

el indiferente



CENTRO DE
EDUCACIÓN
AMBIENTAL
MUNICIPAL

Francis Masson
y los primeros
estudios taxonómicos
modernos de la flora
macaronésica

N.º 20 2009
DIFUSIÓN GRATUITA

Sumario

- FRANCIS MASSON y los primeros estudios taxonómicos modernos** 2
Francis Masson está considerado como uno de los botánicos de campo más importantes que han existido y su figura está reconocida mundialmente por botánicos e historiadores. Su primera expedición a la Macaronesia conllevó una correspondencia breve con Linnaeus y su hijo.
Javier Francisco-Ortega, Arnoldo Santos-Guerra, Mark Carine y Charlie Jarvis
- Pasado y presente del halcón de Berbería en las islas Canarias** 12
Según los estudios moleculares, la variación genética en el complejo de halcones peregrino y de Berbería es muy baja, o, dicho de otra forma, su grado de parentesco es muy alto. No obstante, los de Berbería presentan unas características morfológicas muy bien diferenciadas con respecto a otras subespecies de peregrino.
Beneharo Rodríguez, Felipe Siverio, Manuel Siverio, Airam Rodríguez y José J. Hernández
- Bríofitos en bosques de niebla de las islas Canarias** 22
Los bríofitos constituyen un conjunto muy antiguo de plantas sin flores (criptógamas) que surgieron hace más de 400 millones de años. Algunos de ellos participaron con un papel destacado en la conquista de los territorios emergidos, y han sido pieza clave en la temprana diversificación de los organismos terrestres.
Jairo Patiño, Juana M. González-Mancebo, Ángel Fernández, M^a Auxiliadora Peña y Julio Leal
- Pérdida de interacciones PLANTA-ANIMAL en islas** 36
A pesar de que la disrupción de interacciones mutualistas ha sido ampliamente citada, existen, por el contrario, muy pocos ejemplos de sus consecuencias, tanto a medio como a largo plazo, no solo para la regeneración de las propias especies que intervienen en dicha interacción, sino para el funcionamiento del ecosistema en su conjunto. Javier Rodríguez Pérez
- TRAS LOS PASOS DE UN COLONIZADOR DE OCHO PATAS** 44
Las arañas pertenecientes al género *Dysdera* son fácilmente distinguibles por la coloración rojiza del prosoma, sus patas anaranjadas y sus seis ojos. Pueden impresionar por el gran tamaño de sus quelíceros, que utilizan para capturar a sus presas, aunque no representan un peligro para las personas.
Nuria Macías Hernández, Miquel Arnedo y Pedro Oromí
- Los lagartos gigantes de La Gomera y su Plan de Recuperación** 52
Los resultados del primer censo de lagartos llevado a cabo en 2001 confirmaron los peores temores: apenas quedaban 50 individuos, casi todos adultos, con un elevado parentesco, y concentrados en menos de una hectárea de terreno muy vertical, de vegetación rala y sometida a continuos derrumbes.
José A. Mateo y Óscar M. Afonso
- La DEGRADACIÓN de los FONDOS MARINOS de CANARIAS** 62
El nivel de transformación que han alcanzado nuestros ecosistemas marinos es difícil de valorar puesto que los primeros datos científicos de que se dispone corresponden a la última parte del siglo XX, cuando se realizaron los primeros estudios pesqueros y expediciones de buceo científico en Canarias.
José Carlos Hernández, Sabrina Clemente, Carlos Sangil y Alberto Brito
- AVES DEL ARCHIPIÉLAGO DE MADEIRA** 72
Este archipiélago, así como los vecinos que conforman la Macaronesia, juega un papel relevante en la conservación de especies orníticas vulnerables únicas en el mundo, hecho que queda patente con la catalogación de una "Endemic Bird Area" (EBA) en esta región del Atlántico (islas de Madeira y Canarias).
Dília Menezes y Paulo Oliveira



El Indiferente N.º 20 Julio 2009
Foto de portada: José J. Hernández

Editor y coordinador
Nicolás Martín

Comité editorial científico
Felipe Siverio
David P. Padilla
Nicolás Martín

Diseño, maquetación y tratamiento de imagen
Juan José González (Más Diseño)

Fotografías
José J. Hernández, Beneharo Rodríguez, Diego Sánchez, archivo del Centro de Recuperación del Lagarto Gigante de La Gomera, Ángel Fernández, Juana M. González - Mancebo, Jairo Patiño, Nuria Macías, Pedro Oromí, M^a Auxiliadora Peña, Leandro de León, Dennis M. Hansen, Javier Rodríguez, Anna Traveset, Tony Whitaker, M. A. Arendo, Pedro Machin, S. de la Cruz, S. Reboleira, Miguel Sequeira y José Carlos Hernández.

Ilustraciones
Sergio H. Bello
Francisco Torrents

Edita
Excmo. Ayuntamiento de La Orotava
Concejalía Delegada de Medio Ambiente

Copyright
Autores y Centro de Educación Ambiental Municipal

AGRADECIMIENTOS
Nuestro más sincero agradecimiento a José J. Hernández y Beneharo Rodríguez, quienes, haciendo gala una vez más de su enorme generosidad, nos han cedido una cantidad significativa de material gráfico de extraordinaria calidad. A Rubén Barone, Eli Ojeda y Cecilio de Vera por sus habituales colaboraciones que, desde diferentes ámbitos, han contribuido a mejorar esta edición. A Felipe Siverio por su compromiso y rigurosa profesionalidad en el desarrollo de su trabajo dentro del comité editorial de la presente publicación. Y a todos los lectores que nos muestran su apoyo y nos alientan para llevar a cabo este pequeño proyecto editorial año tras año.



Para contactar con la redacción de esta publicación, dirigirse al Centro de Educación Ambiental Municipal del Excmo. Ayuntamiento de La Orotava.
Calle León, 19 - 38300 La Orotava
Tfno.: 922 328 129
www.villadelorotava.com
medioambiente@villadelorotava.org

Depósito Legal: TF-2329/2004

ISSN: 1885 - 5172
Tipografía García, S.L.
Ctra. Gral. La Perdona, 108 - La Orotava

Esta publicación no se identifica necesariamente con las opiniones de sus colaboradores y entrevistados.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de la presente publicación con fines mercantiles o comerciales, así como la edición de sus contenidos en cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico, mecánico, por medio fotográfico, magnético o electrográfico, microfilme, disquete, fotocopia o cualquier otra forma de impresión sin la previa autorización escrita del editor y autores.

Editorial

Una vez más vuelve a ver la luz un nuevo número de la revista El Indiferente. Nueva edición que se mantiene viva, que evoluciona en una época de dificultades, sobre todo para los pequeños proyectos editoriales, con una línea y función social claras; servir de vehículo de conexión entre los investigadores que desarrollan su trabajo en los diferentes ámbitos del conocimiento del patrimonio canario, y los/as ciudadanos/as que cada vez están más interesados/as en recibir esa información generada dentro de su territorio. Este proyecto se ha mantenido en el tiempo gracias al empeño de unos pocos y al cuidado y mimo de muchas personas, entre ellas los/as investigadores/as que valoran muy positivamente esta línea editorial y nos muestran constantemente su apoyo. Tras trece años de duro trabajo, la revista ha alcanzado la mayoría de edad, producto de la suma de muchos factores que se han fundamentado principalmente en el afán de divulgar e informar sobre unos excepcionales valores patrimoniales, con la finalidad de contribuir a legarlos en las mejores condiciones.

El Excmo. Ayuntamiento de la Villa de La Orotava, a través de la Concejalía Delegada de Medio Ambiente y su Centro de Educación Ambiental Municipal, ha realizado todos los esfuerzos para que esta publicación pueda posicionarse como uno de los mejores exponentes y pilares de divulgación científica, no solo dentro del panorama regional, sino incluso internacional, donde la rigurosidad y la calidad de los trabajos publicados queden plasmadas con la mayor coherencia posible.

Una nueva y renovada edición en la que seguimos mostrando, como en las anteriores, novedosos e interesantes aspectos de nuestra biota. En el presente número nos acercamos a Francis Masson y a los primeros estudios taxonómicos de la flora macaronésica. Conoceremos el pasado y presente del halcón de Berbería en las islas Canarias. Disfrutaremos de un interesante artículo sobre los bríofitos en bosques de niebla canarios. Comprenderemos mejor la precaria situación en la que se encuentra el lagarto gigante de La Gomera. Nos acercaremos a las islas como laboratorios evolutivos y ecológicos con un fantástico artículo denominado: "Tras los pasos de un colonizador de ocho patas". Entenderemos las consecuencias derivadas de la pérdida de interacciones planta-animal en islas, a través de la dispersión de semillas hecha por la lagartija balear. Advertiremos mejor el nivel de transformación que han alcanzado nuestros ecosistemas marinos. El periplo de contenidos termina con un interesante artículo sobre las aves del archipiélago de Madeira.

Por último, solo me queda agradecer el enorme interés y empeño que, de forma desinteresada, han mostrado en este largo año de trabajo todas las personas que de una forma u otra han hecho realidad esta nueva edición.

Manuel Ángel Martín González
Teniente de Alcalde Delegado de Medio Ambiente

Francis Masson y los primeros estudios taxonómicos modernos de la flora macaronésica



Javier Francisco-Ortega
Arnoldo Santos-Guerra
Mark Carine
Charlie Jarvis

Francis Masson: primer colector oficial de Kew Gardens

En el siglo XVIII Carolus Linnaeus establece las normas que en la actualidad rigen la taxonomía y la clasificación de los organismos. También en ese siglo se fundan varios de los jardines botánicos más importantes de Europa, incluyendo el mundialmente famoso Kew Gardens, localizado en el distrito de Richmond en Londres. Kew Gardens tuvo como su primer director no oficial a Sir Joseph Banks, quien fue una de las figuras más destacadas en la historia de estudios de la naturaleza, llegando incluso a acompañar al bien conocido capitán James Cook en su primer viaje alrededor del mundo. Uno de los primeros cometidos de Banks como director de Kew Gardens fue el designar a un colector de plantas que pudiera enviar al Reino Unido material vegetal de varias partes del globo. El botánico escocés Francis Masson fue el elegido para esta misión, y entre 1772 y 1805 colectó de forma extensiva en Sudáfrica, Las Antillas, Macaronesia,

península Ibérica, África del Norte y Norteamérica. El material recolectado enriqueció las incipientes colecciones vivas de Kew Gardens y otros jardines europeos, contribuyendo de forma significativa a la formación del herbario del Museo de Historia Natural de Londres al fallecimiento de Banks. Fue precisamente durante su última expedición botánica que fallece en Montreal (Canadá) en el año 1805.

Francis Masson está considerado como uno de los botánicos de campo más importantes que han existido y su figura está reconocida mundialmente por botánicos e historiadores. Su primera expedición a la Macaronesia conllevó una correspondencia breve con Linnaeus y su hijo (Tabla 1), que incluyó el envío de especímenes de herbario y semillas que fueron la base para algunas de las descripciones más importantes de las especies de nuestra flora (Tabla 2).

En este artículo revisamos principalmente la correspondencia que mantuvo Masson con Linnaeus y Linnaeus filius, siendo nuestro objetivo el contribuir a la reciente celebración del 300 aniversario del nacimiento de quien se considera como el padre de la Botánica y Zoología modernas, y también el celebrar el 230 aniversario de la visita de Francis Masson a Tenerife, donde se hospedó en el valle de La Orotava. Nuestra contribución se basa en gran parte en un artículo publicado en la revista de Botánica de la Linnean Society de Londres¹; sin embargo, en este nuevo trabajo para *El Indiferente* incluimos traducciones al español de las dos cartas que Masson envió a Linnaeus y a Linnaeus filius y una serie de ilustraciones que no se encuentran en la publicación anterior. Finalmente, este trabajo representa parte de los resultados de nuestra investigación referente a la historia de Botánica y Taxonomía Vegetal de la región macaronésica^{1,2,3,4,5}

Arriba *Especies botánicas de Madeira descritas por Linnaeus filius a partir del material colectado por Francis Masson*. Fotos Miguel Sequeira. Izquierda *Retrato de Francis Masson, que se encuentra en la Linnean Society of London, realizado por G. Garrand en 1887*. Cortesía de la Linnean Society of London.

Francis Masson en la Macaronesia

El primer viaje que Francis Masson realizó a las islas macaronésicas fue entre 1776 y 1779 y tuvo a Madeira como base para sus expediciones en la región (Fig. 1). Esta visita finaliza con su partida desde esta isla portuguesa hacia las Antillas Menores. Fruto de esta larga estancia fue el envío de un total de 18 cartas a su

más breve y tuvo lugar en 1784. Del mismo solamente se conoce una carta enviada a Banks; sin embargo, todo parece indicar que durante esta segunda estancia envía muy poco material vegetal al Reino Unido.

Con anterioridad al viaje de Masson, Banks y el distinguido botánico sueco Daniel Solander, discípulo de Linnaeus, visitaron Madeira en 1768 durante la escala

Lugar y fecha de la carta	Destinatario	Número de especímenes enviados	Localización de la carta
Madeira, 28 julio 1776	Banks	50	State Library of New South Wales, Australia
Madeira, 6 agosto 1776	Linnaeus	21	Linnean Society of London
Madeira, 8 agosto 1776	Banks	60	State Library of New South Wales, Australia
Madeira, 4 febrero 1777	Banks	0	Natural History Museum, London
Madeira, 4 abril 1777	Banks	0	State Library of New South Wales, Australia
Madeira, 27 mayo 1777	Banks	0	Natural History Museum, London
Madeira, 29 mayo 1777	Banks	0	State Library of New South Wales, Australia
San Miguel (Azores), 10 agosto 1777	Aiton ^a	0	Desconocida
Madeira, 12 diciembre 1777	Banks	0	State Library of New South Wales, Australia
Tenerife, 9 febrero 1778	Banks	0	State Library of New South Wales, Australia
Tenerife, 20 febrero 1778	Banks	0	State Library of New South Wales, Australia
Tenerife, 19 marzo 1778	Banks	59	State Library of New South Wales, Australia
Tenerife, 4 mayo 1778	Banks	104	State Library of New South Wales, Australia
Tenerife, 12 agosto 1778	Banks	0	State Library of New South Wales, Australia
Madeira, 23 noviembre 1778	Banks	80	State Library of New South Wales, Australia
Madeira, 12 diciembre 1778	Banks	6	State Library of New South Wales, Australia
Madeira, 12 diciembre 1778	Linnaeus filius ^b	116	Linnean Society of London
Madeira, 1 febrero 1779	Banks	0	State Library of New South Wales, Australia
Madeira, 25 marzo 1784	Banks	0	State Library of New South Wales, Australia

^aCarta que incluye un artículo sobre diversos aspectos de la Geología e Historia Natural de la isla de San Miguel.
^bMaterial enviado que incluye semillas y especímenes de herbario.

Tabla 1. Las 19 cartas enviadas por Francis Masson durante sus dos expediciones de 1776-1779 y 1784 desde las islas macaronésicas. Las cartas depositadas en la State Library of New South Wales, Australia, están disponibles en la red en <http://www.sl.nsw.gov.au/banks/>. Las cartas enviadas a Linnaeus y a Linnaeus filius están también disponibles en: http://linnaeus.c18.net/Manuscripts/list_mss.php?ed=LS.

mentor Banks, a su colega William Aiton de Kew Gardens, a Linnaeus (Fig. 2) y a Linnaeus filius (Fig. 3) (Tabla 1). Gran parte de estas cartas fueron acompañadas de muestras de semillas y especímenes de herbario, material que cambió de forma definitiva la historia de la Taxonomía Vegetal de la Macaronesia. La carta que le envía a Aiton iba acompañada de un manuscrito sobre la historia natural de la isla de San Miguel (Azores) que se publicaría, en el año 1778, en la revista *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London*⁶ (Fig. 4). Francis Masson también fue un excelente ilustrador y en la biblioteca del Museo de Historia Natural de Londres se conservan cuatro acuarelas hechas por él de dos endemismos de Madeira (el árbol de Santa María *Clethra arborea* y *Musschia aurea*) (Figs. 5-6). Ningún otro colector oficial procedente de Europa tuvo una estancia tan larga y continua en la Macaronesia como Masson, y sin duda este botánico escocés es uno de los naturalistas europeos más importantes que visitaron nuestras islas. El segundo viaje a Madeira fue bastante



Figura 1. Mapa de la Macaronesia indicando el itinerario del primer viaje realizado por Francis Masson a la región.

Nombre actualmente aceptado	Nombre dado por Linnaeus filius
Desconocido	<i>Agrostis hirsuta</i> L.f.
<i>Allagopappus dichotomus</i> (L.f.) Cass. ^b	<i>Chrysocoma dichotoma</i> L.f.
<i>Argyranthemum pinnatifidum</i> (L.f.) Lowe ^b	<i>Chrysanthemum pinnatifidum</i> L.f.
<i>Aristida adscencionis</i> L. subsp. <i>coerulescens</i> (Desf.) Bourreil, Trouin, Auquier & J. Duvign.	<i>Aristida gigantea</i> L.f.
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. Presl & C. Presl	<i>Agrostis spicaeformis</i> L.f.
<i>Asteriscus sericeus</i> (L.f.) DC.	* <i>Bupthalmum sericeum</i> L.f.^a
<i>Astydamia latifolia</i> (L.f.) Baill.	* <i>Crithmum latifolium</i> L.f.
<i>Bystropogon plumosus</i> (L.f.) L'Hér. ^b	* <i>Mentha plumosa</i> L.f.
<i>Campylanthus salsoloides</i> (L.f.) Roth	* <i>Eranthemum salsoloides</i> L.f.
<i>Carlina salicifolia</i> (L.f.) Cav.	* <i>Carthamus salicifolius</i> L.f.
* <i>Carlina xeranthemoides</i> L.f.	El mismo nombre
<i>Centaurium scilloides</i> (L.f.) Sampaio	<i>Gentiana scilloides</i> L.f.
* <i>Convolvulus floridus</i> L.f.	El mismo nombre
* <i>Convolvulus scoparius</i> L.f.^a	El mismo nombre
* <i>Crambe fruticosa</i> L.f.	El mismo nombre
<i>Cytisus proliferus</i> L.f.^a	El mismo nombre
<i>Cytisus supranubius</i> (L.f.) Kuntze	* <i>Spartium subranubium</i> L.f.^a
<i>Echium candicans</i> L.f.	El mismo nombre
<i>Echium giganteum</i> L.f.	El mismo nombre
* <i>Echium strictum</i> L.f.	El mismo nombre
<i>Gesnouinia arborea</i> (L.f.) Gaudich. ^b	<i>Urtica arborea</i> L.f.
<i>Heliotropium messerschmidoides</i> Kuntze	<i>Messerschmidia fruticosa</i> L.f.
<i>Hypericum reflexum</i> L.f.	El mismo nombre
<i>Illecebrum canariense</i> L.f.	<i>Paronychia canariensis</i> (L.f.) Juss.
<i>Isoplexis sceptrum</i> (L.f.) Loud. ^b	<i>Digitalis sceptrum</i> L.f.
<i>Musschia aurea</i> (L.f.) Dum. ^b	<i>Campanula aurea</i> L.f.
<i>Pericallis appendiculata</i> (L.f.) B. Nord. ^b	<i>Cacalia appendiculata</i> L.f.
<i>Pericallis echinata</i> (L.f.) B. Nord. ^b	* <i>Cacalia echinata</i> L.f.
* <i>Ruta pinnata</i> L.f.	El mismo nombre
<i>Schizogyne sericea</i> (L.f.) DC. ^b	<i>Chrysocoma sericea</i> L.f.
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	<i>Scirpus globiferus</i> L.f.
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	* <i>Sida carpinifolia</i> L.f.
<i>Sonchus fruticosus</i> L.f.	El mismo nombre
<i>Sonchus leptocephalus</i> Cass.	* <i>Prenanthes pinnata</i> L.f.
<i>Tricholaena teneriffae</i> (L.f.) Link	<i>Saccharum teneriffae</i> L.f.
* <i>Visnea mocanera</i> L.f.^{a,b}	El mismo nombre
<i>Wahlenbergia lobelloides</i> (L.f.) Link subsp. <i>lobelloides</i>	<i>Campanula lobelloides</i> L.f.

^aTaxones cuyos nombres específicos de Linnaeus filius coinciden con los dados de forma informal por Masson. Los nombres en negrita se refieren a aquellos taxones para los cuales las descripciones del hábitat y de morfología dados por Linnaeus filius coinciden con los proporcionados por Masson.
^bTaxones cuyos nombres comunes indicados por Linnaeus filius coinciden con los dados por Masson.
^cGénero endémico de alguna de las islas macaronésicas.

Tabla 2. Las 37 especies macaronésicas descritas por Linnaeus filius (1782) basándose en el material recolectado por Francis Masson.

realizada por James Cook en su primer viaje alrededor del mundo. Estos naturalistas hicieron una breve parada en esta isla de cinco días en los que, no obstante, llegaron a coleccionar al menos 400 especímenes de herbario. Antes de su viaje a la Macaronesia, Masson estudió esta colección y la misma le proporcionó una guía sobre las plantas que recolectaría en la región.

En total, Masson envió cinco cartas desde Canarias, las cuales tienen muy poca información sobre su itinerario, si bien parece que se hospedó en el Puerto de La Cruz, por entonces llamado Puerto de La Orotava, como figura en algunas de ellas. Detalles sobre los lugares visitados por Masson se encuentran en las listas de material recolectado que acompañan a dichas cartas. Francis Masson cita como sitios de colección Chasna, Santa Cruz, Puerto de La Orotava, barranco Hondo en Acentejo, Garachico, La Matanza, La Laguna, estancia de Los Ingleses (El Teide), y el llano de Los Viejos (Las Mercedes, Anaga). Parte del material enviado a Banks también se cita para La Palma, Gran Canaria, Fuerteventura e isla de Lobos; si bien, no tenemos certeza si

Masson llegó a viajar a estas islas o si bien estas referencias son para especies que se cultivaban como ornamentales en los jardines del valle de La Orotava.

La mayor parte del material que recolectó Masson fue enviado a Londres y se encuentra depositado en el Museo de Historia Natural de esta ciudad (Fig. 7), con duplicados en al menos otros once herbarios tales como los de la Universidad de Cambridge, el Jardín Botánico de Missouri, el Museo de Historia Natural de Suecia y el Jardín Botánico Nacional de Suecia. Estos especímenes junto con material cultivado a partir de las semillas enviadas por Masson fueron la base para la descripción y publicación en la primera edición del *Hortus kewensis* de al menos 54 especies endémicas de la Macaronesia. Parte del material enviado a Londres fue estudiado por el gran taxónomo francés Charles-Louis L'Héritier, quien, durante los 15 meses que residió en dicha ciudad y tuvo acceso al herbario de Banks, describió un total de 19 nuevas especies endémicas para la Macaronesia. Igualmente Johann H. F. Link y Leopold von Buch tuvieron acceso a las colecciones de Masson y seis nuevas descripciones de especies endémicas se



Figura 2. Retrato de Carolus Linnaeus, que se encuentra depositado en la Linnean Society of London, realizado por P. Krafft en 1774. Cortesía de la Linnean Society of London.



Figura 3. Retrato de Carolus Linnaeus filius, que se encuentra depositado en la Universidad de Upsala, realizado por J. Forsslund a principios del siglo XIX. Cortesía de la Universidad de Upsala.

<i>Adenocarpus viscosus</i> (Willd.) Webb & Berthel. ^c	Brassicaceae sp. ^c
<i>Aira</i> L. sp. ^c	<i>Bryonia verrucosa</i> Aiton ^c
<i>Allagopappus dichotomus</i> (L.f.) Cass. ^c	<i>Bystropogon canariensis</i> (L.) L'Hér. ^c
<i>Andryala</i> L. sp. ^m	<i>Bystropogon maderensis</i> Webb & Berthel. ^m
<i>Andryala pinnatifida</i> Aiton ^c	<i>Bystropogon plumosus</i> (L.f.) L'Hér. ^c
<i>Anethum graveolens</i> L. ^c	<i>Bystropogon punctatus</i> L'Hér. ^m
Apiaceae sp. ^c	Campanulaceae sp. ^c
<i>Aristida adscencionis</i> L. subsp. <i>coerulescens</i> (Desf.) Bourreil, Trouin, Auquier & J. Duvign. ^c	<i>Campylanthus salsoloides</i> (L.f.) Roth ^c
<i>Argyranthemum pinnatifidum</i> (L.f.) Lowe ^m	<i>Carlina salicifolia</i> (L.f.) Cav. ^{c,m}
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. Presl & C. Presl ^c	<i>Carlina xeranthemoides</i> L.f. ^c
<i>Asteriscus aquaticus</i> (L.) Less. ^c	<i>Centaurea</i> L. sp. ^{c,m}
<i>Asteriscus sericeus</i> (L.f.) DC. ^c	<i>Centaureum scilloides</i> (L.f.) Sampaio ^A
<i>Astydamia latifolia</i> (L.f.) Baill. ^c	<i>Cistus symphytifolius</i> Lam. ^c
<i>Bencomia caudata</i> (Aiton) Webb & Berthel. ^c	<i>Convolvulus floridus</i> L.f. ^c
<i>Bosea yervamora</i> L. ^c	<i>Convolvulus scoparius</i> L.f. ^c
<i>Cynosurus echinatus</i> L. ^c	Crassulaceae sp. ^c
<i>Cytisus proliferus</i> L.f. ^c	<i>Cytisus supranubius</i> (L.f.) Kuntze. ^c
<i>Daphne gnidium</i> L. ^c	<i>Cytinus ruber</i> Fritsch. ^c
<i>Datura innoxia</i> Mill. ^c	<i>Crambe fruticosa</i> L.f. ^m
<i>Descurainia millefolia</i> (Jacq.) Webb & Berthel. ^c	<i>Crambe strigosa</i> L'Hér. ^c
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter ^c	<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F. W. Schmidt ^c
<i>Echium candicans</i> L.f. ^m	<i>Hypericum reflexum</i> L.f. ^c
<i>Echium giganteum</i> L.f. ^c	<i>Ilex canariensis</i> Poir. ^m
<i>Echium strictum</i> L.f. ^c	<i>Isoplexis sceptrum</i> (L.f.) Loud. ^m
<i>Erigeron</i> L. sp. ^c	<i>Luzula elegans</i> Lowe ^c
<i>Erysimum</i> L. sp. ^m	<i>Limonium pectinatum</i> (Aiton) Kuntze ^c
<i>Ferula linkii</i> Webb & Berthel. ^c	<i>Massonia latifolia</i> L.f. ^s
<i>Forsskaolea angustifolia</i> Retz. ^c	<i>Maytenus canariensis</i> (Loes.) G. Kunkel & Sunding ^c
<i>Galium scabrum</i> L. ^c	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds. ^c
<i>Genista maderensis</i> (Webb & Berthel.) Lowe ^m	<i>Musschia aurea</i> (Dum.) L.f. ^m
Genisteae sp. (Fabaceae) ^c	<i>Musschia wollastonii</i> Lowe ^m
<i>Geranium palmatum</i> Cav. ^m	<i>Notoceras bicornis</i> (Aiton) Caruel ^m
<i>Gesnouinia arborea</i> (L.f.) Gaudich. ^c	<i>Panicum repens</i> L. ^c
<i>Helichrysum obconicum</i> DC. ^m	<i>Paronychia canariensis</i> (L.f.) Juss. ^c
<i>Heliotropium messerschmidoides</i> Kuntze ^c	<i>Pericallis appendiculata</i> (L.f.) B. Nord. ^c
Poaceae sp. ^c	<i>Pericallis echinata</i> (L.f.) B. Nord. ^c
<i>Reichardia tingitana</i> (L.) Roth ^c	<i>Pericallis lanata</i> (L'Hér.) B. Nord. ^c
<i>Rhamnus</i> L. sp. ^c	<i>Periploca laevigata</i> Aiton ^c
<i>Rhamnus glandulosa</i> Aiton ^{c,m}	<i>Plantago afra</i> L. ^c
<i>Rhamnus integrifolia</i> DC. ^c	<i>Plocama pendula</i> Aiton ^c
<i>Rubia fruticosa</i> Aiton ^c	<i>Solanum vespertilio</i> Aiton ^c
<i>Ruta pinnata</i> L.f. ^c	<i>Sonchus leptocephalus</i> Cass. ^c
<i>Schizogyne sericea</i> (L.f.) DC. ^c	<i>Sonchus fruticosus</i> L.f. ^m
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják ^c	<i>Stipa capensis</i> L. ^c
<i>Senna</i> Mill. ^m	<i>Teucrium</i> L. sp. ^m
<i>Sida acuta</i> Burm. f. ^m	<i>Teucrium heterophyllum</i> L'Hér. ^m
<i>Sideritis candicans</i> Aiton ^m	<i>Tolpis coronopifolia</i> (Desf.) Biv. ^c
<i>Sinapidendron angustifolium</i> (DC.) Lowe ^m	<i>Tolpis succulenta</i> (Aiton) Lowe ^m
<i>Smilax canariensis</i> Willd. ^{c,m}	<i>Tricholaena teneriffae</i> (L.f.) Link ^c
	<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr. ^c
	<i>Vaccinium padifolium</i> Sm. ^m
	<i>Visnea mocanera</i> L.f. ^c
	<i>Wahlenbergia lobelioides</i> (L.f.) Link subsp. <i>lobelioides</i> ^m

^AEspécimen colectado en Azores.
^CEspécimen colectado en Canarias.
^MEspécimen colectado en Madeira.
^SEspécimen colectado en Sudáfrica.

Tabla 3. Lista de especies enviadas a Linnaeus o a Linnaeus filius por Francis Masson desde las islas macaronésicas.

publican en obras de estos autores, aunque solo una de ellas, *Salsola divaricata*, tiene una descripción válida.

No obstante, sabemos que Masson también envió material de la Macaronesia a Linnaeus, a Linnaeus filius y al famoso botánico holandés Nicolaus J. Jacquin. Este último fue el director de los Jardines Imperiales de Austria, y llegó a describir siete especies endémicas basándose en especímenes remitidos por Masson. La presencia de pliegos colectados por Masson en la Macaronesia, en el herbario de de Carl Peter Thunberg en la Universidad de Upsala en Suecia, nos hace pensar que Masson también le envió especímenes a este botánico sueco.

Francis Masson, Carolus Linnaeus y Carolus Linnaeus filius

Las dos cartas que Masson envía a Linnaeus y a su hijo desde Madeira son la única correspondencia que recibieron estos botánicos desde las islas macaronésicas (Figs. 8-9). Ambas cartas fueron acompañadas de especímenes de herbario, si bien a Linnaeus filius se le enviaron también semillas. Al parecer, Linnaeus no llegó a estudiar este material, y será su hijo quien, en su obra más importante⁷, llegue a describir la totalidad de especies nuevas que se encuentran en estos dos envíos. No resulta sorprendente que Linnaeus no estudiara estos ejemplares ya que la carta la recibe dos años antes de su fallecimiento y para entonces la salud del gran botánico de Suecia estaba bastante deteriorada.

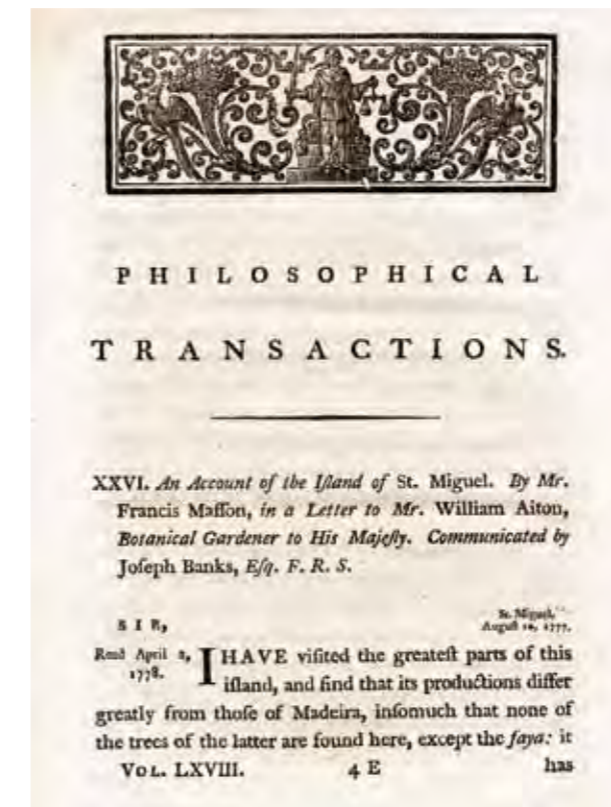


Figura 4. Primera página del único artículo publicado por Francis Masson sobre la historia natural de las islas macaronésicas. El artículo trata sobre la isla de San Miguel (Azores) y se publicó en el año 1778 en *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Biblioteca personal de J.F.O.



Figura 5. Acuarela de *Musschia aurea* (L. f.) Dum. realizada por Francis Masson durante su estancia en Madeira. Esta especie fue originalmente descrita por Linnaeus filius en su *Supplementum plantarum systematis vegetabilium* como *Campanula aurea* L.f. Dicha descripción se basó en el material colectado por Francis Masson. Cortesía del Museo de Historia Natural de Londres.



Figura 6. Acuarela de *Clethra arborea* Aiton realizada por Francis Masson durante su estancia en Madeira. Esta especie fue originalmente descrita por William Aiton en el segundo volumen de su *Hortus kewensis*. Dicha descripción se basó en el material colectado por Francis Masson. Cortesía del Museo de Historia Natural de Londres.

Ambas cartas se encuentran depositadas en la Linnean Society of London. La carta enviada a Linnaeus (6 de agosto de 1776) tiene dos folios, el primero incluye una lista de 21 especímenes de herbario. El segundo folio da una descripción de un nuevo género para la ciencia, *Aitonia* (ver en la traducción de esta carta más detalles sobre esta planta). La carta que le envía a Linnaeus filius (12 de diciembre de 1778) consta de dos folios escritos en ambos lados. Uno de los aspectos más importantes de esta carta es que en la misma le envía sus condolencias por el fallecimiento de su padre. La carta también expresa la intención de Masson de viajar a las islas del Caribe. Esta carta iba acompañada de 62 especímenes de herbario y 54 muestras de semillas.

Las listas de material remitido a Linnaeus y a su hijo tienen muchas anotaciones hechas por el mismo Linnaeus filius que nos han ayudado en la identificación de la gran mayoría de los especímenes enviados (Tabla 3). También nos ha sido de gran ayuda en nuestras identificaciones el que 16 de los nombres científicos “informales” dados por Masson coinciden con los de las descripciones finales de Linnaeus filius (Tabla 2). Asimismo, nuestras identificaciones se han visto facilitadas por el hecho de que Masson indica los nombres comunes para ocho de las plantas recolectadas. Los nombres comunes recopilados por Masson en Canarias y Madeira en el material enviado a Linnaeus y Linnaeus filius son el “azevinho” *Ilex canariensis*, la “jorjada” *Asteriscus sericeus*, el “balo” *Plocama pendula*, la “leña Noel” *Convolvulus scoparius*, el “[e]scobon” *Cytisus proliferus*, la “alegra cadela” *Smilax canariensis*, la “lechuga de pastor” *Reichardia tingitana* y la “mocanera” *Visnea mocanera*.

La identificación de este material así como las pocas localidades de colección que se citan en estas listas nos indican que Masson colectó en los principales ecosistemas insulares, incluyendo zonas costeras (p. ej., el cornical *Periploca laevigata* y la lechuga de mar *Astydamia latifolia*), los bosques termófilos (el mocán *Visnea mocanera* y la yerbamora *Bosea yervamora*), el monte verde (el acebiño *Ilex canariensis* y el poleo de monte *Bystropogon canariensis*), el pinar (el codeso *Adenocarpus viscosus* y el amagante *Cistus symphytifolius*), y los retamares de cumbre (la retama del Teide *Cytisus supranubius*). No obstante, llama la atención que no se lleguen a enviar especímenes de elementos muy comunes de las islas tales como la palmera canaria *Phoenix canariensis*, el pino canario *Pinus canariensis*, o algunos de los árboles más frecuentes del monte verde que se agrupan en la familia de las Lauráceas (p. ej., el til *Ocotea foetens* y el viñatigo *Persea indica*).

La identificación del material de estas listas se ha visto confirmada por la presencia de pliegos colectados por Masson que se encuentran en los herbarios del Museo de Historia Natural de Londres, de Carl Peter Thunberg en la Universidad de Upsala en Suecia, y en los herbarios linneanos de la Linnean Society of London y del Museo de Historia Natural de Suecia. Para nuestra sorpresa, nos encontramos que los

herbarios linneanos solamente tienen 20 especímenes colectados por Masson. El motivo del pequeño número de pliegos de estos herbarios podría radicar en que parte de las colecciones de Linnaeus sufrieron cierto deterioro después de su fallecimiento, y también al hecho de que Linnaeus filius da su herbario personal a un particular de Suecia (Clas Alströmer) a cambio de fondos para realizar un viaje a Londres. Si bien la totalidad de las colecciones de Alströmer pasaron al Museo de Historia Natural de Suecia, no podemos descartar que parte de las mismas se perdieran con anterioridad a esta transferencia.

A partir de las colecciones de Masson en la Macaronesia, Carolus Linnaeus filius⁷ publica en su *Supplementum plantarum systematis* un total de 37 especies nuevas. Veintiocho de estos endemismos aún se consideran como válidos desde el punto de vista taxonómico, y se hace necesario destacar que las descripciones de seis de estas especies representan las primeras publicaciones taxonómicas para géneros que en la actualidad se consideran exclusivos de la región.

Con anterioridad al viaje de Masson a las islas macaronésicas, Linnaeus⁸ llega a describir 16 nuevas especies para las islas Canarias en la primera edición de *Species plantarum*; no obstante, todo parece indicar que estas descripciones se basan en material que en su momento se encontraba cultivado en varios jardines europeos y no en especímenes que él recibiera directamente desde el archipiélago.



Figura 7. Fachada del Museo de Historia Natural de Londres, donde se encuentra depositado el núcleo de la colección de especímenes de Francis Masson. Cortesía del Museo de Historia Natural de Londres.

Legado de Francis Masson

El viaje de Masson a nuestras islas tiene una gran importancia ya que coincide con el establecimiento por parte de Linnaeus del primer sistema moderno para la taxonomía y clasificación de plantas. Este sistema conocido como el “sistema linneano” tuvo rápida aceptación a nivel mundial y en la actualidad es el que sigue siendo utilizado por investigadores de todo el planeta. Sabemos que con anterioridad a Masson otros colectores europeos nos visitan y también tienen gran importancia en la historia de la investigación de nuestra flora. Sin embargo, las colecciones de estos naturalistas pre-linneanos no se encuentran con un sistema reconocido que les permita la clasificación de este material. Por tanto, Masson será el primer colector de nuestra flora cuya extraordinaria labor de campo tendrá el respaldo de un sistema sólido de clasificación. En conclusión, no resulta del todo sorprendente que sus colecciones dieron como fruto inmediato la válida descripción y publicación de 118 nuevas especies para la Macaronesia por parte no solamente de Linnaeus filius, sino también de otros botánicos europeos.

Traducción del texto principal de la única carta enviada a Carolus Linnaeus por Francis Masson desde las islas macaronésicas.

El original en inglés fue previamente publicado en Londres en 1821⁹. Nuestros comentarios a varias partes del texto se indican al final de la traducción.

Madeira, 6 de agosto de 1776

Honorable Señor:

Tuve el placer de recibir la suya del 19 de mayo, en cuyo día partí de Inglaterra, lo cual me previno de escribirle una respuesta. No obstante, le dejé instrucciones al Dr. Lee para que le enviase un ejemplar de *Massonia angustifolia*, con un dibujo de ambas especies, así como varias otras plantas secas que yo pienso que sean nuevos géneros^a. Da gusto ver su claridad referente a *Massonia*. Mi formación botánica es tan débil que en su momento pensé que siendo sus frutos en cápsula la separarían del género *Haemanthus*^b. Sin embargo, le ruego me deje ofrecerle un argumento a favor de mi primera

opinión; la misma es que la planta primeramente mencionada tiene *germen superum*^c, mientras que *Haemanthus* tiene *germen inferum*^d. Me honra su buena naturaleza y generosidad al dedicar un género a un botánico tan joven como yo. Reciba mis más efusivas gracias.

Aquí he observado muchas plantas nuevas, especialmente árboles que pienso sean géneros nuevos, pero no he visto su fructificación perfecta. He observado que la mayor parte de las plantas syngénicas^e pertenecen a la primera subdivisión, *Corollis ligulatis*^f, las cuales son para mí un poco diferentes, habiendo encontrado varias plantas arbustivas que no puedo referir a ningún otro género excepto a *Sonchus*^g, lo cual es poco común. He observado que todas las plantas raras crecen en los altos riscos cerca del mar o en barrancos horribles y profundos que corren hacia el centro de la isla. Sin embargo, hacia la cumbre, que es más de 5.000 pies geométricos en ángulo recto, no he encontrado sino unas pocas plantas europeas, especialmente *Spartium scoparium*^h. Me he tomado la libertad de enviarle a usted unas pocas plantas, y sobre las mismas estaría contento de saber su opinión. Muchas de éstas no las he podido determinar.

Le he enviado una planta bajo el nombre de *Aitonia rupestris* publicada por Forster en su obra *Genera Plantarum*, la cual él descubrió en Madeira y nombró en honor de William Aiton, jardinero botánico de su Majestad en Kewⁱ. Pero si el dicho caballero mereció ese honor yo pienso que Forster le hizo gran injusticia al dedicar a un ingenioso jardinero una planta que no puede ser nunca introducida en Europa y consecuentemente su existencia será todavía dudosa. Yo se que Mr. Aiton no tiene ambición para ese honor, pero todavía, debido al respeto que yo tengo por tan habilidoso jardinero, me tomo la libertad de dar al N.º 19 este nombre^j, pensando que es un nuevo género y una planta que será introducida en jardines europeos; si bien dejo a su juicio una opinión al respecto. Concluyo implorando al Divino Ser que le premie con una larga existencia en la Tierra, para patrocinar el gran estudio de los trabajos de la Naturaleza. Lo cual es mi fervoroso deseo. Señor, su más complacido y humilde servidor, Franc^o Masson.

^aEl género *Massonia* Houtt. está compuesto por unas seis especies, pertenece a la familia de los “jacintos” y tiene un gran valor ornamental. Es endémico de Sudáfrica y está dedicado a Francis Masson. El mismo fue descrito de forma independiente por Linnaeus filius⁷ y el botánico holandés Maarten Houttuyn¹⁰. Ambas descripciones se basaron en material colectado por Carl Thunberg (ver más abajo los comentarios adicionales sobre este botánico sueco).

^b*Haemanthus* es un género sudafricano perteneciente a las Amarilidáceas.

^cPlanta con ovario súpero.

^dPlanta con ovario ínfero.

^eSe refiere a las plantas pertenecientes a la Clase 19 (Singenesia) del sistema de clasificación de Carolus Linnaeus. Este grupo tiene plantas con flores con los estambres soldados por las anteras, como sucede con la familia de las Compuestas.

^fSe refiere a plantas pertenecientes a la familia de las Compuestas.

^gSe refiere a las cerrajas y cerrajones endémicos de las islas.

^hSe refiere a la retama negra.

ⁱSe refiere a *Aitonia rupestris* J. R. Forst. & G. Forst. (= *Plagiochasma rupestre* [J. R. Forst. & G. Forst.] Steph.), musgo colectado por Johann R. Forster y su hijo George Forster en Madeira en 1772 durante la segunda expedición de James Cook. Dichos autores describen esta especie en 1775, poco antes del primer viaje de Masson a las islas macaronésicas¹¹.

^jEl espécimen número 19 se refiere en efecto a un género endémico de Madeira, *Musschia* Dum. El mismo pertenece a la familia de las Campanuláceas. Curiosamente Linnaeus filius⁷ clasifica a este endemismo como *Campanula aurea* L.f. (= *M. aurea* [L.f.] Dum) y por tanto no sigue la opinión de Masson referente a su endemismo a nivel genérico. No será hasta 1823 cuando Barthelemy C. J. Dumortier¹² proponga el género *Musschia* como exclusivo de Madeira.

Traducción del texto principal de la única carta enviada a Carolus Linnaeus filius por Francis Masson desde las islas macaronésicas.

El original en inglés fue previamente publicado en Londres en 1821⁹. Nuestros comentarios a varias partes del texto se indican al final de la traducción.

Madeira, 12 de diciembre de 1778

Señor:

En junio pasado fui honrado con su largamente deseada epístola fechada en diciembre de 1777. Estando en ese momento en las Canarias no tuve oportunidad de agradecerle la misma; pero ahora, habiendo llegado otra vez a la isla de Madeira, aprovecho la primera oportunidad para hacerle saber lo agradecido que estoy por su cortesía.

Me conduelo con usted por la muerte de su gran padre, una pérdida que muchos amantes de las Artes y de la Ciencia deberán sentir para siempre.

Siento que el pequeño paquete de ejemplares que le envíe se estropee en el viaje; no obstante, estoy contento de saber que hay una ruta mejor para los envíos que vía Londres. La prisa y confusión, peculiar de las grandes ciudades, no hace fácil el envío de objetos especiales. Humildemente le agradezco por las identificaciones de aquellos especímenes que llegaron en buen estado; pero no puedo evitar ofrecerle mi opinión concerniente al *Echium candicans*⁸ [nota de traducción: la palabra “candicans” aparece escrita debajo de la palabra “Echium”, en lo que parece que sea una anotación de Linnaeus filius] y *Digitalis massonii*⁹ [nota de traducción: la palabra “massonii” aparece escrita debajo de la palabra “Digitalis”, en lo que parece que sea una anotación de Linnaeus filius]. El primero es un arbusto muy grande que tiene espigas de flores azules de cerca de dos pies de largo en los extremos de las ramas, lo cual hace que tenga una gloriosa apariencia cuando está en flor. Creo que el *Echium argenteum* de C.B.S.¹⁰ está lejos de ser una planta tan delicada. Además, creo que *Digitalis* difiere de la *canariense*¹¹ en el tamaño del arbusto, formas de florecer y de la corola. Siento que no esté en mi poder el renovar los ejemplares que se perdieron, habiendo enviado toda la colección de Madeira a Inglaterra. Sin embargo, todavía tengo las colecciones de Canarias y he enviado unas pocas semillas y ejemplares, los cuales espero que usted reciba en mejor condición.

Respecto a los herbalistas y botánicos de Portugal, no tengo el honor de conocer a ninguno de ellos, pero, desde mi residencia aquí, he contraído correspondencia con M. De Visme, un mercader en Lisboa que tiene un curioso Jardín Botánico y tiene un amor entusiasta por las plantas¹². En su última carta me informó que la Reina de Portugal había enviado varios jóvenes botánicos (estudiantes de Vandelli¹³) a sus colonias de Angola y Brasil para explorar estos ricos países. Sin embargo, tengo una pobre opinión de la genialidad de los portugueses para tales investigaciones. He acabado ahora mis peregrinaciones entre las islas Afortunadas y ha sido para mí una delicia, tanto por la novedad de sus producciones como por la singularidad de estas tierras. Madeira consta de tremendos precipicios quebrados y cubiertos con la más lujuriosa vegetación siempre-verde. Los bosques son umbrosos y húmedos, abundando las especies más curiosas de helechos y musgos. Las Azores se destacan por la abundancia de manantiales calientes y otros vestigios de volcanes, pero sus productos naturales son similares a los de Europa. Las Canarias destacan por las enormes alturas de la tierra, por su abundancia de plantas raras que se acercan a las que se encuentran en África. No he hecho una colección de animales en estas islas. Hay pocas aves y éstas son bien conocidas en Europa. Sobre los insectos y conchas no he visto nada digno de observación. Ahora estoy a la espera de poder viajar a las Indias Occidentales; sin embargo, debido a la presente guerra¹⁴, en la cual está implicado mi país, siento que este viaje será menos extenso de lo que en principio esperaba. Siempre estimaré su correspondencia con el más grande honor; además, la misma me anima a seguir con mis pequeñas contribuciones en el avance del conocimiento de la naturaleza.

Hace tiempo que no tengo noticias de Mr. Thunberg¹⁵, a quien tuve el honor de conocer personalmente en el Cabo¹⁶, habiendo hecho juntos dos largos viajes en las partes interiores de esta región. Entonces yo me beneficié mucho de su gran conocimiento de la Historia Natural. Adjunto le hago el envío de una lista de los especímenes, incluyendo algunas observaciones locales. Tengo el honor de ser, con todo el respeto posible, su más obediente y humilde servidor, Francis Masson.



Figura 8. Extracto de la carta enviada por Francis Masson a Carolus Linnaeus con la lista de especímenes de plantas recolectadas en Madeira. Cortesía de la Linnean Society of London.



Figura 9. Extracto de la carta enviada por Francis Masson a Carolus Linnaeus filius con la lista de semillas de plantas recolectadas durante su viaje a las islas macaronésicas. Cortesía de la Linnean Society of London.

universidades de Birmingham y de Reading (Reino Unido), cuando contaba con el apoyo de una beca del Ministerio de Educación y Ciencia (referencia: PG8842044506). Nuestro agradecimiento a la Linnean Society of London, al Museo de Historia Natural de Londres, y a la Universidad de Upsala por su permiso para reproducir las láminas que se muestran en este artículo. Daniel Gann, del centro GIS-RS de la Universidad Internacional de Florida, proporcionó ayuda en la preparación del mapa con detalles del primer viaje de Masson a las islas macaronésicas. Nuestro agradecimiento va también para Lena Hansson y Anna Sjögren de la Universidad de Upsala, Lynda Brooks y Ben Sherwood de la Linnean Society of London y Dave Swindells y Sally Jennings del Museo de Historia Natural de Londres por su ayuda en localizar gran parte de las láminas que ilustran este trabajo.

Bibliografía

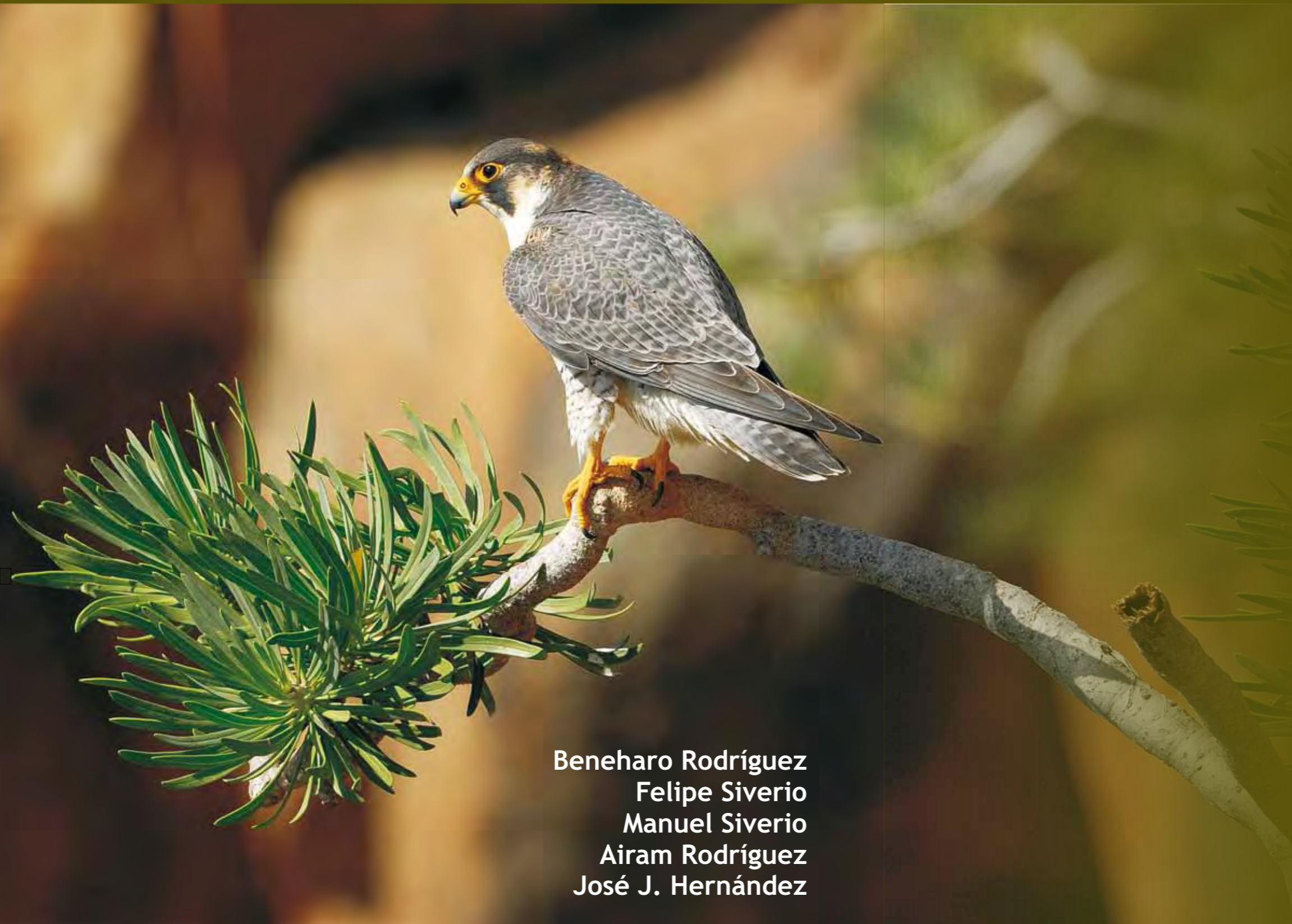
1. FRANCISCO-ORTEGA, J., SANTOS-GUERRA, A., CARINE, M. & JARVIS, C.E. 2008. Plant hunting in Macaronesia by Francis Masson: the plants sent to Linnaeus and Linnaeus filius. *Botanical Journal of the Linnean Society* 157: 393-428.
2. SANTOS-GUERRA, A. 1993. La botánica canaria y los prelinneanos (segunda mitad del siglo XVII y primera del XVIII). En: Anónimo (ed.) *I encuentro de geografía, historia y arte de la ciudad de Santa Cruz de La Palma*. Cabildo Insular de La Palma, Santa Cruz de La Palma. p.: 205-212.
3. FRANCISCO-ORTEGA, J., SANTOS-GUERRA, A. & JARVIS, C.E. 1994. Pre-Linnaean references for the Macaronesian flora found in Leonard Plukenet's works and collections. *Bulletin of the Natural History Museum of London (Botany)* 24: 1-34.
4. FRANCISCO-ORTEGA, J. & SANTOS-GUERRA, A. 1999. Early evidence of plant hunting in the Canary Islands from 1694. *Archives of Natural History* 26: 239-267.
5. SANTOS-GUERRA, A. 2006. Botánica. En: Herrera Piqué, A. (ed.) *Pasión y aventura en la ciencia de las luces. Tomo 2. Observaciones científicas realizadas por el astrónomo y naturalista Louis Feuillée en las Islas Canarias, año 1724*. Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria. p.: 621-625.
6. MASSON, F. 1778. An account of the island of St. Miguel. *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 68: 602-610.
7. LINNAEUS FILIUS, C. 1782. *Supplementum plantarum systematis vegetabilium*. Impensis Orphanotrophei, Braunschweig, Alemania.
8. LINNAEUS, C. 1753. *Species plantarum*. 1^a ed. Impensis Direct. Laurentii Salvii, Estocolmo.
9. SMITH, J.E. 1821. *A selection of the correspondence of Linnaeus and other naturalists, from the original manuscripts*. Longman, Londres.
10. HOUTTUYN, M. 1780. *Natuurlijke historie of uitvoerige beschrijving der dieren, planten en mineraalen, volgens het samenstel van den Heer Linnaeus. Met nauwkeurige afbeeldingen. Tweede deels [Parte 12]*. Eerste Stuk., Amsterdam.
11. FORSTER, J.R. & FORSTER, G. 1775. *Characteres generum plantarum, quas in itinere ad insulas maris australis, Collegerunt, Descriptorum, annis MDCCLXXII – MDCCLXXV*. B. White et al., Londres.
12. DUMORTIER, B.C.J. 1823. *Commentationes Botanicae*. Ch. Casterman, Tournay.

Los autores

Javier Francisco-Ortega es profesor titular del Departamento de Biología de la Universidad Internacional de Florida e investigador del Jardín Botánico Tropical Fairchild. Su área de trabajo se centra en diversos aspectos de sistemática e historia de la Botánica. ortegaj@fiu.edu
Arnoldo Santos-Guerra es jefe de la Unidad de Botánica del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, y en la actualidad trabaja en el Jardín de Aclimatación de La Orotava. Su investigación tiene como foco principal la biodiversidad vegetal de las islas macaronésicas. asantos@icia.es
Mark Carine es investigador del Museo de Historia Natural de Londres y desarrolla su trabajo principalmente en el origen y evolución de la flora macaronésica. m.carine@nhm.ac.uk
Charles Jarvis es investigador del Museo de Historia Natural de Londres y un experto en la obra de Carolus Linnaeus y en la historia de la Botánica. c.jarvis@nhm.ac.uk.

⁸Se refiere a la especie de taginaste endémica de Madeira, *Echium candicans*.
⁹Se refiere a la especie de cresta de gallo endémica de Madeira, *Isoplexis sceptrum*.
¹⁰C.B.S. = Cabo de Buena Esperanza en Sudáfrica. *Echium argenteum* P.J. Bergius se refiere a *Lobostemon argenteus* (P. J. Bergius) H. Buek una especie de esta región.
¹¹Se refiere al endemismo canario conocido como cresta de gallo *Isoplexis canariensis* (L.) Loud. (= *Digitalis canariensis* L.).
¹²Se refiere al acaudalado comerciante inglés Gerard De Visme, un gran aficionado a la Botánica, quien estableció en Sintra (cerca de Lisboa) unos jardines famosos conocidos como Quinta de Monserrate. Todo parece indicar que Linnaeus filius dedica el género endémico *Visnea* L.f. a este comerciante de Inglaterra.
¹³Se refiere al botánico italiano Domenico Agostino Vandelli, fundador del Jardín Botánico de Coimbra (Portugal) y director del mismo entre 1773 y 1791.
¹⁴Durante la guerra de independencia de los Estados Unidos, Inglaterra también entró en guerra con Francia.
¹⁵Se refiere al botánico sueco Carl Peter Thunberg, uno de los 17 discípulos más importantes de Carolus Linnaeus. A la muerte de Carolus Linnaeus, su hijo Carolus Linnaeus filius es nombrado como su sucesor en la posición de catedrático de Botánica y Medicina de la Universidad de Upsala (Suecia). Linnaeus filius fallece tempranamente, en 1783, poco después de la publicación de su *Supplementum plantarum systematis vegetabilium* y a la edad de 42 años. A la muerte de Linnaeus filius, Carl Peter Thunberg lo sucede como titular de esta cátedra.
¹⁶Se refiere a la región de Ciudad del Cabo, en Sudáfrica. Durante el segundo (1773 – 1774) y tercer (1774) viaje de Francis Masson a Sudáfrica tuvo la oportunidad de conocer a Carl Peter Thunberg y coleccionar con él.

Pasado y presente del halcón de Berbería en las islas Canarias



**Beneharo Rodríguez
Felipe Siverio
Manuel Siverio
Airam Rodríguez
José J. Hernández**

El halcón peregrino *Falco peregrinus* es, sin lugar a dudas, una de las especies de la avifauna silvestre mejor estudiadas del planeta. No en vano existe una copiosa información que nos permite conocer en profundidad los entresijos de su biología y ecología. Una de las razones de esta buena cognición la encontramos en su dilatada repartición por casi todos los continentes y ambientes terrestres, donde hasta la fecha han sido descritas más de 15 razas¹. Entre ellas está –al menos para algunos autores²– un halcón de mediano tamaño y del que apenas se sabe, el de Berbería o tagarote, cuya descripción para la ciencia, hecha por el zoólogo danés Coenraad Jacob Temminck, se remonta al año 1829. Otros autores, sin embargo, consideran que es una “buena” especie (*F. pelegrinoides*), es decir, lo suficiente distante del grupo *peregrinus* para tratarla como tal³.

Según los estudios moleculares, la variación genética en el complejo de halcones peregrino y de Berbería es muy baja, o, dicho de otra forma, su grado de parentesco es muy alto⁴. No obstante, los de Berbería presentan unas características morfológicas muy bien diferenciadas con respecto a otras subespecies de peregrino⁵. En general, son más pequeños, mucho más pálidos y exhiben unas manchas de color rojo herrumbroso en la nuca que, al menos en plumaje de adultos, les hace inconfundibles⁶ (ver Cuadro 1). Hay también algunos individuos que muestran unos rasgos intermedios entre Berbería y peregrino⁷. De hecho, en Marruecos, donde dichos halcones nidifican de manera simpátrica⁸, se ha llegado a poner nombre (forma *atlantis*) a unos ejemplares con morfología que incluye matices de ambos⁹. Algunas parejas híbridas, formadas por un miembro de cada uno de estos taxones, han sido mencionadas en el sur de Portugal¹⁰. También en Canarias, donde a veces se observan peregrinos invernantes y de paso¹¹, algunos halcones reproductores ostentan una coloración oscura muy atípica que, en principio, no tiene nada que ver con lo descrito para el de Berbería. En este sentido, los resultados de un estudio genético preliminar, en el que se contrastaron muestras de aves procedentes de Fuerteventura con las de *F. p. brookei* de Italia y de *F. p. pelegrinoides* de Arabia Saudí, indicaron que todos estos halcones presentaban ciertas similitudes en su ADN¹².



Figura 1. Área de distribución mundial del halcón de Berbería (modificado parcialmente de la bibliografía³).

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL Y HÁBITAT

La distribución mundial del halcón de Berbería comprende zonas dispersas más o menos secas del norte de África y Próximo Oriente, así como del suroeste y centro de Asia, desde las islas Canarias hasta Mongolia (Fig. 1). A pesar de que casi siempre se oye hablar de su fuerte ligazón a las zonas desérticas o áridas, también puede habitar en otras que no se caracterizan precisamente por su sequedad. Por lo que se resume en obras de carácter no específico³, en general ocupa enclaves tierra adentro poco vegetados con profundos barrancos y paredes rocosas, si bien algunas parejas también crían en la costa, en los márgenes de grandes ríos u ocasionalmente en regiones montañosas y lluviosas³.

Al igual que sucede con los peregrinos, sus nidos están situados casi siempre en grandes acantilados que destacan en el paisaje, sitios que proporcionan atalayas u otros muy adecuados, tanto para cazar como para vigilar su territorio. Durante la reproducción este halcón es muy agresivo y suele hostigar con ahínco a otras especies, incluido el hombre, así como a conespecíficos (individuos de su propia especie) presentes en sus dominios. Aun así, al menos en Canarias es muy frecuente que comparta el hábitat de nidificación con otras grandes especies rupícolas como el ratonero *Buteo buteo*, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, el cernícalo vulgar *Falco tinnunculus* o el cuervo *Corvus corax*. Como resultado de esta coexistencia, a menudo se producen interacciones que por lo visto no suelen ser mucho más que “monótonos conflictos” entre vecinos. A veces pueden llegar a sorprender ciertas situaciones en las que algunas aves-presa, como por ejemplo las palomas *Columba livia*, ocupan el mismo cantil que el halcón, y no parecen tener problemas a la hora de sacar adelante sus pollos a escasa distancia del nido de éste su principal depredador. De forma anecdó-



tica, cabe señalar que –por lo que hemos observado en la costa norte de Tenerife– un macho de paloma cimarrona puede coartar el lance de caza de una hembra de Berbería haciéndole frente con un vuelo “intimidatorio”.

En el archipiélago canario puede establecerse en todos los ambientes que posean grandes paredes rocosas (incluyendo las de canteras activas), si bien manifiesta una cierta predilección por las zonas poco arboladas y costeras^{13,14}. Como ocurre en algunas regiones asiáticas, varias parejas en Tenerife han conseguido afincarse y reproducirse con éxito a altitudes superiores a los 2.000 metros, en el Parque Nacional del Teide, donde se producen nevadas invernales ocasionales¹⁴. En islas donde el relieve accidentado es mucho más limitado, algunos territorios de cría se circunscriben a los cráteres de pequeños conos volcánicos o a farallones rocosos de pequeña entidad.

PRIMERAS REFERENCIAS EN CANARIAS

Es evidente que la información existente sobre la evolución de la población de halcón de Berbería en las islas Canarias es muy pobre. Las primeras referencias bibliográficas que aluden a la presencia de halcones, ya en el año 1799, se deben al escritor e historiador canario José de Viera y Clavijo (1731-1813)¹⁵.

Aunque gran cantidad de parejas de halcón de Berbería crían en enclaves costeros, algunos territorios se sitúan a algo más de una docena de kilómetros tierra adentro y a más de 2.000 m de altitud (en los últimos años, varias parejas se han establecido en Parque Nacional del Teide, Tenerife). Foto Beneharo Rodríguez. Página anterior Los halcones de Berbería muestran a veces una notable querencia a las ramas de plantas que crecen en el cantil (macho utilizando como posadero habitual la rama de un verode en el sur de Tenerife). Foto José J. Hernández.

Este autor hace mención a la fama de los halcones canarios, por sus cualidades para la cetrería, y describe con relativo detalle su morfología, señalando además que están presentes en Tenerife y que “se establecen en los sitios más elevados y rocas solitarias, de donde solamente descienden para arrojarse a sus presas que pueden hacer en las llanuras. Colocan sus nidos en los agu-

Cuadro 1. *Sus señas de identidad. Las principales diferencias morfológicas entre la subespecie de halcón peregrino Falco peregrinus brookei, que nidifica en la región mediterránea, y el halcón de Berbería F. p. pelegrinoides se resumen a continuación. Ilustraciones Francisco Torrents.*

Características	Halcón peregrino A	Halcón de Berbería B
Tamaño	Grande	Pequeño
Coloración general	Oscura	Clara
Bigotera	Ancha	Estrecha
Mejilla	Pequeña	Grande
Nuca	Negruzca	Mancha rojiza variable
Babero	Débilmente barrado	Sin barrado o muy débil
Ventre	Densamente barrado	Suavemente barrado
Dorso	Oscuro, casi negro	Gris pizarra, muy claro



jeros de las peñas inaccesibles que miran al mediodía, donde la hembra pone ordinariamente cuatro huevos”. Más tarde, quizá basándose en la información aportada por Viera y Clavijo, el botánico inglés Philip Barker Webb y los naturalistas franceses Sabin Berthelot y Alfred Moquin-Tandon mencionan –en el capítulo dedicado a la ornitología de la famosa obra Histoire Naturelle des Iles Canaries (1842)– la presencia de este halcón en Tenerife, aunque sin especificar más datos¹⁶. Algunos años después, otros investigadores y naturalistas europeos que visitaron las islas indican que podría haberse extinguido¹⁷. Otros, que sí consiguieron detectarlo, pero no aportaron pruebas concluyentes de su nidificación, comentan que debía ser muy raro a decir por las escasas observaciones efectuadas^{18,19}. En este sentido, en Tenerife, el ornitólogo inglés Edmund Gustavus Bloomfield Meade-Waldo consiguió ver halcones en tres ocasiones en el año 1888¹⁸, aunque, por lo

que escribió varios años más tarde (“I do not think they breed in Tenerife...”), tuvo la misma suerte. Durante la primavera de 1889, el ornitólogo inglés Henri Baker Tristram observó a corta distancia, cuando caminaba por el barranco de La Virgen (isla de Gran Canaria), una pareja de halcones cuyo macho mostraba un comportamiento copulatorio¹⁹. Después de dichas observaciones tuvo que transcurrir algo de tiempo para que alguien pudiera hablar, esta vez fehacientemente, sobre la reproducción de la rapaz en Canarias. Se trataba del austriaco Johann Polatzek, otro ornitólogo que durante 1902 y 1904 pudo ver y capturar varios ejem-

Cuadro 2. *Las pieles de los halcones canarios depositadas en museos. En el pasado, varios halcones fueron abatidos con fines científicos en diferentes islas Canarias. Una vez naturalizados pasaban a engrosar las colecciones de determinados museos, en las que por lo general se han conservado hasta la actualidad. Hay constancia de pieles de al menos ocho especímenes en centros extranjeros: seis en el American Museum of Natural History (AMNH), una en el Natural History Museum, London (NHML) y otra en el Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig (ZFMK). Más recientemente, tres halcones, que murieron después de ingresar en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre “La Tahonilla” (Cabildo de Tenerife), fueron depositados (uno montado para exposición y dos pieles) en el Museo de la Naturaleza y el Hombre, Tenerife (TFMC). Además de todo esto, se conoce la existencia de algunas aves naturalizadas en colecciones privadas.*

Fecha	Captura		Sexo	Colector	Colección	Código
	Fecha	Isla				
27/06/1902	Fuerteventura		♂	J. Polatzek	AMNH	Nº 537295
1904	Tenerife		♀	R. von Thanner	AMNH	Nº 537294
13/05/1904	Fuerteventura		♀	J. Polatzek	AMNH	Nº 537297
12/11/1904	Lanzarote		♀	J. Polatzek	AMNH	Nº 537298
22/06/1904	Fuerteventura		♂	J. Polatzek	AMNH	Nº 537296
30/11/1908	Tenerife		♀	R. von Thanner	ZFMK	A.11.15.f2.
23/05/1913	Lanzarote		♂	D.A. Bannerman	NHML	BM 1913.10.22.193
28/09/1917	Tenerife		♀	R. von Thanner	AMNH	Nº 537293
1998	Tenerife		♂	Cabildo de Tenerife	TFMC	VA 423
10/03/2002	Tenerife		♂	Cabildo de Tenerife	TFMC	VA 451
05/08/2004	Tenerife		♀	Cabildo de Tenerife	TFMC	VA 461



Vistas dorsal y ventral de un ejemplar macho de halcón de Berbería abatido en las inmediaciones de Tegüise (Lanzarote) en el año 1913. El lugareño que le dio caza se lo entregó al ornitólogo inglés David A. Bannerman, quien lo naturalizó y depositó en el Natural History Museum, London. Foto cortesía de el Natural History Museum, London.

Isla	1989	1991	1993	1999	2001	2002	2003	2005	2007	IMA(%)
Alegranza	1	-	1	1	1	1	-	-	1	0
Montaña Clara	1	-	1	1	1	1	-	-	1	0
Roque del Este	0	-	1	1	1	1	-	-	1	0
Lanzarote	3	-	7	9	>7	13	-	16	17	10,1
Fuerteventura	2	-	2	4	4-5	7	-	-	8-10	8,7
Gran Canaria	0	-	2	10	10	15	-	24	24	19,4
Tenerife	0	2	2	11	>10	15	-	26	35	19,6
La Gomera	0	-	2	7	12-14	12-14	-	-	12-14	14,3
La Palma	0	-	0	5-6	8-10	8-10	-	-	20	17,6
El Hierro	0	-	0	2-3	2-3	2-3	9	-	9	17,7
TOTAL	7	-	18-20	51-53	50-60	75-80	-	-	128-132	17,6
Fuentes	23	25, obs. pers.	33	30	11	34	13	35,14	36, obs. pers.	

Tabla 1. Estimaciones e incremento medio anual (IMA) del tamaño de la población del halcón de Berbería en Canarias durante el periodo 1989-2007.

plares en diversos lugares de Fuerteventura, Lanzarote y en el islote de Montaña Clara²¹ (Cuadro 2). En esa misma época, concretamente entre los años 1904 y 1917, Rudolf von Thanner colecta tres hembras en Tenerife, dos de ellas en las inmediaciones de la localidad donde residió muchos años, Vilaflor^{22,23} (Cuadro 2). Desde entonces, y hasta mediados de la década de 1980, se suceden los avistamientos esporádicos de halcones en el archipiélago, muchos de los cuales no pudieron ser identificados a nivel específico, es decir, no fue posible corroborar si eran o no de Berbería^{24,11}. Una de esas oportunidades, en la que sí fue reconocido, la tuvo Pedro Felipe (com. pers.) cuando en junio de 1978 vio un halcón en un área de pinar y roquedos de Vilaflor, una localidad del sur de Tenerife donde –como vimos antes– había antecedentes desde principios de ese siglo.

Es interesante destacar también que algunos campesinos isleños todavía recuerdan encuentros fortuitos

con esta rapaz a mediados del siglo pasado, refiriéndose de forma fidedigna incluso a su reproducción en sitios escarpados y de muy difícil acceso. Sin ir más lejos, en el macizo de Teno (noroeste de Tenerife), un ya desaparecido vecino de Carrizal Bajo, D. José Armas Dorta “Josenito”, nos comentaba el 11 de julio de 1986 que hacía unos 35 años tuvo la oportunidad de ver una repisa-nido con pollos cuando “iba al risco a coger guano de guirre” (“Sí porque las garran [a las palomas] y se las llevan a las crías, y se ve el desplumadero allí en un nido de Los Gigantes...”). Asimismo, gracias a muchos otros lugareños avezados de ese macizo tinerfeño podemos entrever lo que quizás sucedió en parecidos lugares abruptos de las islas occidentales: la práctica desaparición y posterior recolonización de los halcones en apenas unas décadas. Del “eso ya no se ve”, de mediados de la década de 1970, se pasó a decir que los habían “soltado”, debido a su cada vez más constante presencia en Teno entre últimos de los 80 y principios de los 90. Todo ello coincidiendo perfectamente con nuestras continuas visualizaciones y con el primer dato de cría –al menos dentro del ámbito científico– para la isla obtenido por Efraín Hernández y otros²⁵.

RECIENTE AUMENTO POBLACIONAL EN LAS ISLAS

La mayoría de las poblaciones reproductoras de halcón peregrino de Europa y Norteamérica estuvieron gravemente amenazadas durante la primera mitad del siglo pasado²⁶. Aun cuando la persecución directa en sí jugase un papel relevante, está claro que tuvo que ir unida a otros factores importantes para causar los rápidos declives registrados en ciertos países. Sin lugar a dudas, el uso de los productos fitosanitarios muy tóxicos, especialmente el DDT, fue otro de los responsables más directos de dichos acontecimientos²⁶. Ya en la segunda mitad de siglo, la elaboración de varios estudios y la cada vez mayor actuación de movimientos conservacionistas y ecologistas produjeron cambios sustanciales en dicha situación, y hoy día una buena parte de las poblaciones han recuperado sus números o están en claro proceso de ello^{26,27}.

En Canarias, todo ese exiguo y disperso conocimiento sobre la situación de los halcones, que habíamos comentado antes, empezó a cambiar cuando en 1987 y 1988 un equipo de ornitólogos locales llevó a cabo un censo abarcando toda la región²³. Los resultados de este primer acercamiento arrojaron un total de siete parejas, todas ellas repartidas en las islas (Lanzarote y Fuerteventura) e islotes (Alegranza y Montaña Clara) orientales del archipiélago. Es lógico pensar que esa población, al actuar como emisora, fuese en un principio la responsable de la paulatina recolonización natu-

Con frecuencia, los halcones de Berbería permanecen en sus posaderos durante largos periodos de tiempo (adulto vigilando su territorio en el noroeste de Tenerife). Foto Beneharo Rodríguez.

ral que se produjo en las centro-occidentales (Tabla 1). Este vertiginoso incremento poblacional puede ilustrarse con los casos de islas como Gran Canaria y Tenerife, en las que de dos parejas en cada una a principios de la década de 1990 se pasó a alrededor de 30 en nuestros días (Tabla 1). Con los datos cuantitativos disponibles, la población en toda Canarias ha experimentado un aumento medio anual del 17,6% a lo largo del periodo 1989-2007.

En líneas generales, los principales factores que regulan la densidad de las poblaciones de rapaces son la disponibilidad de recursos (alimento y lugares adecuados para la cría), la competencia intra e interespecífica y la presión humana²⁸. Pese a que no se conoce con detalle, el crecimiento demográfico del halcón de Berbería en el archipiélago canario debe estar asociado a una fusión de diferentes variables. En primer lugar, en todas las islas –mayormente en las centro-occidentales– abundan las grandes paredes rocosas idóneas para nidificar, muchas de ellas desocupadas hace tan solo unos pocos años. Por otra parte, tanto la protección legal de la especie como la regulación de la caza han podido propiciar que el número de individuos abatidos disminuyera, y al mismo tiempo que los efectivos de alguna de sus presas más usuales, como las palomas bravía y cimarrona, hayan aumentado de manera considerable. Hoy en día, las cacerías de palomas son más bien anecdóticas y, por si fuera poco, sus poblaciones



Algunos halcones, sobre todo hembras, que nidifican en Canarias presentan un plumaje muy oscuro y densamente barrado, más propio de otras subespecies de halcón peregrino que de Berbería (hembra reproductora del sur de Tenerife). Foto José J. Hernández.

salvajes son reforzadas continuamente mediante el escape de aves domésticas. Por último, no hay que dejar de mencionar la repercusión negativa del DDT utilizado durante buena parte del siglo pasado para combatir las plagas de langosta migratoria *Schistocerca gregaria* en las islas. Ésta fue en buena medida la razón por la que dos especies de rapaces, el milano real *Milvus milvus* y el alimoche o “guirre” *Neophron percnopterus*, sufrieron grandes declives poblacionales hasta llegar a desaparecer por completo y a quedar relegada a



El plumaje de los pollos cuando abandonan el nido es muy diferente al que mostrarán cuando sean adultos (pollo volandero esperando a que uno de los adultos aporte una presa). Foto Beneharo Rodríguez y Leandro de León.



Los pequeños conflictos aéreos entre vecinos son frecuentes en las zonas donde coexisten varias especies de rapaces rupícolas (ejemplar joven de halcón de Berbería “jugando” con un adulto de águila pescadora). Foto José J. Hernández.

las islas orientales, respectivamente¹¹. Se deduce, pues, que otras aves rapaces (incluidos los halcones) e insectívoras siguieran los mismos pasos durante ese periodo, recuperándose posteriormente, una vez que el uso de estos productos fue prohibido. Si a todo esto añadimos la corta edad a la que los halcones pueden ser fértiles, no debería sorprender mucho el rápido auge poblacional acaecido en las islas.

UN MODO DE VIDA POCO CONOCIDO

Exceptuando ciertas observaciones inéditas, de por sí muy limitadas, aún no hay información cuantitativa acerca del comportamiento de los halcones canarios. En cualquier caso, éste debe ser muy similar al de su pariente el halcón peregrino, del que sí se han hecho cuantiosos estudios. En cuanto a su biología reproductora sabemos algo más, aunque todavía estamos lejos para poder equipararnos con el conocimiento adquirido sobre el peregrino²⁶. A continuación reconstruiremos brevemente su conducta reproductiva, basándonos en nuestra experiencia y en las escasas referencias publicadas.

La fidelidad que manifiestan los adultos a sus territorios a lo largo de todo el año tiene su máximo apogeo, como era de esperar, durante la cría. Las primeras señales de su comienzo son advertidas desde el mes de diciembre, o incluso antes, dado que es en esos momentos cuando despuntan las espectaculares exhibiciones aéreas de cortejo consistentes en persecuciones, vuelos en pareja o picados vertiginosos. Algo más tarde, las cópulas, frecuentísimas unas semanas antes de que se inicie la puesta, son muy elocuentes ya que ambos cónyuges emiten estridentes voces y el macho aletea vigorosamente. Todo esto, unido a que casi siempre son consumadas en roquedos prominentes frecuentados por la hembra, ha hecho pensar que la función de dichas conductas sea la delimitación territorial²⁹.

Cuando hay varias alternativas de nido en un mismo cantil, que suele ser lo normal en nuestras islas, la hembra parece ser la encargada de elegir. En ocasiones, tras “preparar” varios de ellos, se “decide” por uno en el último instante, justo antes de que tenga lugar la puesta. Como es sabido, los miembros de la familia Falconidae (halcones, cernícalos, esmerejones, alcotanes, etc.) no aportan material externo de ningún tipo al nido, dado que simplemente excavan una somera depresión en el terreno donde depositar los huevos. Ahora bien, al igual que sus congéneres continentales, los halcones de Berbería de Canarias usan de vez en cuando nidos viejos de otras aves rupícolas, como por ejemplo de cuervo, tanto como lugar para desplumar y comer sus presas como para criar. A diferencia de lo que sucede en otras latitudes³, de momento no hay constancia en las islas de la utilización de repisas artificiales –situadas en edificios, torretas eléctricas, etc.– como lugares de nidificación.

Las puestas están constituidas en su mayoría por dos o tres huevos, varían entre uno y cinco, y se producen desde la primera quincena de febrero hasta mediados de marzo^{30, obs. pers.}. La incubación, que dura casi treinta días, es cometido tanto de la hembra como del macho, si bien la participación de este último es mucho menor, limitándose a veces a algún que otro relevo después de su visita al nido para aportar alimento. Una vez que nacen los pollos, el macho continúa cazando para alimentar a toda la familia, pero, cuando estos cuentan con varias semanas de edad, la hembra también puede abandonar el nido y cooperar en la actividad depredatoria. El tamaño de la pollada es de dos o tres individuos, salvo en algunos casos más bien raros que es de uno o cuatro. No es hasta los primeros vuelos de los pollos, a principios de mayo, cuando hay más oportunidades de dilucidar el sexo de los mismos sin temor a equivocarnos. Es en estos momentos cuando más apreciamos las notables diferencias de envergadura entre machos y hembras (éstas con mucha más), así como sus característicos plumajes, que nada tienen que ver con el de los adultos.

Pasado el periodo de dependencia parental, el comportamiento de estos juveniles sigue siendo una incógnita. No resulta descabellado pensar, menos aún si nos atenemos a lo sugerido por ciertos autores en otras regiones³, que realicen movimientos dispersivos interinsulares o incluso que abandonen las islas.

UN ESPECIALISTA EN LA CAZA AÉREA

Al igual que los halcones peregrinos, el que su dieta se componga casi en exclusiva de aves de mediano y pequeño tamaño, capturadas en pleno vuelo, nos da una idea de su pericia y velocidad en el aire. Pese a ello, la mayor parte de sus espectaculares lances de caza termina en fracaso, es decir, muchas aves son capaces de evitar con sorprendente habilidad una muerte segura. La composición de su dieta en el archipiélago canario, lejos de haber sido descrita con precisión, tiene aún numerosos interrogantes básicos que permanecen sin esclarecer; entre otros, si realmente varía a lo largo del año, y si hay diferencias significativas entre islas. Por

ejemplo, una mayor presencia de aves migratorias, susceptibles de ser cazadas por los halcones, en las islas orientales frente al resto podría dar pie a un estudio detallado sobre la variación alimenticia entre estos dos sectores. Una buena muestra de esta explotación, que da aún más pie a pensar en disparidades tróficas en Canarias, la hallamos en los desiertos asiáticos, donde estos halcones consumen gran número de migrantes exhaustos que cruzan sus dominios³.

De las al menos 26 aves-presa hasta el momento confirmadas en nuestro archipiélago (Tabla 2), las más depredadas parecen ser las palomas, principalmente las asilvestradas, cuyos efectivos no hacen más que aumentar en muchos rincones. Por su curiosidad, sobresale la captura –a todas luces casual– de otras rapaces más pequeñas tales como el cernícalo vulgar y el gavián común *Accipiter nisus*, hecho que igualmente ha sido mencionado para el halcón peregrino^{26,10}. Además, en la isla de Fuerteventura hay noticias de un ataque sin éxito a una de las especies de mayor talla de la avifauna canaria, la hubara *Chlamydotis undulata* (Rubén Barone, com. pers.).

Aparte de las aves, en Tenerife se han observado halcones cazando y consumiendo invertebrados en el aire,

que casi con seguridad correspondían a libélulas. En Gran Canaria, por otra parte, Pedro Felipe (com. pers.) filmó un nido donde había restos de una rata *Rattus sp.*, y comprobó cómo el macho aportó un conejo *Oryctolagus cuniculus* (gazapo) para cebar a los pollos. No hay que descartar la posibilidad de que a veces puedan consumir otro tipo de presas, como por ejemplo los murciélagos, al igual que ha sido constatado en otras regiones³.

¿PODEMOS GARANTIZAR SU CONSERVACIÓN EN CANARIAS?

En función de lo dicho hasta aquí, da la impresión de que los halcones viven un buen momento en el archipiélago y su futuro parece ser esperanzador en lo que a su conservación se refiere. Sin embargo, está claro que son solo impresiones y no hay que bajar la guardia, puesto que hace falta más información y un seguimiento de la población a largo plazo para descubrir posibles tendencias negativas. A pesar de la ya indicada carencia de datos rigurosos de ciertos aspectos de su biología, en las islas han sido detectadas algunas causas de mortalidad no natural y actividades humanas que podrían reducir el éxito reproductor. Entre las primeras, las colisiones o electrocuciones en tendidos eléctricos, así como

Especie	Islas	Fuente
Paíño de Madeira <i>Oceanodroma castro</i> *	L	37
Gavián común <i>Accipiter nisus</i> *	H	D. Trujillo (com. pers.)
Cernícalo vulgar <i>Falco tinnunculus</i> *	H, T	D. Trujillo (com. pers.), obs. pers.
Perdiz moruna <i>Alectoris barbara</i>	H, L, T	24, D. Trujillo (com. pers.)
Codorniz <i>Coturnix coturnix</i> *	G	D. Trujillo (com. pers.)
Gallineta común <i>Gallinula chloropus</i> *	T	J. Curbelo (com. pers.)
Chorlitejo grande <i>Charadrius hiaticula</i> *	L	P. Felipe (com. pers.)
Correlimos común <i>Calidris alpina</i> *	L	33
Vuelvepedras <i>Arenaria interpres</i> *	L	G. Tejera (com. pers.)
Gaviota patiamarilla <i>Larus michahellis</i> *	L, G	33, Ó.M. Afonso (com. pers.)
Ganga ortega <i>Pterocles orientalis</i> *	F	33
Paloma bravía <i>Columba livia</i>	Todas	11, 33
Paloma turqué <i>Columba bollii</i> *	G, T	D. Trujillo (com. pers.), obs. pers.
Tórtola turca <i>Streptopelia decaocto</i>	H, T	D. Trujillo (com. pers.), obs. pers.
Tórtola común <i>Streptopelia turtur</i>	H, T, F, L	33, D. Trujillo (com. pers.), R. Barone (com. pers.)
Autillo <i>Otus scops</i> *	L	33
Vencejo unicolor <i>Apus unicolor</i>	H, G, T	D. Trujillo (com. pers.), obs. pers.
Abejaruco <i>Merops apiaster</i> *	L	33
Abubilla <i>Upupa epops</i> *	?	11
Golondrina común <i>Hirundo rustica</i>	H, F, L	33, D. Trujillo (com. pers.), obs. pers.
Avión común <i>Delichon urbicum</i>	H, F	D. Trujillo (com. pers.), obs. pers.
Bisbita caminero <i>Anthus berthelotii</i> *	T	Obs. pers.
Chova piquirroja <i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i> *	P	A. Acevedo (com. pers.)
Gorrión chillón <i>Petronia petronia</i> *	G	D. Trujillo (com. pers.)
Canario <i>Serinus canarius</i>	H, T	R. Barone (com. pers.), obs. pers.
Camachuelo trompetero <i>Bucanetes githagineus</i> *	L	Obs. pers.

Tabla 2. Especies de aves consumidas por el halcón de Berbería en las diferentes islas Canarias (L: Lanzarote; F: Fuerteventura; T: Tenerife; G: La Gomera; P: La Palma; H: El Hierro). Por el número de registros hecho, la captura de muchas de éstas puede que solo sea casual (*).



Una de las amenazas que se cierne sobre el halcón de Berbería en Canarias es la práctica sin regulación de la cetrería. Al margen del expolio de nidos, el escape de halcones cautivos y el consecuente riesgo de hibridación con la población salvaje es ya una realidad en las islas (halcón sacre escapado de cautividad comiendo una gaviota en la isla de Lanzarote). Foto José J. Hernández.

los disparos, provocan la desaparición de individuos cada año³¹. Respecto a las actividades que podrían influir negativamente en la productividad de la especie es obligatorio mencionar ciertos deportes de aventura o en la naturaleza, en la mayoría de los casos sin control oficial aparente, tales como la escalada, el parapente, el senderismo, etc. Su práctica en enclaves ocupados por halcones y a lo largo de la época reproductiva, máxime durante la incubación o en los primeros días de desarrollo de los pollos, podría conllevar consecuencias fatales para algunas parejas³¹. Aquí debemos apuntar que muchas veces el desconocimiento por parte de algunos deportistas no está necesariamente unido a una falta de información, sino a la dejadez a la hora de buscarla.

Otros de los problemas a que se enfrentan los halcones canarios son el ejercicio sin regulación de la cetrería y el clima de animadversión que se ha creado en su contra dentro de algunos, no todos, círculos de cazadores y colomófilos. El auge de la cetrería ha traído consigo la aparición de diversas rapaces foráneas (azor *A. gentilis*, busardo mixto *Parabuteo unicinctus*, halcón sacre *Falco cherrug*, halcón peregrino, etc.) en libertad en el medio canario. Algunas de ellas, como un halcón peregrino escapado de cautividad (con pihuelas), se han emparejado con ejemplares de halcón de Berbería, y otras, como un halcón sacre en la costa norte de Tenerife, defienden hoy día los acantilados donde lograron establecerse en claro detrimento de las especies allí presentes. El efecto que estas aves de origen cautivo tiene

sobre las poblaciones de halcones autóctonos puede manifestarse de dos formas: por un lado, como competencia directa por los recursos (alimentación, nidos, etc.) y como riesgo de hibridación y contaminación genética³²; por otro, debido a la creciente afición a la cetrería es de esperar que el expolio de nidos, ya verificado en varias islas³¹, aumente.

La “relación” de los halcones con la colombofilia tampoco parece deparar un futuro muy halagüeño. El crecimiento poblacional a que hemos hecho referencia, sumado a la arraigada creencia de que estas aves no son originarias del archipiélago, sino que han sido introducidas por las autoridades locales, han incitado a parte de este colectivo a la aversión e incluso a la persecución sin tregua (hay registrados varios casos de muerte a manos de desaprensivos). Aun siendo verdad que el halcón de Berbería captura palomas domésticas, un buen porcentaje de éstas están asilvestradas (a veces constituyendo verdaderas plagas en zonas litorales), en parte consecuencia de los nada infrecuentes extravíos en los bandos de mensajeras. Sea como fuere, no es solo esta abundancia de recursos tróficos la que ha hecho incrementar los efectivos de la rapaz en Canarias. En efecto, hemos hablado de una especie autóctona, ahora mismo catalogada legalmente con la máxima figura de protección, que ha sabido beneficiarse de lo que ofrecen hombres y medios isleños para salvaguardar su legítima supervivencia.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Aurelio Acevedo, Óscar M. Afonso, Rubén Barone, Juan Curbelo, Pedro Felipe, Gustavo Tejera y Domingo Trujillo la aportación de sus interesantísimas observaciones. De forma particular, a Rubén Barone por su siempre encomiable paciencia con la lectura crítica del manuscrito inicial. También estamos en deuda con Francisco Torrents (LIMICOdivulgación 2008; divulgacion@limico.es) por la realización, en exclusiva para el presente trabajo, de las ilustraciones de los halcones peregrino y de Berbería. Debemos realzar la buena predisposición de Mark Adams (The Natural History Museum, London), Margaret Hart (The American Museum of Natural History) y Guillermo Delgado (Museo de la Naturaleza y el Hombre, Tenerife), así como agradecer a sus respectivas instituciones la cesión de las fotos o datos de los halcones canarios allí depositados. Por último, damos las gracias a Leandro de León y a su familia por la inestimable ayuda prestada en Lanzarote.

Bibliografía

1. DEL HOYO, J., ELLIOT, A. & SARGATAL, J. (eds.) 1994. *Handbook of the Birds of the World. Vol. 2. New World Vulture to Guinea-fowl*. Lynx Edicions. Barcelona. 638 pp.
2. WINK, M. & SEIBOLD, I. 1996. Molecular phylogeny of mediterranean raptors (Families Accipitridae and Falconidae). En: Muntaner, J. & Mayol, J. (eds.) *Biology and Conservation of the Mediterranean Raptors, 1994*: Monografías, nº 4, SEO. Madrid. p.: 335-344.
3. FERGUSON-LEES, J. & CHRISTIE, D.A. 2004. *Rapaces del mundo*. Ediciones Omega. Barcelona. 1.082 pp.
4. WINK, M., DÖTTLINGER, H., NICHOLLS, M.K. & SAUER-GÜRTH, H. 2000. Phylogenetic relationships between Black Shaheen *Falco peregrinus peregrinator*, Red-naped Shaheen *F. peregrinoides babilonicus* and Peregrines *F. peregrinus*. En: Chancellor, R.D. & Meyburg, B.-U. (eds.) *Raptors at Risk*. WWGBP/Hancock House, Berlin, London & Paris. p.: 853-857.
5. VAURIE, C. 1961. Systematic notes on Palearctic birds. No 44. Falconidae: the genus *Falco* (Part I, *Falco peregrinus* and *Falco peregrinoides*). *American Museum Novitates* 27: 1-19.
6. CLARK, W.S. & SHIRIHAI, H. 1995. Identification of Barbary Falcon. *Birding World* 8: 336-343.
7. FORSMAN, D. 1999. *The Raptors of Europe and the Middle East: A Handbook of Field Identification*. T & AD Poyser. London. 589 pp.
8. BROSSET, A. 1986. Les populations du Faucon Pèlerin *Falco peregrinus* Gmelin en Afrique du Nord: un puzzle zoogéographique. *Alauda* 54: 1-14.
9. SCHOLLAERT, V. & GILLES, W. 2000. Taxonomy of the peregrine *Falco peregrinus*/Barbary falcon *F. (peregrinus) peregrinoides* complex in Morocco. *Bulletin ABC* 7: 101-103.
10. ZUBEROGOITIA, I., RUIZ, J.F. & TORRES, J.J. 2002. *El Halcón Peregrino*. Diputación Foral de Bizkaia. Bizkaia. 291 pp.
11. MARTÍN, A. & LORENZO, J.A. 2001. *Aves del archipiélago canario*. Francisco Lemus Editor. La Laguna. 787 pp.
12. AMENGUAL, J., HEIDRICH, P., WINK, M. & RODRÍGUEZ, F. 1996. El complejo *Falco peregrinus/F. peregrinoides* en Fuerteventura, islas Canarias: nuevos datos derivados de la secuencia del gen mitocondrial cyt b. *XII Jornadas Ornitológicas Españolas. Figueres (Girona)*.
13. RODRÍGUEZ, B. & SIVERIO, M. 2006. Density and habitat characteristics of an insular population of Barbary Falcon *Falco peregrinus peregrinoides* (El Hierro, Canary Islands). *Ardeola* 53: 325-331.
14. RODRÍGUEZ, B., SIVERIO, M., RODRÍGUEZ, A. & SIVERIO, F. 2007. Density, habitat selection and breeding success of an insular population of Barbary Falcon *Falco peregrinus peregrinoides*. *Ardea* 95: 213-223.
15. VIERA Y CLAVIJO, J. 2004. *Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias*. Ediciones Nivaria. La Laguna. 639 pp.
16. WEBB, P.B., BERTHELOT, S. & MOQUIN-TANDON, A. 1842. Ornithologie Canarienne. En: Webb, P.B. & Berthelot, S. *Histoire Naturelle des Iles Canaries*. Tome II. Béthune ed. Paris. p.: 1-48.
17. REID, S.G. 1887. Notes on the birds of Tenerife. *Ibis Serie 5*, Vol. 5: 424-435.
18. MEADE-WALDO, E.G.B. 1889. Notes on some birds of the Canary Islands. *Ibis Serie 6*, Vol. 1: 1-13.
19. TRISTRAM, H.B. 1889. Ornithological notes on the Island of Gran Canaria. *Ibis Serie 6*, Vol. 1: 13-32.
20. MEADE-WALDO E.G.B. 1893. List of birds observed in the Canary Islands. *Ibis Serie 6*, Vol. 5: 185-207.

21. POLATZEK, J. 1908. Die Vögel der Canaren. *Ornithologisches Jahrbuch* 19: 81-119.
22. THANNER, R. von 1909. *Falco barbarus* auf Tenerife. *Ornithologisches Jahrbuch* 20: 148-150.
23. HERNÁNDEZ, E., DELGADO, G., CARRILLO, J., NOGALES, M. & QUILIS, V. 1991. A preliminary census and notes on the distribution of the Barbary Falcon (*Falco peregrinoides* Temminck, 1829) in the Canary Islands. *Bonner zoologische Beiträge* 42: 27-34.
24. BANNERMAN, D.A. 1963. *The Birds of the Atlantic Islands*. Vol. I. Oliver & Boyd. Edinburgh and London. 358 pp.
25. HERNÁNDEZ, E., DELGADO, G. & QUILIS, V. 1992. El Halcón de Berbería (*Falco peregrinoides* Temminck, 1829), nueva especie nidificante en Tenerife (I. Canarias). *Vieraea* 21: 170.
26. RATCLIFFE, D.A. 1993. *The Peregrine Falcon*. T & AD Poyser. London. 454 pp.
27. RATCLIFFE, D.A. 1997. Peregrine Falcon. En: Hagemeyer, W.J.M. & Blair, M.J. (eds.) *The EBCC Atlas of European Breeding Birds, their Distribution and Abundance*. T & AD Poyser. London. p.: 192-193.
28. NEWTON, I. 1979. *Population Ecology of Raptors*. T & AD Poyser. Berkhamsted. 399 pp.
29. NEGRO, J.J. & GRANDE, J.M. 2001. Territorial signalling: a new hypothesis to explain frequent copulation in raptorial birds. *Animal Behaviour* 62: 803-809.
30. DELGADO, G., CONCEPCIÓN, D., SIVERIO, M., HERNÁNDEZ, E., QUILIS, V. & TRUJILLO, D. 1999. Datos sobre la distribución y biología del Halcón de Berbería (*Falco peregrinoides*) en las islas Canarias (Aves: Falconidae). *Vieraea* 27: 287-298.
31. SIVERIO, M. & CONCEPCIÓN, D. 2004. Halcón Tagarote *Falco peregrinoides*. En: Madroño, R. & González, C. & Atienza, J.C. (eds.) *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad—SEO/BirdLife. Madrid. p.: 171-173.
32. LINDBERG, P. & NESJE, M. 2002. Lost falconers birds and hybrid falcons - do they have an impact on European Peregrine Falcon (*Falco peregrinus*) populations - a case study of lost falconers birds breeding in Sweden. En: Yosef, R., Miller, M.L. & Pepler, D. (eds.) *Raptors in the New Millennium*. World Conference on birds of prey & owls, Raptor 2000, Eilat, Israel. p.: 96.
33. BACALLADO, J.J., DELGADO, G., HERNÁNDEZ, E. & QUILIS, V. 1993. Censo y datos sobre la biología del Halcón de Berbería (*Falco peregrinoides* Temminck, 1829) en las islas Canarias. Museo de Ciencias Naturales de Santa Cruz de Tenerife. Informe inédito. 51 pp.
34. SIVERIO, M. & CONCEPCIÓN, D. 2003. Halcón Tagarote *Falco peregrinoides*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras en España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza—Sociedad Española de Ornitología, Madrid. p.: 206-207.
35. ZUBEROGOITIA, I. 2005. Halcón peregrino—*Falco peregrinus*. En: Carrascal, L.M. & Salvador, A. (eds.) *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
36. RODRÍGUEZ, B. & SIVERIO, M. 2007. Halcón tagarote *Falco peregrinoides*. En: Lorenzo, J.A. (ed.) *Atlas de las aves nidificantes en el archipiélago canario (1997-2003)*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza—Sociedad Española de Ornitología. Madrid. p.: 183-187.
37. CONCEPCIÓN, D. 2004. Paño de Madeira *Oceanodroma castro*. En: Madroño, A., González, C. & Atienza, J.C. (eds.) *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Diversidad-Sociedad Española de Ornitología. Madrid. p.: 57-59.

Los autores

Los ornitólogos **Beneharo Rodríguez**, **Felipe Siverio** y **Manuel Siverio** han colaborado en diversos proyectos relacionados con la conservación de las aves, sobre todo las rapaces y las marinas. Durante los últimos años han estudiado de manera especial el gremio de rapaces del macizo de Teno (noroeste de Tenerife), poniendo una particular atención a la ecología y biología de “guinchos”, “aguillillas” y halcones de Berbería. **Airam Rodríguez** está interesado en cualquier aspecto biológico de procelariformes y rapaces, así como en los sistemas de dispersión de semillas del bosque termófilo canario. En la actualidad realiza su tesis doctoral en la Estación Biológica de Doñana (CSIC) sobre indicadores de calidad en el cernicalo primilla. **José J. Hernández** es fotógrafo de naturaleza y está especializado en avifauna. Sus imágenes han sido publicadas tanto en libros y revistas de España como en obras de ámbito internacional. Dirección de contacto: La Malecita s/n, E-38480 Buenavista del Norte, Tenerife, islas Canarias, España. E-mail: beneriguez@terra.es

Briófitos en bosques de niebla de las islas Canarias

Mucho más
que pequeñas plantas
sin flores

En las islas Canarias, cuando muchas personas se refieren al “mujo o musgo” están pensando en esa alfombra resbaladiza que tapiza el litoral, y que está formada realmente por algas marinas. Sin embargo, si ascendemos en altitud y nos introducimos en los bosques de monteverde nos rodearemos de un ambiente fresco, brumoso y enigmático, donde prácticamente todos los sustratos disponibles aparecen recubiertos por plantas de pequeño tamaño, la mayoría conocidas también con el nombre de “musgos”. Lo que probablemente muchos desconozcan es que, desde el punto de vista estrictamente botánico, los musgos representan solo una línea evolutiva de un grupo de plantas denominadas briófitos, que en los bosques de niebla canarios alcanzan unos valores de biodiversidad y singularidad excepcionales para este archipiélago.

Jairo Patiño
Juana M. González-Mancebo
Ángel Fernández
M^a Auxiliadora Peña
Julio Leal

ALGUNOS ASPECTOS GENERALES

Los briófitos constituyen un conjunto muy antiguo de plantas sin flores (criptógamas) que surgieron hace más de 400 millones de años. Algunos de ellos participaron con un papel destacado en la conquista de los territorios emergidos, y han sido pieza clave en la temprana diversificación de los organismos terrestres¹. Así, los briófitos son organismos muy antiguos ya que existían mucho antes de que las islas Canarias comenzasen a destacar por encima del nivel del mar, hace aproximadamente 20 millones de años, e incluso antes de que los dinosaurios dieran sus primeros pasos¹. Lamentablemente, esta antigüedad no les ha otorgado más popularidad ya que, debido a su reducido tamaño y la dificultad que representa distinguir muchas de sus especies, este grupo ha sido tradicionalmente ignorado por los gestores de la conservación de la naturaleza.

Tras el concepto biológico de briófito han sido reunidas tres líneas evolutivas de plantas emi-

nentemente terrestres: los antocerotes, las hepáticas y los musgos. En Canarias tenemos representantes de los tres grupos, y como veremos a continuación presentan notables diferencias, aunque algunas de sus principales características fisiológicas y reproductoras son las mismas. Los antocerotes o hepáticas con cuernos constituyen el linaje más antiguo, y cuentan con tan solo seis especies en Canarias². Presentan formas talosas (láminas paralelas al sustrato) y estructuras reproductoras en forma de cuerno^{1,2}.

Las hepáticas tienen tanto formas talosas como foliosas; estas últimas presentan tallos que frecuentemente crecen postrados sobre el sustrato, así como pequeñas hojitas dispuestas en dos filas, que en este grupo están desprovistas de nervio¹. En Canarias, las hepáticas foliosas están representadas por 98 especies, mientras que las talosas tan solo por 37². Todos los musgos presentan formas foliosas, en la mayoría de los casos con hojas provistas de un nervio bien

diferenciado y dispuestas helicoidalmente en más de dos filas¹. Los musgos son el grupo evolutivamente más diverso, con más de 10.000 especies en todo el mundo¹ y 323 en Canarias².

En conclusión, hemos de descartar la idea simplista de que ese manto verde, que en los bosques de niebla canarios viste árboles y rocas, está constituido solo por “musgos”, ya que como hemos visto no todos los briófitos son musgos.

BRIÓFITOS EN CANARIAS: UN PUNTO CALIENTE DE BIODIVERSIDAD

La primera información publicada sobre los briófitos de las islas Canarias se remonta a 1741⁴. Desde entonces, las aportaciones al conocimiento de este grupo han aumentado considerablemente⁴. En la actualidad se han citado casi 500 especies, lo que hace que el archipiélago canario ocupe el segundo lugar en Macaronesia en relación a la biodiversidad de este grupo vegetal y supone, además, casi la mitad de las especies conocidas para la

GERMINAR Y DEJAR DESCENDENCIA: EL CICLO DE VIDA

A diferencia de los animales, para los que su ciclo de vida incluye una sola generación productora de gametos (óvulos y espermatozoides), las plantas desarrollan a lo largo de su vida dos generaciones, una productora de gametos (el gametófito) y otra productora de esporas (el esporófito). Los briófitos, al igual que el resto de las plantas, manifiestan un ciclo vital en el que se alternan estas dos generaciones con diferente morfología y función (ver Fig. 1): el gametófito (A) y el esporófito (F). Pero a diferencia de helechos y plantas con flores, el gametófito briofítico constituye la generación dominante, es

decir, la que alcanza mayor tamaño y persistencia en el tiempo. El periodo de vida del gametófito varía dependiendo de la especie desde algunas semanas a más de 50 años^{1,3}.

En el gametófito se desarrollan las estructuras reproductoras sexuales femeninas en forma de botella de cuello largo, llamadas arquegonios, en las cuales se originan los gametos femeninos (B). Los gametos masculinos (muy parecidos a los espermatozoides) se desarrollan en estructuras ovoides llamadas anteridios (B). Para que se produzca la fecundación (E), el gametófito y en particular los anteridios deben

estar recubiertos por una película de agua (C) que permita a los gametos masculinos (anterozoides; C) “nadar” hasta los femeninos (oogonios; D). Esta característica hace que la dependencia del agua para la reproducción sexual sea mucho mayor para los briófitos que para el resto de las plantas³.

Después de la fecundación (E), y sobre el gametófito, se desarrolla rápidamente el esporófito (F), el cual nunca llega a independizarse sino que subsiste durante su corta vida dependiendo directamente del aporte nutricional que le proporciona el gametófito, gracias a su capacidad fotosintetizadora.

El esporófito es muy diferente en los tres grupos de briófitos¹ comentados, y su principal función es la producción y liberación de esporas (G), las cuales se dispersan principalmente por el agua y viento. El ciclo se cierra cuando la espora germina (H) y forma un nuevo gametófito, el cual en su primera fase de desarrollo origina una intrincada red de filamentos (el protonema), que enseguida dará lugar a formas más desarrolladas, talosas o foliosas, características de cada especie.

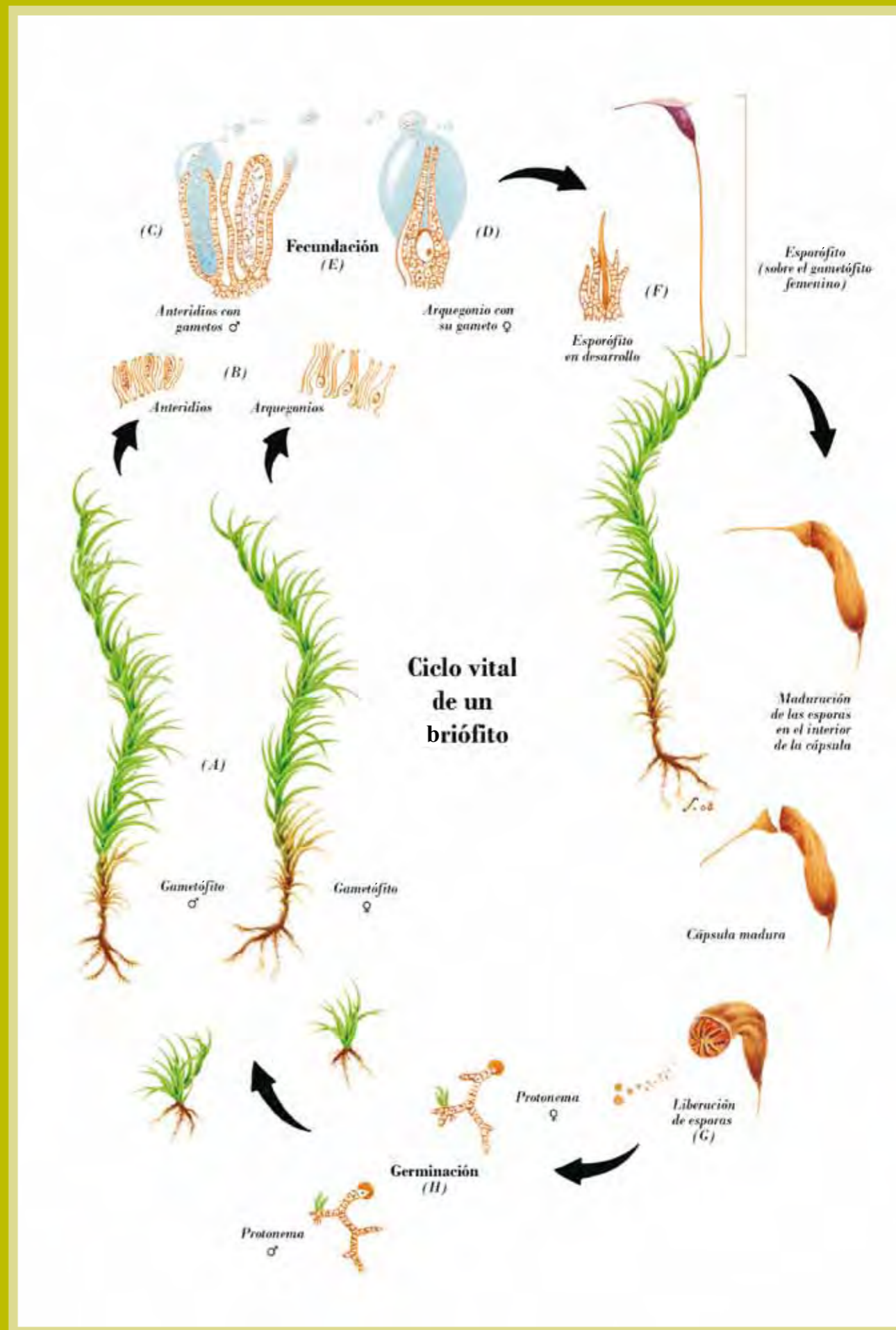


Figura 1. Ciclo de vida de un musgo perteneciente al género *Dicranum*, cuyas especies pueden alcanzar un gran desarrollo y biomasa en árboles y suelos con buen estado de conservación de bosques de ericáceas de crestería. Ilustración Sergio H. Bello.

península Ibérica (Fig. 2 A). La gran variedad de ecosistemas y hábitats de nuestro archipiélago hacen posible estos significativos valores de riqueza briológica, lo cual es especialmente notable en la isla de Tenerife (Fig. 2 B).

Efectivamente, los briófitos ocupan prácticamente la totalidad de los hábitats terrestres presentes en Canarias, desde los ambientes áridos del piso basal (tabaibal-cardonal) hasta los más extremos microhábitats de la alta montaña, pasando por hábitats de agua, incluidas las lagunas costeras estacionales o las paredes rezumantes². A lo largo de los distintos pisos bioclimáticos, su diversidad, abundancia y singularidad no se distribuye de forma homogénea, sino que existe un verdadero punto caliente, que se localiza en la franja altitudinal donde dominan los bosques de niebla², más comúnmente conocidos en Canarias como el monteverde.

Resulta destacable que en Canarias se den unas tasas de endemismo briológico relativamente altas (siete endemismos canarios y 19 macaronésicos), sobre todo si tenemos en cuenta que la capacidad de dispersión de sus esporas es muy superior a la de las semillas de plantas superiores, por lo que los endemismos suelen ser escasos^{1,2}. Pero lo que resulta todavía más sorprendente es que una de las mayores tasas de endemismo se presenta en la pequeña isla de La Gomera (Fig. 2 B). Esto solo puede ser entendido si se tiene en cuenta que la isla colombina conserva en la actualidad una de las mejores formaciones de monteverde de toda la Macaronesia.

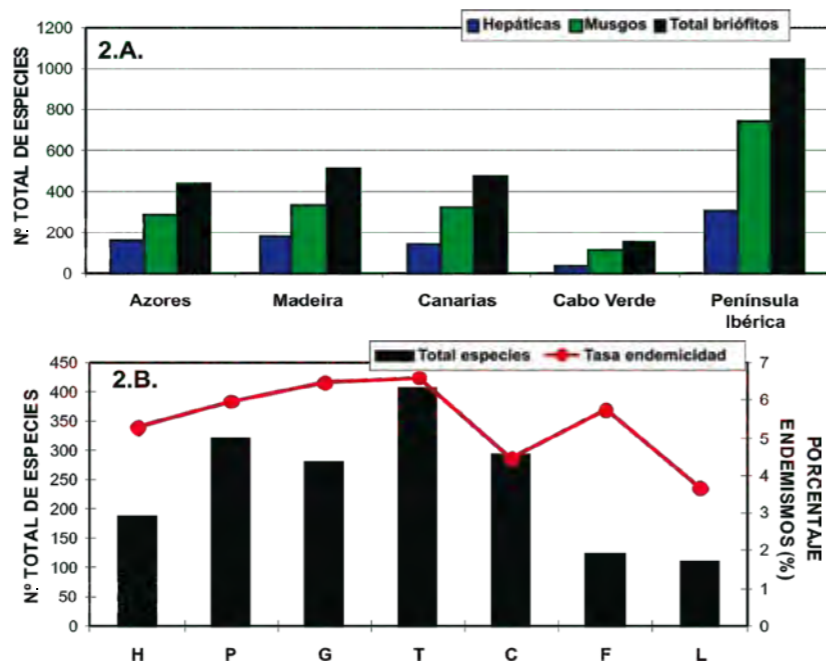


Figura 2. A) Número total de especies de briófitos para cada archipiélago de la región macaronésica y para la península Ibérica^{20,21,22,23,24}, y B) número total de especies de briófitos (columnas) y porcentaje de endemismos (línea) para cada isla del archipiélago canario²⁰. H: El Hierro; P: La Palma; G: La Gomera; T: Tenerife; C: Gran Canaria; F: Fuerteventura; L: Lanzarote.

BRIÓFITOS EN LOS BOSQUES DE NIEBLA DE CANARIAS

Los bosques de niebla canarios muestran un marcado carácter relictico, ya que tienen su origen en los bosques subtropicales que cubrieron el NW de África, S y W de Europa durante el Terciario, hace unos 40 millones de años. En la actualidad, estos bosques se concentran en las islas de Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro, y en menor medida en Gran Canaria (Fig. 4). Aunque existe una amplia variedad de formaciones, los principales tipos de bosques de niebla o monteverde son la laurisilva y el fayal-breza, los cuales

presentan importantes diferencias en las especies arbóreas que dibujan su fisonomía⁵, así como en los rasgos (micro-) climáticos y ecológicos^{6,7}.

Estos bosques se caracterizan por una temperatura media anual moderada (14° C) y notables precipitaciones (740 mm)⁷, las cuales pueden variar fuertemente dependiendo de la época del año^{7,8}; los rangos de oscilación están comprendidos aproximadamente entre 12-16° C y 500-1.200 mm⁶. Estos rangos dependen de factores como la altitud, la orientación y la situación topográfica^{5,6,8}. Son bosques húmedos, en los que la precipitación de niebla (agua

PATRONES DE CRECIMIENTO: DIVERSIDAD DE FORMAS EN MINIATURA

En función de la disposición de la planta con respecto al sustrato, así como por el número y orientación de sus ramificaciones, se pueden distinguir diferentes formas de crecimiento o biotipos¹⁰ (Fig. 3). Algunos están mejor adaptados a condiciones hídricas desfavorables, como

los céspedes y las almohadillas; en ambos casos se trata de formas generalmente de escaso desarrollo, que crecen con los tallos muy apretados unos contra otros, lo que les confiere una alta capacidad para almacenar agua. En el caso de los céspedes, los vástagos crecen perpendicularmente al sustrato, mientras que las almohadillas presentan una distribución radial.

Los biotipos en alfombra hacen referencia al crecimiento paralelo al sustrato de plantas postradas, tanto talosas como foliosas; mientras que el desarrollo en trama indica un crecimiento en distintas direcciones de plantas generalmente muy ramificadas.

Los biotipos péndulos, en rabo (con los ápices de los tallos y ramas recurvados hacia arriba), en abanico (con los ápices de los

ejes recurvados y ampliamente abiertos en forma de abanico) o dendroides (similares a árboles en miniatura, con un eje principal diferenciado) presentan una resistencia muy limitada a condiciones de aridez. Por lo tanto, estos biotipos se desarrollan preferentemente en hábitats con elevada disponibilidad hídrica.



Figura 3. Principales formas de crecimiento de los briófitos. Ilustración Francisco Torrents.

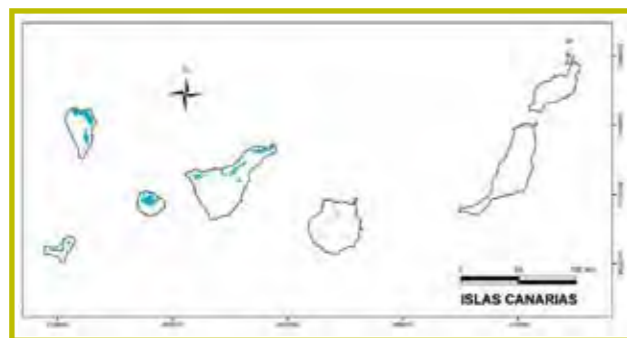


Figura 4. Distribución actual de los bosques de laurisilva y fayal-brejal en Canarias. Se incluyen todas las formaciones arbóreas y las etapas antrópicas de sustitución del fayal-brejal⁵.

que transporta la nubosidad y que el bosque retiene en sus copas y follaje) puede llegar a duplicar los valores de la precipitación vertical (procedente de lluvia), especialmente en situaciones de crestería a 800-1.100 m de altitud y orientación N/NE^{6,8}.

En este punto, es bastante fácil imaginar la relación entre estas benignas condiciones climáticas, la enorme diversificación de hábitats y las exuberantes comunidades de briófitos de los bosques con mayor incidencia de nieblas. Sin embargo, para poder entender mejor las causas de tal exuberancia es necesario profundizar en la biología de este grupo de plantas no vasculares.

El agua, delicada unión con la vida

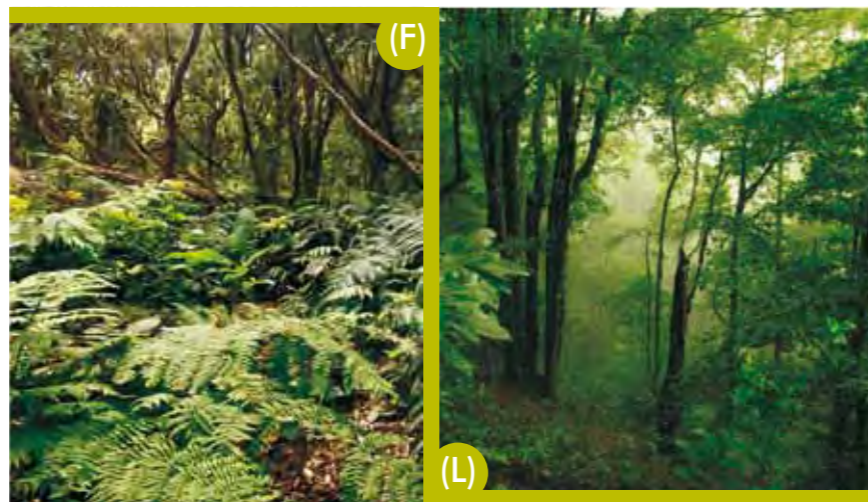
Los briófitos son plantas autosuficientes (autótrofas) con capacidad para generar sustancias nutritivas a partir de la luz solar (fotosíntesis), pero muy sensibles a los cambios de la humedad ambiental. La principal causa reside en que no son capaces de producir cubiertas proteínicas aislantes, por lo que absorben y pierden agua por toda su superficie, lo cual depende de las condiciones ambientales; pero esto no afecta a su metabolismo celular, lo que hace que sean consideradas como plantas poiquilohídricas. Así, cuando la humedad atmosférica es baja, la planta se deshidrata y entra en una especie de “hibernación metabólica”. Cuando se rehidrata, se produce un fenómeno de “reactivación”, recuperando toda la actividad fisiológica y de crecimiento.

Además del metabolismo, su reproducción está íntimamente ligada a la presencia de agua, ya que, como dijimos (ver Fig. 1), la planta debe estar envuelta por una película de agua para que la fecundación pueda ser culminada.

En vista de estas particularidades, los briófitos del monteverde, sometidos a condiciones de humedad elevadas, rara vez paralizan su actividad biológica. Esto propicia un crecimiento excepcional y continuado de su biomasa, y su consiguiente implicación en importantes funciones y procesos ecológicos dentro de estos bosques.



Aunque los briófitos alcanzan una elevada biodiversidad y abundancia en ciertos ecosistemas, como en los bosques de niebla de Canarias, continúan siendo uno de los grupos vegetales más desconocidos. Foto Ángel Fernández.



Los diferentes tipos de bosques de niebla, laurisilva (L) y fayal-brejal (F), ofrecen una elevada diversidad de hábitats para los briófitos. Fotos Ángel Fernández (L) y M^a Auxiliadora Peña (F).

Pieza clave en el engranaje de un sistema ecológico complejo

En los bosques de niebla, los briófitos participan en los ciclos de nutrientes, incrementan la productividad del bosque (en aquellas situaciones de crestería con máxima incidencia de nieblas pueden llegar a superar las 7 toneladas/hectárea⁹), aumentan la deposición de materia orgánica y favorecen la estabilización del suelo. Además, generan microhábitats que pueden dar cobijo a multitud de plantas y de animales como invertebrados o pequeños mamíferos.

Pero, quizás, su función más importante es que incrementan de forma significativa la precipitación de niebla, es decir, actúan como una pantalla aumentando la capta-

ción de la humedad que portan las nubes cuando pasan a gran velocidad a través del entramado forestal. Por esta razón, los briófitos han sido llamados “esponjas vivientes”, ya que son capaces de almacenar varias veces su peso en agua incrementando la disponibilidad hídrica del sistema.

La mayoría de sus adaptaciones evolutivas están, por tanto, dirigidas a maximizar la economía hídrica reduciendo la pérdida o incrementando la capacidad para almacenar agua. Esto se refleja de forma clara en las formas de crecimiento o biotipos que presentan (Fig. 3), las cuales se revelan como excelentes bioindicadores de las condiciones ambientales del hábitat.

COMUNIDADES DE BRIÓFITOS: TIPOS Y ECOLOGÍA

Los factores que controlan la distribución de las comunidades de briófitos en los bosques de niebla canarios son diversos y de gran complejidad. A continuación, trataremos por separado los principales sustratos sobre los que se desarrollan: a) los suelos (comunida-



Gracias a la captación del agua de las nieblas, *Leucodon canariensis* (endemismo macaronésico) desarrolla formas en rabo y péndulas de elevada biomasa en las copas de los árboles. El aspecto de esta especie cambia dependiendo de si la planta está seca (S) o hidratada (H). Fotos M^a Auxiliadora Peña (ambiente y S) y Juana M. González-Mancebo (H).

des terrícolas) y rocas (saxícolas), y b) las cortezas de árboles y arbustos (comunidades epífitas). Además, abordaremos aspectos de su dinámica tomando como referente la composición de formas de crecimiento, ya que

el espectro de las mismas nos proporciona información muy valiosa y didáctica sobre las condiciones generales de humedad, estabilidad del sustrato, e incluso sobre el grado de conservación del hábitat^{2,6}.



En los bosques de ericáceas con buen estado de conservación y fuerte incidencia de nieblas son abundantes los céspedes de los musgos *Dicranum scoparium* (D) y *Leucobryum glaucum* (L), y tramas de *Antrichia curtispindula* (A). Fotos M^a Auxiliadora Peña (ambiente, A y L) y Jairo Patiño (D).



En los bosques de ericáceas más abiertos abundan los céspedes de especies heliófilas como *Polytrichum juniperoideum* (P). Fotos Jairo Patiño.

Habitantes de suelos y rocas

Las brio-comunidades terrícolas y saxícolas dependen de un amplio abanico de factores tales como altitud, situación topográfica, régimen de nieblas, tipo de vegetación y grado de conservación del hábitat^{2,11,12}.

Aquellas comunidades que se desarrollan en los brezales de crestería, con máxima incidencia de nieblas y buen estado de conservación, presentan valores muy elevados de biodiversidad y biomasa. Los bosques dominados por el tejo *Erica platycodon* son un claro ejemplo. Entre las especies más representativas de este hábitat destacan algunas hepáticas foliosas formadoras de céspedes (p. ej., el endemismo macaronésico *Plagiochila maderensis*) y alfombras (p. ej., *Saccogyna viticulosa*), que por la elevada humedad ambiental adquieren gran desarrollo y son muy abiertas. En estas comunidades, algunos musgos formadores de céspedes como *Dicranum scoparium* o *Leucobryum glaucum* y tramas como *Isoetecium myosuroides* también pueden ser dominantes. En el caso

de los brezales maduros de crestería dominados por el brezo *E. arborea*, destaca la enorme biomasa que puede alcanzar *Antitrichia curtipendula*, un musgo con biotipo en trama.

En el año 2004 se publica un trabajo realizado en el Parque Nacional de Garajonay, en el que se analiza cuáles son las variables ambientales que mejor predicen la riqueza y composición de las brio-comunidades terrícolas¹¹. El reducido tamaño de las hojas de las especies arbóreas del género *Erica* (bre-

zo y tejo) se relacionó con una mayor cantidad de luz penetrante y una menor acumulación de hojarasca en el suelo¹¹. Ambos factores, junto con el enorme aporte de humedad debido a la incidencia de nieblas, se erigieron como principales causas de la exuberancia de las comunidades briofíticas terrícolas que caracterizan estos bosques de ericáceas de La Gomera.

En contraste, la laurisilva de ladera o de fondo de barranco presenta comunidades terrícolas mucho más pobres. Esto fue rela-



Las rocas representan islas que posibilitan la supervivencia de los briófitos en un mar de hojarasca (R). En taludes forestales húmedos de los bosques de laurisilva destacan por su abundancia los céspedes de *Fissidens serrulatus* (F). Fotos M^a Auxiliadora Peña (R) y Jairo Patiño (F).

cionado por González-Mancebo y otros¹¹ con la cantidad de luz penetrante que alcanza el suelo, ya que aquí es muy inferior a la de los bosques de ericáceas, debido a factores como la altura del bosque y el dominio de especies arbóreas planifolias (de hoja ancha) como el loro *Laurus novocanariensis* o el viñático *Persea indica*¹¹. Además, en estos hábitats se produce una mayor acumulación de hojarasca, que junto con la composición química de las hojas de algunos planifolios, como el acebiño *Ilex canariensis* o el follao *Viburnum rigidum* (presentan altas concentraciones de aluminio), podrían ejercer efectos físico-químicos negativos sobre muchas especies de briófitos¹¹. A pesar de esto, algunos musgos cespitosos, como *Fissidens serrulatus*, pueden llegar a presentar una abundancia local importante en taludes forestales de bosques de laurisilva¹².

En la laurisilva, las rocas desempeñan un papel similar a las islas, ya que permiten a muchas especies de musgos y hepáticas (con biotipos principalmente en trama y alfombra) sobrevivir al efecto de enterramiento que sobre ellos ejerce la hojarasca¹².

Como ya sabemos, los briófitos son plantas eminentemente terrestres. No obstante, han sido capaces de adaptarse secundariamente a hábitats de agua, en ningún caso estrictamente salados. Los hábitats de agua de los bosques de niebla, como paredes rezumantes, riachuelos o cascadas, albergan brio-comunidades muy ricas, singulares, y con una amplia variedad de formas de crecimiento¹². Destacan por su frecuencia y biomasa las tramas de ciertas especies de musgos como los del género *Rhynchostegiella*, que cuenta en estos bosques con cinco especies, dos de las cuales son endemismos canarios.

Sin embargo, por su mayor tamaño y características que las hacen fácilmente reconocibles, destacan las formas dendroides de *Thamnobryum alopecurum*, y las alfombras talosas de color oscuro de *Dumortiera hirsuta*. Algunas alfombras foliosas también pueden hacerse especialmente patentes como las de *Heterocyphus denticulatus* o *Acantocoleous aberrans*. En un estudio reciente, sobre las comunidades acuáticas de los bos-

ques de monteverde de La Gomera, se ha podido comprobar que el grado de alteración del bosque influye drásticamente y negativamente sobre la biodiversidad y composición de estas comunidades, que son las que presentan mayor riqueza y tasa de endemismo de Canarias.

Cuando analizamos la variación de la biodiversidad briofítica en el P. N. de Garajonay, nos llamó la atención que las comunidades terrícolas que se desarrollaban en áreas alteradas, como los bordes de pistas o carreteras, no parecían sufrir un empobrecimiento significativo de la biodiversidad¹³. Sin embargo, esta aparente ausencia de pérdida de riqueza iba acompañada de un importante cambio en la composición de la comunidad, desde aquellas especies forestales más singulares hacia un cortejo de especies “ruderales”, características de medios antropizados y usualmente de amplia distribución¹³. Entre éstas destacan ciertos musgos altamente competitivos y formadores de céspedes de escaso desarrollo (especies del género *Tortula*, y *Bryum*) y algunos musgos en alfombra, como *Scleropodium tourettii*.



Los riachuelos del monteverde presentan un elevado número de especies entre las que destacan las formas dendroides de *Thamnobryum alopecurum* (T) y las alfombras talosas de *Dumortiera hirsuta* (D). Fotos Ángel Fernández.

La explicación es sencilla: si las condiciones forestales originales se modifican por alteración o desaparición de la bóveda acontecen importantes cambios en los parámetros microclimáticos (mayor insolación y estrés hídrico), que claramente afectan a los niveles inferiores del sotobosque. Por lo tanto, en estos suelos alterados puede llegar a desaparecer una cohorte de hepáticas y musgos con elevada fidelidad por las condiciones prístinas del bosque, disminuyendo considerablemente el espectro de formas de crecimiento^{12,13}.



En los ambientes alterados, las alfombras de *Scleropodium tourettii* (S) o los céspedes de distintas especies de *Bryum* (B) pueden llegar a ser dominantes. Fotos M^a Auxiliadora Peña.



En las zonas más húmedas, el brezo presenta cortezas dominadas por céspedes de *Dicranum canariense* (D) y tramas de *Isoetes murosoides* (I). Fotos M^a Auxiliadora Peña (ambiente), Juana M. González-Mancebo (I) y Jairo Patiño (D).

Vidas ligadas a las cortezas de los árboles

Las comunidades de briófitos que crecen sobre las cortezas de árboles y arbustos también varían en función de factores ambientales similares a los que afectan a las comunidades terri-saxícolas, como por ejemplo la altitud, la topografía y el clima local, así como por el grado de conservación del hábitat, a lo que hay que añadir la especie de árbol sobre el que viven.

Respecto a este último factor, en un estudio realizado en la Reserva Natural Integral Pijaral (Tenerife)¹⁴ y en otro realizado en el P. N. de Garajonay¹² se demostró que las comunidades epífitas de briófitos experimentaban importantes cambios de la biodiversidad y composición dependiendo de la especie de árbol sobre la que crecían. En ambos casos, esas diferencias fueron especialmente relacionadas con que las especies arbóreas pre-

sentan valores muy diferentes de escurrido cortical (cantidad de agua que desciende por la superficie de sus cortezas). Tales diferencias de escurrido cortical han sido explicadas gracias a aspectos como el tipo de hoja, el patrón de ramificación y las características físicas de la corteza¹⁵.

En función de los resultados de estos estudios^{12,14}, las especies arbóreas dominantes de los bosques de niebla se agrupan en función de las condiciones microclimáticas que



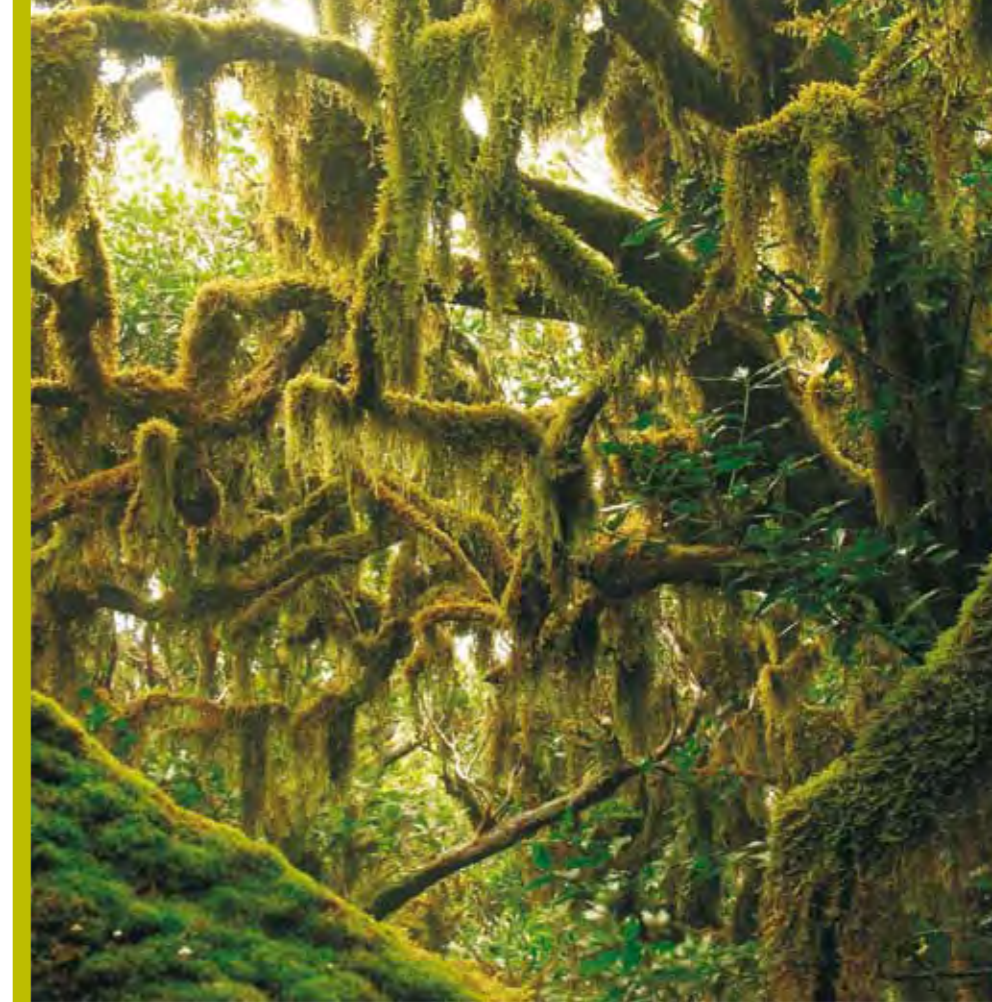
Los árboles viejos de laurel pueden albergar una gran biomasa de musgos péndulos como *Neckera intermedia* (N) y de formas en abanico como *Cryptoleptodon longisetus* (C). Fotos M^a Auxiliadora Peña (N y C) y Jairo Patiño (ambiente).

generan sus características estructurales y, por lo tanto, en función del tipo de comunidad epífita que sustentan. El brezo, la faya *Myrica faya* y el naranjero salvaje *Ilex perado* tienen los valores más bajos de escurrido cortical y presentan una comunidad epífita bastante similar, donde entre los biotipos dominantes se encuentran las alfombras, especialmente de *Hypnum uncinulatum*, los céspedes de *Dicranum canariense*, y algunas hepáticas foliosas con biotipo en alfombra (p. ej., *Frullania teneriffae* y *Radula lindenbergiana*).

En aquellas situaciones topográficas especiales de crestería, el brezo y el tejo presentan comunidades epífitas diferentes y singulares, en las que los céspedes de hepáticas foliosas de los géneros *Scapania* y *Plagiochila*, y las alfombras de *Frullania tamarisci* adquieren una presencia significativa. Además, también destaca por sus formas péndulas el musgo *I. murosoides*.

Por el contrario, los árboles de hoja ancha como el acebiño y el loro registran valores mucho más elevados de escurrido cortical y, por tanto, de disponibilidad de agua. Así, presentan comunidades marcadamente diferentes, donde las formas de crecimiento en rabo, péndulas y en abanico adquieren mayor relevancia^{12,14}. Como ejemplos, destacan *Leucodon canariensis* con crecimiento en rabo y péndulo, así como *Porella canariensis*, *Cryptoleptodon longisetus* y *Neckera intermedia*, estas tres últimas con un crecimiento inicial en abanico que pasa a ser péndulo a medida que la especie alcanza un mayor desarrollo. Todas ellas pueden tener una elevada frecuencia y aportar un elevado porcentaje de la biomasa epífita total cuando el bosque presenta un buen estado de conservación y las condiciones climáticas son favorables.

No obstante, puede ocurrir que las condiciones generales sean hídricamente desfavorables como consecuencia del clima, juventud del árbol y/o alteración de la bóveda forestal, en cuyo caso la mayoría de las especies arbóreas



En bosques maduros con elevada influencia de nieblas, la biodiversidad tiende a concentrarse en las copas de los árboles. Foto Juana M. González-Mancebo.

comentadas pueden presentar comunidades epífitas muy diferentes. En la isla de La Palma se realizó un estudio para analizar los efectos del aprovechamiento forestal (cortes a matarrasa) sobre las comunidades epífitas de tres especies arbóreas: el brezo, la faya y el loro^{16,17}. Entre los principales resultados destaca la disminución de la biodiversidad y biomasa de las brio-comunidades epífitas a medida que se reduce la edad del bosque, lo que cambia fuertemente la composición de especies y, consecuentemente, el espectro de formas de crecimiento^{16,17}.

A diferencia de los bosques maduros, donde la mayor riqueza y biomasa se encuentra en las copas de los árboles, en los bosques jóvenes, alterados por aprovechamientos forestales recientes, la mayor cantidad de biomasa y biodiversidad tiende a concentrarse en las partes bajas del árbol (tronco) y hay una drástica reducción de la diversidad de biotipos^{16,17}. Bajo tales circunstancias, las especies con biotipo en alfombra pueden llegar a ser dominantes¹⁶, mientras que los bio-

tipos que proporcionan a nuestros bosques su aspecto más tropical (formas péndulas, en rabo y abanicos) son mucho más raros o están ausentes. En contraposición, cuando el bosque envejece, se produce un incremento en la riqueza, biomasa y diversidad de biotipos, los cuales tienden a concentrarse en la copa interna del árbol (justo por encima del tronco), es decir, la zona hídricamente más favorable en un árbol maduro¹⁷.

En definitiva, las comunidades de briófitos que habitan en suelos, rocas y árboles de los bosques de niebla de Canarias son extremadamente diversas, y el patrón de distribución y dinámica de las especies solo puede ser comprendido si se tienen en cuenta factores ambientales, como la estructura y composición de la bóveda forestal, la incidencia de nieblas, o el tipo de sustrato. En este sentido, la edad del bosque, es decir, el grado de conservación del hábitat, influye dramáticamente sobre aspectos como la composición, biomasa y biodiversidad de las comunidades de este grupo de plantas antiguas.

BRIÓFITOS Y CONSERVACIÓN: ¿UN FUTURO INCIERTO?

Los bosques de niebla canarios han experimentado un significativo retroceso desde que, en el siglo XV, se inicia la conquista del archipiélago. En la actualidad, se conservan aproximadamente 16.500 hectáreas, lo que supone menos del 20% de su superficie potencial^{5,15}. Además, esta situación se agrava considerablemente si se tiene en cuenta que existen muy pocas formaciones continuas de bosques maduros, la mayoría de los cuales se concentran en la isla de La Gomera^{5,15}. En este sentido, y a pesar de que en las últimas décadas la presión sobre el monte verde se ha reducido y ha sido creada una importante red de espacios naturales protegidos, determinados tipos de hábitats forestales, que presentan una enorme biodiversidad, abundancia y singularidad de briófitos, continúan sufriendo una importante degradación en la actualidad.

Alguno de los ejemplos más llamativos son los bosques de tejos de

crestería, cuya ocupación actual ha sido reducida debido a aprovechamientos forestales y actividades ganaderas. Uno de los casos más graves lo constituye el macizo de Encheda, en la isla de La Gomera, donde el asilvestramiento de ganado está causando la degradación de brio-comunidades terrícolas altamente valiosas, tanto por su rareza en Canarias como por su alta tasa de endemidad. Otro ejemplo lo constituyen los hábitats forestales de agua dulce, como los riachuelos, cuyas principales amenazas han sido y son los aprovechamientos y las canalizaciones de las cuencas hidrográficas, que aniquilan las comunidades asociadas a los cursos naturales de agua.

Como dato anecdótico, hay que señalar que algunas especies endémicas de musgos (p. ej., *Necckera intermedia*) ya fueron usadas por los aborígenes de Tenerife en sus enterramientos¹⁹. Desgraciadamente, hoy en día existen otros muchos peligros, como las recolecciones incontroladas que ilegalmente ocurren durante

los festejos navideños o por parte de algunas casas comerciales sin escrúpulos, que recolectan grandes masas de musgos endémicos para ponerlas a la venta como adorno o cubierta de macetas. Asimismo, las islas Canarias constituyen un destino especialmente atractivo para muchos científicos europeos, los cuales, aunque hacen una gran labor como investigadores de la biodiversidad briofítica en este archipiélago, en muchas ocasiones recolectan especies sin conocimiento de su rareza y normalmente en las mismas localidades citadas en las publicaciones previas. Esto hace que algunos taxones puedan ver sus poblaciones significativamente mermadas.

En conclusión, muchos de los hábitats y de las especies de briófitos de los bosques de niebla canarios se encuentran hoy seriamente amenazados. En contraste, actualmente solo dos especies están incluidas en listados internacionales con categoría de amenaza: *Echinodium spinosum* en la Directiva Hábitats, y

Radula jonessi en la UICN. Y es que, aunque atesoran una enorme complejidad biológica y son de gran utilidad como indicadores del grado de conservación de un hábitat, los briófitos en Canarias han sido históricamente ignorados, tanto desde el punto de vista de la gestión de la naturaleza como de la educación ambiental, lo que puede suponer un serio obstáculo más para la supervivencia de muchas especies.

El futuro de los briófitos del monte verde canario no solo depende de que el incierto cambio climático afecte a la dinámica de los vientos alisios, sino de que lugares tan especiales como los bosques de tejos, o los hábitats de agua tengan una protección efectiva, y de que aspectos como su alta biodiversidad o importantes funciones ecológicas comiencen a ser ampliamente considerados. En efecto, la divulgación de la existencia y particularidades de este interesante mundo en miniatura puede que sea uno de los más importantes pasos hacia su conservación.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos aquellos que de una manera u otra han hecho posible que éste y los trabajos realizados hasta el momento hayan visto la luz. En especial, queremos agradecer a Sergio H. Bello y a Francisco Torrents (divulgacion@limico.es) por haber realizado desinteresadamente las increíbles ilustraciones del presente artículo. A Ana Losada por su ayuda en algunos de los diferentes estudios presentados, a Marcelino Del Arco y a Víctor Garzón por la realización del mapa sobre la ocupación actual de los bosques de niebla. A Felipe Siverio por la corrección de una temprana versión del manuscrito. A Nicolás Martín por su gran labor en el ámbito de la divulgación

científica y por habernos invitado, junto a David P. Padilla, a escribir este artículo.

Bibliografía

1. SHAW, A.J. & GOFFINET, B. 2000. *Bryophyte biology*. Cambridge University Press, Cambridge. 476 pp.
2. GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., BELTRÁN-TEJERA, E. & LOSADA-LIMA, A. 2001. Briófitos, hongos y líquenes. En: Fernández-Palacios, J.M. & Martín, J.L. (eds.) *Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación*, Turquesa. Santa Cruz de Tenerife. p.: 181-184.
3. DURING, H.J. 1992. Ecological classifications of bryophytes and lichens. En: Bates, J.W. & Farmer, A.M. (eds.) *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Oxford, Clarendon Press. p.: 1-31.

4. LOSADA-LIMA, A., RODRÍGUEZ-NÚÑEZ, S. & DIRKSE, G.M. 2007. Bibliographical references on the bryophyte flora of the Canary Islands (1740-2006). *Archive for Bryology* 24: 1-27.
5. DEL ARCO, M., WILDPRET, W., PÉREZ DE PAZ, P.L., RODRÍGUEZ-DELGADO, O., ACEBES, J.R., GARCÍA-GALLO, A., MARTÍN, V.E., REYES-BETANCOURT, J.A., SALAS, M., BERMEJO, J.A., GONZÁLEZ, R., CABRERA, M.V. & GARCÍA, S. 2006. *Mapa de Vegetación de Canarias*. GRAFCAN, Santa Cruz de Tenerife, España.
6. PÉREZ DE PAZ, P.L. 1990. *Parque Nacional de Garajonay. Patrimonio Mundial*. ICONA. Santa Cruz de Tenerife, España. 349 pp.

7. BAÑARES, A., BLANCO, A., CASTROVIEJO, M., FERNÁNDEZ LÓPEZ, A., GANDULLO, J.M., MUÑOZ, L., SÁNCHEZ PALOMARES, O. & SERRADA, R. 1991. *Estudio ecológico de la laurisilva canaria*. Colección Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA, Madrid. 189 pp.
8. MARZOL, M.V. 2008. Temporal characteristics and fog water collection during summer in Tenerife (Canary Islands, Spain). *Atmospheric Research* 87: 352-361
9. ZIPPEL, E. 1998. *Die epiphytische Moosvegetation der Kanarischen Inseln. Soziologie, Struktur und Ökologie*, Bryophytorum Bibliotheca, Band 52, J. Cramer, Berlin. 149 pp.
10. MÄGDEFRAÜ, K. 1982. Life-forms of bryophytes. En: Smith A.J.E. (ed.) *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall, London. p.: 45-58.
11. GONZÁLEZ-MANCEBO, J.-M., LOSADA-LIMA, A. & PATIÑO, J. 2004. Forest floor bryophytes of laurel forest in Gomera (Canary Islands): life strategies and influence of the tree species. *Lindbergia* 29: 5-16.
12. GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., LOSADA-LIMA, A., PATIÑO, J. & LEAL, J. (en prensa). Los briófitos del Parque Nacional de Garajonay. En: Beltrán, E. (ed.) *Hongos, líquenes y briófitos del Parque Nacional de Garajonay*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.
13. GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., LOSADA-LIMA, A. & PATIÑO, J. 2003. Sobre la variación de la biodiversidad de briófitos en el Parque nacional de Garajonay (La Gomera, Islas Canarias). Análisis preliminar. *Vieraea* 31: 421-445.
14. GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., LOSADA-LIMA, A. & MCALISTER, S. 2003. Host specificity of epiphytic bryophyte communities of a laurel forest on Tenerife (Canary Islands, Spain). *The Bryologist* 106: 383-394.
15. ABOAL, J.R., MORALES, D., HERNÁNDEZ, M. & JIMÉNEZ, M.S. 1999. The measurement and modelling of the variation of stem flow in a laurel forest in Tenerife, Canary Islands. *Journal of Hydrology* 221: 161-175.
16. PATIÑO, J., GONZÁLEZ-

- MANCEBO, J.M. & FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (en prensa). Epiphytic bryophytes in subtropical montane cloud forests: the importance of the time since disturbance and host identity. *Canadian Journal of Forest Research*.
17. PATIÑO, J., GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M., ARÉVALO, J.R. & BERMÚDEZ, A. (en prensa). Influence of forest age and host species on abundance and richness of epiphyte bryophytes in subtropical cloud forests.
18. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, A.B. 2001. Conservación y restauración ecológica de los bosques. En: Fernández-Palacios, J.M. & Martín, J.L. (eds.) *Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación*. Turquesa, Santa Cruz de Tenerife. p.: 375-382.
19. PATRICK, H. & ROBERT, R.I. 1991. Moss and a Guanche Mummy: An Unusual Utilization. *The Bryologist* 94: 407-408.
20. LOSADA-LIMA, A., DIRKSE, G.M. & RODRÍGUEZ, S. 2004. División Bryophyta. En: Izquierdo, I., Martín, J.L., Zurita, N. & Arechavaleta, M. (eds.) *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente, Gobierno de Canarias, España. p.: 88-97.
21. PATIÑO LLORENTE, J. & GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M. 2005. División Bryophyta. En: Arechavaleta, M., Zurita, N., Marrero, M.C. & Martín, J.L. (eds.) *Lista preliminar de especies silvestres de Cabo Verde (hongos, plantas y animales terrestres)*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. p.: 34-37.
22. GABRIEL, R., SJÖGREN, E., SCHUMACKER, R., SÉRGIO, C., FRAHM, J.-P. & SOUSA, E. 2005. List of Bryophytes. En: Borges, P.A.V., Cunha, R., Gabriel, R., Martins, A.M.F., Silva, L. & Vieira, V. (eds.) *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores*. Direcção Regional de Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada. p.: 117-133.
23. SÉRGIO, C., SIM-SIM, M., FONTINHA, S. & FIGUEIRA, R. 2008. List of bryophytes (Bryophyta). En:

Borges, P.A.V., Abreu, C., Aguiar, A.M.F., Carvalho, P., Jardim, R., Melo, I., Oliveira, P., Sérgio, C., Serrano, A.R.M. & Vieira, P. (eds.) *A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos*. Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo. p.: 143-156.

24. RON, E. 2002. Biodiversidad de briófitos en España. En: Pineda, F.D., de Miguel, J.M., Casado, M.A. & Montalvo, J. *La Diversidad Biológica de España*. Lavel S.A., España. p.: 161-166.

Los autores

El grupo de investigación

Durante los últimos seis años, el equipo que firma el presente artículo ha trabajado en estrecha colaboración en diferentes proyectos de investigación llevados a cabo en el Parque Nacional de Garajonay, a la vez que, parte del equipo, se desplazaba a los bosques de niebla de otras islas tanto de Canarias como de Madeira y Azores. **Jairo Patiño** (jpatino@ull.es) es becario predoctoral del Gobierno de Canarias, cuya tesis doctoral se centra en la ecología y conservación de las comunidades de briófitos que habitan en los bosques de niebla de las islas Canarias. **Juana M. González-Mancebo** es profesora titular de la Universidad de La Laguna, y en la actualidad es directora de los trabajos que abordan diversos temas relacionados con briófitos de bosques de niebla. **Ángel Fernández** es el director conservador del Parque Nacional de Garajonay desde hace más de 20 años, lo que le ha permitido aglutinar un gran conocimiento sobre la ecología y dinámica de los bosques de niebla. **M^a Auxiliadora Peña** es fotógrafa de naturaleza, cuyo interés se ha centrado en diferentes aspectos de la naturaleza canaria. **Julio Leal** es agente de Medio Ambiente del Cabildo de La Palma desde hace más de 20 años, por lo que cuenta con una gran experiencia en la biota canaria y ha colaborado en muchos proyectos de investigación, especialmente con el Departamento de Botánica de la Universidad de La Laguna.



Pérdida de interacciones
PLANTA-ANIMAL en islas:
dispersión de semillas por la
lagartija balear y sus
consecuencias para la
regeneración de un
arbusto endémico



Phelsuma cepediana (Gekkonidae) polinizando *Labourdonnaisia calophylloides* (Sapotaceae) en la isla de Mauricio. Foto Dennis M. Hansen.

Las relaciones interespecíficas son uno de los procesos fundamentales que afectan a la estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas debido a que este tipo de interacciones está directamente relacionado con la diversidad y abundancia de muchas especies¹. A pesar de que las relaciones mutualistas (es decir, las interacciones positivas) han sido históricamente menos estudiadas dentro del campo de las interacciones entre especies (enfocado mayoritariamente hacia relaciones antagonistas, como puede ser los sistemas depredador-presa²), se tiene cada vez más información sobre la importancia de éstas como moduladores de la estructura y diversidad en los ecosistemas. Esto es debido a que las interacciones mutualistas son, a menudo, complejas y de naturaleza sutil, donde muchos actores y procesos afectan al ciclo vital de los organismos implicados.

A pesar de que la interrupción de interacciones mutualistas ha sido ampliamente citada, existen, por el contrario, muy pocos ejemplos de sus consecuencias, tanto a medio como a largo plazo, no solo para la regeneración de las propias especies que intervienen en dicha interacción, sino para el funcionamiento del ecosistema en su conjunto.

Javier
Rodríguez
Pérez



Lagarto tizón *Gallotia galloti* (Lacertidae) consumiendo frutos de tasaigo *Rubia fruticosa* (Rubiaceae) en las islas Canarias. Foto Beneharo Rodríguez.

SINGULARIDAD DE LOS ECOSISTEMAS INSULARES

Las islas se han considerado clásicamente como “raras” en el sentido de poseer flora y fauna diferentes y particulares. En primer lugar, son diferentes porque tienen menos biodiversidad que áreas continentales próximas con la misma superficie y, por consiguiente, las cadenas tróficas de los ecosistemas insulares suelen ser más sencillas debido a que intervienen menos “actores” en el flujo de energía y nutrientes. Además, la biodiversidad insular es disharmónica, es decir, “particular” en su composición taxonómica. Esta diferente proporción en grupos de organismos es más importante cuanto más remota se halle la isla (tal como ocurre en las oceánicas), y que es producido por la mayor dificultad que tienen a ser colonizadas. El simple hecho del aislamiento, además, ha dado lugar a que estos ecosistemas sean especialmente ricos en especies que no se encuentran en ningún otro lugar del mundo, es decir, endémicos y, en muchos casos, “singulares”. Por esto, las islas son un importante punto caliente (“hot-spots”) de biodiversidad global, no solo debido a fenómenos de especiación y/o radiación adaptativa (p. ej., el clásico caso de los pinzones en las islas Galápagos), sino también porque las islas suelen actuar como relicto de faunas y/o floras extintas procedentes de épocas remotas (p. ej., la laurisilva canaria se puede considerar relicto de la flora mediterránea del periodo Terciario).

Además, es frecuente en la fauna insular que algunos grupos tengan poblaciones muy densas o “superabundantes”. Como consecuencia de la menor biodiversidad insular, se produce una serie de singularidades ecológicas del propio ecosistema como son 1) un aumento relativo de la proporción de recursos por especie, y 2) una disminución de la riqueza y abundancia de predadores y competidores. La “superabundancia” de algunas especies, también llamado “exceso de compensación por densidad”, es especialmente común en reptiles insulares,



Roussea simplex (Rousseaceae), arbusto críticamente amenazado de la isla de Mauricio, siendo polinizado por *Phelsuma cepediana* (Gekkonidae). Fotos Dennis M. Hansen.

pudiendo llegar a densidades de hasta 50 kg de biomasa por hectárea³.

Por otro lado, la “docilidad” o “ingenuidad” en el comportamiento es otro rasgo diferencial de la fauna insular, lo cual ocasiona una pérdida de cautela hacia otros animales que podrían ser considerados como depredadores potenciales. Este comportamiento responde a la relativa menor abundancia de estos últimos en las islas, lo que ocasiona muchas veces que especies insulares desarrollen adaptaciones anatómicas y/o fisiológicas propias a vivir una parte de su historia evolutiva sin ninguna amenaza de depredación.

Desgraciadamente, el desarrollo de comportamientos y/o adaptaciones propias de vivir sin depredadores y/o competidores tiene un coste para la biodiversidad de los ecosistemas insulares dentro del actual mundo de globalización, en el que se introducen especies exóticas, más competitivas que las insulares. Las especies de las islas, adaptadas a unas condiciones ecológicas muy particulares, se ven muy afectadas

frente a una mayor competencia, lo cual da lugar en determinadas ocasiones a su extinción cuando el ambiente en el que viven es modificado. Así, se considera a los ecosistemas insulares como uno de los más alterados del globo, además de que se está viendo poco a poco que la extinción de algunas especies clave puede afectar a la funcionalidad de estos.



Phelsuma cepediana (Gekkonidae) afecta al éxito reproductivo de *Trochetia blackburniana* (Malvaceae), un arbusto amenazado de la isla de Mauricio. Foto Dennis M. Hansen.

GENERALISMO TRÓFICO EN LAS INTERACCIONES EN ISLAS

Debido al fenómeno de sobrecompensación (ver arriba), el generalismo en la dieta se ve ecológica y evolutivamente favorecido en muchas especies de fauna insular. La menor proporción de recursos disponibles por individuo fuerza a buscar otras fuentes más seguras, aunque energéticamente menos eficientes, como pueden ser los frutos carnosos o el polen y/o néctar de las flores.

Un ejemplo genuinamente insular es el de la polinización y dispersión de semillas por reptiles. A pesar de que desde el punto de vista histórico se ha considerado que la dieta de los reptiles era principalmente insectívora, se están viendo más y más casos sobre la importancia de este grupo como mutualistas en la mayor parte de los ecosistemas⁴. Además, la importancia de este grupo como mutualistas se acentúa debido a su especial “superabundancia” en estos ecosistemas (ver arriba), por lo que no resulta insólito pensar que el éxito reproductivo y la regeneración

de muchas especies de plantas insulares pueden estar directamente ligados a la presencia y abundancia de algunas especies de reptiles.

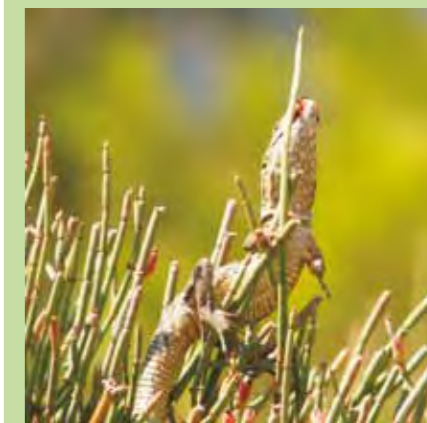
LAS ISLAS BALEARES Y LAS LAGARTIJAS FRUGÍVORAS

De toda la cuenca mediterránea, resulta especialmente curioso el caso de las islas Baleares en cuanto a la incidencia de la interacción planta-reptil. De alrededor de 16 especies de lagartijas que existen en toda la cuenca, casi todas las citas de interacciones mutualistas entre lagartijas y plantas son para las dos especies nativas y endémicas de Baleares, las lagartijas balear *Podarcis lilfordi* y pitiusa *P. pityusensis* (Lacertidae)⁵. Ambas especies tienen ciertas características fisiológicas y anatómicas que favorecen (o han favorecido) su generalismo en la dieta. En primer lugar, son especies con altas demandas energéticas, necesitando consumir proporcionalmente más alimento; segundo, tienen coronas dentales más planas (es decir, en forma de molar) que sus congéneres insectívoros y, por lo tanto, menos adaptadas a consumir insectos; y tercero, el intestino delgado es más largo, tal y como ocurre con la mayoría de herbívoros, y más adaptado a absorber nutrientes energéticamente pobres como son los vegetales. De cualquier manera, lo que sí es cierto es que este fenómeno es muy común allí: basta con pasearse un día soleado de finales de primavera por los alrededores del puerto de la isla de Cabrera (Parque Nacional del Archipiélago de Cabrera, islas Baleares) para darse cuenta de lo frecuente que es ver lagartijas subir por las ramas y copa de lechetrezná arbórea *Euphorbia dendroides* (Euphorbiaceae) para luego encaminarse a lamer el néctar y alimentarse del polen de sus flores. Existen muchas otras citas de plantas que estas lagartijas utilizan como fuente de alimento (en particular, néctar o frutos⁶), pero son muy pocos los casos en los que se ha testado de manera experimental la importancia de las lagartijas baleares como polinizadores y dispersores de la

ALGUNAS ESPECIES DE PLANTAS DE BALEARES DE LAS QUE SE HAN DESCRITO INTERACCIONES MUTUALISTAS (TANTO POR POLINIZACIÓN COMO POR DISPERSIÓN) CON LAS DOS LAGARTIJAS ENDÉMICAS:



El olivillo *Cneorum tricoccon* (Cneoraceae) es dispersado únicamente por lagartijas en Eivissa, Formentera, Dragonera e islotes. En Mallorca, la dispersión es realizada por la marta *Martes martes* debido a la extinción, allí, de la lagartija balear. Foto Javier Rodríguez.



El belcho o canadillo *Ephedra fragilis* (Ephedraceae) es una especie mediterránea consumida por aves, aunque en Baleares también es dispersada por lagartijas. Foto Javier Rodríguez.



Dracunculus muscivorus (Araceae) es frecuentemente dispersada por lagartijas en islotes de alrededor de Mallorca y Menorca. Foto Javier Rodríguez.



Adulto reproductivo de dafne menorquín *Daphne rodriguezii*. Foto Anna Traveset.

flora nativa. Un caso bien documentado es el que se detallará a continuación, el del dafne menorquín *Daphne rodriguezii* (Thymelaeaceae), una planta endémica y amenazada de la flora balear, cuya viabilidad parece que está directamente relacionada con la presencia de estas lagartijas frugívoras⁷.

EL DAFNE MENORQUÍN, UN ARBUSTO AMENAZADO POR DISRUPCIÓN MUTUALISTA

El dafne menorquín es un arbusto de poco más de 1 m de altura, que vive principalmente en la maquia litoral de la costa nordeste de Menorca, además de en la Illa d'en Colom, islote de unas 60 ha localizado también en el nordeste de Menorca (Fig. 1). La lagartija balear es su único dispersor

conocido, y actualmente la interacción dafne-lagartija se encuentra exclusivamente en dicho islote. En Menorca, la lagartija se extinguió y la planta, por lo tanto, carece de dispersores. La hipótesis de que únicamente es dispersada por este reptil tiene dos evidencias: primero, no se ha visto ningún otro frugívoro consumiendo los frutos del dafne menorquín, ni siquiera excrementos de pájaros ni mamíferos con sus semillas, solo lagartijas; segundo, su actual distribución en Menorca (supuestamente relictual, ya que no existen dispersores) es litoral, no encontrándose más allá de los 500 metros fuera de la línea de costa (Fig. 1). Este patrón coincide con otras especies únicamente dispersadas por lagartijas en Baleares (p. ej., el olivillo *Cneorum tricoccon* en Eivissa y Formentera), debido a que las poblaciones de lagartijas han sido y son más abundantes dentro de la franja litoral. Por lo tanto, en el caso de que se hubiera producido la sustitución del dispersor, la distribución de las plantas podría haber cambiado, fenómeno que parece no haber ocurrido con el dafne menorquín.

Aunque las Baleares fueron colonizadas por humanos hace poco más de 4.000 años, el proceso de extinción de las lagartijas en

Mallorca y Menorca es probable que se iniciara tras la introducción de la comadreja *Mustela nivalis* por los romanos, hace aproximadamente 2.000 años. Pero, este hecho no explica por qué esta interacción dafne-lagartija es tan específica. ¿Qué características tiene el dafne menorquín para que solo la dispersen lagartijas? Resulta curioso que no se deba a características de sus frutos, que se encuentran dentro del síndrome de dispersión por aves².

¿POR QUÉ LA INTERACCIÓN ENTRE EL DAFNE Y LA LAGARTIJA ES TAN ESPECÍFICA?

Se barajan varias hipótesis, no necesariamente excluyentes. Primero, el dafne menorquín fructifica entre mayo y junio, cuando la mayor parte de las aves frugívoras migratorias se han marchado de la cuenca Mediterránea y las residentes se alimentan básicamente de insectos, fuente de alimento más abundante y energéticamente mucho más eficiente, tanto para el propio consumo como para sacar adelante a las crías. Segundo, el crecimiento de las ramas del dafne es divaricado, es decir, las ramas crecen con ejes muy abiertos y en cualquier dirección, dando un aspecto entramado y denso a la copa de los arbustos adultos. Casualmente, el crecimiento divaricado es común en la flora de otra isla localizada en el otro extremo del mundo, Nueva Zelanda. Allí, al igual que ocurre en las Baleares, existen especies de salamanguetas y eslizones frugívoros, viéndose que el patrón de crecimiento divaricado de algunos arbustos coincide con el hecho de ser dispersados por reptiles⁹. Así, especies que patrullan su fuente de alimento desde una posición inferior y con gran capacidad de llegar a lugares muy difíciles, como son los pequeños reptiles, podrían tener cierta ventaja en localizar y consumir los frutos de este tipo de arbustos. Tercero, el contenido de la pulpa del dafne menorquín contiene niveles muy altos de compuestos fenólicos, lo cual parece que disuade a las aves, aunque no tanto a los reptiles, debido a que estos son

menos sensibles a la metabolización de compuestos secundarios. Finalmente, los lagartos son uno de los grupos que experimentan mayor incidencia de "superabundancia" en ecosistemas insulares. En el caso concreto de la población de la Illa d'en Colom, por ejemplo, se ha censado entre 500 y 1.000 individuos por hectárea¹¹, que es aproximadamente tres órdenes de magnitud superior a la densidad de aves frugívoras residentes (p. ej., currucas capirotadas *Sylvia atricapilla* y mirlos *Turdus merula*, de las que se tiene conocimiento que son aves residentes en este islote) durante el periodo de fructificación del dafne menorquín. Por lo tanto, este ejemplo de interacción tan específica entre el dafne menorquín



Excreta de lagartija balear *Podarcis lilfordi* con restos de pulpa del fruto de dafne menorquín. Foto Javier Rodríguez.



Frutos caídos de dafne menorquín *Daphne rodriguezii* sin ser dispersados en una de las poblaciones de Menorca. Foto Javier Rodríguez.

y la lagartija balear podría no deberse tanto a un fenómeno de coevolución (es decir, de evolución conjunta entre dos especies) planta-dispersor, sino más bien a la idiosincrasia de esta especie de arbusto (y del grupo al cual pertenece, el género *Daphne*) junto a las condiciones ecológicas tan particulares donde tiene lugar esta interacción: las insulares.

LA DISRUPCIÓN PLANTA-LAGARTIJA Y SUS CONSECUENCIAS DEMOGRÁFICAS PARA EL DAFNE MENORQUÍN

A pesar de que la lagartija balear se extinguió probablemente hace más de mil años en Menorca, aún existen poblaciones de dafne menorquín en dicha isla. La mayor resiliencia de



Los frutos de dafne menorquín *Daphne rodriguezii* son drupas rojo-anaranjadas. Foto Javier Rodríguez.

las plantas a extinguirse frente a la pérdida de sus mutualistas es consecuencia de la capacidad que tienen éstas a regenerarse (al menos parcialmente) en ausencia de polinizadores y/o dispersores. Aun así, el tamaño poblacional es de varios órdenes de magnitud menor en Menorca que en el islote: mientras que en Menorca oscila entre 50 y 300 individuos, en la Illa d'en Colom se han censado cerca de 20.000 pies. La distribución de clases de tamaño de las poblaciones menorquinas refleja, además, una tendencia hacia poblaciones envejecidas (en otras palabras, una baja regeneración), con una mayor proporción de individuos de

tamaños grandes. En la Illa d'en Colom, en contra, existe un mayor reclutamiento de plántulas e individuos juveniles. Por lo tanto, parece que la presencia de la lagartija determina directa o indirectamente la regeneración de esta planta.

Aunque afecta por igual a todas las poblaciones, la depredación de semillas por roedores supone también un importante cuello de botella en su regeneración, ya que pueden ser consumidos, en ocasiones, hasta un 90% de la producción total. A pesar de que en términos totales de disponibilidad de frutos puede tener importancia este fenómeno, parece que no es determinante para la regeneración del dafne menorquín (o al menos lo es en todas las poblaciones por igual) ya que es justamente en la población donde coexiste con su dispersor donde es más abundante la población de ratas *Rattus* spp. (obs. pers.). Por otro lado, todas las plántulas emergidas durante el mismo año proceden de semillas del año anterior y, por lo tanto, el dafne sería incapaz de producir banco de semillas. Así, frente a una sucesión de fenómenos catastróficos (que podría verse potenciado por un futuro cambio climático), la supervivencia a largo plazo de este arbusto amenazado podría estar en peligro.

¿ES LA DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR LA LAGARTIJA BALEAR DETERMINANTE PARA LA REGENERACIÓN DEL DAFNE MENORQUÍN?

La contribución que un frugívoro tiene en el éxito reproductivo y regeneración de una planta depende de muchos componentes¹². Por ejemplo, la abundancia relativa de los frugívoros y el número de visitas se consideran componentes cualitativos, mientras que son componentes cuantitativos la distancia de dispersión de las semillas desde la planta madre, el tratamiento que reciben las semillas cuando pasan por el tracto digestivo del frugívoro y/o la defecación de excretas con semillas en cada uno de los microhábitats, condicionando tanto la capacidad de germinación

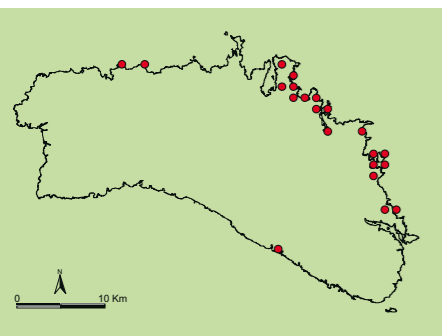


Figura 1. Distribución del dafne menorquín *Daphne rodriguezii* en la isla de Menorca⁸. Cada círculo simboliza la presencia de esta especie en un área de 1 x 1 km.

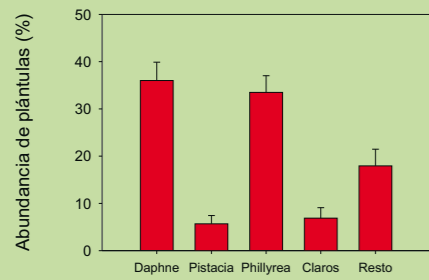


Figura 2. Abundancia relativa de plántulas del dafne menorquín *Daphne rodriguezii* por micrositio en la Illa d'en Colom. En las poblaciones de la isla de Menorca, donde la lagartija está extinta, la gran mayoría de las plántulas de dafne menorquín se encuentran debajo de individuos reproductivos de su misma especie, lo que sugiere que las semillas prácticamente no son dispersadas.

como la supervivencia de las futuras plántulas. En el caso del dafne menorquín, las plántulas son únicamente capaces de reclutar bajo la planta madre cuando la lagartija está ausente (tanto en la isla de Menorca, donde se extinguió, como cuando se excluye experimentalmente). En la población de la Illa d'en Colom, en cambio, la mayor parte de las plántulas (más del 60%) se encuentra en otros micrositios (Fig. 2), lo cual es una evidencia de que las semillas están siendo movidas en esa población y no en las de Menorca. Mediante radioseguimiento de lagartijas en la Illa d'en Colom durante el período de fructificación del dafne menorquín, además, se ha visto que las semillas pueden moverse, en promedio, hasta una distancia de 60 metros, estando condicionada su dispersión por el territorio de cada lagartija (Fig. 3).

Pero, ¿cómo contribuye la lagartija balear, durante el proceso de dispersión de semillas, a un mayor éxito en la regeneración del dafne menorquín? Que las lagartijas ingieran sus frutos importa, ya que la germinación de las semillas se ve inhibida cuando éstas aún tienen pulpa (es decir, si la germinación de las semillas procede de frutos aún intactos), pero no cuando se elimina ésta. Esto quiere decir dos cosas: primero, que la pulpa tiene componentes que inhiben la germinación y, segundo, que el paso de las semillas por el tracto digestivo de la lagartija no afecta (ni positiva ni

negativamente) a su germinación. Ni siquiera se ha visto que las semillas que están más tiempo retenidas dentro del tracto digestivo de las lagartijas y, por lo tanto, expuestas durante más tiempo a sus jugos gástricos, disminuyen la capacidad de germinación. De hecho, el tiempo medio de permanencia de las semillas dentro del tracto digestivo de la lagartija balear corresponde aproximadamente con la máxima distancia de movimiento de las lagartijas, y, por lo tanto, a la máxima distancia de dispersión de las semillas (Fig. 3).

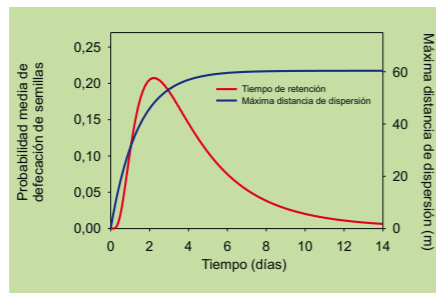


Figura 3. a) Probabilidad media de defecación de las semillas del dafne menorquín *Daphne rodriguezii* por la lagartija balear *Podarcis lilfordi* (línea roja), y b) máxima distancia de dispersión de las semillas de este arbusto desde un hipotético punto de origen donde fueron consumidas por la lagartija (línea azul). Ambas variables se muestran frente a la variable tiempo. Nótese que la máxima probabilidad de defecación (48-72 horas) coincide con la saturación de la curva de máxima distancia de dispersión de las semillas del dafne menorquín¹⁰. Permisos de publicación PLOS ONE (doi:10.1371/journal.pone.0001008.g001).

Por otro lado, ¿son las semillas defecadas en micrositios con un alto éxito para el establecimiento de las plántulas? Para el dafne menorquín, la germinación de las semillas no está determinada por el micrositio, pero sí su supervivencia. Como se ha visto para otras muchas plantas mediterráneas, la supervivencia de las plántulas de dafne está especialmente favorecida por plantas nodriza, es decir, arbustos que crean un microambiente más propicio (p. ej., con mayor humedad y/o protección solar). Dentro del proceso de regeneración de cualquier planta, la supervivencia de las plántulas es un estadio especialmente sensible a las condiciones climáticas extremas. Este proceso

ecológico se puede intuir fácilmente en el campo, al observar la distribución de las plantas adultas del dafne menorquín, ya que éstas se suelen encontrar en la mayor parte de los casos (más del 80%) bajo otras especies arbustivas de mayor porte (p. ej., labiérnago negro *Phillyrea latifolia*, lentisco *Pistacia lentiscus* o brezo de invierno *Erica multiflora*; Fig. 2). En las poblaciones sin lagartija, las plántulas se observan casi siempre debajo de arbustos adultos de dafne, lo cual demuestra que las plántulas también serían capaces de emerger y sobrevivir a pesar de no ser dispersadas. Así, se podría considerar la fase de dispersión de semillas un componente clave del proceso de regeneración de dafne si tanto la germinación como la supervivencia fueran menores bajo arbustos de su propia especie con respecto a otros. Efectivamente, las plántulas que crecen debajo de dafne tienen menor capacidad de supervivencia, aunque dependen de las condiciones climáticas de cada año. En años con precipitación "normal" (es decir, cuando los recursos no son tan limitantes), las plántulas germinadas bajo esta planta tienen menor capacidad de regeneración. Por lo tanto, es presumible que tras la extinción de las lagartijas de Menorca se produjera un lento pero paulatino declive de sus poblaciones debido a la relativa menor capacidad de establecimiento (en los años menos favorables) de aquellas plántulas no dispersadas.



Oligosoma smithi (Scindidae) consumiendo frutos de *Macropiper excelsum* (Piperaceae) en las islas Mercury (Nueva Zelanda). Foto Tony Whitaker.

APRENDER DE UNA ESPECIE PARA AYUDAR A CONSERVARLA

El dafne menorquín está catalogado como "En peligro de extinción" por el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y como especie prioritaria dentro de la Directiva Europea de Hábitats. En la Illa d'en Colom, la presencia de sus plántulas bajo arbustos de diversas especies indica que la lagartija está contribuyendo a favorecer la regeneración de esta especie. Por ello, cualquier medida hacia la conservación de su único dispersor revertirá hacia su supervivencia. Afortunadamente, la Illa d'en Colom se encuentra dentro del Parque Natural de S'Albufera d'es Grau, y dentro del núcleo de máxima protección de Menorca como Reserva de la Biosfera. A pesar de que se pueden producir fuertes oscilaciones en la abundancia de su dispersor en la Illa d'en Colom¹¹, no parece que esta población se encuentre entre las más amenazadas de la especie³. Así, la conservación tanto de este arbusto amenazado como la de su único dispersor se encuentra asegurada a corto y medio plazo.

Por otro lado, es necesario conservar las poblaciones y el hábitat donde aún se encuentra el dafne. Al igual que ocurre en la Illa d'en Colom, otras poblaciones están también dentro de este Parque, mientras que el resto se encuentran dentro de Áreas Naturales de Especial Interés (ANEI) y, por tanto, protegidas, aunque en menor grado. A pesar de que el hábitat donde aún se encuentra el dafne menorquín está protegido, su conservación a largo plazo no puede asegurarse. Otros factores, además de la pérdida de sus dispersores, como la baja producción de frutos de los individuos adultos, la nula reproducción vegetativa (únicamente se reproduce por semillas) y la alta depredación post-dispersiva de semillas por roedores son otros factores que contribuyen a la baja capacidad de regeneración. Medidas que conduzcan hacia el control de los depredadores de sus semillas, especialmente roedores, y a la plantación de la especie en lugares más adecuados para su establecimiento (al menos imitando el patrón generado por la lagartija) podrían contribuir a disminuir el riesgo de extinción de sus poblaciones en Menorca. En definitiva, la única población natural del dafne menorquín cuya viabilidad puede garanti-

zarse, al menos a medio plazo, es la población de la Illa d'en Colom, donde esta interacción planta-frugívoro sigue y debería seguir intacta.



Illas d'en Colom, el único enclave donde cohabita el dafne menorquín *Daphne rodriguezii* con la lagartija balear *Podarcis lilfordi*. Foto Javier Rodríguez.

Agradecimientos

A David P. Padilla, Nicolás Martín y a la revista de divulgación *El Indiferente* por su invitación a escribir el presente artículo. A Dennis M. Hansen, Beneharo Rodríguez y Tony Whitaker por facilitar desinteresadamente parte del material fotográfico aquí mostrado. A Felipe Siverio por las sugerencias que ayudaron a mejorar el presente artículo.

Bibliografía

- LOREAU, M., NAEEM, S. & INCHAUSTI, P. 2002. *Biodiversity and ecosystems functioning. Synthesis and perspectives*. Oxford University Press, Oxford. 294 pp.
- HERRERA, C.M. & PELLMYR, O. 2002. *Plant animal interactions: An evolutionary approach*. Blackwell Publishing, Oxford. 313 pp.
- RODDA, G.H. & DEAN-BRADLEY, K. 2002. Excess density compensation of island herpetofaunal assemblages. *Journal of Biogeography* 29: 623-632.
- OLESEN, J.M. & VALIDO, A. 2003. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 177-181.
- PÉREZ-MELLADO, V. & TRAVESET, A. 1999. Relationship between plants and mediterranean lizards. *Natura Croatica* 8: 275-285.
- SÁEZ, E. & TRAVESET, A. 1995. Fruit and nectar feeding by *Podarcis lilfordi* (Lacertidae) on Cabrera archipelago

(Balearic islands). *Herpetological Review* 26: 121-123.

- TRAVESET, A. & RIERA, N. 2005. Disruption of a plant-lizard seed dispersal system and its ecological effects on a threatened endemic plant in the Balearic Islands. *Conservation Biology* 19: 421-431.
- BIOATLES. 2007. Projecte Bioatles. Servei de Protecció d'espècies. Govern de les Illes Balears, Conselleria de Medi Ambient, Palma de Mallorca.
- LORD, J., MARKEY, A.S. & MARSHALL, J. 2002. Have frugivores influenced the evolution of fruit traits in New Zealand? En: L, D.J., Silva, W.R. & Galetti, M. (eds.) *Seed dispersal and frugivory. Ecology, evolution and conservation*. Wallingford, New York: CAB International. p.: 55-68.
- SANTAMARÍA, L., RODRÍGUEZ-PÉREZ, J., LARRINAGA, A.R. & PÍAS, B. 2007. Predicting spatial patterns of plant recruitment using animal-dispersal kernels. *PLoS ONE* 2: e1008.
- PÉREZ-MELLADO, V. 1989. Estudio ecológico de la lagartija balear *Podarcis lilfordi* (Günther, 1874) en Menorca. *Revista de Menorca* 80: 455-511.
- SCHUPP, E.W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Plant Ecology* 107/108: 15-29.
- PÉREZ-MELLADO, V. 1997. *Podarcis lilfordi* (Günther, 1874). En: Pleguezuelos, J.M. (ed.) *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal*. Granada: Universidad de Granada - Asociación Herpetológica Española. p.: 361-363.

El autor

Javier Rodríguez Pérez es doctor en Biología por la Universidad de las Islas Baleares (UIB) desde 2007. Su tesis doctoral, bajo la dirección de la doctora Anna Traveset en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB), consistió en estudiar el proceso de regeneración del dafne menorquín, desde los patrones y escala de la dispersión por la lagartija balear hasta la dinámica poblacional de dicho arbusto amenazado. Además, una parte de la biología reproductiva y regeneración del dafne menorquín se comparó con una especie próxima de amplia distribución, el torvisco. Su actual línea de investigación consiste en el estudio de la dispersión endozoocora como moduladora y estructuradora de los ecosistemas naturales, integrando desde los procesos espaciales de dispersión de semillas a la demografía de plantas. **Dirección de contacto:** Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB), Miquel Marqués 21, E-07190 Esporles, Mallorca, islas Baleares, España. E-mail: jvr.rodriguez@gmail.com

LAS ISLAS COMO LABORATORIOS EVOLUTIVOS Y ECOLÓGICOS

Desde tiempos remotos las islas han despertado el interés de naturalistas y científicos. No en vano, han sido consideradas los tubos de ensayo de la Biología Evolutiva gracias a las condiciones experimentales que brindan para el estudio de esta disciplina^{1,2}. Los archipiélagos oceánicos, cadenas de islas surgidas a partir de la actividad volcánica originada en los fondos marinos, poseen cualidades adicionales que los hacen especialmente idóneos para estudios evolutivos. La fauna y flora que albergan estas islas se originó bien por migración desde otras regiones adyacentes, o bien por procesos de evolución acaecidos en la propia isla a partir de

colonizaciones originales³. Cada una de las islas de estos archipiélagos constituye una réplica del proceso evolutivo. Por otra parte, podemos conocer las edades de las islas volcánicas gracias a los modernos métodos de datación geológica, lo que nos proporciona información sobre el tiempo en el que se iniciaron los procesos biológicos de las mismas. El aislamiento geográfico constituye uno de los principales factores promotores de la diversificación de los organismos. Los archipiélagos oceánicos proporcionan múltiples oportunidades para el aislamiento poblacional, bien como resultado de la colonización entre islas, o bien dentro de una misma isla como consecuencia, por

ejemplo, de la actividad volcánica, promoviendo de esta manera los procesos de creación y diversificación de nuevas especies.

La **radiación adaptativa** es uno de los procesos más importantes que rigen la formación de nuevas especies en ecosistemas aislados⁴. Así, en un corto periodo de tiempo, y a partir de uno o pocos ancestros, se origina un elevado número de nuevas especies que ocupan una gran variedad de nichos ecológicos. En Canarias existen numerosos ejemplos de radiaciones adaptativas, tanto en plantas como en animales, entre los que destaca el del género de arañas *Dysdera*, objeto del presente artículo.



Cráter doble de montaña Mojón, La Graciosa. Foto N. Macías.

Portada *Dysdera minutissima*, la especie más pequeña conocida de todo el género, es endémica de Tenerife. Foto P. Oromí.

LAS ARAÑAS COMO MODELO DE EVOLUCIÓN Y DIVERSIFICACIÓN

Las islas Canarias se han considerado como un importante punto caliente ("hot spot") de la biodiversidad mundial dada la riqueza de endemismos faunísticos y florísticos que albergan. Los hallazgos de nuevos taxones han experimentado en los últimos años un incremento tal que solo en la década de 1990 se describieron más de 600 especies nuevas para la ciencia⁵. La mayor parte de la diversidad animal en Canarias corresponde a los artrópodos, con cerca de 7.000 especies distintas. Entre ellas, 465 pertenecen al grupo de las arañas (orden Araneae), de las que casi 300 especies son endémicas. Las arañas son un grupo muy importante dentro de nuestra biota insular, tanto por diversidad como por número de endemismos (64%). En estos

últimos años nuestro grupo, formado por investigadores de la Universidad de La Laguna y la Universitat de Barcelona, se ha centrado en el estudio del género de arañas *Dysdera*. Este género ha sufrido un espectacular proceso de radiación adaptativa en nuestro archipiélago, originando multitud de especies endémicas. Esta línea de investigación ha permitido reconstruir las relaciones **filogenéticas** existentes entre todas las especies del archipiélago, así como discernir las posibles vías de colonización de las islas e inferir las causas de especiación y diversificación del género.

Las arañas pertenecientes al género *Dysdera* son fácilmente distinguibles por la coloración rojiza del **prosoma**, sus patas anaranjadas y sus seis ojos. Pueden impresionar por el gran tamaño de sus **quelíceros**, que utilizan para capturar a sus presas, aunque no

representan un peligro para las personas. Estas arañas han sido consideradas como predadoras especializadas en la captura de cochinillas de la humedad. Son cazadoras nocturnas que se encuentran preferentemente en zonas húmedas y umbrías, entre la hojarasca, bajo piedras, en los taludes de pistas y senderos.



Macho de *Dysdera calderensis*, especie presente en La Gomera y La Palma. Foto P. Oromí.

TRAS LOS PASOS DE UN COLONIZADOR DE OCHO PATAS



EVOLUCIÓN DE LAS ARAÑAS DEL GÉNERO *Dysdera* EN CANARIAS



**Nuria Macías Hernández
Miquel Arnedo
Pedro Oromí**

REGRESO AL PASADO: LOS SECRETOS QUE NOS DESVELA EL DNA

Las investigaciones sobre el material genético de los organismos (DNA) han supuesto un gran avance en muchos campos de la Biología. La información contenida en el DNA nos permite caracterizar las diferentes especies, ya que cada una de ellas posee una combinación genética única. Asimismo, el DNA constituye una fuente importante de información filogenética que nos permite reconstruir las relaciones de parentesco entre las especies. En algunos casos, el estudio de la información genética nos ha revelado la existencia de una diversidad específica que hasta ese momento había pasado desapercibida y también ha ayudado a resolver cuestiones

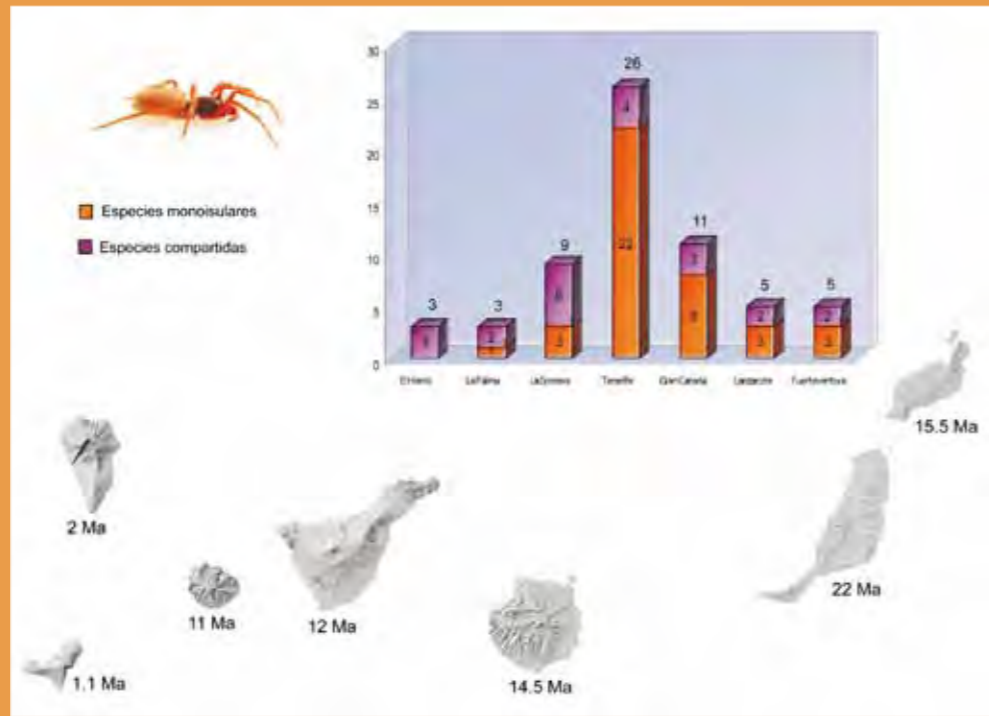


Figura 1. Diversidad de especies de *Dysdera* en Canarias. En la parte superior se indica el n.º total de especies por isla, las exclusivas de la misma (monoespecíficas) y las compartidas con otras islas. Edades geológicas en millones de años (Ma).

dudosas de índole taxonómico. En el estudio de poblaciones insulares, este valioso material

genético nos permite también descifrar los patrones de colonización de los organismos de

nuestro archipiélago mediante la reconstrucción filogenética, interpretar los posibles desplazamientos

de especies entre las islas y, además, datar estos eventos y establecer una cronología en la historia evolutiva de sus linajes.

TRAS LOS PASOS DE LA COLONIZACIÓN DE DYSDERA EN CANARIAS

Estudios filogenéticos recientes revelan que el conjunto de especies canarias de *Dysdera* es el resultado principal de procesos de diversificación local, a partir de al menos dos ancestros, planteando dos posibles escenarios de colonización alternativos^{7,8}. En el primer escenario, las especies provendrían de tres colonizaciones independientes, dos desde el continente, dos desde el continente a las islas orientales, y una tercera que originó la gran diversidad de especies de las islas centro-occidentales. El segundo escenario sugiere dos

colonizaciones, una que originó todas las especies de Canarias (grupo **monofilético**) salvo una, que constituiría una invasión más reciente por parte de la especie oriental *D. lancerotensis*. Canarias ha jugado también un papel clave en la diversificación de las arañas de la Macaronesia, ya que ha servido de puente para la colonización de Salvajes, Cabo Verde y quizás de Madeira. Nuestros datos sugieren que las Azores fueron colonizadas por otra invasión independiente desde el continente. En la Figura 2 se muestra un árbol filogenético representativo de algunas especies canarias, que incluye también representantes continentales de *Dysdera* y de otros géneros de la familia Dysderidae. En dicho árbol filogenético observamos cómo todas las

especies canarias se agrupan en dos linajes o **clados** exclusivos, a los que nos referiremos como clado oriental y clado centro-occidental respectivamente. La especie oriental *D. lancerotensis*

constituye una excepción, ya que está más relacionada genéticamente con especies continentales africanas, y probablemente colonizó las islas más recientemente y de forma independiente al resto de especies del género.

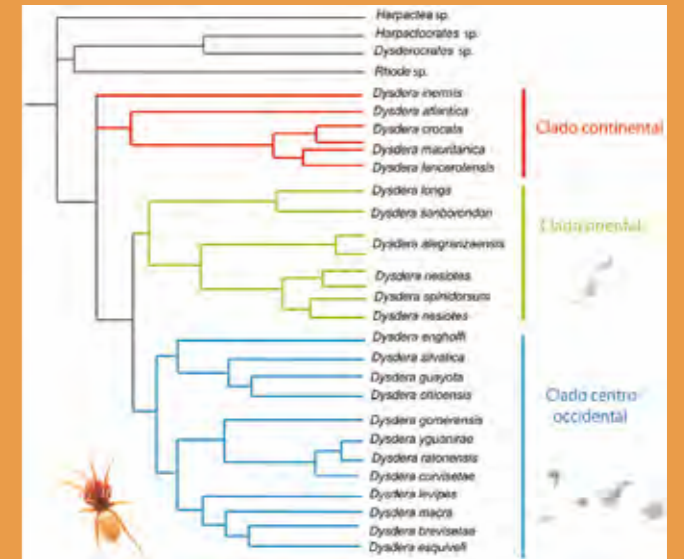


Figura 2. Representación de un árbol filogenético, en el que se incluyen especies canarias y continentales de *Dysdera*, y especies de otros géneros de la familia Dysderidae.



Dysdera silvatica (hembra) alimentándose de una cochinilla de humedad, una de sus presas principales. Foto P. Oromí.



Capullo de seda en el que se resguardan las arañas del género *Dysdera*. En el interior se pueden ver los huevos de una puesta. Foto M. A. Arnedo.

Frecuentemente las podemos encontrar dentro de capullos de seda, en los que se resguardan durante el día y donde también realizan la muda, se alimentan de sus presas, y las hembras protegen la puesta.

El género *Dysdera* está representado por aproximadamente 250 especies⁶, distribuidas a lo largo de toda la región circum-mediterránea, alcanzando dentro de este rango la región macaronésica como extremo más occidental y meridional. Los archipiélagos de Azores, Salvajes y Cabo Verde poseen cada uno una especie endémica, y en Madeira se conocen cinco. Canarias representa un caso extremo de diversificación en el grupo ya que se han descrito unas 50 especies endémicas, distribuidas a lo largo de las siete islas e islotes. (Fig. 1). Las podemos encontrar en todo tipo de hábitats y comunidades vegetales, desde la costa hasta el Teide, y han llegado a colonizar el



Anaga, una de las zonas de Tenerife donde coexisten un mayor número de especies de *Dysdera*. Foto S. de la Cruz.



Macho de *Dysdera longa*, especie endémica de Fuerteventura. En los apéndices anteriores se aprecian las protuberancias de los bulbos u órganos copuladores. Foto P. Oromí.

medio hipogeo, siendo realmente frecuentes en cuevas y en el **medio subterráneo superficial (MSS)**.

Una de las características más destacables de las especies del género *Dysdera* en Canarias es el elevado solapamiento de sus áreas de distribución, encontrándonos en algunas zonas geográficas, como por ejemplo Anaga y Teno en Tenerife, más de ocho especies en la misma área. Las especies que conviven en la misma zona (distribución **simpátrica**) muestran grandes variaciones morfológicas. Buena parte de esta variabilidad tiene que ver con caracteres asociados a la captura de presas, como son el tamaño corporal, la forma y el tamaño de los quelíceros. Estas observaciones nos han llevado a plantear la hipótesis de que la competencia por el alimento entre especies simpátricas ha sido un factor determinante en la extraordinaria radiación evolutiva del género en Canarias.



Tababai-cardonal de roque del Conde, Tenerife. Foto N. Macías.



Estas arañas también se distribuyen en las cotas altas de nuestras islas, como por ejemplo en Las Cañadas del Teide. Foto S. de la Cruz.

EL PAPEL DE LA EXTINCIÓN EN LA EVOLUCIÓN DE DYSDERA EN CANARIAS

Las islas más antiguas del archipiélago nos pueden dar información sobre el papel de la extinción en el proceso de diversificación de las especies. Por ello nos hemos centrado en el clado oriental (Fig. 2), que incluye todas las especies de *Dysdera* presentes en Lanzarote, Fuerteventura e islotes, a excepción de la ya mencionada *D. lancerotensis*.



Las cuevas y ambientes subterráneos son algunos de los medios que estas arañas han colonizado con gran éxito, sobre todo en Tenerife, donde existen nueve especies troglóbias. Foto S. de la Cruz.

Las islas Canarias tienen un origen volcánico y fueron emergiendo secuencialmente sobre el nivel del mar de este a oeste, comenzando con la formación de Fuerteventura hace aproximadamente 22 millones de años (Ma) y finalizando con El Hierro hace 1,1 Ma⁹ (Fig. 1). Lanzarote y Fuerteventura, debido a su mayor antigüedad, han estado expuestas durante más tiempo a los fenómenos erosivos. A pesar de que en su origen estas islas llegaron a alcanzar alturas similares a las del Teide¹⁰, en la actualidad apenas superan los 700 m. Su menor relieve impide la formación

del mar de nubes, que resulta en una mayor escasez de precipitaciones, influyendo en la aridez que caracteriza a estas islas. Todos estos factores determinan una menor diversidad fisiográfica, y por ende una menor variedad de hábitats cuando se comparan con el resto del archipiélago. A diferencia de otros archipiélagos oceánicos, como Hawái, donde las islas más antiguas acaban desapareciendo bajo el mar, las islas orientales no

han sufrido una excesiva subsidencia (hundimiento en el mar), lo que ha permitido que con una edad superior a 20 Ma permanezcan todavía emergidas¹¹. Lanzarote y Fuerteventura ofrecen, por tanto, la posibilidad de inferir las etapas primigenias de los procesos de formación y diversificación de las especies que han evolucionado en ellas.

Las diferencias geológicas, ambientales y ecológicas existentes entre las islas orientales y las centro-occidentales han influido en la diversidad de su fauna y su flora. En diferentes grupos de

organismos se ha observado un patrón de distribución de la diversidad en el que las islas de edad intermedia poseen el mayor número de especies, mientras que las más jóvenes y las más antiguas muestran unos niveles inferiores de diversidad. Se ha propuesto que el corto espacio de tiempo transcurrido desde la formación de las islas jóvenes puede haber influido en la menor diversidad, la cual es principalmente resultante de colonizaciones desde las islas centrales más antiguas¹². Sin embargo, la baja diversidad presente en las islas más antiguas requiere de otro tipo de explicaciones. Las especies de *Dysdera* del clado oriental son un modelo idóneo para discernir las causas de la baja diversidad en estas islas.

De las cinco especies que forman el llamado clado oriental, tres son exclusivas de Fuerteventura: *D. longa*, endémica de la península de Jandía en el sur de la isla, *D. sanborndon*, en la zona centro, y *D. spinidorsum*, distribuida tanto en el centro como en el norte. En Lanzarote y en el archipiélago Chinijo coexisten las especies *D. alegranzaensis* y *D. nesiotas*, esta última presente también en Salvajes.

Los análisis filogenéticos realizados nos han permitido establecer las relaciones existentes entre las especies de este clado, inferir los procesos de colonización y diversificación en las islas orientales y estimar la edad aproximada en

que acaecieron estos procesos evolutivos. Además, hemos realizado análisis estadísticos de varias medidas corporales para establecer la diferenciación morfológica de cada uno de los linajes evolutivos observados. Los resultados obtenidos de la datación de la filogenia nos indican que el ancestro de estas especies colonizó las islas durante el Mioceno tardío, hace aproximadamente 9 Ma. La reconstrucción del patrón biogeográfico a partir de las relaciones filogenéticas nos indica que ha habido varios eventos de colonización entre Lanzarote y Fuerteventura. Estos procesos de intercambio pudieron verse favorecidos durante las glaciaciones, las cuales provocaron el descenso del nivel del mar conectando las islas e islotes. También hemos demostrado que las islas Salvajes (archipiélago situado a unos 165 km de Canarias) fueron colonizadas desde Lanzarote.

Los resultados de estos análisis han revelado la existencia de dos nuevas especies en Lanzarote y Fuerteventura. Una de las dos especies nuevas está restringida a una pequeña zona del norte de Lanzarote, y presenta una distribución **alopátrica** respecto a su especie **hermana** más emparentada filogenéticamente. La segunda nueva especie descubierta se distribuye a lo largo de la franja costera, desde el archipiélago Chinijo a Lanzarote y norte de Fuerteventura, ocupando la zona intermareal de las playas de callaos. La escasez de hábitats con suficiente

humedad donde suelen encontrarse las especies de *Dysdera* hace que en las islas orientales estas arañas se concentren en las zonas más altas y húmedas, encontrándose en muchas ocasiones varias especies conviviendo en los mismos lugares. Lo espectacular del hallazgo de la nueva especie costera es su capacidad de adaptación a un ambiente intermareal, siendo el primer caso descrito para esta familia de arañas.

Muchos de los estudios evolutivos realizados en archipiélagos oceánicos se han centrado en los procesos de formación de nuevas especies, diversificación y acumulación de taxones, pero han dejado de lado el papel que juegan los fenómenos de extinción en la formación y mantenimiento de

las comunidades. En este estudio⁸ hemos demostrado que en las islas orientales ha habido un descenso de la tasa de diversificación a lo largo del tiempo; es decir, la formación de nuevas especies ha ido disminuyendo progresivamente, lo que sugiere un incremento de los procesos de extinción. Por otro lado, estos datos contrastan con el hallazgo de la nueva especie costera, cuyo origen es muy reciente (0,4 Ma). Esta especie ejemplifica la capacidad de los linajes para adaptarse a las nuevas condiciones ambientales y subsistir en el tiempo.

La gran plasticidad que caracteriza al género *Dysdera* le ha permitido colonizar muchos pisos bioclimáticos, entre ellos el pinar de *Pinus canariensis*. Foto S. Reboleira.



VIVIR BAJO TIERRA: ADAPTACIONES DE UN CAVERNÍCOLA

Otro aspecto destacado de *Dysdera* en Canarias es la existencia de especies que viven exclusivamente en el medio subterráneo. De las 50 especies existentes en el archipiélago, diez son **troglóbias**, todas ellas endémicas de Tenerife a excepción de *D. ratonensis*, propia de La Palma. Estudios moleculares y morfológicos recientes¹³ sugieren que, en la mayoría de los casos, las especies hermanas de estas especies troglóbias son epigeas, es decir, que ocupan hábitats de superficie. Esto sugiere que la colonización de este medio por parte de dichas especies se ha producido de manera independiente en varias ocasiones. Estos datos también revelan la existencia de un posible caso de **especiación simpátrica** dentro del medio hipogeo, de modo que desde un ancestro troglóbico se originaron dos

especies cuya única diferencia es la uña de los quelíceros, carácter relacionado con el tipo de alimentación.

Los organismos que han colonizado los ambientes cavernícolas y subterráneos, en general, han desarrollado una serie de modificaciones morfológicas y fisiológicas que les han permitido adaptarse a este tipo de hábitats, caracterizados por la ausencia de luz, humedad elevada, temperaturas constantes y altos niveles de CO₂. Entre las adaptaciones observadas en los organismos troglóbicos destacan la reducción parcial o total de los ojos, el alargamiento de los apéndices (patas), la despigmentación del tegumento, la ralentización de la actividad metabólica, la disminución del número de huevos en la puesta, etc. Las diferentes especies de *Dysdera* canarias muestran distintos niveles de desarrollo de

los caracteres asociados a la vida subterránea ya mencionados, como por ejemplo la reducción ocular. El endemismo de Tenerife *D. unguimmanis*, presente en tubos volcánicos del norte y centro de la isla, representa un caso extremo de adaptación al medio cavernícola.



Dysdera unguimmanis, especie troglóbica que presenta grandes adaptaciones morfológicas para vivir en el medio subterráneo. Foto P. Oromí.

Muchos autores consideran que el grado de **troglobiomorfismo** está relacionado con el tiempo transcurrido desde que la especie coloniza el medio cavernícola; es decir, las especies que han colonizado hace más tiempo este medio poseerán mayores adaptaciones. Pero en las especies canarias de *Dysdera* esta hipótesis no parece cumplirse, y los diferentes grados de troglobiomorfismo pueden explicarse mejor como adaptaciones a las diversas condiciones ambientales del medio subterráneo.

Hay indicios que sugieren que los representantes de la familia Dysderidae presentan una predisposición para la adaptación a la vida subterránea. Existe un gran número de taxones troglobios en la familia, y algunos géneros están representados solo por especies cavernícolas (p. ej. el género *Stalita*). Por otra parte, en Canarias el género *Dysdera* es el grupo de arañas que presenta un mayor número de troglobios¹⁴, y muchas especies epigeas han sido colectadas alguna vez en el medio subterráneo.

Aunque puede parecer que el medio hipogeo es un compartimento estanco o incomunicado donde no existe trasiego de especies, la realidad es que bajo nuestros pies el subsuelo presenta una red de espacios intercomunicados que permiten la dispersión de organismos a través de las fisuras y grietas. Es decir, que el hábitat hipogeo no se reduce a los tubos volcánicos. En La Palma se ha observado la presencia del troglobio *D. ratonensis* en cuevas de toda la isla (algunas de ellas separadas más de 40 km), pero también sabemos que se han encontrado en el medio subterráneo superficial, lo que nos sugiere que estas especies se dispersan fácilmente a través de la entramada red existente bajo tierra. En Tenerife ocurre algo parecido, y varias de las especies troglobias se encuentran ampliamente distribuidas, pero nunca se han encontrado en Anaga, y solo en un caso en Teno. Al igual que en el medio epigeo, existen barreras geológicas que impiden la dispersión subterránea de las especies a través de las diferentes zonas de una isla, restringiendo el **flujo génico** entre poblaciones. La posible barrera subterránea que aparentemente aísla Anaga del resto de Tenerife también podría explicar la distribución de diversos insectos troglobios que presentan especies distintas entre Anaga y el resto de la isla¹⁵.

PRESENTE Y FUTURO DE LOS ESTUDIOS DE DYSDERA EN CANARIAS

A medida que avanzamos en el estudio de este género de arañas, no deja de sorprendernos su plasticidad para adaptarse al medio y su capacidad de generar nuevas especies. Desde los estudios iniciados por Ribera en 1985¹⁶ hasta la actualidad se han descrito 33 nuevas especies y se conocen algunas más pendientes de describir. El género *Dysdera* nos brinda un excelente modelo biológico para testar diferentes hipótesis evolutivas y para estudiar los procesos que rigen la diversificación y especiación en archipiélagos oceánicos.

La utilización de nuevas metodologías moleculares como la **filogeografía**¹⁷ nos permite profundizar en el conocimiento de la distribución de la diversidad genética y en la estructura poblacional dentro de las especies. Muchos organismos de Canarias han sido objeto de estudios filogeográficos, que nos han ayudado a descifrar los patrones demográficos y poblacionales dentro de una región geográfica. Nuestro grupo ha publicado recientemente un estudio sobre la especie oriental *D. lancerotensis*¹⁸, en el que se pone de manifiesto la importancia del vulcanismo en la modelación de la distribución de los organismos y de la diversidad genética en las islas oceánicas. En la actualidad se está llevando a cabo una serie de estudios poblacionales con otras especies del género en Tenerife, que nos permitirán comparar los patrones demográficos encontrados en las especies con la historia geológica de la isla, y así interpretar los factores que influyen en la generación de la biodiversidad.

Uno de los aspectos a desarrollar en el futuro es el estudio experimental de la preferencia alimenticia de *Dysdera*. Nuestros estudios sugieren que la competencia intraespecífica por el alimento puede haber contribuido a la gran diversificación del grupo; sin embargo, esta hipótesis debe ser confirmada mediante experimentos de laboratorio y campo.



Glosario

Clado. Grupo monofilético de taxones o poblaciones que comparten un ancestro común.

Distribución alopátrica. Perteneciente/relativa a especies o poblaciones que ocupan áreas diferentes y disjuntas.

Distribución simpátrica. Perteneciente/relativa a especies o poblaciones que ocupan la misma área geográfica.

Especiación simpátrica. Formación de nuevas especies en una misma zona geográfica, resultado de la selección natural.

Especies hermanas. Pares de especies que comparten un ancestro común exclusivo.

Filogenéticas (relaciones). Relaciones de parentesco evolutivo entre los organismos.

Filogeografía. Rama de la Biogeografía que estudia la distribución geográfica de la diversidad genética y sus posibles causas.

Flujo génico. Intercambio de genes entre individuos dentro y entre poblaciones de una especie.

Medio subterráneo superficial (MSS). Hábitat hipogeo formado por una red de pequeños espacios y situado por debajo del suelo edáfico.

Monofilético. Grupo que incluye un ancestro y todos sus descendientes.

Prosoma. Región anterior del cuerpo de una araña.

Quelíceros. Apéndices anteriores de las arañas armados de una uña para inocular veneno.

Radiación adaptativa. Diversificación rápida de un linaje ancestral que da lugar a una gran variedad de especies por adaptación a diferentes nichos ecológicos.

Troglobio. Especie con adaptaciones morfológicas y fisiológicas a la vida en el medio subterráneo y que vive exclusivamente en el medio hipogeo.

Troglobiomorfismo. Conjunto de caracteres adaptativos a la vida en el medio subterráneo.

Agradecimientos

Queremos agradecer a mucha gente que ha participado en los proyectos y publicaciones en los que se basa el presente artículo. A Salva, Heriberto, Helena, Toni, Nayra, Rocío, Clare, David, Sofia y a todos quienes han ayudado en las campañas y colectas del material utilizado en estos trabajos. A Leticia, Isabel y Salva por sugerencias aportadas tras la lectura del artículo. A Nicolás Martín, editor de la revista *El Indiferente*, por invitarnos a escribir sobre nuestra línea de investigación y por dar a conocer los trabajos científicos que se realizan en nuestras islas.

Bibliografía

1. EMERSON, B. 2002. Evolution on oceanic islands: molecular phylogenetic approaches to understanding pattern and process. *Molecular Ecology* 11: 951-966.
2. GILLESPIE, R.G. & RODERICK, G.K. 2002. Arthropods on Islands: Colonization, Speciation and Conservation. *Annual Review*

of Ecology and Systematics 47: 595-632.

3. PAULAY, G. 1994. Biodiversity on oceanic islands: its origin and extinction. *American Zoologist* 34: 134-144.

4. HARVEY, P.H. & RAMBAUT, A. 2000. Comparative analyses for adaptive radiations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Sciences* 355 (1403): 1599-1605.

5. OROMÍ, P., GARCÍA, A. & MACÍAS, N. 2004. Araneae. En: Izquierdo, I., Martín, J.L., Zurita, N. & Arechavaleta, M. (eds.) *Lista de especies silvestres de Canarias (Hongos, Plantas y Animales terrestres)*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. p.: 164-172.

6. PLATNICK, N.I. 2008. The world spider catalog, version 8.5. American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>

7. ARNEDE, M.A., OROMÍ, P. & RIBERA, C. 2001. Radiation of the spider genus *Dysdera* (Araneae, Dysderidae) in the Canary Islands: Cladistic assessment based on multiple data sets. *Cladistics* 17: 313-353.

8. MACÍAS-HERNÁNDEZ, N., OROMÍ, P. & ARNEDE, M. 2008. Evolution on collapsing volcanoes: patterns of diversification of the spider genus *Dysdera* (Araneae, Dysderidae) in the Eastern volcanic ridge of the Canary Islands. *Biological Journal of the Linnean Society* 94: 589-615.

9. CARRACEDO, J.C., DAY, S., GUILLOU, H., BADIOLA, E.R., CANAS, J.A. & TORRADO, F.J.P. 1998. Hotspot volcanism close to a passive continental margin: The Canary Islands. *Geological Magazine* 135: 591-604.

10. ANCOCHEA, E., BRÄNDLE, J.L., CUBAS, C.R., HERNÁN, F. & HUERTAS, M.J. 1996. Volcanic complexes in the eastern ridge of the Canary Islands: the Miocene activity of the island of Fuerteventura. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 70: 183-204.

11. CARRACEDO, J.C. 1999. Growth, structure, instability and collapse of Canarian volcanoes and comparisons with Hawaiian volcanoes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 94: 1-19.

12. EMERSON, B.C. & OROMÍ, P. 2005. Diversification of the forest beetle genus *Tarphius* on the Canary Islands, and the evolutionary origins of island endemics. *Evolution* 59: 586-598.

13. ARNEDE M., OROMÍ, P., MÚRRIA, C., MACÍAS-HERNÁNDEZ, N. & RIBERA, C. 2007. The dark side of an island radiation: systematics and evolution of troglobitic spiders of the genus *Dysdera* Latreille (Araneae: Dysderidae) in the Canary Islands. *Invertebrate Systematics* 21: 623-660.

14. OROMÍ, P., ZURITA, N., MUÑOZ, E. & DE LA CRUZ, S. 2001. *Conservación de la fauna invertebrada cavernícola de las islas de Tenerife, El Hierro y La Palma*. Universidad de La Laguna (informe sin

publicar, depositado en Cons. Política Territorial y Medio Ambiente, Gobierno de Canarias). 394 pp.

15. OROMÍ, P., MARTÍN, J.L., MEDINA, A.L. & IZQUIERDO, I. 1991. The evolution of the hypogean fauna in the Canary Islands. *The unity of evolutionary biology*. E. C. Dudley. Portland, OR, Dioscorides Press 1: 380-395.

16. RIBERA, C., FERRÁNDEZ, M.A. & BLASCO, A. 1985. Aranéidos cavernícolas de Canarias II. *Mém. Biospéol.* 12: 51-66.

17. AVISE, J.C. 2000. *Phylogeography: the history and formation of species*. Cambridge, Mass., Harvard University Press. 447 pp.

18. BIDEGARAY-BATISTA, L., MACÍAS-HERNÁNDEZ, N., OROMÍ, P. & ARNEDE, M. 2007. Living on the edge: demographic and phylogeographical patterns in the woodlouse-hunter spider *Dysdera lancerotensis* Simon, 1907 on the eastern volcanic ridge of the Canary Islands. *Molecular Ecology* 16: 3198-3214.

Los autores

Nuria Macías Hernández es becaria predoctoral del Gobierno de Canarias, y está desarrollando su tesis doctoral en la Universidad de La Laguna, en colaboración con la Universitat de Barcelona. Su tesis versa sobre la caracterización molecular y morfo-ecológica de los factores responsables de la diversificación del género *Dysdera* en el archipiélago canario. E-mail: nemacias@ull.es

Miquel Arnedo es profesor agregado de la Universitat de Barcelona e investigador principal de varios proyectos en curso sobre la familia Dysderidae. Sus intereses de investigación se centran en entender y dilucidar los factores que generan la biodiversidad, mediante la reconstrucción filogenética y filogeográfica de organismos de ecosistemas aislados, siendo las arañas su principal modelo de estudio. Forma parte del grupo de investigación GRE ZooSysEvo (Zoological Systematics and Evolution) de la Generalitat de Catalunya, cuyo objetivo principal es el estudio sistemático, biogeográfico y evolutivo de diferentes grupos zoológicos. E-mail: marnedo@ub.edu <http://www.marnedo.net>

Pedro Oromí es catedrático titular de la Universidad de La Laguna y sus líneas de investigación principales han abordado el estudio de la diversidad, filogenia y biogeografía de artrópodos en medios insulares oceánicos, y de forma particular el estudio del medio subterráneo y la diversidad, evolución y ecología de sus comunidades animales. Es primer responsable del grupo de investigación "Sistemática, biogeografía y evolución de artrópodos de Canarias" de la Universidad de La Laguna, y coordinador de Artrópodos del proyecto Atlantis de biodiversidad (programa INTERREG) del Gobierno de Canarias. E-mail: poromi@ull.es

Los lagartos gigantes de La Gomera y su Plan de Recuperación

José A. Mateo y Óscar M. Afonso

Poco después de pasar por el roque Chico de Salmor y capturar los ejemplares de lagarto gigante que sirvieron para describir la especie que ahora lleva su nombre, el naturalista Oscar Simony envió una carta desde La Gomera a Franz Steindachner. En la misiva describía cómo el boticario de esa isla (muy probablemente se trataba de D. Luís Bencomo, que a finales del siglo XIX regentaba farmacia en Hermigua) poseía un lagarto de gran tamaño metido en un frasco con alcohol. El naturalista austriaco se lamentaba más adelante de no haber podido convencer al orgulloso propietario para que le vendiera el animal, y de haber sido incapaz de localizar su población de origen. De esta manera, las vitrinas del Naturhistorischen Museum de Viena se quedaban sin lagarto gomero, y éste tendría que esperar otros 96 años para disponer por fin de un nombre latino adecuado¹.

Es más que probable que de haber sido descrito entonces, la historia del lagarto gigante de La Gomera *Gallotia bravoana** hubiera sido muy diferente. Pero, para bien o para mal, durante más de un siglo se le dio por extinguido^{2,3} y habría que esperar al 9 de junio de 1999 para que Aurelio Martín, Manuel Nogales, Juan Carlos Rando y Alfredo Valido, cuatro investigadores de la Universidad de La Laguna, capturasen en la falda del risco de La Mérica al primer ejemplar vivo⁴.

Los meses que siguieron al descubrimiento no fueron precisamente fáciles. Pronto los seis lagartos capturados hasta entonces saldrían de La Gomera, y darían comienzo los desencuentros entre administraciones, y las agrias declaraciones de descubridores, políticos y ecologistas⁵. Afortunadamente la situación cambió y, tal vez fuera por que sus inicios fueron difíciles y peleados, el programa de conservación del lagarto gigante de La Gomera acabó por despegar y empezó a quemar etapas.

En la primavera de 2000, los seis ejemplares ya habían vuelto a su isla, donde se había construido un “lagartario” de carácter provisional. Un año más tarde nacían los primeros individuos en cautividad. Poco después la Unión Europea concedía un proyecto LIFE, en el que participaban Gobierno de Canarias, Cabildo de La Gomera y Ayuntamiento de Valle Gran Rey. En abril de 2003 se inauguraba oficialmente el Centro de Recuperación, y en octubre de 2006 el Gobierno de Canarias aprobaba su Plan de Recuperación⁶.

Solo un par de meses después de esa aprobación daría comienzo un segundo proyecto LIFE con el que se podrían financiar casi todas las acciones consideradas en el Plan. En este caso el Ministerio de Medio Ambiente también quedaría asociado al proyecto.

El Plan de Recuperación del lagarto gigante de La Gomera está basado en tres grandes puntales⁷. El primero consiste, como no podía ser de otra manera, en la conservación a ultranza de las poblaciones naturales de la especie. El segundo, igualmente básico, incluye los programas de información y educación. El tercer puntal es, sin embargo, una opción que se ha decidido tomar debido a su situación crítica entre las críticas⁷, e incluye como veremos más adelante medidas dirigidas a la creación de nuevas poblaciones.

*Nota editorial. Para conocer otros criterios relativos al nombre científico del lagarto gigante de La Gomera se puede consultar el trabajo de MARTÍN, A. & RANDO, J.C. 2006. On the scientific name of the extant Giant Lizard of La Gomera (Canary Islands): *Gallotia gomerana* Hutterer, 1985 vs. *G. bravoana* Hutterer, 1985 (Reptilia: Lacertidae). *Vieraea* 34: 65-70.





Macizo y risco de La Métrica (Valle Gran Rey). Foto archivo del Centro de Recuperación.

LAS POBLACIONES NATURALES Y SU CONSERVACIÓN

Cuando se da inicio al programa de conservación de una especie amenazada se debe responder en primer lugar a una serie de cuestiones básicas. Saber de cuántas poblaciones disponemos, cuántos individuos componen esas poblaciones, qué estructuras poblacionales presentan, cuál es el área de ocupación, qué diversidad genética poseen, qué ha determinado que la especie esté amenazada o qué amenazas se ciernen en la actualidad sobre ellas son precisamente algunas de las preguntas para las que deberíamos obtener respuesta.

Desde un principio se sospechó que la población de La Métrica y Quiebracanjillas era tan pequeña que ya entraban en juego algunos factores de amenaza directamente asociados al azar⁸. Cuando quedan pocos individuos y estos se encuentran concentrados, cualquier elemento ocasional, como una caída masiva de piedras, una tromba de agua, como la ocurrida en El Hierro en enero de 2007⁹, o un incendio fortuito, puede determinar que la especie se extinga o sufra un gravísimo revés. Por la misma razón, un número pequeño de individuos casi siempre se encuentra asociado a una diversidad genética escasa⁸, y si su área de distribución es reducida y posee recursos limitados, entonces podrá ser diezmada en un abrir y cerrar de ojos por unas pocas cabras.

Los resultados del primer censo de lagartos llevado a cabo en 2001 confirmaron los peores temores: apenas quedaban 50 individuos, casi todos adultos, con un elevado parentesco, y concentrados en menos de una hectárea de terreno muy vertical, de vegetación rala y sometida a continuos derrumbes^{7,10}. Además, Quiebracanjillas, una zona que por sí sola supone más de la mitad del área de distribución de la especie, se compor-

taba en realidad como un sumidero en el que los lagartos en dispersión desaparecían rápidamente, víctimas de la presión a la que se veían sometidos por parte de hombres, gatos, perros o ratas. En contrapartida, los análisis de ADN mostraron que la población de La Métrica se encontraba aislada y en condiciones muy similares a las actuales desde hacía varios siglos, lo que sugería que, a pesar de su dramática situación, la población se mantenía relativamente estable.

Desde 1999 la búsqueda de otras posibles poblaciones que puedan sobrevivir en áreas de difícil acceso de La Gomera ha sido continua. Cientos de encuestas realizadas en esos años, decenas de informaciones más o menos fidedignas y un esfuerzo considerable para explorar riscos, barrancos y lomadas han permitido obtener algunos resultados interesantes. Por un lado, ahora sabemos que, además del de los lagartos del risco de La Métrica, existe un pequeño núcleo aislado en el barranco de Valle Gran Rey, y que en algunos acantilados del sur y el sureste de la isla podrían quedar otros^{7,10}.

La campaña de exploración ha permitido reunir además mucha información acerca del área de distribución primigenia de esta especie y de su estrategia demográfica, ya que sus restos esqueléticos han aparecido en más de 50 yacimientos de la isla. Por otra parte, se ha podido comprobar que no es una especie exclusivamente rupícola, como parece sugerir su distribución actual. También se ha visto que estaba presente hace sólo tres mil años en más de la mitad de la isla, y que solo faltaba en las zonas cubiertas por el monte verde¹¹.

El descubrimiento de algunos restos momificados en uno de esos yacimientos ha permitido comprobar, gracias al estudio



Página anterior **Hembra adulta de lagarto gigante de La Gomera**. Foto Diego Sánchez. Arriba **Ejemplar de lagarto gigante fotografiado por Oscar Simony en septiembre de 1889**.

biométrico de los huesos y al de las secuencias de ADN analizado, que también podían ser de mucho mayor tamaño de lo que llegan a alcanzar en la actualidad los lagartos que quedan en La Métrica¹¹. De esta manera parece confirmarse la hipótesis que sugiere que en La Gomera sólo convivían dos especies diferentes de lacértidos cuando llegó el hombre¹². Una era de pequeño tamaño y de vida corta (el lagarto tizón gomero *G. caesaris*), y la otra (nuestro lagarto gigante) que era extremadamente longeva y podía superar los cuatro o cinco kilogramos de peso.

Siendo los lagartos gigantes animales que tardan mucho tiempo en alcanzar su madurez sexual (las hembras, entre cuatro y seis años) y que realizan un reducido esfuerzo reproductor, toda su estrategia basada en la longevidad de los individuos se vio comprometida con la llegada de los humanos. Hace algo más de dos milenios, el lagarto gigante pasó a ser presa fácil del hombre y de otros mamíferos que llegaron con él, y sus tasas de mortalidad crecieron hasta hacer prácticamente imposible que una hembra llegara a poner su primer huevo¹². Así, en pocos siglos, las poblaciones de lagarto gigante se colapsaron, desapareciendo de casi toda la isla, y quedando únicamente relegadas a unos pocos lugares casi inaccesibles para sus depredadores no voladores. En el siglo XVII, por ejemplo, solo parecían quedar lagartos gigantes en los riscos y laderas de La Métrica, en el extremo norte de la isla, y en los barrancos del sur y el sureste, donde ocasionalmente todavía eran consumidos por el hombre¹¹.

Resumiendo lo expuesto hasta ahora, podemos afirmar que para proteger a las poblaciones de lagartos de La Métrica se debían tomar medidas dirigidas, uno, a proteger su escasa vegetación, dos, a proteger o aumentar la diversidad genética, tres, a proteger a los lagartos de los fenómenos aleatorios y poco previsibles y, cuatro, a evitar en lo posible a los depredadores venidos de allende los mares, ya fueran humanos, carnívoros o roedores^{7,11}.

Siendo los lagartos gigantes animales que tardan mucho tiempo en alcanzar su madurez sexual (...) y que realizan un reducido esfuerzo reproductor, toda su estrategia basada en la longevidad de los individuos se vio comprometida con la llegada de los humanos.

Uno.- El control de ganado en el área de Quiebracanjillas, y con ello el de la vegetación de la zona, fue una de las primeras medidas tomadas con resultados bastante satisfactorios. Pocos meses después del descubrimiento ya se había conseguido llegar a un pacto con los ganaderos para sacar cabras y ovejas de Quiebracanjillas. Ahora, los andenes de La Métrica solo son visitados de forma ocasional por cabras asilvestradas que, siempre que resulta posible, son retiradas por los propios ganaderos¹¹.

Dos.- La mejor manera de preservar la diversidad genética de la población de La Métrica consiste en hacer



Lagarto gigante en el risco de La Métrica. Se puede apreciar la cercanía del núcleo urbano de La Playa (Valle Gran Rey). Foto archivo del Centro de Recuperación.



Trabajando en el risco de La Métrica (andén del Anfiteatro, 375 m.s.m.). Foto archivo del Centro de Recuperación.

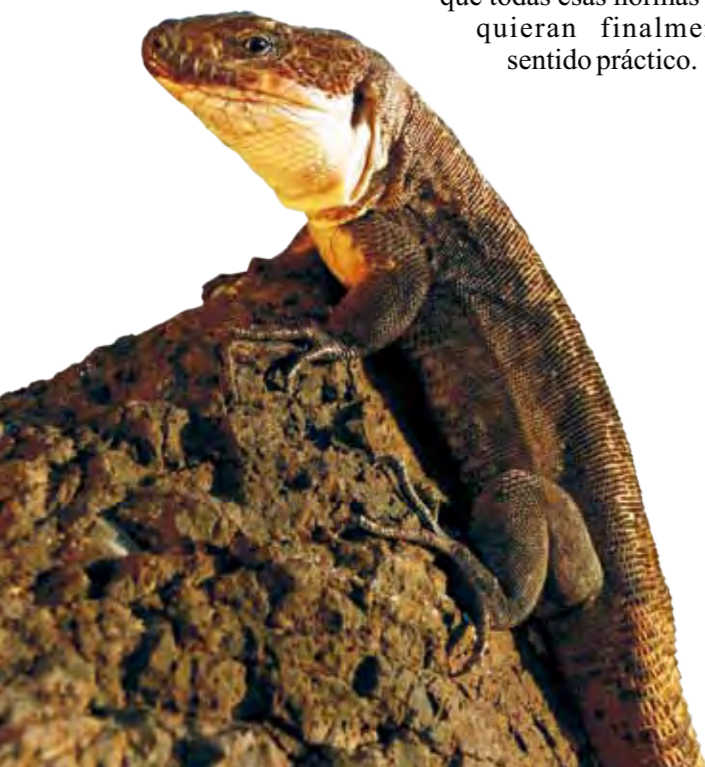
que aumente el número de ejemplares que la componen⁸. Por eso, cualquiera de las medidas que vamos a ir enumerando a lo largo de este artículo, ya sea de protección del medio, control de depredadores o simplemente educación, también servirá para ese propósito. El aumento de esa diversidad se nos antoja, sin embargo, una quimera con los medios que disponemos en la actualidad, a no ser que descubramos nuevos núcleos en otros lugares de La Gomera. Por eso, y aunque solo sea una quimera, debemos seguir llevando a cabo campañas de búsqueda por toda la isla.

Tres.- La mejor manera de evitar que los lagartos gigantes de La Gomera se extingan a causa de fenómenos aleatorios consiste en crear nuevas poblaciones con más individuos, de tal manera que esas caídas de piedras poco previsible, esas lluvias arrasadoras, la acción vandálica de un gamberro o el posible incendio del "lagartario" dejen de ser una espada de Damocles. El Plan de Recuperación del lagarto gigante considera un objetivo principal, por eso, la creación de nuevas poblaciones, ya sea en cautividad o en libertad, justificándose así de fácil ese tercer puntal al que antes hacíamos referencia y que desarrollaremos más adelante⁶.

Y cuatro.- La acción "depredadora" del hombre no debe entenderse ya como un consumo directo en busca de proteínas, sino como una actitud global que determina un aumento de la mortalidad. En ese sentido, no parece preciso extenderse demasiado en explicar que el hombre contribuye negativamente al incremento de esa mortalidad favoreciendo la destrucción de hábitat, la promoción voluntaria o involuntaria de otros depredadores y competidores, el comercio inmoral con especies amenazadas, o simplemente a través de la desidia o el desconocimiento.

En el caso del lagarto gigante de La Gomera, toda la batería de medidas legales de protección dirigidas a controlar esa actividad "depredadora" del hombre ha sido aprobada con una rapidez razonable. Así, merece destacarse que la mayor parte de su área de ocupación tiene la máxima protección posible¹³ y que se encuentra englobada dentro de la red Natura 2000¹⁴, la especie está incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas¹⁵, y su Plan de Recuperación está, como vimos, en marcha⁶.

La señalización dispuesta en los límites del Lugar de Interés Comunitario de La Mérica (LIC ES7020127), la vigilancia que se lleva a cabo cada día, los sistemas de seguridad del Centro de Recuperación, los programas de información y formación de agentes de medio ambiente y de policía y, sobre todo, la educación a todos los niveles son las herramientas básicas para que todas esas normas adquieran finalmente sentido práctico.



Campaña de búsqueda de nuevas poblaciones (La Rosa de Teguer-guence). Foto archivo del Centro de Recuperación.

A su vez, el programa de control de gatos y perros diseñado dentro del Plan de Recuperación pretende poner en funcionamiento medidas realistas y legales, razonablemente baratas y dirigidas a la conservación de ésta y otras especies autóctonas, que puedan engranarse también con otros programas municipales o sociales. Se trata en definitiva de ser eficaces a buen precio y sin crear una guerra innecesaria con los propietarios de animales domésticos.



Macizo del Galión (Vallehermoso). Foto archivo del Centro de Recuperación. A la izquierda Macho de lagarto gigante de La Gomera en Quiebracanillas. Foto Diego Sánchez.



Dentarios de lagarto gigante de La Gomera (Las Toscas, San Sebastián). Foto Diego Sánchez.



Lagarto comiendo tедера *Psoralea bituminosa*, la especie más consumida por los ejemplares en libertad. Foto archivo del Centro de Recuperación.

Desde 2003 se ha redactado y aprobado la Ordenanza Municipal de Animales Domésticos y de Compañía en Valle Gran Rey¹⁶, se ha creado el registro municipal (en 2005 Valle Gran Rey era ya el municipio canario con más gatos registrados y marcados) y se han construido gateras provisionales que permiten desarrollar los programas específicos. Estos programas incluyen la extracción de gatos y perros de las laderas de La Mérica, la campaña de esterilización de gatos sin dueño en el

municipio, la de esterilización voluntaria subvencionada de gatos con dueño y las de educación.

La extracción de los depredadores alóctonos que entran en Quiebracanillas se ha realizado ininterrumpidamente desde pocos meses después de que se encontrara el primer ejemplar hasta ahora. Se lleva a cabo mediante una batería de trampas de tipo Tomahawk®, con las que se capturan vivos y sin sufrir daño gatos, algún perro pequeño y algunas ratas¹⁷, o mediante su captura a mano. Desde que fuera aprobada la normativa municipal, los gatos y perros capturados pasan directamente a estar bajo tutela del Ayuntamiento. Un convenio firmado con la asociación protectora Proanimal Gomera permite que los gatos y perros sanos que no son reclamados en el plazo previsto por la ley puedan ser, tras su esterilización, dados en adopción fuera del municipio. El mismo convenio ha permitido que Proanimal Gomera haya organizado sendos programas subvencionados por el proyecto LIFE de esterilización y de control de enfermedades entre los gatos sin dueño del municipio.

La campaña de control de animales domésticos se completa con un programa de información dirigido a propietarios y al público en general, en el que se explican las normativas vigentes y las ventajas de la esterilización de sus mascotas¹⁸. Hasta el año 2006 esta campaña incluía también programas subvencionados de esterilización voluntaria de esos animales y del marcado reglamentario con microchip.

El resultado de los programas de control de animales domésticos se ha traducido en una reducción sustancial del número de gatos sin dueño que pululan por el pueblo, en un cambio radical de su estructura poblacional (ahora son más viejos y se desplazan menos), y en un descenso significativo de las capturas dentro del área de distribución del lagarto (hemos pasado de 32 gatos capturados en 2001 a solo seis en 2007).

El control de ratas y ratones está limitado en la actualidad a una serie de acciones más o menos puntuales dentro del área de distribución del lagarto gigante y sus cercanías. Ambos roedores son escasos en Quiebracanillas y ocasionales en el risco de La Mérica, por lo que su trampeo (igualmente llevado a cabo con trampas especiales de tipo Tomahawk® para la captura de ejemplares vivos) se realiza inmediatamente después de la detección de rastros o heces de rata o cuando se produce una explosión demográfica localizada de ratones¹¹.

El fenómeno más preocupante relacionado con ratas y ratones en la zona no radica directamente en la depredación que puedan ejercer sobre puestas y juveniles de lagartos, sino en el uso indiscriminado de venenos que los vecinos puedan hacer ante una explosión de roedores. Por eso, otra de las actividades dirigidas por el personal del Centro de Recuperación es la instrucción de los propietarios de terrenos que lindan con la reserva en el uso de métodos de control que sean inocuos para los lagartos y para otras especies autóctonas.

Las medidas adoptadas hasta ahora para conservar las poblaciones naturales se han traducido en un considerable aumento del número de individuos en

libertad: de la cincuentena que quedaba en La Mérica en 2001, hemos pasado a más de 130 lagartos a finales de 2006. También se ha recuperado parte del área de distribución abandonada en las últimas décadas (si en 2001 solo se detectó un individuo en Quebracanillas, en 2006 ya eran casi dos decenas), y en la creación espontánea de un tercer núcleo de ejemplares reproductores dentro de los límites del Parque Rural. Además, la estructura demográfica de la población ha sufrido un cambio sustancial en estos años, pasando de presentar menos de un 10% de juveniles en 2001, a un 50% en 2005¹¹.

Todas estas cifras son sin duda esperanzadoras. Sin embargo, todas y cada una de las acciones iniciadas requieren de un esfuerzo mantenido. Los gatos pueden renovar sus poblaciones, las ovejas pueden volver a Quebracanillas, y los humanos siempre seremos humanos. Por eso una de las acciones programadas para los próximos dos años consiste en la construcción de una valla que ayude a proteger mejor y con menor esfuerzo la Zona de Exclusión de La Mérica.

LOS PROGRAMAS DE INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN

Afirmaba un sabio que ningún proyecto de protección de la naturaleza tiene futuro si se hace de espaldas a la gente que vive en el lugar. Al fin y al cabo evitar ese desaire no debería ser tan difícil, toda vez que la protección no debe ser otra cosa que un intento de mejorar nuestras vidas, conservando aquello que nos emociona y creando de paso nuevos recursos. Hacer ver que todo eso es posible y que un lagarto puede suponer algo positivo es, por esa razón, otro de los puntales del Plan de Recuperación.

Los programas de información han sido diseñados específicamente para los diferentes colectivos a los que deben ir dirigidos. Ya hemos hecho referencia en el apartado anterior a las charlas y cursillos impartidos a los agentes forestales y fuerzas de seguridad, a propietarios de animales domésticos, a ganaderos y a vecinos de la reserva. Pero merece, sobre todo, destacar el esfuerzo que se está realizando en la educación de niños y jóvenes de la isla.



Exposición de dibujos y redacciones sobre el lagarto. Foto archivo del Centro de Recuperación.



Terrarios para juveniles en el Centro de Recuperación. Foto archivo del Centro de Recuperación.

La labor coordinada con el Centro de Profesores de La Gomera está permitiendo poner en funcionamiento varias Unidades Didácticas específicas sobre el lagarto gigante dirigidas a los diferentes ciclos de formación. Desde hace un tiempo ya se desarrolla la unidad del Ciclo Infantil, mientras que la de Primaria está programada para los últimos meses del curso 2007-08. En los próximos años, los alumnos de ESO, Bachillerato y de los ciclos específicos de Formación Profesional tendrán también la suya propia.

Las acciones se completan con charlas de formación a maestros y profesores, con visitas guiadas de alumnos al Centro de Recuperación, y con la rotación de una exposición itinerante por los colegios e institutos de la isla en la que se explican los problemas de la especie y las medidas que se toman para evitar su extinción. También tienen su sitio en el proyecto la edición de material de apoyo específico para los diferentes ciclos (libro de cuentos, material escolar de apoyo a las Unidades Didácticas, y diaporamas), y la celebración del Día del Lagarto Gigante, una fiesta anual en la que se reúnen alumnos de toda la isla para mostrar sus dibujos, redacciones y demás actividades relacionadas con esta especie y la conservación de la naturaleza.

El turismo y los visitantes ocasionales constituyen otro de los colectivos a los que se intenta mantener convenientemente informado: folletos en varios idiomas, campañas de formación de las personas que atienden las oficinas de información turística, guaguas rotuladas y mensajes estratégicos dirigidos a dar a conocer las normas básicas relacionadas con el control de animales domésticos completan la serie de medidas tomadas.

Actualmente el Centro de Recuperación no está abierto al gran público, ya que la situación de la especie sigue siendo demasiado frágil como para someter a una situación de estrés excesivo a unos pocos lagartos que deben reproducirse cada año. Se ha previsto, sin embargo, construir en breve un centro de interpretación dirigido a satisfacer el creciente interés por esta especie, y se está pensando en la posibilidad de llevar a cabo un acondicionamiento racional de lugares en los que visitantes y residentes puedan disfrutar de lagartos en libertad, junto a otros valores del legado natural y arqueológico de la isla, creando además un interesante número de puestos de trabajo.



Terrario del Centro de Recuperación. Foto Diego Sánchez.

Ese gran público ya está recibiendo, no obstante, otros productos generados en el seno del Plan de Recuperación. Pegatinas, camisetas, gorras, alfombrillas, calendarios, folletos, cuentos, dos libros monográficos^{11,19} y un excelente documental disponible en DVD, y emitido repetidamente a través de canales públicos de televisión, han permitido conocer a esta especie y difundir los pormenores de su conservación.

Los programas de información y de educación se completan con acciones dirigidas a dar a conocer la especie y su Plan de Recuperación en los sectores técnicos, universitarios y científicos. Esto se consigue a través de la participación del personal técnico asociado al proyecto en conferencias y cursos organizados por diversas universidades, centros de investigación y organismos oficiales relacionados con la conservación. También se consigue con la participación en simposios y congresos específicos, con la organización de reuniones técnicas y a través de la publicación de artículos científicos en los que se exponen los resultados de la investigación desarrollada en el seno del proyecto (genética, ecología, parasitología, veterinaria...)^{20,21,22}.

LA CREACIÓN DE NUEVAS POBLACIONES

Ya adelantábamos que la creación de nuevas poblaciones de una especie amenazada solo debía reservarse a esos casos en los que las medidas de conservación aplicadas a las poblaciones naturales no fueran suficientes para garantizar su salvaguarda²³. También concluíamos que ese era precisamente el caso del lagarto gigante de La Gomera.

El escaso número de individuos libres que quedaba (y queda) impedía que los ejemplares utilizados para fundar las nuevas poblaciones salieran directamente de los riscos de La Mérica (¡no suele resultar conveniente desnudar a un santo para vestir a otro!). Por eso desde un principio se pensó en la cría en cautividad como fuente para los nuevos núcleos.

Un programa de cría en cautividad requiere de algunos ejemplares reproductores de la especie que se intenta reproducir, de unas instalaciones adecuadas, de una experiencia razonable, y de una idea precisa de qué hacer con los ejemplares generados. En nuestro caso, el

núcleo inicial estaba formado por lagartos capturados en 1999 y 2000, al que se unieron otros en los primeros meses de 2003 hasta completar un total de seis hembras y cinco machos adultos. Ese mismo año se había inaugurado el Centro de Recuperación de Valle Gran Rey (aunque dos años antes ya habían nacido los primeros individuos en cautividad), diseñado por personas de reconocido prestigio en la cría de reptiles en cautividad. Cada detalle fue cuidadosamente pensado: orientación de terrarios, pendiente, altura mínima de paredes para minimizar el efecto sombra, sistema para evitar fugas simple y seguro, suelo de grano mezclado para evitar la proliferación de ácaros, gran capacidad de desagüe, abundantes refugios fáciles de manipular y disponibilidad de aquellas plantas que más consumen en libertad, entre otras muchas características estudiadas.

Además de las plantas arraigadas, los lagartos disponen de abundante verdura, forraje y fruta fresca que se renueva diariamente, a los que se añaden los minerales y vitaminas indicados por el veterinario. Los individuos de menos de un año, y ocasionalmente los de más edad, reciben también raciones de grillos y otros insectos cazados en los alrededores.

El seguimiento del estado físico de los ejemplares cautivos es continuado. Sesiones regulares de peso y examen en busca de infecciones, parásitos o lesiones, y revisiones y toma de muestras semestrales a cargo de un veterinario especialista en reptiles han permitido que la población presente un buen estado de salud general. Los casos puntuales de enfermedad o lesión, o el brote epidémico sufrido en 2005, han sido atajados con firmeza mediante el aislamiento de los afectados y un tratamiento *ad hoc*¹¹, y se han iniciado estudios específicamente dirigidos al diseño de cruces, a conocer mejor a sus parásitos y a conocer los mecanismos de la determinación temprana del sexo y sus parámetros fisiológicos básicos. Gracias a todo ello, y a pesar de la escasa fecundidad de las hembras, en 2007 se llegó a superar el centenar de ejemplares en cautividad, de los que la mitad están destinados a vivir en libertad.

La campaña de exploración de la isla realizada estos años ha permitido, entre otros resultados, hacer una selección de lugares en los que se van a efectuar las primeras sueltas. Los puntos finalmente elegidos para esa primera fase debían estar dentro del área primigenia de la especie, en zonas en las que la actividad humana fuera nula o muy escasa, y libres de depredadores no voladores o, en su defecto, en zonas fácilmente impermeabilizables mediante barreras poco costosas^{7,11}.

En la primavera de 2008 comenzaron las obras de acondicionamiento en tres de los cinco puntos seleccionados (dos islotes, una península y dos acantilados costeros completan el elenco), y está previsto que cuando este artículo vea la luz se haga una primera suelta experimental de lagartos gigantes. La experiencia adquirida durante los primeros años del programa de sueltas del lagarto gigante de El Hierro *G. simonyi*



Eclósión. Foto archivo del Centro de Recuperación.



Juveniles de lagarto tizón de La Gomera (arriba), y de lagarto gigante de La Gomera. Foto archivo del Centro de Recuperación.



Macizo de Los Órganos, uno de los puntos previstos para la reintroducción de lagartos. Foto archivo del Centro de Recuperación.



y los modelos de simulación que se están desarrollando en la actualidad ayudan a conocer mejor cómo deben hacerse las primeras sueltas y qué características deben tener los lagartos seleccionados^{24,25}.

Está proyectado que en un futuro próximo el número de poblaciones estables (libres o cautivas) supere la decena. De algunas ya hemos hablado al referirnos a los programas de interés social. Otras vendrán de la mano de organizaciones de prestigio internacional, con las que se pretende establecer convenios para la creación y mantenimiento de nuevos núcleos de cría alejados de la isla.



Arriba Detalle de la extremidad posterior. Foto Diego Sánchez. A la izquierda **Adultos de lagarto tizón de La Gomera (abajo), y de lagarto gigante de La Gomera.** Foto Diego Sánchez.

Epílogo

El Plan de Recuperación es, como hemos podido comprobar a lo largo de este artículo, un documento ambicioso que tiene por objeto la conservación del lagarto gigante de La Gomera y la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la isla. Debe quedarnos claro, sin embargo, que las condiciones que existían antes de la llegada del hombre y que permitían que los lagartos gigantes fueran abundantes en toda el área potencial no volverán.

Las medidas tomadas están permitiendo que ese “mal” que todavía afecta a este saurio se haga crónico. Pero si en verdad seguimos empeñados en que el lagarto gigante de La Gomera no pase a ser otro ilustre desaparecido entre dodos y dinosaurios, debemos asumir que algunas de las medidas que hay que tomar para evitar su extinción deberán mantenerse para siempre. Nuestro deber consiste ahora en no bajar la guardia, en conseguir que el precio de este empeño sea razonable y que los habitantes de La Gomera acaben por ser los auténticos beneficiarios del esfuerzo realizado.

Agradecimientos

Agradecemos a Juana M^a. Darias su excelente labor por la conservación de esta especie y la lectura crítica del manuscrito. Muchas de las acciones incluidas en el Plan de Recuperación del Lagarto Gigante de La Gomera se financian actualmente a través del programa europeo LIFE (LIFE 06/NAT/E/000199), cuyo beneficiario es el Cabildo Insular de La Gomera. El Ayuntamiento de Valle Gran Rey y el Ministerio de Medio Ambiente son socios del proyecto, mientras que el Gobierno de Canarias es cofinanciador.

Bibliografía

- HUTTERER, R. 1985. Neue Funde von Rieseneidechsen (Lacertidae) auf der Insel Gomera. *Bonner zoologische Beiträge* 36: 365-394.
- MERTENS, R. 1942. *Lacerta goliath* n. sp., eine ausgestorbene Rienseneidechse von den Kanaren. *Senckenbergiana* 25: 330-339.
- MATEO, J.A., AFONSO, O.M. & GENIEZ, P. 2007. Los reptiles de Canarias, una nueva sinopsis puesta al día. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 18: 2-10.
- NOGALES, M., RANDO, J.C., VALIDO, A. & MARTÍN, A. 2001. Discovery of a living giant lizard, genus *Gallotia* (Reptilia: Lacertidae), from La Gomera, Canary Islands. *Herpetologica* 57: 169-179.
- VALIDO, A., RANDO, J.C., NOGALES, M. & MARTÍN, A. 2000. Especial El Lagarto Gigante de La Gomera. *Eseken* (Suplemento Especial) 2000. 20 pp.
- BOLETÍN OFICIAL DE CANARIAS 2006. Decreto 146/2006, de 24 de octubre, por el que se aprueba definitivamente el Plan de Recuperación del Lagarto gigante de La Gomera (*Gallotia bravoana*). *BOC* 211 (30 octubre 2006): 24186-24204.
- AFONSO, O.M. & MATEO, J.A. 2005. Conservación creativa de poblaciones mínimas; el caso de los lagartos gigantes canarios. En: Jiménez, I. & Delibes, M. (eds.) *Al borde de la extinción: una visión integral de la recuperación de fauna amenazada en España*. EVREN. Valencia, p.: 135-155.
- ARANO, B., HERRERO, P. & ASTUDILLO, G. 1999. Gestión genética de una especie amenazada: monitorización de la variación genética y cría en cautividad del Lagarto Gigante de El Hierro (*Gallotia simonyi*). En: López Jurado, L.F. & Mateo, J.A. (eds.) *El Lagarto Gigante de El Hierro: bases para su conservación*. *Monografías de Herpetología* 4, p.: 85-100.
- RODRÍGUEZ, M.A. 2007. Plan de Recuperación del Lagarto Gigante de El Hierro. Renacer tras los lodos del temporal. *Quercus* 255 (Especial Canarias): 16-19.
- MARTÍN, A. 2001. Pánico en las islas; el problema de los vertebrados terrestres introducidos. *El Indiferente* 9: 9-11.
- MATEO, J.A. 2007. *El Lagarto Gigante de La Gomera*. Editorial Turquesa, Santa Cruz de Tenerife. 281 pp.
- BARAHONA, F., EVANS, S., MATEO, J.A., GARCÍA MÁRQUEZ, M. & LÓPEZ JURADO, L.F. 2000. Endemism, gigantism and extinction in lizard islands; the genus *Gallotia* on the Canary Islands. *Journal of Zoology (London)* 250: 373-388.
- BOLETÍN OFICIAL DE CANARIAS 2006. Resolución de 16 de mayo de 2006, por la que se hace público el acuerdo de la Comisión de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de Canarias, que aprueba definitivamente el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Rural de Valle Gran Rey. *BOC* 2006/105 (1 de junio de 2006): 1-75.
- DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA 2008. Decisión de la Comisión de 25 de enero de 2008, por la que se aprueba, ce conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, una primera actualización de la

lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica macaronésica. *DOCE* 2008/95/CE: 31-39.

15. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO 2005. Orden MAM/2231/2005 de 27 de junio de 2005, por la que se incluyen en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas las especies *Astragalus nitidiflorus* y el Lagarto gigante de La Gomera. *BOE* 165 (12 de julio de 2005): 24919-24920.

16. BOLETÍN OFICIAL DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE 2003. Anuncio 5906 de la aprobación inicial de la Ordenanza Municipal de Animales de Compañía. *BOP* Santa Cruz Tenerife 51 (21 de abril de 2003): 6585.

17. MATEO, J.A., SILVA, J.L. & AFONSO, O.M. 2003. Gatos asilvestrados y Lagartos Gigantes en Canarias. En: Rodríguez Luengo, J.L. (ed.) *Control de Vertebrados Invasores en Islas de España y Portugal*. Consejería de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno de Canarias. La Laguna, p.: 6-23.

18. GABINETE DE ESTUDIOS AMBIENTALES 2005. *Humanos, gatos y lagartos gigantes en Canarias. Una convivencia posible*. Cabildo Insular de La Gomera. 16 pp.

19. MATEO, J.A. 2005. *El Lagarto Gigante de La Gomera*. Editorial Turquesa, Santa Cruz de Tenerife. 94 pp.

20. ROCA, V. 2002. Primeros análisis coprológicos para inferir la fauna helmintiana del lagarto gigante de La Gomera (Islas Canarias). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 13: 42-44.

21. MARTÍNEZ SILVESTRE, A., RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ, M.A., MATEO, J.A., PASTOR, J., MARCO, I., LAVÍN, S. & CUENCA, R. 2004. Comparative haematology and blood chemistry in endangered lizards (*Gallotia* species) in the Canary Islands. *Veterinary Record* 155: 266-269.

22. FORONDA, P., SANTANA, M.A., ORÓS, J., ABREU, N., ORTEGA, A., LORENZO, J. & VALLADARES, B. 2007. Clinical efficacy of antiparasite treatments against intestinal helminths and haematic protozoa in *Gallotia caesaris*. *Experimental Parasitology* 116: 361-365.

23. UICN / SSC 2004. *Guía para Reintroducciones*. <http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/reints.htm>

24. CAETANO, A., GARCÍA, MÁRQUEZ, M., MATEO, J.A. & LÓPEZ JURADO, L.F. 1999. Liberación experimental de dos lagartos gigantes de El Hierro (*Gallotia simonyi*) criados en cautividad. *Monografías de Herpetología* 4: 241-261.

25. MATEO, J.A., GARCÍA, MÁRQUEZ, M., LÓPEZ JURADO, L.F. & SILVA, J.L. 1999. Primeras sueltas de lagartos gigantes de El Hierro. *Boletín de la Asociación Española de Herpetología* 10: 51-53.

Los autores

José Antonio Mateo es doctor en Biología. Desde 1985 ha dedicado su actividad a la investigación y a la conservación de reptiles amenazados. Ha trabajado en prestigiosos centros de investigación, desde los que ha estado implicado en programas de recuperación de numerosas especies amenazadas en Canarias, Cabo Verde, Madagascar, el norte de África, la península Ibérica y el sur de Francia. Fue responsable del programa de reintroducción del lagarto gigante de El Hierro, y desde el año 2000 trabaja en los programas de conservación del lagarto gigante de La Gomera. mateosaurus@terra.es

Óscar Martín Afonso es licenciado en Biología por la Universidad de La Laguna, y trabaja desde 2001 en el programa de recuperación del lagarto gigante de La Gomera. Gracias a su experiencia como escalador, también ha contribuido al seguimiento de otras especies amenazadas y poco accesibles de la fauna y flora de Canarias, entre las que cabe destacar al lagarto gigante de El Hierro. Óscar M. Afonso es también autor de diversas publicaciones sobre conservación. G.bravoana@terra.es



Seguimiento veterinario de ejemplares de lagarto gigante de La Gomera cautivos (radiografía de un adulto). Foto Pedro Machín.

La DEGRADACIÓN de los FONDOS MARINOS de CANARIAS:

José Carlos Hernández
Sabrina Clemente
Carlos Sangil
Alberto Brito

CRÓNICA de una MUERTE ANUNCIADA



Durante miles de años los ecosistemas y comunidades litorales de las islas Canarias se desarrollaron y evolucionaron creando complejas relaciones en ausencia del hombre. Sin embargo, tras su irrupción se desencadenó un proceso de transformación del medio que es hoy en día más evidente que nunca. En los primeros siglos de presencia humana, la explotación de los recursos marinos fue limitada debido a los escasos contingentes de la población aborígen y a sus primitivas técnicas de pesca basadas en el marisqueo, la utilización de rudimentarios anzuelos o en el embarbascado. La incorporación de Canarias a la Corona de Castilla trajo consigo un aumento de la población y la introducción de técnicas de pesca más avanzadas y eficaces, y con ellas un notable incremento de la presión sobre el litoral. A partir del siglo XX, la instalación de motores a explosión en las tradicionales embarcaciones de pesca y la búsqueda en el litoral de lugares de ocio y esparcimiento pusieron prácticamente todos los recursos naturales al

alcance de los isleños, lo que ha resultado en una explotación desmedida.

El nivel de transformación que han alcanzado nuestros ecosistemas marinos es difícil de valorar puesto que los primeros datos científicos de que se dispone corresponden a la última parte del siglo XX, cuando se realizaron los primeros estudios pesqueros¹ y expediciones de buceo científico en Canarias^{2,3,4}. Por lo tanto, no existe un punto de referencia del estado inicial, anterior a la influencia humana, que permita diferenciar un ecosistema natural de otro degradado. Para conocer este estado inicial de los ecosistemas se recurre a técnicas paleoecológicas, pero dada la inexistencia de yacimientos adecuados en Canarias, estos análisis no pueden ser aplicados al medio marino de las islas. No obstante, el establecimiento en el archipiélago de áreas marinas protegidas, las “reservas marinas de interés pesquero”, permite la comparación de zonas sometidas a diferentes grados de explotación pesquera e influencia antrópica en general y evaluar su

evolución. A partir de estudios espacio-temporales de este tipo, hemos podido constatar y demostrar que los fondos marinos de Canarias han experimentado en los últimos años una clara regresión en su estado de conservación. En este sentido, existe un efecto claro en el archipiélago relacionado con la influencia humana^{5,6}, tal como han advertido con anterioridad otros autores^{7,8,9,10}. De esta forma, hemos querido hacer alusión en el título del trabajo a la obra de Gabriel García Márquez para definir el estado actual de conservación marina de las islas. Debido a diferentes circunstancias, en las que profundizaremos más adelante, el conocimiento del funcionamiento y estado de conservación de los ecosistemas y recursos no parece tenerse en consideración para adoptar medidas rigurosas que permitan mitigar o detener la continua degradación que están sufriendo nuestras costas. Como en la novela, los signos que podían haber prevenido la muerte del protagonista (Santiago Nasar) no parecen ser suficientes para cambiar su trágico destino.

FACTORES QUE DEFINEN A LOS ECOSISTEMAS LITORALES

Los ecosistemas litorales son los más complejos de entre los que integran el medio marino de las islas. La diversa composición de sustratos junto con la interacción de diferentes variables abióticas y bióticas han permitido el desarrollo de multitud de hábitats, cuyas comunidades y estructura están condicionadas *grosso modo* por la interacción de varios factores: insularidad, situación geográfica, geomorfología de los fondos, longitud de costa, condiciones oceanográficas e influencia humana.

La formación volcánica de las islas, a partir de fondos oceánicos alejados del litoral continental, determina necesariamente el origen de su biota en especies de alta movilidad y diásporas (larvas, esporas, etc.) procedentes de continentes o islas cercanas, y es lógico pensar que se repitan sus mismos modelos en la estructura de los ecosistemas. Sin embargo, a pesar de la gran capacidad de dispersión de las especies marinas, muchas no consiguen atravesar las barreras geográficas e hidrográficas y, por lo tanto, su representación en las islas aparece sesgada. Los fondos marinos

en Canarias presentan grandes pendientes y plataformas sublitorales de escasa amplitud, que limitan la superficie en la que se pueden establecer las comunidades litorales. Sin embargo, la gran longitud de línea de costa, de 1.291 km, junto con la diversa morfología litoral y la gran heterogeneidad en cuanto a temperaturas y dinámica marina, en relación con las distintas distancias al continente próximo y las diferentes orientaciones, permiten la representación y el desarrollo de gran número de hábitats y por consiguiente de ecosistemas.^{1,11}

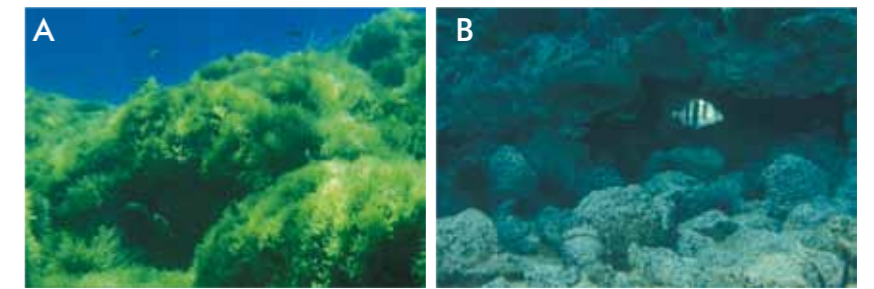
A pesar de que el afloramiento de la costa africana y la Corriente Fría de Canarias suavizan las temperaturas de las aguas, que de otra forma y dada la latitud del archipiélago serían más cálidas que las actuales⁷, su producción no llega a las islas o apenas alcanza las islas orientales. De esta forma, las aguas oceánicas oligotróficas, de baja concentración de nutrientes, limitan la capacidad de producción del medio, aunque algunos fenómenos locales de afloramiento tienen lugar, por ejemplo, en la costa occidental de Fuerteventura.

Desde el punto de vista biogeográfico, la situación del archipiélago permite la coexistencia de especies de aguas templadas y tropicales. La Corriente Fría de Canarias, rama descendente de la Corriente del Golfo que discurre en dirección suroeste desde las Azores, se va nutriendo en su transcurrir de una importante cantidad de diásporas de diferentes especies, algunas de las cuales consiguen llegar y establecerse en las islas si encuentran las condiciones propicias. En menor medida, a través de esta corriente, especies tropicales y subtropicales americanas también han colonizado Canarias. Aunque no existe un claro sistema de corrientes que comunique las islas con las costas tropicales africanas, lo cierto es que algunas especies de esta región se han instalado aquí; sin duda, los vientos del sureste, los filamentos esporádicos que surgen desde el afloramiento africano y los avances ocasionales del frente térmico en verano influyen en este proceso. De esta manera, la composición, estructura y funcionamiento de las comunidades litorales canarias se encuentran a un paso entre los sistemas

templados y los tropicales, por lo que se les ha atribuido el término de “subtropicales”^{7,8,5,6}. La riqueza, diversidad y originalidad de los ecosistemas es muy elevada, y las relaciones tróficas entre las especies pueden ser en muchos casos complejas. Sin embargo, y dada la escasa producción de las aguas y el limitado espacio habitable, el tamaño de las poblaciones es por lo general pequeño, lo que las hace vulnerables a las alteraciones del medio.

En los últimos años, el progresivo aumento de la población y ocupación de las zonas litorales ha acrecentado las presiones y amenazas sobre los ecosistemas costeros. El desmedido esfuerzo pesquero, la creación de puertos deportivos, la utilización turística del litoral, así como la contaminación generada por la creciente presión humana están desencadenando un deterioro de difícil rehabilitación, cuyo resultado principal es la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas marinos. Es éste, sin duda, el factor principal que hoy en día modifica los patrones naturales de distribución de los ecosistemas marinos en las islas.

tróficas litorales. Hoy en día podemos encontrar dos estados alternativos de los ecosistemas en estos fondos: macroalgas erectas y blanquizales. Los primeros, dominados por macroalgas foliosas y frondosas (*Lobophora variegata*, *Cystoseira* spp., *Sargassum* spp., *Dictyota* spp., etc.), que representan estados de “buena conservación”, se encuentran actualmente restringidos en el espacio y en su distribución a lo largo del archipiélago canario. En cambio, los blanquizales, donde predominan las macroalgas costrosas (*Hydrolithon* spp., *Neogoniolithon* spp., *Pseudolithoderma adriaticum*, etc.), están mucho más extendidos^{9,10,12} en lo que constituye una fase degradada de los fondos de macroalgas erectas por pérdida de las coberturas de algas foliosas y frondosas. El desencadenante de esta situación no es otro que el incremento de las poblaciones del erizo de lima *Diadema* aff. *antillarum*, que cuando sobrepasan unas densidades críticas (valores medios de 3-4 individuos/m²) inducen un brusco cambio en los ecosistemas hacia la fase blanquizal (Fig. 1)⁶.



Estados alternativos de los ecosistemas de los fondos rocosos canarios: a) comunidades de macroalgas erectas dominada por la especie *Cystoseira abies-marina*, y b) blanquizal generado por el erizo de lima *Diadema* aff. *antillarum*.

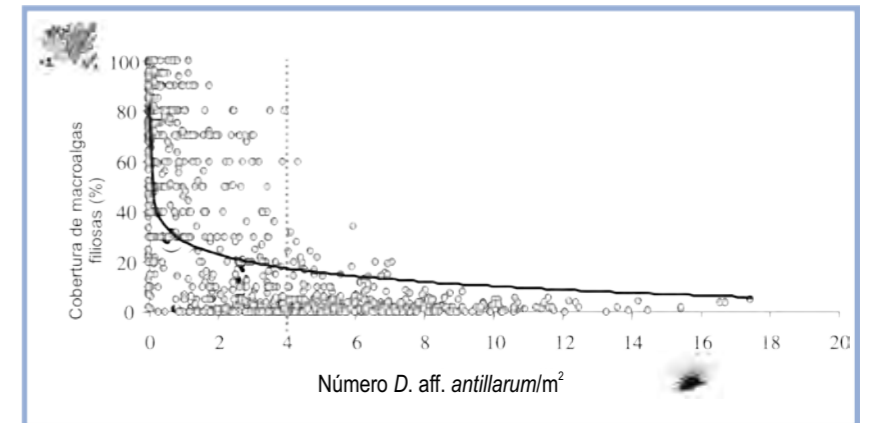
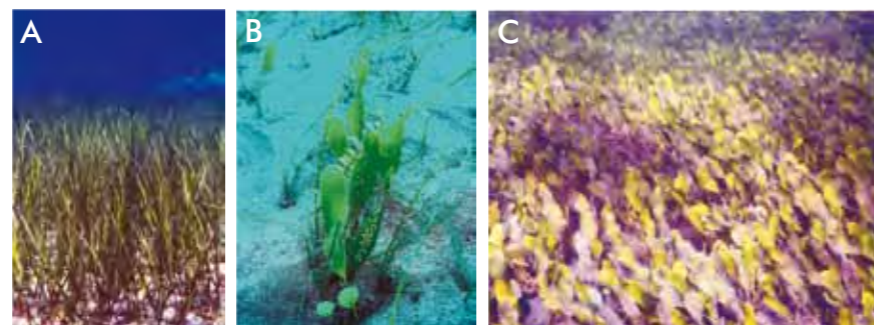


Figura 1. Relación existente entre la densidad del erizo de lima *Diadema* aff. *antillarum* y la cobertura de macroalgas foliosas en Canarias. Al alcanzarse una densidad de erizos crítica, de unos 3-4 individuos/m², las comunidades de algas foliosas se reducen drásticamente.

PRINCIPALES AMBIENTES Y ECOSISTEMAS LITORALES

Los fondos costeros de Canarias pueden dividirse en dos grandes ambientes: los arenosos y los rocosos. Los fondos arenosos presentan baja biodiversidad y escasa productividad, ya que el estrés dinámico de la arena provocado por la naturaleza abierta y expuesta de nuestras costas impide el establecimiento de la mayoría de los organismos. Entre las especies capaces de desarrollarse en estos fondos y que concentran la mayor parte de su producción destacan las fanerógamas marinas (*Cymodocea nodosa*, *Halophila decipiens*...) y ciertas macroalgas (*Caulerpa* spp.), que crean ecosistemas tan importantes como los sebadales o caulerpales, donde la propia estructura de estos macrófitos permite la estabilización del sustrato arenoso, particularmente en el caso de los sebadales.



Importantes ecosistemas de los fondos arenosos canarios: a) fondos de fanerógamas marinas, comúnmente denominados sebadales, y b,c) comunidades algales dominadas por especies del género *Caulerpa*.

Así, estas formaciones vegetales pueden ser consideradas como los “oasis” de los fondos arenosos, cuya producción primaria favorece la estructuración de las comunidades, actuando como zonas de cría para diversos peces de interés pesquero y aumentando considerablemente la biodiversidad y funcionalidad de estos fondos.

Los fondos rocosos son más productivos y su heterogeneidad ambiental se traduce en una elevada biodiversidad. A diferencia de los fondos arenosos, en estos sistemas el papel de estructurar las comunidades recae exclusivamente en las macroalgas. La producción primaria que generan constituye la base sobre la cual se organizan las cadenas



Vista de un sector del litoral de La Palma, donde se puede apreciar el desarrollo del blanquizal.

DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS BLANQUIZALES EN CANARIAS: UNA SITUACIÓN ALARMANTE

En la actualidad, los blanquizales se extienden por casi todo el archipiélago, apareciendo el 84% de los fondos rocosos de algunas islas ocupado por esta fase degradada del ecosistema¹³. De hecho, la gran dispersión que presenta la larva planctónica del erizo le permite llegar a

todas las zonas del archipiélago, incluso a aquellas que presentan un alto grado de conservación como la isla de El Hierro¹⁴. Únicamente zonas de El Hierro y algunas áreas del suroeste de La Palma parecen haber resistido a la explosión demográfica del erizo, y otras como la reserva integral de la reserva marina de La Graciosa parecen estar recuperando las coberturas algales (Fig. 2)⁶. En concreto, en estos sectores aparece un ecosistema más equilibrado y donde los erizos mantienen densidades bajas, ocupando grietas y oquedades del sustrato⁵, mientras que en los sectores más

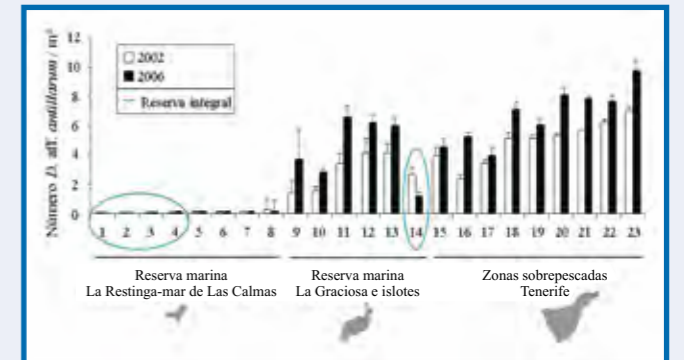


Figura 2. Análisis temporal de la densidad del erizo de lima en Canarias. Se observa una clara tendencia al aumento de las densidades excepto en las áreas de reserva marina integral del mar de Las Calmas, y del Roque del Este en la reserva marina de La Graciosa, además de en zonas de reserva exterior en el mar de Las Calmas.

degradados se exponen abiertamente sobre el fondo. El erizo de lima está presente en las comunidades de fondos rocosos en mayor o menor densidad a lo largo del todo el

archipiélago. Su distribución vertical se ve restringida por la acción del oleaje, de forma que las zonas norte y oeste de las islas, afectadas periódicamente por mares de fondo, frenan

la acción ramoneadora de este herbívoro, limitando sus poblaciones a mayores profundidades (a partir de 10 m). A la par, la presencia de arena sobre el sustrato rocoso no favorece al erizo, probablemente al interferir en la adecuada difusión del agua necesaria para la realización de funciones básicas como la alimentación y la respiración, así como en su sujeción al fondo. La rugosidad del sustrato, por el contrario, le beneficia y sus poblaciones se incrementan en zonas con elevada complejidad (Fig. 3). De esta forma, todas aquellas estructuras que aumenten la complejidad de los fondos y creen zonas protegidas

como diques, muelles, escolleras y también los arrecifes artificiales potencian el asentamiento del erizo y el desarrollo de blanquiales, actuando además como puentes entre localidades que ayudan a la dispersión de esta especie clave.

La acción ramoneadora del erizo de lima determina la estructura y organización de los ecosistemas marinos bentónicos canarios, generando pérdida de biomasa de macroalgas erectas y fondos despoblados, de muy baja biodiversidad, cubiertos de algas costrosas⁵ (Fig. 1). Este desmantelamiento de la cadena trófica se produce por una importante pérdi-

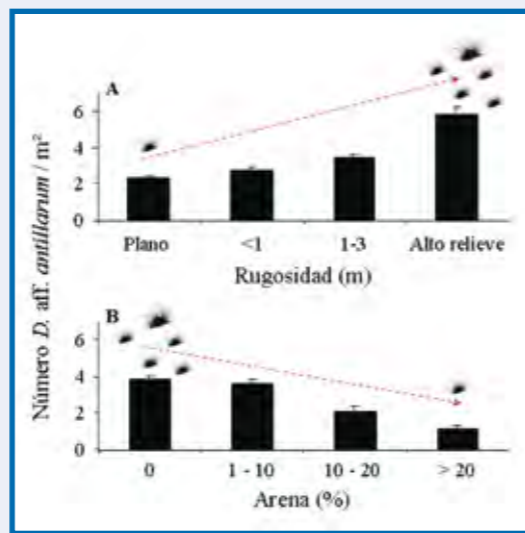


Figura 3. Influencia de la rugosidad del sustrato y el porcentaje de sedimentación en la densidad del erizo de lima.

da del hábitat que sostiene a muchas poblaciones de peces e invertebrados herbívoros y depredadores,

generando a su vez la desaparición de importantes zonas de reproducción y cría del litoral.

¿ES EL ERIZO DIADEMA EL ÚNICO RESPONSABLE DE ESTA SITUACIÓN?

El erizo de lima se ha convertido en el protagonista y diana de todas las culpas de la situación de nuestros fondos marinos. Sin embargo, en los últimos trabajos que hemos llevado a cabo se pone de manifiesto que somos nosotros, los habitantes de las islas, quienes hemos desencadenado esta situación mediante una sobreexplotación de los recursos pesqueros y un desarrollo costero desmedido^{6,15} (Fig. 4). Realmente, queda claro que no hemos sabido ordenar y gestionar nuestros recursos de una manera responsable.

El ecosistema marino se podría asimilar a uno de esos juegos de mesa en los cuales construimos una torre de piezas. La construcción es lenta y compleja, pero si quitamos las piezas que le dan la forma final (los peces), la torre, es decir, el ecosistema, pierde su estructura. En muchas

zonas de Canarias los eslabones de la cadena trófica han perdido su estructura. La continua sobrepesca ha mermado de forma considerable las poblaciones de peces depredadores del erizo que mantenían la torre equilibrada. En nuestro caso, al contrario que en el juego de mesa, tenemos la suerte de que las piezas se regeneran si se dejan un tiempo sin extraer. La explotación de los recursos no tiene por qué ser incompatible con la preservación de los ecosistemas y las medidas de gestión sostenibles son una buena alternativa. La isla de El Hierro es un buen ejemplo de gestión de recursos litorales en Canarias. La conciencia de sus gentes, así como sus pesquerías y actividades de extracción, completamente adaptadas al medio donde se llevan a cabo, han preservado un estado natural conservado y productivo.

Está demostrado que la extracción de los principales depredadores del erizo, recientemente definidos¹⁵, es la causa inicial que origina, por procesos de cascada trófica (reacción indirecta desencadenada en el nivel de los productores primarios por la acción de depredadores capaces de controlar a herbívoros clave, como el erizo), el descontrol de sus poblaciones y, como consecuencia indirecta, la pérdida de las especies de algas estructurantes de los fondos (Fig. 5). Una vez que los ecosistemas han sido mutilados de su nivel trófico superior, los niveles de herbívoros se descontrolan y se producen consecuencias desastrosas difíciles de revertir. La merma de los depredadores ofrece un nuevo ambiente en el que las poblaciones de erizos están controladas principalmente por aumentos

en la temperatura del mar. De esta forma, cuando se alcanzan temperaturas superiores a 23° C su éxito reproductivo se ve favorecido¹⁶ (Fig. 6). Sin embargo, aquellos ecosistemas marinos que conservan los niveles tróficos superiores, como ocurre en ciertas islas (El Hierro y partes de La Palma), parecen amortiguar los efectos del aumento de las temperaturas¹⁷. Los ecosistemas en buen estado, que mantienen una cadena trófica bien estructurada, además de mantener y generar recursos pesqueros y marisqueros, serían por sí mismos otra importante fuente de riqueza para el archipiélago. Bien gestionados, nuestros recursos naturales permitirían el desarrollo de actividades económicas blandas (turismo, educación, etc.) y serían el sostén de un turismo de calidad.

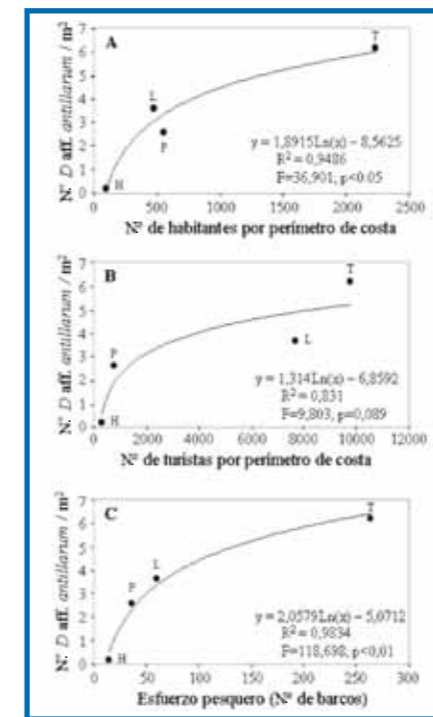


Figura 4. Relación positiva y significativa entre los habitantes de las islas y la densidad del erizo de lima.



Figura 5. Diagrama que ilustra la situación general y el modelo teórico de funcionamiento de las zonas protegidas frente a las no protegidas de Canarias, teniendo en cuenta los niveles tróficos estudiados (algas, erizos, peces depredadores y humanos) que definen los ecosistemas marinos en las áreas rocosas litorales.

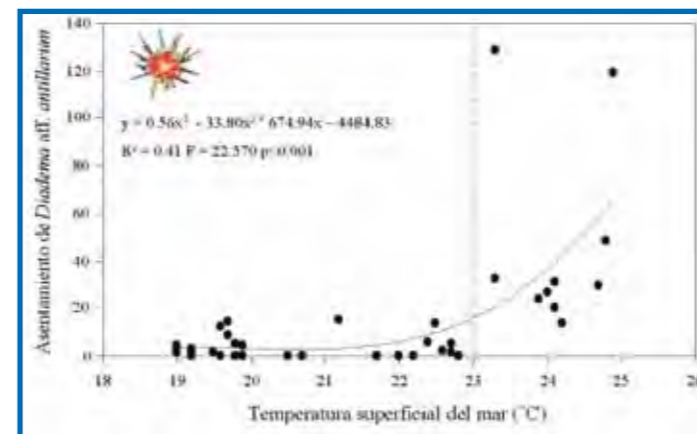
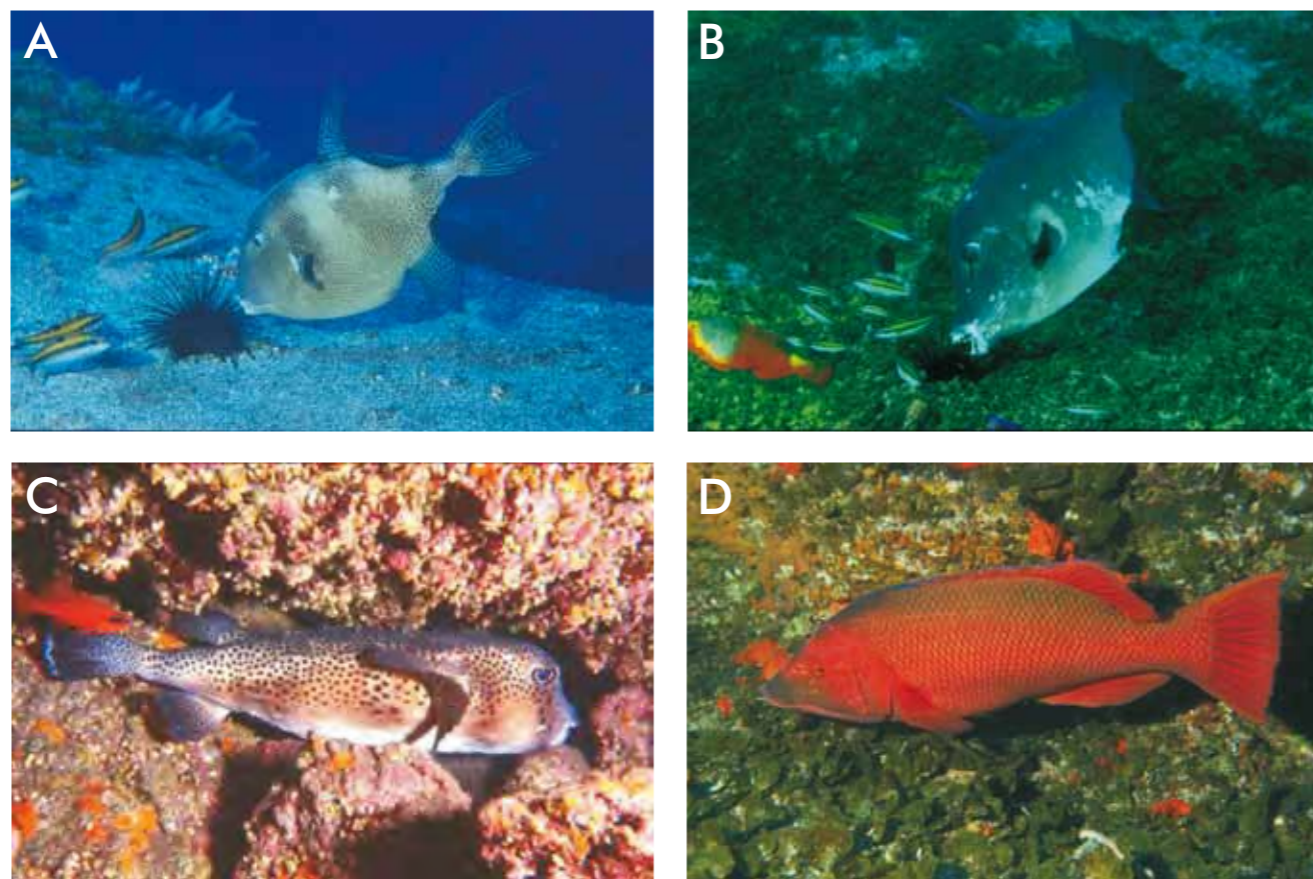


Figura 6. Relación positiva y significativa entre la temperatura superficial del mar y el asentamiento de post-larvas y juveniles del erizo de lima. La línea de color rojo discontinua marca el límite a partir del cual su asentamiento aumenta exponencialmente.

LA BIOLOGÍA DE UN GRAN COMPETIDOR

El erizo de lima no es una especie introducida, como muchas veces se ha comentado; se trata de un invertebrado que lleva muchísimos años en las islas, mucho más que el hombre. Es un erizo de mar propio del Atlántico oriental, diferenciado genéticamente de su pariente más cercano del Caribe (*D. antillarum*)¹⁸, que se distribuye en Canarias, Madeira, Salvajes, Cabo Verde y Golfo de Guinea. Sin embargo, es en Madeira, Salvajes y Canarias donde sus poblaciones alcanzan unas densidades desproporcionadas, constituyendo los ya definidos blanquiales.

En estas costas atlánticas se ha adaptado a vivir en condiciones de escasez de alimentos, llegando incluso a disminuir su tamaño cuando los recursos son limitantes, sin perder su habilidad para reproducirse. Su capacidad reproductora es asombrosa, puesto que la mayor parte de su volumen corporal está ocupado por las gónadas durante la época de madurez sexual. Esto supone una gran capacidad de producción de gametos, cuya magnitud puede entenderse fácilmente con el siguiente ejemplo: una hembra de tamaño medio (30 mm de diámetro de caparazón) puede tener un volumen de 30 ml de gónada, que en estado maduro produce unos 100.000 huevos. De esta forma, en una zona con una densidad media de erizos de 4 individuos/m² habrá una producción de unos 200.000 huevos/m², puesto que existe una proporción de 1:1 de machos y hembras. En relación a las altas densidades de erizos, se obtiene un gran éxito en la fertilización y por lo tanto se genera una superproducción de larvas que se dispersan por todo el archipiélago rápidamente, coincidiendo su periodo de vida planctónica con el periodo de mayor intensidad de los alisios en verano. La larva está capacitada para dispersarse a grandes distancias, ya que llega a vivir hasta un mes en la columna de agua. Además, su gran tamaño, superior al de otros erizos, le hace ser menos apetecible para los



Principales depredadores del erizo de lima en Canarias. Peces propuestos para ser incluidos en un grupo de especies protegidas por el importante papel que juegan en los ecosistemas canarios manteniendo a los erizos bajo control: a) gallo cochino *Balistes capriscus*, b) gallo aplomado u oceánico *Canthidermis sufflamen*, c) tamboril espinoso *Chilomycterus reticulatus*, y d) pejeperro *Bodianus scrofa*.



El erizo de lima *Diadema aff. antillarum*.

posibles depredadores planctónicos. Gracias a estas características, la especie genera tasas de asentamiento medias de 10-30 juveniles/m² en los meses de agosto-septiembre, que tras unos tres meses resultan en unas densidades de individuos que se incorporan a la población adulta de 0,3-1,9 reclutas/m² ¹⁶.

La gran capacidad reproductiva y de dispersión larvaria del erizo de lima supone una dificultad a la hora de plantear medidas de recuperación de los fondos, puesto que la continua llegada de nuevos individuos hace que la recuperación de las comunidades de macroalgas, incluso tomando medidas como la reducción de las poblaciones de erizos mediante matanzas controladas, sea difícil. Por lo tanto, este tipo de acciones de recuperación de las comunidades requeriría un estudio previo de la tasa de asentamiento local, a fin de asegurar que éstas sean bajas o que el stock de depredadores de juveniles sea lo suficientemente elevado para contrarrestar la

entrada de nuevos juveniles en el sistema.

Las largas púas del erizo de lima le proporcionan una gran capacidad competitiva, permitiéndole defenderse de intrusos o posibles depredadores, esgrimiéndolas cual espadachín. Además, la epidermis de estas estructuras está cargada de toxinas que producen un intenso dolor conocido por todo buceador.

Al mismo tiempo, su capacidad de movimiento es destacable, llegando a desplazarse por la noche hasta 5 m mientras ramonea el fondo y lo despoja de la cubierta vegetal incipiente.

A pesar de estas características que lo convierten en un gran competidor, nuestros últimos trabajos y experimentos en las reservas marinas y fuera de ellas nos hacen albergar un atisbo de esperanza, ya que se han identificado determinados peces que son capaces de depredarlo ^{15,19}. Este conocimiento abre las puertas a posibles soluciones para el control de las poblaciones del erizo en

Problema	Consecuencia	Solución
1. Competencias compartidas entre diferentes administraciones públicas.	-Escasa coordinación y lentitud para aplicar medidas de conservación. -Complejas normativas legales. -Contradicción de la normativa legal. -Escasa implicación de la administración central en la conservación del medio marino.	-Centralizar las competencias en Canarias. -Desarrollo de normativas claras y unificadoras. -Mejorar la conexión entre departamentos administrativos responsables.
2. Predominio de la legislación pesquera sobre la de conservación del medio marino.	-Sobreexplotación de los recursos y degradación del ecosistema.	-Desarrollo de legislación acorde con los verdaderos problemas ambientales.
3. Uso de artes de pesca no selectivos y destructivos.	-Afección a las poblaciones de organismos comerciales y otros sin interés comercial. -Destrucción de los fondos de coral.	-Eliminación de nasas y artes de enmalle. -Limitación pesquera en los fondos de coral.
4. Ausencia del cumplimiento de la regulación pesquera.	-Pesca ilegal y capturas desproporcionadas.	-Mayor inversión en educación ambiental. -Incremento de la vigilancia.
5. Políticas de conservación desfasadas: protección de especies y no de ecosistemas.	-La normativa vigente no tiene ningún efecto en la mejora del medio.	-Cambio en las políticas de conservación, promoviendo el seguimiento y control de las actuaciones. -Protección de especies con funcionalidad clave en los ecosistemas.
6. Pobre o nula depuración de las aguas.	-Contaminación y eutrofización del litoral. -Degradación de comunidades.	-Depuración total de las aguas residuales. -Implantación de depuradoras modernas e instalación de emisarios en zonas con bajo impacto.
7. Crecimiento turístico y ocupación costera desmedidos.	-Destrucción de los hábitats intermareales y submareales someros.	-Desarrollo de planes especiales de ordenación y conservación del medio marino.
8. Incremento desmesurado de concesiones de acuicultura sin la adecuada planificación.	-Escape de peces, integración de especies foráneas con especies autóctonas. Competición, mezcla genética e introducción de especies invasoras. -Eliminación de zonas de sebadal por contaminación.	-Cultivo de especies autóctonas. -Implantación de técnicas que reduzcan los escapes. -Planificación para minimizar impactos ambientales.
9. Superficie protegida muy reducida y no suficientemente representativa.	-Escasez de figuras de protección para conservar el medio marino de forma representativa y fomentar su recuperación y uso sostenible.	-Desarrollo de planes especiales de ordenación del medio marino. -Implantación de una Red Canaria de Áreas Marinas Protegidas.
10. Falta de conexión entre centros de investigación canarios, administraciones y sociedad.	-Los resultados y avances científicos no llegan a las administraciones ni a la sociedad.	-Creación de líneas de comunicación directas, más eficaces y continuas en el tiempo.

Tabla 1. Listado de los diez problemas principales en la gestión y conservación de los ecosistemas marinos de Canarias, sus consecuencias y posibles soluciones.

Canarias y en otras zonas de la Macaronesia. La protección de estas especies de depredadores naturales, así como la preservación de sus hábitats y zonas de cría mediante la implantación de reservas marinas es un paso prioritario. Otras medidas, como la reintroducción de dichas especies, tendrían que ser estudiadas para valorar su viabilidad.

ACTUACIONES Y MEDIDAS PARA LA RECUPERACIÓN DEL EQUILIBRIO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS DEGRADADOS: EL MAR, EL GRAN OLVIDADO

La degradación de los fondos marinos y la sobreexplotación de los recursos en Canarias se equiparan a la situación que existe en el resto del mundo, aunque esto no nos debe servir de consuelo y llevamos a adoptar una actitud pasiva. Recientemente se han implantado una serie de medidas reguladoras y correctoras de esta creciente degradación. Entre ellas, las áreas marinas protegidas son unas de las mejores estrategias para conservar y permitir la recuperación de zonas impactadas. No obstante, ésta es una asignatura pendiente en las islas, donde solo existen tres reservas marinas con gestión activa y algunos LIC que no representan bien la compleja y rica biodiversidad marina de Canarias.

Las áreas marinas protegidas, con limitación sectorizada del esfuerzo pesquero, que incluyen zonas de total exclusión de la pesca o reservas integrales, pretenden restaurar las poblaciones de organismos situados en niveles altos de la cadena trófica y que han sido mermados por la pesca. Los efectos beneficiosos de estas zonas protegidas no se restringen únicamente a las especies comúnmente explotadas, sino que ejercen efectos indirectos como el mantenimiento de la estructura de las comunidades bentónicas por procesos de cascada trófica, mejorando así la resiliencia o resistencia a la modificación de los ecosistemas por posibles impactos o cambios en el clima.

Dada la crítica situación que presentan los fondos de Canarias,

las medidas de protección en áreas marinas deben de acompañarse de estrategias más generalizadas: limitación estricta de las capturas, de las tallas, de zonas para la pesca deportiva, protección de especies importantes desde el punto de vista trófico como los depredadores de los erizos, y la mejora de la educación ambiental (Tabla 1). Canarias debe tener un plan, del que ahora mismo carece por completo, en el cual el vender las islas como lugar de interés turístico tiene que ir de la mano de su conservación, porque llegará un momento en el que matemos “la gallina de los huevos de oro”. Ese trágico final está más cerca de lo que pensamos, basta darnos un paseo por los mercados de las islas y ver los tamaños de los peces canarios que se capturan, o comparar fotos de pescadores deportivos (colgadas en toda tienda de venta de artículos de pesca que se precie) tomadas unos diez años atrás y comprobar cómo la talla de las capturas ha ido disminuyendo.

Teniendo en cuenta los planes de ordenación insular existentes y las actuaciones planteadas en las zonas costeras, las previsiones para la conservación marina de las islas no son halagüeñas. Qué duda cabe que los planes de ordenación priman la urbanización costera con zonas turísticas, puertos, jaulas marinas y otras infraestructuras, mientras que la creación de reservas marinas u otras medidas de protección se relegan o la mayoría de las veces ni se plantean. Como algunos de los habitantes del pueblo en la obra de García Márquez, que advirtieron la muerte de Santiago Nasar, muchos canarios nos hemos dado cuenta de las amenazas a las que se enfrentan los ecosistemas más diversos y productivos de nuestro medio marino; si bien, tanto los esfuerzos de unos como los de otros para evitar tan trágicos destinos parecen truncarse una y otra vez. Por ello, hoy más que nunca, resulta fundamental el compromiso de las instituciones canarias (Gobierno, cabildos y ayuntamientos), centros de investigación (Instituto Español de Oceanografía-IEO, Instituto Canario de Ciencias Marinas-

ICCM) y universidades (La Laguna y Las Palmas) con la conservación de nuestras costas para intentar frenar este deterioro. La colaboración entre instituciones, así como la creación de vías de conexión entre éstas es nuestra obligación. En unas islas como las nuestras, que viven de mostrar su belleza, la Educación Ambiental y la Ecología deben ser materias obligadas en todos los niveles del sistema educativo.



Agradecimientos

Dar las gracias a David P. Padilla por invitarnos a escribir este artículo. A Nicolás Martín, editor de esta publicación, por su magnífica labor al frente de la revista, y a Felipe Siverio por las sugerencias hechas. A Jesús M. Falcón por cedernos desinteresadamente la foto de *Chilomyxus reticulatus*, y a Tomás Cruz por la foto del caulerpal. De una forma muy especial nos gustaría hacer extensivo este agradecimiento a todos aquellos que de una forma u otra están dedicados a divulgar, proteger y manifestarse por una gestión coherente de nuestros recursos y paisajes, que nos han hecho tener una posición en el mundo. Por último, queremos dedicar este trabajo a todos los investigadores jóvenes de Canarias que tienen que lidiar cada día con mil situaciones, ajenas a la investigación, para que su trabajo sea reconocido, valorado y subvencionado de la forma adecuada.

Bibliografía

1. GARCÍA-CABRERA, C. 1970. *La pesca en Canarias y Banco Sahariano*. Consejo Económico Sindical Interprovincial de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. 168 pp.
2. JOHNSTON, C.S. 1969. Studies on the ecology and primary production of Canary Islands marine algae. *Proc. VI International Seaweed Symposium*. Santiago de Compostela, 9-13 Septiembre.
3. BACALLADO, J.J., BRITO, A., CRUZ, T., CARRILLO, M. & BARQUÍN, J. 1987. *Proyecto Bentos II. Anexo: estudio de la biología del Erizo de Lima (Diadema antillarum)*. Consejería de Agricultura y Pesca del Gobierno de Canarias. Tenerife. 58 pp.
4. BACALLADO, J.J., CRUZ, T., BRITO, A., BARQUÍN, J. & CARRILLO, M. 1989. *Reservas Marinas de Canarias. Consejería de Agricultura y Pesca*. Gobierno de Canarias-Departamento de Biología Animal (Ciencias Marinas), Universidad de La Laguna. Tenerife. 200 pp.
5. HERNÁNDEZ, J.C., CLEMENTE, S., SANGIL, C. & BRITO, A. 2007. Actual status of the sea urchin *Diadema aff. antillarum* populations and macroalgal cover in the Marine Protected Areas comparing to a Highly Fished Area (Canary Islands - Eastern Atlantic Ocean). *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems* (doi: 10.1002/aqc.903).
6. HERNÁNDEZ, J.C., CLEMENTE, S., SANGIL, C. & BRITO, A. 2008. The key role of *Diadema aff. antillarum* throughout the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic) in controlling macralgae assemblages: an spatio-temporal approach. *Marine Environmental Research* (doi:10.1016/j.marenvres.2008.03.002).
7. BRITO, A., CRUZ, T., MORENO, E. & PÉREZ, J.M. 1984. Fauna Marina de las Islas Canarias. En: Bacallado, J.J. (ed.) *Fauna marina y terrestre del Archipiélago Canario*. Ed. Edirca. Las Palmas de Gran Canaria. p.: 42-65.
8. AGUILERA, F., BRITO, A., CASTILLA, C., DÍAZ, A., FERNÁNDEZ-PALACIOS,

- J.M., RODRÍGUEZ, A., SABATÉ, F. & SÁNCHEZ, J. 1994. *Economía, ecología y medio ambiente*. Francisco Lemus Editor. La Laguna. Tenerife. 361 pp.
9. BRITO, A., HERNÁNDEZ, J.C., FALCÓN, J.M., GARCÍA, N., GONZÁLEZ-LORENZO, G., GIL-RODRÍGUEZ, M.C., CRUZ-REYES, A., HERRERA-LÓPEZ, G., SANCHO, A., CLEMENTE, S., CUBERO, E., GIRARD, D. & BARQUÍN, J. 2004. El Erizo de Lima (*Diadema antillarum*) una especie clave en los fondos rocosos litorales de las islas Canarias. *Makaronesia* 6: 68-86.
10. HAROUN, R., HERNÁNDEZ, J., BERGASA, O., BLANCH, I., BOYRA, A., CÁRDENES, Y., ESPINO, F., FERNÁNDEZ, C., TUYA, F., RAMÍREZ, R. 2005. *Diagnostico ambiental del litoral Canario. Canarias, por una Costa Viva 2002-2004*. Ed. Oceanográfica. Las Palmas. 131 pp.
11. FERNÁNDEZ PALACIOS, J.M. & MARTÍN ESQUIVEL, J.L. 2001. *Las islas como experimento de laboratorio*. En: Fernández-Palacios, J.M. & Martín-Esquivel, J.L. (eds.) *Naturaleza de las Islas Canarias: Ecología y Conservación*. Ed. Turquesa. Santa Cruz de Tenerife. p.: 157-165.
12. TUYA, F., BOYRA, A. & HAROUN, R. 2004. *Blanquiazales en Canarias. La explosión demográfica del erizo Diadema antillarum en los fondos rocosos de Canarias*. Ed. Oceanográfica, Las Palmas. 34 pp.
13. BARQUÍN, J., GIL-RODRÍGUEZ, M.C., DEL ARCO AGUILAR, M.J., GONZÁLEZ-LORENZO, G., DOMÍNGUEZ-ÁLVAREZ, S., GONZÁLEZ, R., ALDANONDO-ARIZTIZABAL, N., RODRÍGUEZ, M., CRUZ-REYES, A., HERRERA-LÓPEZ, G., SANCHO, A., CRUZ, T., O'DWYER, J., MARTÍN, L. & CANSADO, S. 2004. La Cartografía bionómica del litoral de Tenerife: resultados preliminares. *Proc. XIII Simposio Ibérico de estudio del Bentos Marino*. Las Palmas de Gran Canaria, 21-24 Septiembre. 219 pp.
14. CLEMENTE, S., HERNÁNDEZ, J.C. & BRITO, A. 2009. Evidence of the top-down role of predators in structuring sublittoral rocky-reef communities in a marine protected area and nearby areas of the Canary Islands. *ICES Journal of Marine Science* 66: 64-71.
15. CLEMENTE, S. 2007. *Evolución de las poblaciones del erizo Diadema aff. antillarum en Canarias y valoración de la depredación como factor de control*. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna. Tenerife. 421 pp.
16. HERNÁNDEZ, J.C. 2006. *Estrategia reproductiva de la población canaria del erizo Diadema aff. antillarum Philippi, 1845: maduración gonadal, asentamiento larvario y reclutamiento*. Tesis doctoral (publicada). Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna. Tenerife. 241 pp.
17. HERNÁNDEZ, J.C., CLEMENTE, S., PÉREZ-RUZAFÁ, A. & BRITO, A. (en prep.). Relative role of top-down, bottom-up forces and habitat complexity in determining settlement and recruitment of the marine

ecosystem engineer *Diadema aff. antillarum*. 18. LESSIOS, H.A., KESSING, B.D., PEARSE, J.S. 2001. Population structure and speciation in tropical seas: global phylogeography of the sea urchin *Diadema*. *Evolution* 55: 955-975.

Los autores

José Carlos Hernández es investigador postdoctoral de la National Science Foundation (USA). Actualmente desarrolla su actividad investigadora en la costa pacífica americana, desde Baja California (México) a la isla de Vancouver en Canadá, sobre la dinámica poblacional de las especies de erizos en relación a los cambios ambientales a escala local (características del hábitat) y a fenómenos oceanográficos a gran escala (El Niño-La Niña y calentamiento del mar). En el año 2006 obtuvo el título de doctor por la Universidad de La Laguna con un trabajo sobre la reproducción, asentamiento y reclutamiento del erizo *Diadema aff. antillarum* en las islas Canarias. Desde entonces colabora activamente en la dirección de tesis doctorales, proyectos y publicaciones científicas del equipo de investigación de la Universidad de La Laguna. E-mail: josecarlos.hernandez@villanova.edu jocarher@ull.es

Sabrina Clemente Martín es investigadora asociada del Departamento de Biología de Villanova University en Pensilvania (USA). Obtuvo su grado de doctora por la Universidad de La Laguna en el año 2007 con su trabajo sobre los depredadores del erizo *Diadema aff. antillarum* y el efecto de las áreas marinas protegidas en la restauración de las zonas degradadas por la acción de esta especie en Canarias. Actualmente colabora activamente con el grupo de investigación en Biología, Ecología Marina y Conservación de la Universidad de La Laguna mediante el liderazgo de proyectos de investigación relacionados con la recuperación de los ecosistemas degradados por la acción del erizo *Diadema*.

Carlos Sangil es técnico del Consorcio de la Reserva Mundial de la Biosfera La Palma. Para esta entidad desarrolla proyectos relacionados con la conservación y gestión de los recursos naturales de la isla, en especial los relacionados con el medio marino. Actualmente está en fase de finalización de su tesis doctoral que lleva como título “La vegetación sublitoral de sustratos rocosos en las islas Canarias: estructura, composición y dinámica de las comunidades de macroalgas”. Colabora a su vez con los grupos de investigación en Biología, Ecología Marina y Conservación, y de Botánica Marina de la Universidad de La Laguna en publicaciones y proyectos relacionados con la conservación y conocimiento de la biodiversidad marina de las islas.

Alberto Brito Hernández es catedrático de Zoología y Oceanografía Biológica de la Universidad de La Laguna, y director del grupo de investigación en Ecología Marina y Conservación (BIOECOMAC) de esta universidad.

AVES DEL ARCHIPIÉLAGO DE MADEIRA

Dília Menezes y Paulo Oliveira

El archipiélago de Madeira está situado en pleno océano Atlántico, entre los meridianos 16° 39' 19'' O y 17° 15' 54'' O y los paralelos 32° 37' 52'' N y 32° 52' 08'' N, a unos 630 km de la costa africana y a 794 km al sudoeste de Portugal. Este archipiélago, así como los vecinos que conforman la Macaronesia, juega un papel relevante en la conservación de especies orníticas vulnerables únicas en el mundo, hecho que queda patente con la catalogación de una “Endemic Bird Area” (EBA) en esta región del Atlántico (islas de Madeira y Canarias).

Para comprender la importancia de la avifauna de los archipiélagos de Madeira (islas de Madeira, Porto Santo y Desertas) y Salvajes debemos remontarnos a su origen. Siendo oceánicas, estas islas nunca estuvieron unidas al continente y cuando se formaron no tenían ningún tipo de animal o planta, por lo que ofrecían grandes posibilidades para ser colonizadas y explotadas. Por ello, las especies que se instalan en estas islas sufren procesos acelerados de especiación que conllevan la aparición de nuevos taxones, razón por la cual estas comunidades insulares se caracterizan por un bajo número de especies y por un elevado grado de endemismo, fenómenos a los que la isla de Madeira no es ajena. Un ejemplo concreto sería el de las palomas endémicas que se pueden encontrar en la Macaronesia, una en Madeira y dos en Canarias¹.

Si, por una parte, las islas son bastante importantes “para la creación” de especies singulares, por otra, estos nuevos organismos son extremadamente vulnerables a las alteraciones del medio ambiente que se producen aquí; es decir, son muy vulnerables a la acción del hombre. Esta fragilidad se hace aún más patente cuando sabemos que el 90% de las aves que se extinguieron en el último siglo habitaban en islas². Si añadimos que estos ambientes insulares tienen, con respecto a zonas continentales, un menor número de especies, estos valores adquieren mayor relevancia si cabe. Un ejemplo de lo dicho es la desaparición en la isla de Madeira de una paloma que constituía una subespecie endémica (*Columba palumbus maderensis*).



ÁREAS DE INTERÉS ORNITOLÓGICO

En el archipiélago de Madeira, el medio natural en general y la avifauna en particular están amparados por la existencia de una red de Áreas Protegidas bajo la jurisdicción del Servicio del Parque Natural de Madeira (SPNM). Existen cuatro Zonas de Protección Especial (ZPE): la laurisilva, el macizo montañoso oriental, las islas Desertas y las islas Salvajes, que a su vez son áreas de la Red Natura 2000. Además de esta categoría de protección, los principales hábitats para las aves están incluidos en áreas de Reserva Natural, asimismo englobados en la mencionada red de Áreas Protegidas. Esta amplia área se extiende desde la isla de Madeira, donde casi el 20% de su superficie está catalogada

como Reserva Natural Integral o Parcial, hasta las islas Desertas y Salvajes.

El Parque Natural de Madeira es un espacio protegido que incluye el 60% del área total de la isla. Desde el punto de vista ornítico y botánico, tienen un gran interés el bosque de laurisilva y el macizo montañoso oriental, donde están representadas las mejores manifestaciones del bosque autóctono de la isla, desde 1999 bajo la protección de la UNESCO como Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad. Considerada hoy día como un fósil viviente, esta formación boscosa cubría casi toda la isla antes de la llegada del hombre. A pesar de que en la actualidad su área de distribución es bastante reducida, unas 22.000 ha, es sin ninguna duda la mancha forestal más extensa y mejor con-

servada de toda la Macaronesia³. Se trata de un bosque bien desarrollado, en el que podemos encontrar una gran variedad de especies botánicas en los diferentes estratos, pero es en el nivel más bajo, en el estrato herbáceo, donde se concentra la mayoría de los endemismos. En lo que respecta al estrato arbóreo, las especies más abundantes son el laurel *Laurus novocanariensis*, seguido del til *Ocotea foetens* y la faya *Myrica faya*. Es precisamente en este hábitat donde hallamos a la paloma trocaz o de Madeira *Columba trocaz*, uno de los dos endemismos terrestres –a nivel específico– de la avifauna madeirense. Por encima de este bosque está el macizo montañoso oriental, en el que cría otro raro e interesante endemismo, el petrel de Madeira *Pterodroma madeira*.



Macizo montañoso oriental, el área de nidificación del petrel de Madeira *Pterodroma madeira*. Foto portada Beneharo Rodríguez



Petrel de Madeira *Pterodroma madeira*. Foto Filipe Viveiros.

Otras áreas de importancia ornitológica, clasificadas como IBA (“Important Bird Area”), son la Reserva Natural de la Ponta de São Lourenço, situada en el extremo este, y la Ponta do Pargo, en el extremo oeste, ambas con características propias y un patrimonio natural fuera de lo común. La vegetación presente en estos enclaves es representativa de las comunidades autóctonas del litoral de la isla, y, en cuanto a la diversidad de la avifauna, aquí habitan varias especies de aves marinas (zonas acantiladas), y hay una gran densidad de rapaces y paseriformes (zonas agrícolas y boscosas).

Las Desertas, con una superficie total aproximada de 1.421 ha y situadas a unas 22 millas de la isla de Madeira, están formadas por los islotes de Chão, Deserta Grande y Bugio. No están habitadas y consti-



Ponta de São Lourenço, otra de las áreas de importancia ornitológica de la isla de Madeira. Foto Beneharo Rodríguez.



Sector meridional de Deserta Grande e islote de Bugio al fondo. Foto Beneharo Rodríguez.

tuyen uno de los últimos refugios atlánticos para la foca monje *Monachus monachus*, así como uno de los lugares más importantes para la nidificación de aves marinas de la Macaronesia y de todo el Atlántico Norte⁴.

Las islas Salvajes, a unas 163 millas al sur de Madeira, están formadas por la Salvaje Grande, la Salvaje Pequeña y el islote de Fora, y componen el extremo sur del territorio nacional. Esta reserva se creó en 1971 y es una de las más antiguas Reservas Naturales de Portugal, así como la única que ha sido galardonada con el diploma europeo para las Áreas Protegidas de la Unión Europea⁵. Se trata fundamentalmente de una reserva ornitológica y es, al igual que las Desertas, una de las áreas de nidificación de aves marinas más importantes. Fue creada por la necesidad de detener la intensa explotación humana de alguna de las aves allí existentes, en particular la de la pardela cenicienta *Calonectris diomedea borealis*. Los registros históricos indican que la caza de pardelas cenicientas era una actividad de gran interés económico y social, en la que capturas de 30.000 pollos por temporada eran consideradas buenas⁶. Estos datos indican que en torno a 1967, año en el que se realizó la última expedición para capturar pardelas cenicientas, la población reproductora alcanzaría las 120.000 parejas. No obstante, en 1976 sobrevino un nuevo episodio negro en la historia de estas islas y su avifauna: la matanza masiva de

aves nidificantes, en particular de las pardelas cenicientas, que surgió como retaliación de los pescadores por la implementación de las medidas de conservación establecidas.



La pardela cenicienta *Calonectris diomedea* es una de las aves marinas más abundantes. En las islas Salvajes se ha estimado una población de 30.000 parejas. Foto Beneharo Rodríguez.

Esta matanza provocó un auténtico colapso poblacional, llegándose a contar apenas unas 7.000 parejas de pardelas cenicientas en 1980. Desde entonces, la monitorización regular de la población ha demostrado una tasa de aumento anual del 4,5%, y un tamaño estimado de unas 30.000 parejas en 2005⁷.

Otras localidades de importancia ornitológica son los islotes próximos a Porto Santo y la zona oeste de esta isla, que integran la Red Natura 2000 y están clasificados como IBA. Son áreas de gran interés al presentar hábitats muy variados e idóneos para albergar poblaciones representativas de aves terrestres y marinas, tales como el vencejo unicolor *Apus unicolor*, la curruca tomillera *Sylvia conspicillata*, la abubilla *Upupa epops*, el charrán común *Sterna hirundo* y la pardela cenicienta¹.

LA AVIFAUNA ACTUAL

Las aves nidificantes y sus hábitats

En el archipiélago de Madeira nidifican regularmente 37 especies¹ (Tabla 1). Nos encontramos con una avifauna caracterizada por su heterogeneidad, con ausencia de ciertas aves típicas de las comunidades continentales y con un alto grado de endemismo, entre las que destacan cuatro especies y cuatro subespecies exclusivas del archipiélago. Además, existen cuatro especies y 11 subespecies endémicas de la región macaronésica.



En Madeira, el pinzón vulgar *Fringilla coelebs* está representado por una subespecie endémica. Foto Beneharo Rodríguez.

Especies	Nombre científico	Especies	Nombre científico
Petrel de Madeira	<i>Pterodroma madeira</i>	Lechuza común	<i>Tyto alba schmitzi</i>
Petrel de Bugio	<i>Pterodroma feae</i>	Vencejo pálido	<i>Apus pallidus</i>
Petrel de Bulwer	<i>Bulweria bulwerii</i>	Vencejo unicolor	<i>Apus unicolor</i>
Pardela cenicienta	<i>Calonectris diomedea borealis</i>	Abubilla	<i>Upupa epops</i>
Pardela pichoneta	<i>Puffinus puffinus</i>	Bisbita caminero	<i>Anthus berthelotii madeirensis</i>
Pardela chica	<i>Puffinus assimilis baroli</i>		<i>Anthus berthelotii berthelotii</i>
Paño pechialbo	<i>Pelagodroma marina hypoleuca</i>	Lavandera cascadeña	<i>Motacilla cinerea schmitzi</i>
Paño de Madeira	<i>Oceanodroma castro</i>	Petirrojo	<i>Erithacus rubecula</i>
Gavilán común	<i>Accipiter nisus granti</i>	Mirlo común	<i>Turdus merula cabreræ</i>
Ratonero	<i>Buteo buteo harterti</i>	Curruca tomillera	<i>Sylvia conspicillata orbitalis</i>
Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus canariensis</i>	Curruca capirota	<i>Sylvia atricapilla heineken</i>
Codorniz común	<i>Coturnix coturnix confisa</i>	Reyezuelo de Madeira	<i>Regulus madeirensis</i>
Polla de agua	<i>Gallinula chloropus</i>	Gorrión moruno	<i>Passer hispaniolensis</i>
Chorlitejo patinegro	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Gorrión chillón	<i>Petronia petronia madeirensis</i>
Chocha perdiz	<i>Scolopax rusticola</i>	Pizón vulgar	<i>Fringilla coelebs maderensis</i>
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michahellis atlantis</i>	Canario	<i>Serinus canaria</i>
Charrán común	<i>Sterna hirundo</i>	Verderón común	<i>Carduelis chloris</i>
Paloma bravía	<i>Columba livia atlantis</i>	Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>
Paloma torqueza	<i>Columba trocaz</i>	Pardillo común	<i>Carduelis cannabina guentheri</i>

Tabla 1. Lista de las aves que nidifican de forma regular en Madeira.



El charrán común *Sterna hirundo* cría de manera regular en muchos enclaves del archipiélago madeirense. Foto Beneharo Rodríguez.



Bisbita caminero *Anthus berthelotii*. Foto Beneharo Rodríguez.



Un joven de reyezuelo de Madeira *Regulus madeirensis*, recientemente considerado una especie endémica del archipiélago. Foto Beneharo Rodríguez.

Aves terrestres

La avifauna asociada a la laurisilva no presenta mucha diversidad. En las zonas más interiores, en mejor estado de conservación, poco más de siete especies son observadas habitualmente. Entre ellas destaca la emblemática paloma trocaz, un endemismo que vive exclusivamente ligado a estos bosques y que se originó a partir de las palomas torcaces, considerándose hoy día una de las aves más antiguas de la avifauna de

la Macaronesia¹. Los trabajos realizados en pro de su conservación, en marcha desde 1986, muestran que la población ha sufrido fluctuaciones. Las estimas más actuales se acercan a los 7.000 individuos, y de acuerdo con la clasificación realizada para el Libro Rojo de los Vertebrados de Portugal su categoría de conservación es Vulnerable⁸.

El reyezuelo de Madeira *Regulus madeirensis*, recién considera-

da, otras aves relativamente frecuentes son el mirlo común *Turdus merula*, el petirrojo *Erithacus rubecula* y el ratonero *Buteo buteo*¹. Coincidiendo con las cotas más altas de la laurisilva, donde los árboles de gran porte comienzan a dar lugar al “bosque de altura” y a los brezales, se puede observar a la escaza y localizada chocha perdiz *Scolopax rusticola*. Por otro lado, en el límite inferior del bosque, que pare-



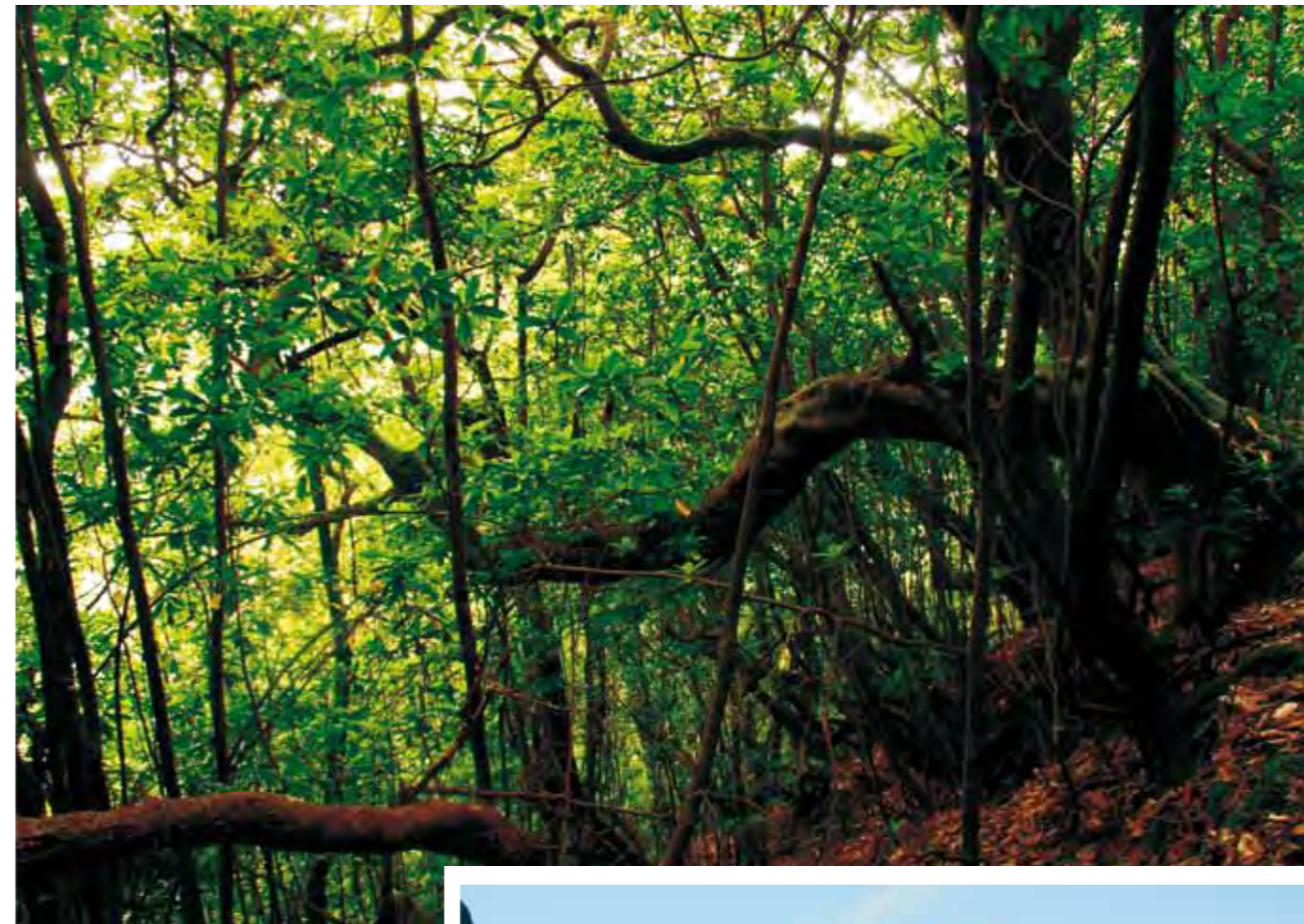
Una de las aves más características del interior de los bosques de laurisilva de Madeira es el petirrojo *Erithacus rubecula*. Foto Beneharo Rodríguez.

do como especie endémica, y el pinzón vulgar *Fringilla coelebs madeirensis* son otras de las aves cuyo hábitat preferido, que no exclusivo, es el bosque de laurisilva. Son taxones que presentan un elevado nivel de adaptación a su hábitat insular, pero que pueden ser observados a lo largo de todo el gradiente altitudinal ocupado por este bosque. Ambos se alimentan de insectos y semillas, lo que les confiere una gran importancia en el equilibrio de los ecosistemas que habitan.

En los sectores interiores del bosque, caracterizados por la presencia de valles escarpados y por una inaccesibilidad más o menos generaliza-

ce fusionarse con las zonas agrícolas o de bosque exótico, viven varias especies de aves que confieren un colorido y una sonoridad muy especiales a estos ambientes. Aquí es normal encontrar, además de muchas de las que ya han sido nombradas, a la curruca capirotada *Sylvia atricapilla*, al canario *Serinus canaria* y, en mucha menos medida, al verderón común *Carduelis chloris*. Ninguna de éstas aparece en las zonas más interiores de las formaciones de laurisilva, dado que se limitan a ocupar las franjas ecotónicas donde las plantas exóticas gradualmente se convierten en dominantes. Es principalmente en estos

El canario *Serinus canaria* es un endemismo macaronésico presente, salvo en las islas Salvajes y Cabo Verde, en todos los archipiélagos. Foto Beneharo Rodríguez.



Bosque de laurisilva en uno de los valles del norte de la isla de Madeira. Fotos Beneharo Rodríguez.

lugares donde el gavilán común *Accipiter nisus*, otra rapaz diurna nidificante, puede ser visto de manera más regular³.

La lechuza común *Tyto alba*, la única rapaz nocturna residente en el archipiélago, está representada por una subespecie endémica. Esta ave, de gran importancia ecológica, se distribuye sobre todo por áreas antropizadas, pudiendo asimismo ser vista en zonas limítrofes del bosque.

Las áreas abiertas del sur de la isla, donde se practica la agricultura en pequeñas parcelas y hay grandes espacios incultos entre ellas, son el hábitat por excelencia de canarios, jilgueros *Carduelis carduelis* y pardillos comunes *Carduelis cannabina*. En las zonas costeras de Madeira se desarrolla una comunidad vegetal, caracterizada principalmente por un porte rastro, que asciende hasta los 300 m de altitud en el sur y hasta los





Altiplano sur del islote de Bugio (islas Desertas), lugar donde nidifica el petrel de Bugio *Pterodroma feae*.

100 m en el norte³. Este tipo de vegetación es el predominante en la Ponta de São Lourenço, y es donde podemos encontrar, entre otras especies, gorriones chillones *Petronia petronia*, bisbitas camineros, jilgueros y canarios.

Aves marinas

La abrupta orografía que conforma la línea costera de Madeira, sobre todo en la vertiente norte, proporciona muchos lugares potenciales para la cría de aves marinas pelágicas. Aquí destaca la presencia de la pardela cenicienta, el petrel de Bulwer *Bulweria bulwerii* y el paíño de Madeira *Oceanodroma castro*. Estas mismas especies también son frecuentes en Ponta de São Lourenço, donde además, en el islote do Dembarcadouro, se halla la mayor colonia de gaviotas patiamarillas *Larus michahellis* de la región.

Las aves marinas que nidifican en las Desertas, aparte de las antes referidas, son la pardela chica *Puffinus assimilis baroli* y el petrel de Bugio *P. feae*. Por naturaleza son aves muy vulnerables, por lo que

estos islotes suponen uno de sus últimos refugios mundiales, al tiempo que desempeñan un papel vital en su conservación (como ejemplo, hay que señalar que aquí está la mayor colonia de petrel de Bulwer del Atlántico, quizá también la mayor del mundo¹). Entre las aves marinas no pelágicas tenemos el charrán común. Asimismo, en estos islotes se pueden ver durante todo el año dos passeriformes residentes, el bisbita caminero y el canario, así como un pequeño número de parejas de cernícalo vulgar, de ratonero y de lechuza común que aún crían aquí.

La islas Salvajes albergan un número muy significativo de aves marinas, no solo en lo que respecta a la variedad de especies, sino también a los efectivos de cada una de éstas. Aparte de la pardela cenicienta, cuya población se ha estimado en unas 30.000 parejas⁷, nidifican cuatro procelariiformes más: el petrel de Bulwer, la pardela chica, el paíño pechialbo *Pelagodroma marina* y el paíño de Madeira. En 1996, el tamaño poblacional del paíño pechialbo fue estimado en unas 30.000 pare-

jas, basándose en la densidad de los nidos dentro de toda la superficie que abarcaba la colonia¹. Las estimas de las poblaciones de las restantes especies deben ser consideradas solo como orientativas.

Además de los procelariiformes, en Salvaje Grande también nidifican algunas decenas de parejas de gaviotas patiamarillas y de bisbita caminero, este último representado por una subespecie (*A. b. berthelotii*) que solo se encuentra aquí y en las islas Canarias. En Salvaje Pequeña y en el islote de Fora crían de forma regular el charrán común y el charrán rosado *S. dougallii*.

De todos los procelariiformes que nidifican en el archipiélago madeirense, hay que destacar dos, el petrel de Madeira y el petrel Bugio, sin lugar a dudas las especies más importantes e interesantes de su avifauna. Su género, *Pterodroma*, que cuenta con cerca de 30 especies distribuidas por los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, es muy poco conocido, vulnerable por naturaleza y con un estatus de conservación desfavorable. Los petreles de Madeira



Petrel de Bugio *Pterodroma feae*. Nótese el pico más grueso con respecto al del petrel de Madeira. Foto Filipe Viveiros.

y de Bugio no son una excepción y se encuentran entre las aves más amenazadas del mundo⁹. Los esfuerzos de conservación dirigidos a salvaguardar sus efectivos son una de las prioridades de los trabajos desarrollados por el Servicio del Parque Natural de Madeira.

El Programa de Conservación de los petreles (género *Pterodroma*) del archipiélago de Madeira consta de dos proyectos dirigidos a sendas especies:

1) Proyecto de conservación del petrel de Madeira *Pterodroma madeira*

El petrel de Madeira, endémico de la isla de Madeira, tiene un área de distribución muy limitada (parte oriental del macizo montañoso central)¹⁰. Nidifica por encima de los 1.600 m de altitud en pequeños desniveles (llamados "mangas"), en cavidades-nido (huras) excavadas en el suelo blando, donde la cubierta vegetal esté en buen estado de conservación¹¹. Se consideró extinguida en un pasado reciente,

para luego ser redescubierta mediante el hallazgo de seis parejas a finales de la década de 1960. Solo a partir del año 1986 la población de este petrel empezó a mostrar indicios de una tendencia positiva, y en 2001 se estimó que había entre 30 y 40 parejas¹².

La mencionada restricción espacial de esta ave está probablemente relacionada con la pérdida del hábitat de nidificación, debido a la degradación del mismo por la presencia de herbívoros, así como a su depredación por parte de mamíferos introducidos y a la acción directa del hombre en el pasado. A pesar del gran esfuerzo de conservación destinado exclusivamente al petrel de Madeira desde hace 20 años, fue solo a partir de 2001, con apoyo europeo a través del Programa Life-Naturaleza, cuando se dieron los pasos determinantes para la recuperación de esta especie y de su hábitat. Una de las principales medidas llevadas a cabo ha sido el control de los depredadores introducidos, lo que siempre ha estado complementado con otras como la monitoriza-

ción de la población y la restauración de su hábitat de nidificación¹³. Se han hecho grandes esfuerzos con el objetivo de descubrir nuevas áreas potenciales para el asentamiento de colonias, así como en el seguimiento de nidos durante la época de cría. En 2003, durante el desarrollo de estos trabajos, se localizó y estudió una nueva colonia de nidificación. Este descubrimiento ha sido esencial de cara a la conservación de esta ave, ya que casi duplicó la población conocida hasta entonces (entre 65 y 80 parejas)¹⁴. En este contexto, y según los criterios de la UICN, la especie está clasificada con el estatus de En Peligro en el Libro Rojo de los Vertebrados de Portugal⁸.

2) Proyecto de conservación del petrel de Bugio *Pterodroma feae*

El petrel de Bugio nidifica en el islote de Bugio, uno de los tres que conforman las Desertas, en el que se encuentra restringido a un único enclave: el altiplano sur. Era considerado endémico de la Macaronesia dado que estaba presente en

Bugio y en cuatro de las diez islas que componen el archipiélago de Cabo Verde¹⁵. Sin embargo, los resultados de trabajos recientes, que han analizado el ADN molecular de estas dos poblaciones, mostraron que son especies diferentes, siendo el petrel de Bugio un nuevo endemismo del archipiélago de Madeira (datos de los autores en preparación para publicación).

Durante las épocas de reproducción de 2006 y 2007 se identificaron cerca de 160 nidos potenciales, de los cuales cerca de 135 fueron ocupados. Esto se traduce en una estima poblacional considerablemente inferior a la efectuada en el año 2001: entre 173 y 258 parejas¹⁶. De todas formas, creemos que esta diferencia no significa un declive real de la población, sino una clara mejora en la metodología empleada para la verificación de los nidos, que ha permitido eliminar algunos de los errores subyacentes en las evaluaciones anteriores. En este sentido, y si se confirmaran los números estimados, el estatus de Vulnerable que le es conferido por el Libro Rojo de los Vertebrados de Portugal podría ser sustituido por En Peligro.

En Desertas, las cabras *Capra hircus* y los conejos *Oryctolagus cuniculus* han sido los grandes responsables de la pérdida y degradación del hábitat de nidificación del petrel de Bugio. Por su parte, los conejos fueron considerados en el pasado causantes de la perturbación de los nidos, si bien estudios recientes no confirman con claridad esta hipótesis (datos no publicados de los autores).

A excepción de la vigilancia realizada por la guardería del Parque, los trabajos dirigidos a la conservación del petrel de Bugio y su hábitat fueron, hasta principios de 2006, siempre muy concretos. Actualmente, esta situación ha cambiado gracias a un nuevo proyecto LIFE, que tiene como principales objetivos: recuperación del hábitat de nidificación, expansión a otras áreas de nidificación, mejora del conocimiento sobre la especie (ecología, biología, distribución en alta mar y taxono-

mía), divulgación y sensibilización social. De todas las acciones previstas, la más compleja es sin duda la erradicación total de la población de conejos y el diseño de un programa de control de los ratones *Mus musculus* en el altiplano sur del islote de Bugio. Esta medida es fundamental, y constituye la base del éxito de cualquiera de las otras acciones previstas, sobre todo de aquellas que atañen al área de nidificación de la especie. Este proyecto permitirá además comenzar a estudiar, mediante sistemas de geolocalización, la distribución de esta especie en mar abierto.

Aves invernantes

Las especies migratorias buscan áreas donde el clima sea más suave para pasar el invierno. El archipiélago de Madeira, que está fuera de las rutas de migración normalmente seguidas entre Europa y África, no tiene poblaciones muy representativas de invernantes¹. De todas formas, algunas de estas aves se observan regularmente durante el invierno, sobre todo en Desertas y las islas Salvajes. Aunque se dispone de poca información, en la Tabla 2 se presenta una lista con las especies que han sido observadas con más frecuencia a lo largo de varios años consecutivos.

Especies	Nombre científico
Garceta común	<i>Egretta garzetta</i>
Garza real	<i>Ardea cinerea</i>
Focha común	<i>Fulica atra</i>
Avefría	<i>Vanellus vanellus</i>
Correlimos común	<i>Calidris alpina</i>
Zarapito trinador	<i>Numenius phaeopus</i>
Andarrios chico	<i>Actitis hypoleucos</i>
Vuelvepedras	<i>Arenaria interpres</i>
Gaviota reidora	<i>Larus ridibundus</i>
Gaviota sombría	<i>Larus fuscus</i>
Lavandera blanca	<i>Motacilla alba</i>
Alondra común	<i>Alauda arvensis</i>

Tabla 2. Lista de las aves invernantes más frecuentes en Madeira.



Una garceta común *Egretta garzetta* junto a gaviotas patiamarillas *Larus michahellis* en el muelle de Machico, isla de Madeira. Foto Beneharo Rodríguez.



El vuelvepedras *Arenaria interpres* es una de las aves invernantes que se observa con más regularidad en Madeira. Foto Beneharo Rodríguez.

Bibliografía

- OLIVEIRA, P. & MENEZES, D. 2004. *Aves do Arquipélago da Madeira*. Serviço do Parque Natural da Madeira. Funchal. 111 pp.
- MOUNTFORT, G. 1988. *Rare Birds of the world*. Collins/ICBP. Cambridge.
- MENEZES, D., FREITAS, I., GOUVEIA, L., MATEUS, G., DOMINGUEZ, M., OLIVEIRA, P. & FONTINHA, S. 2005. *A Floresta Laurissilva da Madeira, Património Mundial*. Serviço do Parque Natural da Madeira, Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais, Governo Regional da Madeira. 93 pp.
- MENEZES, D., FREITAS, I., GOUVEIA, L., OLIVEIRA, P., PIRES, R. & FONTINHA, S. 2005. *As Ilhas Desertas*. Serviço do Parque Natural da Madeira, Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais, Governo Regional da Madeira. 94 pp.
- MENEZES, D., GOUVEIA, L., DOMINGUEZ, M., JARDIM, N., OLIVEIRA, P. & FONTINHA, S. 2004. *As Ilhas Selvagens*. Serviço do Parque Natural da Madeira, Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais, Governo Regional da Madeira. 95 pp.
- BANNERMAN, D. & BANNERMAN, M. 1965. *Birds of the Atlantic Islands. A History of the birds of Madeira, the Desertas, and the Porto Santo Islands*. Oliver and Boyd. Edinburgh. 207 pp.
- GRANADEIRO, J.P., DIAS, M.P., REBELO, R., SANTOS, C.D. & CATRY, P. 2006. Numbers and Population Trends of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* at Selvagem Grande, Northeast Atlantic. *Waterbirds* 29: 56-60.

- CABRAL, M.J. (coord.), ALMEIDA, J., ALMEIDA, P.R., DELLINGER, T., FERRAND DE ALMEIDA, N., OLIVEIRA, M.E., PALMEIRIM, J.M., QUEIROZ, A.I., ROGADO, L. & SANTOS-REIS, M. (eds.). 2005. *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 659 pp.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL 2006. Species factsheet: *Pterodroma feae*. Downloaded from <http://www.birdlife.org>.
- MENEZES, D. 2005. A Freira da Madeira. Uma das aves marinhas mais ameaçadas do Mundo. *Islenha* 37: 143-149.
- ZINO, F., OLIVEIRA, P., KING, S., BUCKLE, A., BISCOITO, M., COSTA NEVES, H. & VASCONCELOS, A. 2001. Conservation of Zino's Petrel *Pterodroma madeira* in the archipelago of Madeira. *Oryx* 35: 128-136.
- MENEZES, D. & OLIVEIRA, P. 2002. Conservation of Madeira's Petrel through restoration of its habitat. En: *Proceedings of Workshop on invasive species on European Islands and Evolutionary Isolated Ecosystems and Group of Experts on Invasive Alien Species* (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats). Horta Azores, 10-12 Outubro.
- MENEZES, D. & OLIVEIRA, P. 2003. Conservação da Freira da Madeira, *Pterodroma madeira*, através da recuperação do seu habitat. En: Rodríguez, J.L. (ed.) *Control de vertebrados invasores en islas de España y Portugal*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias. p.: 35-42.
- MENEZES, D., OLIVEIRA, P. & BUCKLE, A. 2005. Conservation of Madeira's Petrel *Pterodroma madeira*, through the

recovery of its habitat. Poster presented in Second international Manx Shearwater Workshop. Copeland Bird Observatory, Belfast.

- OLIVEIRA, P., MENEZES, D. & RAMÍREZ, I. 2007. Petreles del género *Pterodroma* del archipiélago de Madeira. Dos especies en recuperación. *Makaronesia* 9: 54-69.
- GERALDES, P. 2002. Plano de Acção para a Freira do Bugio, *Pterodroma feae*: Revisão e Actualização. Relatório elaborado para a atribuição do grau de licenciatura em Biologia pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 40 pp.

Los autores

Dília Menezes realiza su tesis doctoral sobre ecología de aves marinas y es responsable del área de conservación de la naturaleza dentro del Servicio del Parque Natural de Madeira. Es autora y coautora de varias publicaciones ornitológicas, entre las que destaca el libro *As aves do arquipélago da Madeira*, de 2004. También fue miembro del equipo de gestión del proyecto del nuevo atlas de las aves nidificantes de Portugal, editado en 2008, y actualmente del *Atlas das aves nidificantes no arquipélago da Madeira*. E-mail: Diliamenezes.sra@gov.madeira.pt

Paulo Oliveira es doctor en Biología, director del Servicio del Parque Natural de Madeira y autor y coautor de varias publicaciones ornitológicas, entre las que destaca el libro *As aves do arquipélago da Madeira*, de 2004. Es también coordinador regional y miembro del equipo de gestión del proyecto del nuevo atlas de las aves nidificantes en Portugal de 2008, y actualmente del *Atlas das aves nidificantes no archipiélago da Madeira*. E-mail: Paulooliveira.sra@gov.madeira.pt

of
indiferente,

Portafolio

José J. Hernández





Excmo. Ayuntamiento de La Orotava
Concejalía Delegada de Medio Ambiente



CENTRO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL

No me tires, deja que me lea otra persona. IMPRESO EN PAPEL RECICLADO