llumeta, en la Illa des Conills, tiene en su interior un lago de unos 6 m de largo por 3 de profundidad, con características marinas pero donde también se ha encontrado una fauna anquihalina muy interesante. De esta cueva se describió el isópodo *Trogloianiropsis lloberai*; tanto la especie como el género son endémicos de esta cueva de Cabrera y de otras de la costa levantina de Mallorca. Esta especie también presenta muchos caracteres troglobios como la ausencia de ojos, despigmentación y extremidades muy largas. Como en otros casos, sus relaciones biogeográficas son muy difíciles de esclarecer al no tener especies próximas con las que pueda ser relacionada. En esta cueva también se encontró el copépodo *Exumella mediterranea*, que como en el caso anterior vive aquí y en otras cueva mallorquinas y también sardas. Curiosamente, es la primera especie de este género que se encuentra en Europa ya que las especies más próximas son caribeñas (Jaume y Boxshall, 1995).

Vemos en todos estos ejemplos que las cuevas son hábitats de un valor incalculable. Lugares que han confinado organismos que han evolucionado en su interior a lo largo de centenares de miles de años y, que en muchos casos, son reliquias de otros mares y ecosistemas que ya no existen.



