

COLECCIÓN **DIVULGACIÓN**

Doñana

Diversidad y ciencia

HÉCTOR GARRIDO
COORDINADOR



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Doñana, diversidad y ciencia



COLECCIÓN **DIVULGACIÓN**

Doñana, diversidad y ciencia

Héctor Garrido (*Coordinador*)



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Madrid, 2007

Con la COLECCIÓN DIVULGACIÓN, el CSIC cumple uno de sus principales objetivos: proveer de materiales rigurosos y divulgativos a un amplio sector de la sociedad. Los temas que forman la colección responden a la demanda de información de los ciudadanos sobre los temas que más les afectan: salud, medio ambiente, transformaciones tecnológicas y sociales... La colección está elaborada en un lenguaje asequible, y cada volumen está coordinado por destacados especialistas de las materias abordadas.

COMITÉ EDITORIAL

Pilar Tigeras Sánchez, directora
Susana Asensio Llamas, secretaria
Miguel Ángel Puig-Samper Mulero
Alfonso Navas Sánchez
Gonzalo Nieto Feliner

Javier Martínez de Salazar
Jaime Pérez del Val
Rafael Martínez Cáceres
Carmen Guerrero Martínez

ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA

Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Pabellón de Perú
Avda. de María Luisa, s/n. 41013 Sevilla
Tel. 954 232 340
<http://www.ebd.csic.es>

Catálogo general de publicaciones oficiales
<http://www.060.es>



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



© CSIC, 2007

© Coordinador: Héctor Garrido, 2007

Comisión científica: Miguel Delibes, Pedro Jordano y Cristina Ramo, 2007

Textos: Regla Alonso Miura, Fernando Álvarez, Juan Luís Arsuaga, Jordi Bascompte, Hermelindo Castro, Miguel Delibes, Carmen Díaz Paniagua, Ricardo Díaz Ruiz, José Antonio Donázar, Pilar Fernández Díaz, Carmen Fernández Díaz, José María Fernández Palacios, Miguel Ferrer, Pablo García Murillo, Juan Manuel García Ruiz, Ana García Popa-Lisseanu, Héctor Garrido, Manuel Garrido Palacios, José Antonio Godoy, Carlos Ibáñez, Pedro Jordano, Rosalía Martín Franquelo, José María Montero, Benito A. de la Morena, Juan José Negro, Francisco Palomares, Cristina Ramo, Mario Sáenz de Buruaga, Laura Serrano y Manuel Soler, 2007

© Fotografías: Primera parte: todas las fotografías de Héctor Garrido excepto páginas 66-67, de José María Pérez de Ayala. Segunda parte: Jaime y Mauricio González-Gordon, M^a Rosa Albacete, Familia Chico, Javier Camacho, Benjamín Busto, José María Pérez de Ayala, Héctor Garrido, Archivo del Patrimonio Nacional del Estado, Archivo Estación Biológica de Doñana, Archivo Parque Nacional de Doñana y archivos particulares de investigadores y personal de la Estación Biológica de Doñana. Tercera parte: Héctor Garrido

Foto portada: Gotas de rocío sobre la vegetación acuática, en este caso, la especie invasora *Azolla filliculoides*. Foto: Héctor Garrido.

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por medio ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial.

Las noticias, asertos y opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, sólo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

ISBN: 978-84-00-08545-2

NIPO: 653-07-040-X

Depósito legal: M-32.449-2007

Edición a cargo de Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A.

*La ciencia más útil es aquella cuyo fruto
es más fácilmente comunicable.*

Leonardo Da Vinci (1452-1519)

Índice

Agradecimientos	13
Sobre los autores	15
Prólogo	25
Conservar la biodiversidad	27
PRIMERA PARTE: LA DIVERSIDAD	29
Hay dos formas de ver el mundo.....	31
1. Formas	33
Doñana de las formas	
Juan Manuel García Ruiz	
2. Carácter	35
El carácter de Doñana	
Manuel Garrido Palacios	

3. Tamaños	39
Tamaños en Doñana	
Carmen Díaz Paniagua	
4. Belleza	43
La belleza en Doñana	
José María Montero	
5. Doñana maculada	47
La Doñana maculada	
Hermelindo Castro y José María Fernández Palacios	
6. Matices	51
Los matices de Doñana	
Pedro Jordano	
7. Sexo	55
Sexo en Doñana	
Mario Sáenz de Buruaga	
8. Miedo	57
El miedo en Doñana	
Fernando Álvarez	
9. Color	61
El color en Doñana	
Juan José Negro	
10. Conjuntos	65
Doñana en sus conjuntos	
Jordi Bascompte	
11. Hombre	69
Doñana y el hombre	
Juan Luís Arsuaga	
12. Aire	71
Doñana y el aire	
José Antonio Donázar	

13. Infancia	75
Infancia en Doñana	
Manuel Soler	
14. La Doñana transformada	79
La transformación del paisaje en Doñana	
Pablo García Murillo	
15. Símbolos	83
Doñana, símbolos de ida y vuelta	
Miguel Delibes	
16. Agua	87
Doñana y el agua	
Laura Serrano	
17. Sorpresa	91
Doñana sorprendente	
Benito A. de la Morena	
18. Texturas	95
Las texturas de Doñana	
Rosalía Martín Franquelo y Regla Alonso Miura	
SEGUNDA PARTE: LA CIENCIA	99
1. La Estación Biológica de Doñana: un nombre local para una vocación universal	101
Compilado y coordinado por Cristina Ramo, Miguel Delibes, Pedro Jordano y Héctor Garrido	
1.1 Historia de la Estación Biológica de Doñana	101
1.1.1 Antes de 1950	101
1.1.2 De 1952 a 1964	102
1.1.3 La creación de la Estación Biológica de Doñana (1964-1965)	103
1.1.4 Decenio 1965-1974	104
1.1.5 Decenio 1975-1984	105

1.1.6 Decenio 1985-1994	106
1.1.7 Decenio 1995-2004	107
1.2 José Antonio Valverde	108
1.2.1 Premios y distinciones otorgados a José A. Valverde	109
1.3 La Estación Biológica de Doñana hoy	109
1.3.1 Sedes	110
1.3.2 Equipamiento de la Estación Biológica de Doñana	112
1.3.3 Premios y distinciones otorgados a la Estación Biológica de Doñana	119
1.3.4 La Estación Biológica de Doñana en el mundo	122
2. Menú científico de degustación	123
2.1 Redes de interacciones. La arquitectura de la biodiversidad Jordi Bascompte y Pedro Jordano	123
2.2 Hola, soy un sapo corredor Pilar Fernández Díaz, Carmen Fernández Díaz y Carmen Díaz Paniagua	125
2.3 Pasado, presente y posible de dos grandes predadores: lince ibérico y águila imperial Miguel Ferrer y Juan José Negro	126
2.4 Ocelos en aves: ojos para ser vistos Juan José Negro	127
2.5 El nóctulo grande: un murciélago que come pájaros Carlos Ibáñez y Ana García Popa-Lisseanu	129
2.6 El cuco y el alzacola Fernando Álvarez	129
2.7 Animales frugívoros, semillas y genes: ¿cómo crece un bosque? Pedro Jordano y José Antonio Godoy	131
2.8 Dendrocronología: leer la historia en los árboles Ricardo Díaz-Delgado	132
2.9 ¿Cuándo y cómo se reproducen los lince ibéricos? Francisco Palomares	135
2.10 Éstos son los que quedan. Cada uno es irrepetible	136
TERCERA PARTE: LA EXPOSICIÓN 'DOÑANA DIVERSIDAD Y CIENCIA'	139

Agradecimientos

Un buen número de personas participaron en la preparación de las exposiciones divulgativas que han dado origen a este libro. Sin su implicación, en muchos casos voluntaria y desinteresada —e incluso en ocasiones anónima—, hubiera sido imposible llevar a cabo una obra de tanta envergadura. Conste por tanto nuestro agradecimiento más sincero a todas ellas.

Dichas exposiciones, preparadas y diseñadas desde la Estación Biológica de Doñana (CSIC), contaron con el patrocinio del Plan Nacional de I+D+i (Ministerio de Educación y Ciencia), la Fundación El Monte, la Fundación Unicaja, el Real Jardín Botánico (CSIC) y el Puerto de Sevilla.

Fueron colaboradores DINASA/DINASCÁN, DermoPlastia y Naturaleza Artificial (DNA), SL y Enfoque 10. Muchas personas e instituciones cedieron amablemente información, datos, imágenes, sugerencias y, sobre todo, apoyo. Algunas de ellas son: Gonzalo Nieto Feliner, Carmen Crespo, Ana Palacios, Xim Cerdá, José Juan Chans, Conchita Alonso, José Cabot, Begoña Arrizabalaga, Mara Sempere, Mariola García, Aurora Ocaña, Ana Andreu, Jaime y Mauricio González-Gordon, M^a Rosa Albacete, Familia Chico, Javier Camacho, Manuela Moreno, Margarita Mulero, Pablo Moreno, Francisco Aguilera, Rocío Millán, Carmen Castreño, Raúl Sojo, Juan A. García, Fernando Ibáñez, Rubén Rodríguez, Selene Garrido, Astrid Vargas, Fernando Martínez, José María Galán, Fernando Blanco, Antonio Sabater, Alexandre Portheault, Benjamín Busto, Miriam Gómez, Red de Voluntarios del Parque Natural de Doñana, Programa de Conservación Exsitu del Lince Ibérico, Colegio Público Dunas de Doñana de Matalascañas, Archivo del Patrimonio Nacional del Estado, Archivo

Fotográfico de la Estación Biológica de Doñana, Archivo Fotográfico del Parque Nacional de Doñana y archivos fotográficos particulares.

Nuestro especial gratitud a Héctor Rodríguez y Rocío Ascasio por su inestimable colaboración en esta empresa.

Finalmente queremos hacer constar nuestro especial agradecimiento a Fernando Hiraldo, director de la Estación Biológica de Doñana, y Carlos Martínez Alonso, presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, quienes fueron los principales impulsores del proyecto, y por supuesto a todo el personal de la Estación y la Reserva Biológica de Doñana, desde los primeros tiempos hasta hoy, que ha construido la aventura que aquí recogemos.

Sobre los autores



Héctor Garrido Guil (Huelva, 1969) es técnico de la Estación Biológica de Doñana (CSIC), donde desarrolla labores de fotografía, divulgación y ornitología. Como fotógrafo se ha especializado en naturaleza y etnografía, realizando un buen número de publicaciones y unas 50 exposiciones en España y Portugal. Además también es autor de numerosos trabajos sobre naturaleza y antropología en distintos medios científicos y de divulgación.



Regla Alonso Miura, doctora en Bellas Artes por la Universidad de Sevilla, se ha especializado en el estudio de la vegetación y del paisaje, desarrollando una labor de investigación con planteamientos interdisciplinares que se inició en Doñana en 1982. Participa en diferentes proyectos sobre espacios naturales que han dado lugar a las publicaciones *Doñana, vegetación y paisaje*, *Grazalema: la Sierra del Pinar*, *La emoción de descubrir*, *La sonata del bosque*, *Guadalquivir*.



Fernando Álvarez (Valladolid, 1942) es profesor de Investigación del CSIC. Inició la tradición de estudios de Etología en España con su contribución, desde 1969, a la dirección de tesis doctorales, cursos universitarios en las universidades de Sevilla, Córdoba y Complutense de Madrid, e investigación en el Delta Primate Research Center (EE.UU.), Universidad de Londres y Doñana. Ha contribuido a las actividades de la Sociedad Española de Etología, de la que fue el primer presidente. Su investigación se ha centrado sobre todo en el comportamiento social de aves y mamíferos y en el parasitismo reproductivo del críalo y el cuco.



Juan Luís Arsuaga es director del Centro de Evolución y Comportamiento Humanos (UCM-ISCIII). Catedrático de Paleontología en la Universidad Complutense de Madrid. Codirector del Equipo de Investigaciones de los Yacimientos Pleistocenos de la Sierra de Atapuerca. Miembro de la National Academy of Sciences de los Estados Unidos. Miembro de la Real Academia de Doctores de España. Vicepresidente de la comisión de Paleontología Humana y Paleoeología de la INQUA (International Union for Quaternary Research). Miembro Fundador de la Fundación Atapuerca. Autor de numerosos artículos en las más importantes revistas científicas del mundo. Autor de los libros *El collar del Neandertal*, *La especie elegida*, *Amalur*, *El enigma de la Esfinge*, *Los aborígenes*, *La alimentación en la evolución humana*, *El Mundo de Atapuerca*, *Al otro lado de la niebla*, *Atapuerca y la Evolución Humana* y *La saga humana*.



Jordi Bascompte se doctoró por la Universidad de Barcelona en 1994. Fue investigador postdoctoral en la Universidad de California, Irvine, EE.UU. (1996 y 1997) y en el National Center for Ecological Analysis and Synthesis, Santa Barbara, EE.UU. (1998 y 1999). En 2000 fue nombrado científico titular en la Estación Biológica de Doñana, CSIC, donde es investigador científico desde 2005. En 2004 fue galardonado con el European Young Investigator (EURYI) Award. Es miembro de la organización Faculty of 1.000 Biology y de los Consejos Editoriales de Ecology Letters, Conservation Biology, Oikos y Population Ecology. Es coautor de dos libros publicados por Springer Verlag y Princeton University Press.



Hermelindo Castro Nogueira es doctor en Ciencias Biológicas y profesor titular de Ecología en la Universidad de Almería. Director de la Agencia de Medio Ambiente en Almería entre 1985 y 1993. Director general de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales de la Junta de Andalucía entre 2000 y 2004. Actualmente es director general del Instituto del Agua de Andalucía de la Agencia Andaluza del Agua y coordinador general del Proyecto Doñana 2005. Ha sido coordinador de la titulación de Ciencias Ambientales de la Universidad de Almería. Su dedicación docente e investigadora se vincula con la ecología aplicada y la biología de la conservación. Coautor de una veintena de libros y guías sobre aspectos de la naturaleza de Andalucía y sus ecosistemas representativos. Treinta trabajos publicados en revistas especializadas. Una docena de artículos de divulgación científica. Diez proyectos de ecología aplicada orientados a la gestión de recursos naturales y a la conservación de la naturaleza.



Miguel Delibes de Castro nació en Valladolid en 1947. Licenciado y doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid. En 1978 ingresa en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, donde es en la actualidad profesor de Investigación. Ha publicado alrededor de 200 trabajos científicos y varios libros, y ha dirigido 18 tesis doctorales. Desde 1988-1996 fue director de la Estación Biológica de Doñana. Es Presidente de la Sociedad Española para la Conservación y Estudios de los Mamíferos (SECEM). Ha recibido numerosos premios, como el Rey Jaime I en Junio 2003 y el Nacional de Investigación Alejandro Malaspina en noviembre de 2005.



Ricardo Díaz-Delgado se licenció en Biología en 1994 en la UAM, obtuvo un DEA en Ecosistemas Mediterráneos en 1996 en el IMEP de la Université d'Aix-Marseille III, un Máster en Aplicaciones de la Teledetección en el Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña en 1997 y su tesis doctoral la realizó en aplicaciones de la teledetección en Ecología del Fuego en la Universidad Autónoma de Barcelona en el año 2000. En la actualidad trabaja como responsable técnico del Laboratorio de SIG y TD-Estación Biológica de Doñana-CSIC en Sevilla. Su línea de investigación se centra en la aplicación de la teledetección tanto espacial como aeroportada y los sistemas de información espacial al seguimiento de los procesos ecológicos, especialmente a las perturbaciones y las implicaciones para la conservación.



Carmen Díaz Paniagua es doctora en Biología, dedicada al estudio de los anfibios y reptiles. La mayoría de sus estudios se han realizado en el área de Doñana, donde ha analizado durante años cómo las distintas especies de anfibios utilizan el amplio gradiente de charcas temporales, para reproducirse y desarrollar sus larvas. En sus estudios más recientes, se destaca la importancia de mantener una amplia diversidad de medios acuáticos, como el complejo sistema de charcas temporales de Doñana, para favorecer la conservación de su comunidad de anfibios. Sus estudios sobre ecología de reptiles, como los quelonios y el camaleón, analizan los parámetros básicos de las especies como base para el conocimiento de su dinámica poblacional, habiendo dedicado también un especial interés a la incubación de los huevos. Gracias a sus dos hijas (Carmen y Pilar), ha aprendido a contar cuentos, y ha adaptado algunos de los conocimientos más peculiares de la biología de los anfibios de Doñana.



José Antonio Donazar, investigador de la Estación Biológica de Doñana desde 1991, mantiene líneas de trabajo prioritariamente en biología de la conservación, fundamentalmente en el campo aves de presa, y en ecología de pequeñas poblaciones en ambientes insulares, tanto oceánicos como continentales. Ha dirigido y participado en proyectos centrados en especies muy amenazadas en Europa y con un alto perfil público como el alimoche, quebrantahuesos y cernícalo primilla. Por otro lado, ha desarrollado investigaciones en ecología de vertebrados en ambientes poco transformados por actividades humanas como Patagonia, las estepas de Asia central y el Sahel africano. Estas actividades han dado lugar a la publicación de casi un centenar de artículos en revistas internacionales.



Miguel Ferrer es investigador del CSIC en la Estación Biológica de Doñana desde 1993, de cuyo instituto fue director entre 1996 y 2000. Es autor de más de 100 artículos publicados en revistas científicas (SCI, en inglés), de varios libros, y ha sido invitado a dar más de 60 conferencias en diferentes universidades. También ha impartido cursos de doctorado en diversas universidades nacionales e internacionales. Su línea de investigación se centra en la dinámica de pequeñas poblaciones y en la biología de la conservación de aves de presa en peligro, especialmente el águila imperial ibérica. Su trayectoria le ha llevado a recibir diferentes distinciones y fue director adjunto de la Raptor Research Foundation desde 1998 hasta 2000, en 2003 fue nombrado investigador asociado de Hawk Mountain Sanctuary, en 2004 recibió la “Distinción Especial” de la Junta de Andalucía, y en 2005 el Premio “Frank and Frederick Hamestron”.



Pablo García Murillo es doctor en Biología y profesor titular de Universidad que imparte docencia en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla. Es especialista en flora y vegetación acuática. Ha participado en la *Flora Vascular de Andalucía Occidental* como autor de varios géneros de plantas acuáticas e interviene también en el macroproyecto *Flora Ibérica*. Lleva años trabajando en Doñana, donde ha realizado numerosos trabajos sobre los macrófitos acuáticos de este lugar y los cambios históricos en la vegetación de la marisma y el paisaje de la zona de El Abalarío.



Ana Garcia Popa-Lisseanu se licenció en Biología Ambiental en la Universidad Autónoma de Madrid, donde también obtuvo el DEA sobre comportamiento animal. Posteriormente realizó su tesis doctoral en la Estacion Biológica de Doñana sobre ecología y comportamiento del nóctulo gigante. Se doctoró por la Universidad de Sevilla en 2007. Actualmente está vinculada a la Universidad de Berna.



Juan Manuel García-Ruiz (Sevilla, 1953) es cristalógrafo y profesor de investigación del CSIC en Granada. Fundador y director del Laboratorio de Estudios Cristalográficos. Además de sus contribuciones al campo de la cristalografía, tanto en aspectos fundamentales (minerales y origen de la vida, cristalización difusiva, proteínas, microgravedad) como en aplicaciones tecnológicas (es fundador de la empresa Triana Science & Technology) destacan sus estudios de morfogénesis natural, desde los patrones dendríticos a las formas del relieve. Es autor de numerosos artículos de prensa (la mayoría divertimentos científicos) y de divulgación y Premio Maimónides de Investigación 2005.



Manuel Garrido Palacios nace en Huelva (España). Escritor y realizador de cine y televisión especializado en filmes etnográficos. Con su película *Adivina adivinanza* obtiene el Golden Harp en Dublín (Irlanda) y con su serie *Raíces*, el Premio Nacional, el Ondas y otros. Autor de una treintena de libros sobre la tradición en los núcleos rurales, ha recopilado cuentos populares, romances, canciones, costumbres, etc. Como narrador ha publicado libros de relatos, viajes y novelas (Calima, Mallorca), una de las cuales, *El Abandonario*, editada recientemente en francés por L'Harmattan. Es Premio Borges de Narrativa en Los Ángeles (USA) por su obra *El árbol del futuro* y miembro de la Academia Norteamericana de la Lengua Española de Nueva York.



José A. Godoy se formó inicialmente como investigador en el área de la genética molecular de plantas. En 1997 se incorpora a la Estación con la responsabilidad de crear el Laboratorio de Ecología Molecular. Desde esa fecha ha estado coordinando el Laboratorio y colaborando con otros investigadores de la EBD para la incorporación de técnicas y marcadores moleculares en estudios que cubren un amplio espectro de problemas y grupos taxonómicos. Objetivos centrales de sus investigaciones han sido la inferencia de procesos demográficos y evolutivos a partir de la descripción de la variación genética en poblaciones naturales y el desarrollo y aplicación de ensayos moleculares para la identificación de género, individuos y especies a partir de restos como plumas, pelos o excrementos. Entre las especies que han sido objeto de su estudio se encuentran algunas de las más emblemáticas representantes de la fauna ibérica amenazada, como el quebrantahuesos, el águila imperial ibérica y el lince ibérico.



Carlos Ibáñez Ulargui es investigador científico del CSIC en la Estación Biológica de Doñana. Es el responsable del grupo de investigación de estudios de ecología y sistemática de quirópteros de este centro. En la actualidad desarrolla trabajos en diferentes líneas de investigación como evolución de murciélagos en el Mediterráneo occidental (con especial énfasis en las especies crípticas), diversos aspectos sobre la ecología y el comportamiento del nóctulo gigante (el único murciélago que caza pájaros mientras migran por la noche), conservación de murciélagos cavernícolas de Andalucía y aspectos relacionados con la salud humana (especialmente virus rábicos).



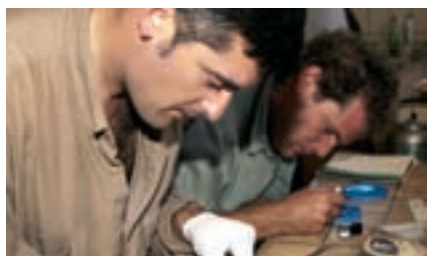
Rosalía Martín Franquelo, licenciada en Ciencias Biológicas y en Bellas Artes, ambas por la Universidad de Sevilla es, desde 1987, profesora de Métodos y Técnicas de Investigación aplicadas a la Conservación y Restauración de obras de arte en dicha universidad. La vinculación a Doñana (Estación y Reserva Biológicas) ha determinado su formación académica y andadura profesional, tanto como bióloga como en su vertiente artística. Ha trabajado, entre otras, en ecología y radiorastreo del tejón y como pintora, sobre todo, de la fauna. Desde hace una década forma parte del grupo “Morfología de la Naturaleza” de la Junta de Andalucía, que aborda el estudio del paisaje con planteamientos novedosos. Los resultados de su actividad investigadora y artística han sido reflejados en diversas publicaciones de ciencia y arte.



José María Montero Sandoval (Córdoba, 1963) es licenciado en Ciencias de la Información. Desde 1982 ha trabajado en diferentes medios de comunicación como periodista especializado en información ambiental. En la actualidad es director de “Espacio Protegido” (Canal 2 Andalucía) y autor de la serie “Crónica en verde” (*El País*). Director de documentales de naturaleza, rodados en España, Iberoamérica, África y Asia. Director del Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente. Entre otros galardones ha recibido el Premio Nacional de Medio Ambiente, el Premio Andalucía de Medio Ambiente, el Premio Fundación BBVA, el Premio Tomás de Aquino de la Universidad de Córdoba y el Premio a la Mejor Película Española en el Festival Internacional de Televisión y Naturaleza.



Benito Arturo de la Morena Carretero, doctor en Ciencias Físicas y diplomado en Ingeniería Ambiental, es director de la Estación Sondeos Atmosféricos del INTA en El Arenosillo, Huelva. Ha editado seis libros y participado en más de 200 publicaciones científicas. Delegado nacional en proyectos de cooperación científica de la UE, ha sido investigador principal en 28 proyectos y director de seis tesis doctorales. Primer director de la Agencia de Medio Ambiente en Huelva y experto del equipo consultivo de la Agenda Local 21 del Ayuntamiento de Huelva, es miembro de la Cofradía Internacional de Investigadores, subdirector del Máster de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huelva y Académico Numerario de la Comisión Gestora de la Academia Iberoamericana de la Rábida. Se le ha otorgado la Cruz del Mérito Aeronáutico con distintivo blanco (Orden 431/00199/96).



Juan José Negro se doctoró en Ciencias Biológicas en el año 1991 con una tesis sobre la ecología de poblaciones del cernícalo primilla y es en la actualidad investigador científico del CSIC en la Estación Biológica de Doñana. Ha desarrollado siempre sus investigaciones en el marco de la ecología animal y la conservación de la biodiversidad. Por lo que respecta a los taxones estudiados, los más importantes son las aves de presa, un grupo de especies con tamaños poblacionales reducidos y conflictos permanentes con las actividades humanas. Recientemente he realizado también trabajos sobre otras especies de aves, como la malvasía cabeciblanca, la perdiz roja y el ánsar común. Se define como ecólogo interesado en resolver problemas de conservación utilizando un enfoque multidisciplinar. Este planteamiento le ha permitido trabajar en áreas aparentemente poco relacionadas, como la ecología del comportamiento y la genética de poblaciones.



Francisco Palomares Fernández (Abla, Almería, 1962), licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad de Granada en 1985. Se traslada a Doñana para hacer el doctorado en Ciencias Biológicas, que completa en 1990 defendiendo en la Universidad de Granada una tesis sobre la ecología y organización social del Meloncillo, *Herpestes ichneumon*, L. en el Parque Nacional de Doñana. En 1994 ingresa por oposición en el CSIC, como científico titular en la Estación Biológica de Doñana, instituto donde permanece en la actualidad pero desde el año 2003 como profesor de Investigación. Director de cuatro tesis doctorales y supervisor de varios proyectos fin de carrera. Ha realizado numerosas investigaciones en Doñana y otros lugares de España, Argentina, Madagascar y Brasil. Ha publicado 80 artículos científicos en revistas especializadas, así como varios libros y monografías.



Cristina Ramo es doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad de Navarra. Ha sido profesora de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ, Venezuela) e investigadora del Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO, México). Actualmente es responsable de la Oficina de Coordinación de la Investigación de la Estación Biológica de Doñana (CSIC).



Mario Sáenz de Buruaga Tomillo, licenciado en Ciencias Biológicas. Dirige desde hace quince años la empresa Consultora de Recursos Naturales, S.L., pionera en estudios de investigación y gestión ambiental. Autor de publicaciones científicas, divulgativas y de formación, y de libros técnicos como *Reconocimiento de sexo y edad en las especies cinegéticas, la perdiz pardilla en España, Manual para el examen del cazador*, o de pensamiento como *Tejiendo la telaraña*. Ha dado más de 75 conferencias en universidades, másters, congresos, seminarios, etc.



Laura Serrano Martín es profesora titular de Ecología en la Universidad de Sevilla. Su investigación se ha centrado en la limnología de los ecosistemas acuáticos temporales de Doñana. En ella destacan los estudios sobre los procesos biogeoquímicos de los que dependen los ciclos de la materia orgánica y los nutrientes, así como los estudios sobre riqueza taxonómica de microcrustáceos y rotíferos en la comunidad del zooplankton. Recientemente ha contribuido en la publicación de varios trabajos de seguimiento sobre alteraciones en la alimentación freática de las lagunas desde 1989 hasta 2006 y su relación con la vegetación palustre.



Manuel Soler es catedrático en el departamento de Biología Animal de la Universidad de Granada donde imparte la asignatura Etología. Su labor investigadora, en sentido amplio, se basa en las estrategias reproductoras de aves, pero, muy especialmente, en el parasitismo de cría, habiendo publicado numerosos trabajos, tanto sobre el cuco y sus hospedadores, como sobre el críalo y su principal especie hospedadora, la urraca. Concretamente se centra en el estudio de las relaciones coevolutivas que existen entre los parásitos de cría y sus hospedadores, estando actualmente más interesado en esas relaciones durante el periodo de estancia de los pollos en el nido.

Prólogo

“Dios te libre, lector, de prólogos largos y de malos epítetos”, dijo en cierta ocasión don Francisco de Quevedo.

Pues bien, por lo menos en lo primero, estoy dispuesto a facilitarle la tarea, porque no pienso entretener a quienes abran este libro, ni con datos, ni con teorías, ya que sigo al respecto la opinión que exponía Mefistófeles al estudiante en el *Fausto* de Goethe:

*Grau, teurer Freund ist alle Theorie
Und grün des Lebens goldener Baum.*

“Gris, querido amigo, es toda teoría,
Y verde el dorado árbol de la vida.”

Así es Doñana: verde como el dorado árbol de la vida.
Espero que disfrute usted con la lectura de este libro, como yo lo he disfrutado.

CARLOS MARTÍNEZ-A.
*Presidente del Consejo Superior
de Investigaciones Científicas*

Conservar la biodiversidad

Llamamos biodiversidad al conjunto de la variedad de la vida en todos sus niveles de organización, desde los genes a los individuos, las poblaciones, las especies, las comunidades y los ecosistemas.

Pero la biodiversidad es más que la suma de los elementos que componen el mundo vivo. También son biodiversidad las relaciones entre esos elementos, los procesos ecológicos que hacen posible su existencia y los procesos evolutivos que los han originado.

Resulta sorprendente lo poco que sabemos sobre la biodiversidad. Por referirnos al número de especies, que parece lo más fácil de inventariar, se conocen algo más de millón y medio, pero se estima que existen entre diez y treinta millones, o quizá más.

Los seres humanos necesitamos a la biodiversidad más que ella a nosotros. La biodiversidad es responsable de que la Tierra funcione de una manera satisfactoria para nosotros. El entramado de la vida se ocupa de regular la composición de la atmósfera (y con ella, el clima), de depurar el aire y el agua, de hacer fértil al suelo, de evitar riadas y avalanchas, de polinizar las cosechas, de reducir las plagas, etc. Por todo ello es indispensable conservar la biodiversidad, hoy amenazada.



Escarabajos negros copulando.

Una curiosidad

¿A qué grupos pertenecen las especies que conocemos?

- 800.000 son insectos.
- 250.000 son plantas con flores.
- 115.000 son artrópodos no insectos.
- 70.000 son moluscos.
- 70.000 son hongos.
- 46.500 son vertebrados.
- 40.000 son algas.
- 40.000 son protozoos.
- 26.000 son plantas sin flores.

¡La mayoría son insectos, y gran parte de ellos son escarabajos!

Desde su origen, hace más de cuarenta años, la Estación Biológica de Doñana, instituto de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, dedica sus esfuerzos al estudio y la conservación de la biodiversidad. Ello incluye tanto la descripción de sus elementos y patrones de funcionamiento, como el análisis de los procesos ecológicos que la hacen posible y de los procesos evolutivos que la han originado y que siguen modificándola. Los conocimientos científicos adquiridos así constituyen la base en la que se apoyan los programas de conservación.

Primera parte
LA DIVERSIDAD



Hay dos formas de ver el mundo...

Planeta Tierra

- 4.650.000.000 años.
- 6.371 km de radio medio.
- 6.000.000.000 de hombres.
- 1 satélite natural: Luna...
- Distancia al sol: 149.503.000 km.
- 70'8% de superficie es agua.
- Circunferencia de su órbita: 938.900.000 km.
- Temperatura del núcleo: 6.650 °C.

Nuestra casa

- Formas.
- Color.
- Carácter.
- Hombres.
- Tamaño.
- Aire.
- Belleza.
- Texturas.
- Matices.

“Embárcate con nosotros en un viaje diferente al mundo de Doñana.”



Red de canales y esteros en las marismas
mareales de la Isla de Enmedio.

1. Formas

Doñana de las formas

Año tras año, el juego de la tierra y el agua rediseña el paisaje de Doñana con formas antaño consideradas caprichosas pero que hoy entendemos como la expresión canónica de la geometría fractal de la naturaleza. Esas formas —necesariamente por definición efímeras— son el resultado de la dinámica física de la marisma. Una dinámica rica en un contexto geológico

tan complejo y estructurado como el de los seres que la pueblan, y por eso también tan frágil y tan inestable.

Recordemos que simetría es la relación bella que existe entre el todo y cada una de sus partes o entre las partes del todo. Pues bien, no hay nada más bello en Doñana que las formas que la naturaleza dibuja en la marisma. Ni tampoco nada más vivo.



Araña lobo de Doñana.

2. Carácter

El carácter de Doñana

Doñana tiene el perfil de la casa donde habitaron los dioses. Y a semejanza de ellos, su rasgo principal es la indiferencia. Pase lo que pase dentro, allí pasa y dentro queda. Si el lince se aferra a la garganta del gamo y lo abate tras una carrera agotadora, no será tragedia, sino una secuencia más de la vida que late en sus límites, el parón de un pulso, la supervivencia de una especie y no por fuerza la desaparición de otra. Si un aguilucho lagunero se precipita hacia el brillo de la marisma y mata a un pato para alimentarse, no por ello Doñana adoptará un gesto serio o alegre, sino que continuará impassible dejando que las reglas dadas al principio de todos los principios se cumplan; algo superior a ella, a todo y a todos ya previó que nacieran escasas rapaces y cantidad de anátidas, pocos lince y muchos cérvidos. No

porque un meloncillo le destroce el cráneo a una serpiente se frenará el ritmo de la vida. Es como si todo lo vivo que naciera o cruzara Doñana tuviera asumido desde el inicio algo tan básico como que ella es un escenario mágico no para vivir en función de esto o de lo otro, sino para vivir, sencillamente para vivir, nada más que vivir hasta donde estire el cuerpo, a sabiendas de que el final del ciclo puede llegar en cualquier instante como parte necesaria de esa vida que se vive. Doñana marca carácter no sólo en los animales que guarda, sino en el ser humano que la roza, sea éste un cuidador, un vigilante, un doctorando o alguien que tuvo la fortuna de verla. Una visita puede salir de Doñana con la sensación de que una extraña grandeza le inundó el alma, o sin haber probado el halo misterioso que

Zorro en la Vera de Doñana.



exhala cualquiera de sus partes: marisma, corrales, lucios, dunas..., pero nunca saldrá con la impresión plana. Doñana le habrá dicho, sin pronunciar palabra, que buscara lo que buscara, ella nada más que podía darle lo que era, y que sólo el esfuerzo de un espíritu sensible sería capaz de empujar el postigo para admirar la hermosura oculta. Así, como es ella, tuvo que ser lo que nuestra especie perdió un día. Y ya desde entonces, Doñana, puro testimonio de todas las Doñanas posibles, adoptó para los tiempos venideros, el hoy puro y duro, la indiferencia de los dioses que la habitaban. Quizá no fuera más que un paso atrás ante la ambición desmedida que advirtió en el ser humano que la tomaba prestada. Quizá ése sea su carácter.



Camaleón cazando una libélula.



3. Tamaños

Tamaños en Doñana

Ser grande no siempre es beneficioso, sino que en determinadas situaciones es preferible tener un tamaño reducido. Mientras que en otras áreas europeas el periodo más duro del año es el invierno por sus bajas temperaturas, en el área de Doñana la estación más dura es el verano, que es extremadamente seco y caluroso, del que los anfibios se protegen enterrándose en lugares húmedos. En los ambientes áridos, los individuos más pequeños tienen menos requerimientos para su mantenimiento y corren menos riesgos de desecación.

En Doñana existen dos especies de tritones. El tritón enano o pigmeo (*Triturus pygmaeus*) se describió como especie en el año 2000, diferenciándose del tritón jaspeado (del que se consideraba hasta entonces como subespecie) por su menor tamaño

corporal. Entre los tritones pigmeos, se pueden destacar a los de Doñana, donde miden unos 7,5 cm (incluyendo la cola) y pesan unos 2 g, siendo los más pequeños de todo el área de distribución de la especie. El tritón ibérico (*Lissotriton boscai*) es de menor tamaño que el pigmeo, y también se caracterizan los de Doñana por la reducción de su tamaño corporal. Los diminutos adultos miden unos 5 cm de longitud total y sólo pesan medio gramo.

Pero, ¿por qué son tan pequeños en Doñana? En general, todos los anfibios de Doñana son más pequeños que los de otras áreas, por lo que el reducido tamaño es una característica de esta área que probablemente favorece la supervivencia de los individuos. El seco y largo verano reduce considerablemente su periodo de



Caballito del diablo.

actividad anual, y por tanto su periodo de crecimiento. En el caso de los tritones, la actividad comienza con las primeras lluvias otoñales, que a veces se retrasan incluso hasta el invierno. Se introducen entonces en las charcas recién formadas y permanecen en ellas hasta aproximadamente el mes de abril. A partir de entonces es muy raro verlos activos.

Los tritones de Doñana se pueden reproducir a partir de su primer o segundo año de vida, mientras que en otras localidades suelen iniciar su reproducción con edades comprendidas entre 3 y 5 años. Cuando los tritones son jóvenes tienen un gran crecimiento anual, pero una vez que se convierten en reproductores, su crecimiento es mínimo. Por ello, el adelanto de la primera reproducción es una de las principales causas de su pequeño tamaño que, por otra parte, les permite obtener un gran número de descendientes. La mayoría de los tritones pigmeos de Doñana tienen 2 y 3 años aunque algunos llegan a vivir hasta 10 años. En otras localidades, la mayoría tienen de 3 a 5 años y llegan hasta 12 años. La edad media de los tritones ibéricos de Doñana es 3,5 años y la máxima de 9 años, mientras que los tritones ibéricos de Galicia, por ejemplo, tienen una edad media de 5,6 años con una longevidad máxima de 10 años.



Larva de tritón enano o pigmeo de Doñana.

El hecho de que su periodo de actividad coincida casi completamente con la reproducción, limita todavía más su capacidad de crecimiento anual. La inversión en reproducción es tan grande que las hembras, que alcanzan mayor tamaño que los machos, no se reproducen anualmente, sino que alternan años en los que se reponen de sus depauperadas condiciones físicas.

En Doñana, ser diminuto puede ser una enorme ventaja.



Caño de Martinazo.

4. Belleza

Belleza en Doñana

Concretar la belleza, tratar de atraparla en una definición que establezca las condiciones que la hacen posible, es un empeño al que, desde hace siglos, se dedican, con desigual fortuna, artistas, filósofos, teólogos y hasta físicos. Desde los más fríos parámetros objetivos, que los clásicos llamaron armonía o proporción, hasta el cálido y subjetivo universo de los sentimientos, en donde la belleza es el motor invisible de algunos de nuestros más primitivos placeres, hemos aplicado un sinfín de lentes tratando de enfocar un elemento borroso, difuso, esquivo..., pero esencial.

Con frecuencia nuestra mirada, inquisitiva, se dirige a la naturaleza, donde el hombre siempre ha convivido con la belleza, quizá porque ambos nacieron al unísono (¿es posible la belleza antes de que en ella se pose

nuestra mirada?). Los seguidores de la conocida como hipótesis de la biofilia no dudan en afirmar que los millones de años durante los cuales hubo un estrecho contacto entre los humanos y la naturaleza han inculcado en el *Homo sapiens* una profunda necesidad emocional congénita de sumarse al resto del mundo de los seres vivos, aspiración cada vez más difícil de consumir en el teatro urbano y post-industrial. La belleza sería, así, el reclamo del paraíso perdido, la llamada de un mundo que nos es propio y hemos convertido en ajeno.

A diferencia de lo que ocurre con alguno de los múltiples objetos hermosos que el hombre es capaz de crear, la belleza que nos sorprende en el ordenado vuelo de una bandada de gansos, en el sonido del viento sobre las dunas, en el lento discurrir del sol en

un crepúsculo junto al mar o en el azote de la lluvia sobre el perfil húmedo de la marisma no necesita de explicaciones. Podemos percibirla sin saber nada a cuenta de lo que estamos contemplando. Podemos prescindir de la razón, y hasta de la memoria. Algo, profundo y antiguo, nos dice que ahí habita la belleza y, a veces, también nos advierte de su enorme fragilidad.

¿Qué perdemos cuando desaparece esa clase de belleza? Lo único que realmente perdemos es lo que no somos capaces de sustituir. Por eso, la muerte de un ser querido nos provoca el mayor dolor. Y un dolor parecido debería producirnos la desaparición de la belleza que palpita en la naturaleza, porque perdemos lo irreproducible, lo inimitable. Seamos sinceros: hasta ahora no hemos conseguido desentrañar, y comprender, la densa maraña de vínculos y equilibrios que hacen posible el más simple de los ecosistemas. La naturaleza desconcierta a la ciencia y a la tecnología, al arte y a la filosofía, a cualquiera de las herramientas con las

que el hombre trata de convertirse en creador, porque es un infinito juego de contradicciones, una enorme paradoja, que no admite copias, en donde conviven la armonía y el caos, la proporción y la desmesura, la perfección y el error, lo absoluto y lo incompleto, lo permanente y lo efímero.

Doñana es uno de esos pocos escenarios donde, a pesar de la intervención humana, esta paradoja, irresoluble, se muestra con mayor intensidad. Y, además, es perceptible tanto para el observador cualificado como para el visitante ocasional de más sencilla mirada. Ni uno ni otro son capaces de permanecer ajenos a la belleza que nos regalan estas tierras en donde la vida se multiplica libre de cánones y definiciones, sencillamente fiel a sí misma. Como si el hombre nunca hubiera existido ni hubiera puesto sobre ella su torpe mirada y, sobre todo, su ciego afán de destrucción.

¿Qué perdemos cuando desaparece esa clase de belleza?





Dormidero de buitres leonados en la Vera.



Alcatraz con cuerda de pesca enredada en el pico.

5. Doñana maculada

“Hoy que la miro ya desde lejos, es cuando comprendo que se trataba de un paraíso, porque en este mundo no existen más paraísos que los perdidos.” Así Llorenç Villalonga muestra el dilema que se nos plantea al entrar en contacto con esos rincones privilegiados del planeta en donde la naturaleza se manifiesta con belleza sobrecogedora. De modo intuitivo los consideramos prácticamente intocados, inmaculados, casi perfectos, cuando en realidad están sujetos a profundos cambios, tanto naturales como antrópicos, que con el tiempo los hacen “degradarse” bajo la imagen fija de la emoción de nuestros recuerdos. Y es que cuesta trabajo admitir la existencia de “mácula” en lugares tan singulares y agrestes como Doñana —“un fragmento de salvaje soledad africana, un paraíso terrestre”, al decir de Chapman y Black—; y aun

más que muchas de esas perturbaciones sean consustanciales con su esencia.

El territorio de Doñana ha padecido muchas vicisitudes que con mayor o menor fortuna la han marcado hasta configurar su carácter singular y diverso. Fue laguna estuarina, el *Lacus ligustinus* del periodo clásico, que con el tiempo se colmató para convertirse en marjal marismefío y en estepa salina. Más adelante, en el siglo XVIII, se desarrolló el renombrado sistema de dunas móviles, tan identificado con la imagen natural de este paraíso, y que sin embargo tuvo su probable origen en la movilización de arenas hasta ese momento fijas, propiciada por cambios de uso del territorio. Con la irrupción de las modernas tecnologías se posibilitó la puesta en valor de unos recursos hasta ese momento “ociosos” y con ella se transformaron decenas de



Lince matado en el curso de una cacería en los años 40 del siglo XX.



Ánsar muerto por choque contra una valla de la marisma en La Madre.

miles de hectáreas en arroz, plantaciones forestales, cultivos, urbanizaciones y explotaciones mineras de fuerte impacto ambiental.

Pero también, al amparo del desarrollo, se han acometido proyectos paradigmáticos que buscan recuperar la armonía y lealtad perdidas con la naturaleza: iniciativas como la recuperación de las masas forestales y de los humedales del

Abalario, el Corredor Verde del Guadiamar o Doñana 2005 son nuevas máculas que se incorporan a la larga lista de sucesos acontecidos en este dilatado y viejo territorio. Nos alumbran un nuevo diálogo bajo los principios de la gestión ecológica. Y es que, sin aniquilar ni despreciar el ayer, hay que ser capaces de conservar aquella esencia que tuvo la virtud de crear ese hoy mejor.



Río Guadamar cubierto por los lodos procedentes de la mina de Aznalcóllar, en abril de 1998.

Zorro en las dunas de Doñana.



6. Matices

Los matices de Doñana

La naturaleza en Doñana está llena de rasgos poco perceptibles que le dan su carácter determinado; es decir, está llena de matices. Aunque el visitante esporádico de Doñana puede ver muchas “cosas”, seguramente deja sin admirar bastantes matices. Decía el gran ecólogo Ramón Margalef que, aparte de las especies, los ecosistemas contienen información difícilmente perceptible. Los ecosistemas contienen matices; y Doñana tiene muchos. Son los elementos esenciales de la biodiversidad porque de ellos depende. Por ejemplo, las interacciones entre especies (quién come a quién, quién parasita a quién, quién depende de quién); o la cantidad de variación genética que alberga una población determinada; o la diversidad bacteriana asociada a las raíces de las plantas; o la cantidad de historia evolutiva

(en millones de años) que hay en las especies endémicas de Doñana.

Las especies no están aisladas en la naturaleza: interaccionan entre ellas y con su ambiente. Por eso la biodiversidad es más que el número de especies de una comunidad. Depredación, mutualismo, parasitismo son interacciones frecuentes y la persistencia de los ecosistemas naturales precisa que éstas se conserven, no sólo las especies que las protagonizan. ¿Cuál es el tamaño del acervo genético de las especies de Doñana? (es como si nos preguntásemos cuántos colores diferentes alberga el Museo del Prado). Pero, ¿cómo podremos salvaguardar la mirada de matices que albergan los ecosistemas?

Comprendiendo mejor estos “matices” de la biodiversidad prediciremos mejor las consecuencias



Adulto de hormiga león.



de la extinción de una especie animal, por ejemplo, un insecto polinizador de las flores: ¿acarreará la pérdida de las especies de planta que dependen de ella? La extinción de una especie lleva consigo la pérdida de un



patrimonio biológico insustituible, un acervo genético fruto de miles de años de evolución. Pero también representa la pérdida de los matices que son la arquitectura de la biodiversidad.



Cópula de típulas.

7. Sexo

Sexo en Doñana

Brota sin aviso en el escenario natural el anhelo de la permanencia, el deseo de donar la doble hélice, ésa que delata los crímenes en el bullicio de la urbe a la vez que permite que unos sean unos, éstos sólo éstos y aquéllos exclusivamente aquéllos.

Chocan los élitros del torpe caparazón en un equilibrio acorazado de antenas y patas aserradas, se abrazan los nervios de las alas menudas, transparentes unas, coloreadas otras, en un magma entomológico que arrulla al río y a la hierba, que patrulla la marisma y el monte en busca de un palo de amor, de una espiga amiga, de una piedra milenaria. Minúsculos seres que se estremecen en el orgasmo de la primavera y que intuirán que esos segundos enhebrados y placenteros traerán la eclosión de millones de huevos anidados en ramas, hojas, cortezas, paredes... Sí, claro, lo

pequeño bajo la bandera del placer. Una estúpida vanidad del bípedo la de pensar que ese amasijo amoroso de escasos miligramos no siente lo mismo que nuestro aparatoso choque de cuerpos. Lo pequeño, qué grande.

Y lo grande, qué espectacular. Se oye el bramido del venado en el Coto, y las astas chocan entre cuerpos ardientes de monta; el esperma hierve, la competencia es grande y quedan pocos días para donar los genes. Si hay fracaso, no hay nueva oportunidad hasta el otoño siguiente. Qué euforia y qué cruel a la vez tanta pasión para tan poco tiempo; cuánta competencia para tan excepcional acto. Las vulvas y cloacas están preparadas, han elegido bien y se comprobará al cabo de poco tiempo, ése que la Naturaleza ha preparado entre el sexo y su éxito.

¿Quién dijo que los ángeles no tienen sexo? Entonces no existen.



Huella de víbora hocicuda en las dunas.

8. Miedo

El miedo en Doñana

Tanto miedo puede provocar un congénere (del que pueden esperarse ataques mortales) como un predador al que se puede servir de alimento. El miedo como estado motivacional es desencadenado por estímulos de peligro y se expresa principalmente con actos defensivos o de huida. Aunque se puede reaccionar de esta forma a estímulos completamente nuevos, con frecuencia se aprende a distinguir unos estímulos de otros, en base a menudo a la sensación de dolor o estrés por parte del sujeto que sufre la experiencia. La oportunidad de los animales jóvenes para explorar y jugar con una variedad de estímulos es condición para el desarrollo de miedos adaptativos, es decir, útiles al sujeto que los vive.

Una vez establecido, con o sin experiencia previa, el miedo se acompaña de cambios en la actividad

del sistema nervioso autónomo, manifestándose en incrementos de la tasa de latidos cardiacos, tensión arterial, movimientos respiratorios y de actividad intestinal. Pueden asimismo presentarse exhibiciones particulares de miedo, tales como expresiones faciales, piloerección (“carne de gallina”), sonidos de alarma y terror, agresión o inmovilidad extrema (“hacerse el muerto”).

La huida, la respuesta típica al miedo, ocurre en los distintos animales a distancias relativamente fijas del estímulo de predación. Así, las aves de Doñana presentan una gradación en la respuesta a la presencia humana que se extiende desde una distancia al peligro de menos de 20 metros para el chotacabras, a más de 150 para la garza real. Además, el grupo ayuda a la detección de peligro, y una perdiz



Víbora hocicuda.

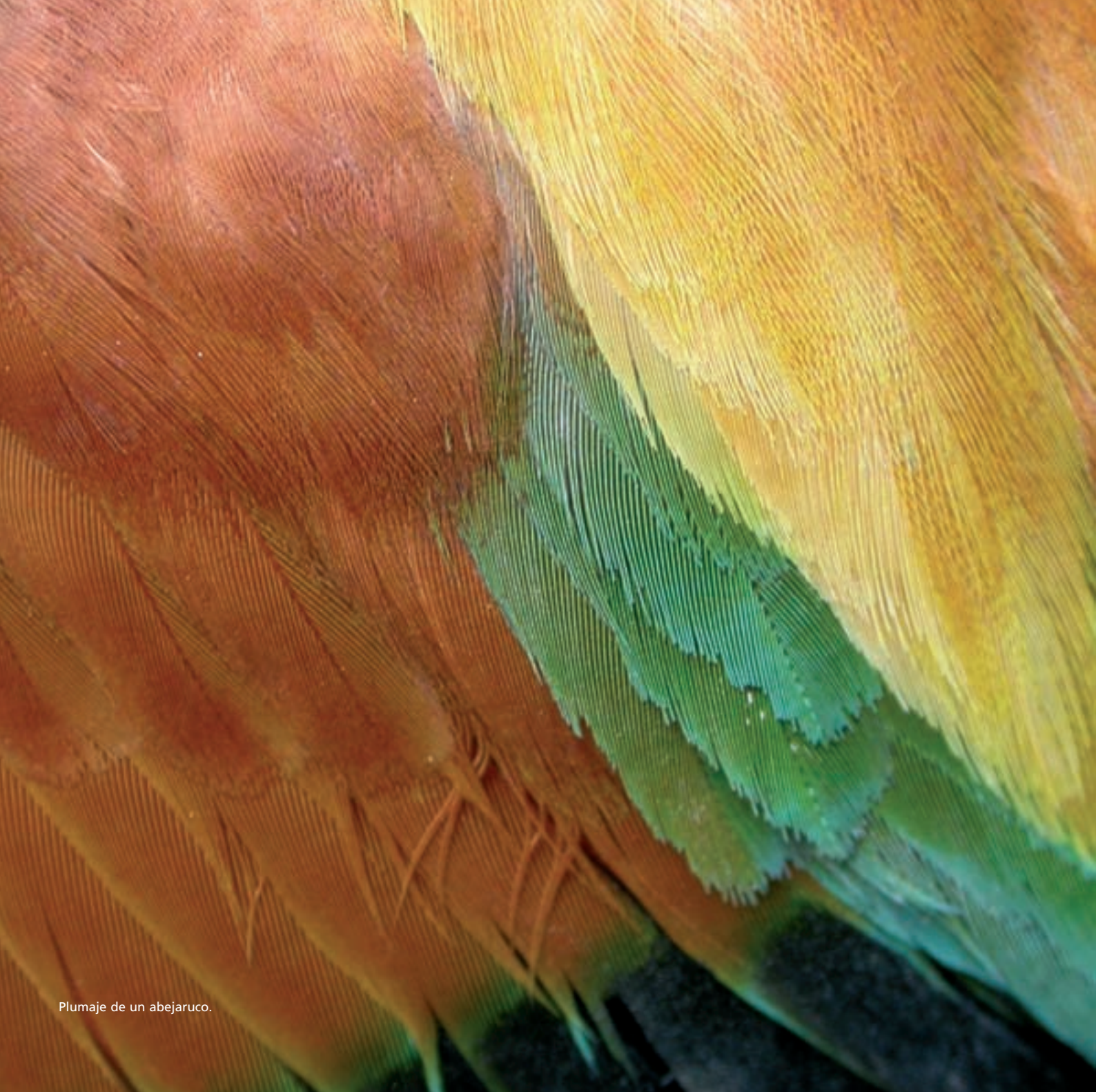
solitaria puede huir a menos de 60 metros de un humano, mientras que si el bando se compone de 20 perdices, el peligro se detectará, y el bando huirá a más de 150 metros.

Pero la huida ante el peligro puede conllevar una defensa. Así lo practica el alzacola cuando ha de defender los pollos de su nido contra algún predador. La pareja de alzacolas, con 20 gramos de peso, no podrá enfrentarse a un humano, un perro, gato, o una serpiente o lagarto. De ahí que, ante su presencia, el alzacola huya de manera controlada, apartándose sólo a una corta distancia del nido, al tiempo que emite sonidos (de tres tipos, denotando mayor o menor peligro) que delatan su presencia y exhibe, subiendo y bajando, su llamativa cola mientras el predador lo sigue. Así consigue con frecuencia desorientar al atacante respecto a la localización del nido y salvar a sus polluelos.

Un miedo más complejo, de complicidad con el propio predador, lo presentan algunas especies presa. Ante el peligro (un aguilucho, por ejemplo), las gallinetas y calamones de Doñana mueven su contrastada cola de tal forma que le comunican el hecho de que su presencia ha sido detectada, o que su buen estado físico le permitirán huir sin dificultad. El predador sabe que el ave vigilante o bien dotada no será presa fácil y evita el ataque.



Zorro capturado para su estudio biológico.



Plumaje de un abejaruco.

9. Color

El color en Doñana

Doñana es una policromía. Siempre y cuando esté bañada por la luz del sol. Y Doñana es una tierra para visitar de día. Entonces observaremos los contrastes entre el monte blanco y el monte negro; entre los pinos, las dunas y el mar. La belleza de la aldea rociera reflejada en las aguas de la marisma. Y no nos olvidemos del cielo: azul y blanco, gris plomo, rojo al atardecer. A diferencia de la mayoría de los mamíferos, somos seres profundamente visuales y nos relacionamos con nuestro entorno usando los ojos. Es quizá nuestro sentido más querido por necesitado. El que nos proporciona más cantidad de información. Los colores del cielo nos marcan las horas, los de la vegetación nos revelan las estaciones y la tez de nuestros amigos, su estado de ánimo o su salud.

Los humanos no somos los únicos que sacamos partido del color. El de las flores, que pareciera destinado a emocionarnos, en realidad tiene la misión de atraer a polinizadores específicos. Pero las plantas, hay que recordarlo, no pueden ver sus propios colores...

En Doñana, como en el resto del planeta, las aves son quizá el máximo exponente del color. Manchas móviles que cambian un paisaje —y basta pensar en los destellos escarlatas de un bando de flamencos—. Ahora sabemos que el color es su más sofisticada herramienta de supervivencia. Lo utilizan para camuflarse en el medio, para protegerse de los dañinos rayos ultravioleta o, en su vertiente más refinada, para comunicarse entre congéneres o incluso entre especies.



Siendo ave, el color sirve tanto para que no te devoren (porque no te detectan) o para exhibirte (porque necesitas conseguir pareja). En algunas especies ambos atributos están presentes en el plumaje del mismo individuo, el brillo escondido en las alas plegadas. En otras, la coloración puede cambiar estacionalmente. Como el blanco de las gacillas bueyeras o las espátulas, que se tiñe de rojo o naranja durante la época de celo.

El color, y los patrones que con ellos fabrican en sus tegumentos algunos animales, entre los que se encuentran mariposas y de nuevo las aves, es también en ocasiones un instrumento para el engaño. Mariposas que desplegando las alas muestran en ellas ocelos que las convierten en amenazadores búhos. O alcotanes con falsos ojos en la nuca para despistar a las rápidas golondrinas y así poder cazarlas con más facilidad.

Arco iris en la Pajarera de la Fuente del Duque.





Bando de flamencos en el Lucio del Membrillo.

10. Conjuntos

Doñana en sus conjuntos

Cuando pensamos en el concepto de biodiversidad a menudo nos imaginamos a los centenares de especies, o a los miles de individuos de flamencos, ánsares y otras especies que llenan los cielos de Doñana. Pero este espacio natural, como cualquier ecosistema rico, es una amalgama de conjuntos de hábitats, de individuos y de especies. Aunque en nuestras imágenes sólo veamos individuos agrupados, éstos están interrelacionados entre ellos como las piezas de un gigantesco mecano.

Las especies de un ecosistema complejo como Doñana interactúan formando redes complejas de dependencias mutuas. Por ejemplo, las redes tróficas determinan quién come

a quién y describen la complejidad de una comunidad. Estas redes de dependencias entre especies son como el pegamento que mantiene unida a toda la comunidad. Constituyen la arquitectura de la biodiversidad, determinando en gran medida cómo las especies persisten y responden a perturbaciones. Por ejemplo, ¿cuál es la consecuencia de la reducción de una especie debido a la sobrecaza o a la destrucción de su hábitat? ¿Afectará exclusivamente a unas pocas especies o iniciará una cascada de efectos secundarios? ¿Veremos los mismos bandos surcar los cielos con la llegada del otoño? Con las actuales tasas de extinción acelerando rápidamente y constantemente, ésta es una pregunta importante.



Flamencos criando en los Vetones del Burro.





Liberación de un papamoscas cerrojillo tras su anillamiento científico.

JUAN LUÍS ARSUAGA

11. Hombre

Doñana y el hombre

De repente, por sorpresa, nuestra tierra, la vieja Europa, se llenó de alma: se animó. Las rocas, los ríos, el mar, los árboles, los seres animales y, más arriba, las nubes, el sol, la luna y las estrellas se dirigieron al hombre y le hablaron a través del viento. Después de tanto tiempo de existencia, hallaron por fin a alguien que entendiera su mensaje y le contaron sus historias: algunas tiernas, otras terribles. Pero el hombre encontró en la naturaleza a su aliada, una madre que le guiaba en sus afanes

para sobrevivir en un clima muchas veces hostil. El ritmo de las estaciones y el comportamiento de los animales tenían por fin una explicación: era posible entender los fenómenos naturales y predecirlos.

Y el territorio se pobló de nombres: Lucio del Lobo, Lucio de los Ánsares, Los Mimbrales, Arroyo de la Rocina, Guadamar, Los Caracoles, Las Pajareras, El Acebrón, Marisma de Hinojos, El Acebuche, Las Marismillas, La Plancha, Doñana...

Espátula.



12. Aire

Doñana y el aire

¿Alguien se imagina las marismas del Guadalquivir sin aves? Una marisma repleta de pájaros venidos desde varios continentes: eso es, en buena parte, la imagen a la que muchas personas asocian al nombre de Doñana. Unas especies vienen, otras se van y muchas se quedan temporalmente llenando todos los espacios y, como se suele decir, creando paisaje. Pero, este “paisaje” no es ahora el mismo que hace treinta años; no sólo porque la marisma ya no es la misma, cosa que todo el mundo sabe, sino también porque nuevas especies recién llegadas han dado un vuelco espectacular a las comunidades de aves marismeñas desencadenando procesos ecológicos cuyas consecuencias no hemos hecho más que empezar a vislumbrar. Déjenme que les hable de una de estas especies, que no tiene plumas, pero sí coraza y diez patas.

Después de que en 1973 el cangrejo rojo americano comenzara su expansión por las marismas, sus números se han hecho astronómicos, al amparo de unas condiciones ambientales propicias. Las consecuencias ecológicas han sido dramáticas: nada menos que 34 vertebrados predadores (aves) incluyen hoy en día al cangrejo en su dieta, en ocasiones en proporciones muy altas. La gran rentabilidad de esta presa ha supuesto también que se dé una respuesta numérica en varias especies de modo que la llegada del crustáceo es probablemente responsable o corresponsable de los incrementos observados en las poblaciones de garzas, moritos, cigüeñas blancas, fumareles y pagazas, entre otros. Pero, por el contrario, la destrucción que el cangrejo hace de la vegetación subacuática tiene también consecuencias que se



Cigüeña blanca.



Garza real.

sospechan muy negativas para otro grupo de especies, entre las que se encuentran, por ejemplo, fochas y algunas especies de patos.

Así pues, la marisma de hoy no es la que veíamos hace tres décadas no sólo porque la hemos, en buena

parte, transformado, sino porque las nuevas especies que nosotros mismos hemos traído han cambiado, irreversiblemente, muchos aspectos del funcionamiento de los ecosistemas. Las aves no escapan a ello y, aunque siguen y seguirán,

adornando los cielos de Doñana, no serán las mismas. A nosotros nos toca conocer el alcance de estos cambios y sus repercusiones en la conservación de las especies y los espacios que, como podrán suponer, no van a ser desdeñables.

Cachorro de zorro.



13. Infancia

Infancia en Doñana

Prácticamente la totalidad de los seres vivos pasan por una etapa en la que, tras su nacimiento, tienen que completar su desarrollo hasta llegar a ser capaces de reproducirse. Este periodo tiene una importancia vital ya que es cuando los individuos son más vulnerables a los múltiples peligros que los acechan. De hecho, la gran mayoría de los inmaduros o juveniles muere antes de llegar a adultos. Las dos principales amenazas que tienen que superar son la falta de alimento y los depredadores. En muchas especies, los inmaduros dependen exclusivamente de sí mismos para sobrevivir, pero en otras en las que existen cuidados parentales (principalmente aves y mamíferos), los jóvenes cuentan con la inestimable ayuda de sus padres que los cuidan, alimentan y defienden. No obstante, éstos también tienen que pasar

un periodo juvenil tras la emancipación, en el que todavía son muy vulnerables y tienen una mortalidad muy elevada.

Existe una especie de ave muy particular en la que los jóvenes necesitan cuidados parentales pero sus padres no se los proporcionan. Se trata del críalo (*Clamator glandarius*), cuyos pollos nacen desvalidos y necesitan los cuidados de individuos adultos. Al igual que el cuco, es una especie parásita de cría, que pone sus huevos en los nidos de otras especies, principalmente la urraca (*Pica pica*), con lo que las hembras de críalo evitan tener que alimentar y cuidar de sus hijos, pero eso sí, se preocupan de proporcionarles unos padres adoptivos eficaces y comprometidos. De esta forma, los pollos de críalo tienen solucionada la primera fase de su desarrollo. Durante su estancia en el nido son alimentados



Polluelos de mochuelo.



Niños en Doñana.

y cuidados por sus padres adoptivos que llegan a alimentarlos, incluso dándoles preferencia frente a sus propios hijos. Pero, ¿qué ocurre durante la segunda fase del desarrollo, la que tiene lugar después de abandonar el nido? Las urracas, al igual que otras especies nidícolas, continúan cuidando y alimentando a sus pollos volantes mientras éstos van aprendiendo a conseguir su propio alimento durante un periodo de tiempo similar al que han permanecido en el nido, es decir, en este caso, aproximadamente unos veinticinco días. Sin embargo los críalos, cuando son polluelos volantes, son bastante especiales, no conociéndose ninguna otra especie con su comportamiento. En primer lugar, nunca intentan conseguir alimento por sí mismos, continúan pidiendo a sus padres sin cesar. En segundo lugar, el periodo de dependencia como volantes es extraordinariamente largo, ya que llega incluso a superar los tres meses en el caso de los primeros en abandonar el nido, puesto que siguen dependiendo de las urracas hasta que comienzan su viaje hacia África a principios del verano. Tercero, pasan de sus padres adoptivos, ya que normalmente abandonan su territorio para juntarse con otros pollos de su misma especie con los que forman grupos pequeños (entre dos y seis individuos) que se mantienen en una

Polluelo de avoceta.



zona concreta, aunque amplia, durante todo el tiempo. Por último, lo más extraño y llamativo de todo es que cada pollo de críalo no es cuidado sólo por las urracas que lo criaron en el nido, sino que es un grupo de urracas en conjunto el que alimenta al grupo de críalos. Cuantos más críalos volantones hay en un grupo, más urracas se encargan de su alimentación, pero esto no quiere decir que sólo los padres adoptivos estén participando en el cuidado de estos volantones, algunas de las urracas que alimentan a los críalos no fueron sus padres adoptivos, es decir, los pollos de críalo consiguen que otras urracas ajenas se unan al grupo de cuidadoras.



Cachorro de lince ibérico. Programa de Conservación Exsitu.



14. La Doñana transformada

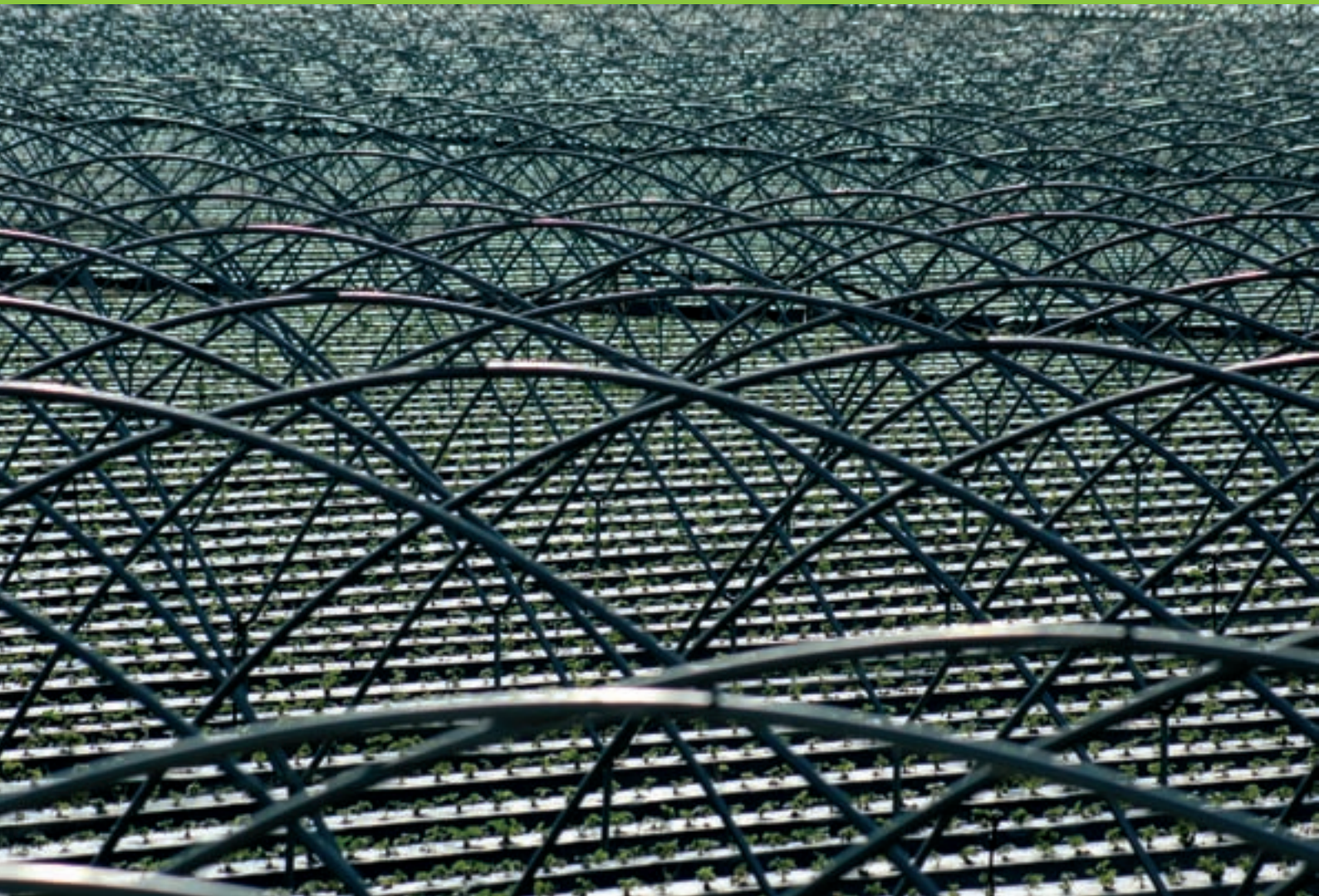
La transformación del paisaje en Doñana

La percepción del territorio, de su medio ambiente, de los organismos que lo habitan, de las personas que allí viven, de los procesos que los articulan y de su historia constituye su paisaje.

Determinadas cualidades del territorio de Doñana han sido percibidas con mayor intensidad en ciertos momentos de su existencia. El recuerdo de esas percepciones ha quedado fijado en la memoria de las gentes que se han relacionado con Doñana. Así, la esterilidad de sus arenas, la inaccesible marisma, el paludismo endémico y su posición extrema en la geografía española, hicieron que este espacio fuera percibido como improductivo, malsano y remoto. Doñana fue de esta forma un lugar aislado y olvidado, una planicie escasamente arbolada donde campeaban

a sus anchas animales que se fueron haciendo escasos en las tierras “civilizadas” y un humedal inabarcable que recibía cada año cantidades ingentes de aves. Todo usado sólo por unos pocos: los privilegiados, que llegaban a Doñana a divertirse en sus cacerías, y los marginados, que encontraban en estas despobladas tierras refugio donde poder subsistir.

Hacia la mitad del siglo XX esta percepción cambió. Políticos y gestores buscaron en las modernas prácticas agrícolas y forestales la solución a la penuria económica en que España se debatía. De esta forma, las estériles arenas de Doñana, gracias a los cultivos forestales de crecimiento rápido, se convirtieron en anuncio de progreso, y la inhóspita marisma, a través de un plan que remediaría las malas cualidades de sus suelos, en el paradigma de la nueva



Cultivos de fresa bajo plástico en Doñana.

agricultura española. Parte de sus arenas fueron ocupadas por cultivos de eucaliptos y parte de su marisma fue desecada tras cuadricularse en una red de canales. El territorio de Doñana comenzó a poblarse; en esos momentos ciertos lugares (Abalarío, Cabezudos, Pequeña Holanda, Villa Franco, Casa Bomba, la FAO, etc.) fueron sinónimo de desarrollo.

Algunos años más tarde, José Antonio Valverde, desde una perspectiva científico-conservacionista, observó la fuerza que la naturaleza tenía en Doñana; percibió la integridad de sus ecosistemas, la singularidad de este espacio, uno de los últimos reductos de la vida salvaje en Europa, y realizó la ardua tarea de divulgar sus cualidades para que la excepcionalidad de este territorio fuera percibida. Primero por las élites científicas y naturalistas, y luego por políticos y gestores.

A finales del siglo XX, en España y en otros lugares del mundo, el término Doñana era ampliamente conocido y se identificaba con un espacio natural privilegiado, donde se desarrollaban las nuevas experiencias de conservación.



Salinas abandonadas en Doñana.

En la actualidad, es éste el paisaje percibido por la mayoría de la gente que visita Doñana, si bien, todas estas percepciones han ido abriendo nuevas ventanas que permiten atisbar otros paisajes y de esta forma, para muchas personas Doñana tiene también otros matices: centro de investigación, camino de peregrinos, lugar de ocio, de educación, territorio literario..., y mucho más.



15. Símbolos

Doñana, símbolos de ida y vuelta

Difícilmente se hallará símbolo más perfecto que la palabra, las palabras. Piensen en las voces madre, o amor, o casa, o luz. ¡Qué poca cosa son (tres, cinco signos) y cuánto, sin embargo, representan! Los naturalistas conocemos muy bien el poder de las palabras. Por eso hemos inventado el término biodiversidad, por ejemplo, capaz de transmitir de forma simbólica a muchas personas tanto la enorme variedad de vida en la Tierra, como la rareza y el consiguiente peligro de extinción de muchas especies, la necesidad de modificar nuestros hábitos de vida, lo poco que sabemos del funcionamiento de la biosfera pese a depender de él, etc. Por supuesto, la propia Doñana es hoy un símbolo, en el sentido de que, bajo esa denominación, se esconde y representa mucho más de lo que es el espacio físico y biológico que llamamos

Doñana. Mencionando a Doñana invocamos, entre otras muchas cosas, la lucha por la conservación de la naturaleza (no sólo en España, sino en el mundo), la supervivencia de los últimos rincones salvajes en los países desarrollados, el conflicto entre el desarrollo económico y el respeto por el medio ambiente, algunas devociones y modos de vida tradicionales, etc. Pero Doñana, a su vez, precisa de símbolos cuya sola mención, o cuya imagen, nos traiga a la cabeza al paraíso natural. Símbolos de Doñana son las dunas, o los alcornoques cargados de garcetas y espátulas, o el lince, o las lagunas... Tropezamos así, sin darnos cuenta, con los símbolos de ida y vuelta. El lince y las pajareras, como paradigmas de la vida salvaje que son, forman parte indisoluble de la Doñana simbólica; pero al mismo tiempo, pajareras y



Frente dunar activo en Doñana.

lince son, a su vez, símbolos de Doñana. Podríamos decir que se alimentan mutuamente, todos aprovechan de todos para crecer.

¿Es eso una simbiosis? Resulta bonito pensar que cooperando se puede llegar más lejos que peleando con cajas destempladas.



Lince ibérico.



Playa de Doñana.

16. Agua

Doñana y el agua

Doñana es agua. Desde el aire vemos una lámina uniforme de agua que cubre la marisma. Las arenas se encuentran encharcadas casi por completo y chorrean agua por su contorno. Bajo el suelo, los intersticios de la arena están repletos de agua. En la superficie, dos metros de agua sobre miles de hectáreas inundadas: una enorme extensión de vida. El mismo elemento que unifica y conecta esta extensión también la separa y diversifica. El agua es un solvente universal: desde que cae del cielo, fluye por la superficie o aflora desde el subsuelo, arrastra y disuelve infinitas sustancias. No hay dos gotas de agua iguales. Por eso en Doñana no hay dos cuerpos de agua iguales: desde arroyos turbosos hasta salinas, pasando por litorales mareales, barrancos con caños de agua dulce junto a la playa, pastizales inundados, cauces de distintos

orígenes y charcas de todos los tamaños. Aún más sorprendente es que la mayoría de estos cuerpos de agua funciona de forma distinta cada año atendiendo a la variabilidad hidrometeorológica que caracteriza nuestro clima.

La extraordinaria variedad de sistemas acuáticos de Doñana se puede simplificar en dos grandes grupos según el tipo de sustrato que se inunde, bien sea la marisma o las arenas. La composición química de estas aguas varía en función de multitud de factores cuya importancia relativa también es variable. La mayor o menor distancia al mar hace que la lluvia aporte una cantidad diferente de sales provenientes del *spray* marino; la evaporación concentra las sales disueltas, pero su efecto es mayor si la cubeta donde queda retenida el agua es plana



Caño de Martinazo.

y somera que si es angosta y tiene una superficie sombreada; la descarga freática del subsuelo varía dependiendo de su localización y de la mayor o menor infiltración de lluvia en las arenas a lo largo de meses, incluso, años.

La capacidad del agua para disolver sustancias a su paso por el aire, el suelo o la vegetación depende tanto de reacciones físico-químicas como de procesos biológicos que se entrelazan a ritmos distintos. Al final las aguas reflejan el pasado y el presente de la



Ciervos en la Laguna Dulce.

cuenca por donde han circulado. De ahí la necesidad de conservar tanto lo que vemos como los procesos naturales que no vemos, pero de los que depende la fauna y la flora. Estos procesos interaccionan entre sí y actúan a diferentes escalas de espacio y tiempo. Una lluvia breve, pero intensa, puede superar la capacidad de infiltración de la arena y formar una lámina de agua en arroyada que baja hasta las depresiones húmedas solubilizando una gran cantidad de sustancias nutritivas

de los suelos y de la vegetación adyacente. En cambio, cuando el agua aflora, el ión ferroso, hasta entonces disuelto en el subsuelo, se oxida fácilmente sobre el sedimento formando una fina capa rojiza. Los nutrientes que llegaron con la arroyada quedan atrapados en esta capa y, lentamente, serán devueltos al agua.

La carga de sustancias que llega hasta la marisma, transportada por el agua, depende de procesos que tienen lugar en toda la extensión de la cuenca:

como la sedimentación, eutrofización y contaminación por metales pesados. A veces, estas sustancias llegan de forma difusa, como el nitrato, que se acumula en los lechos aluviales de los ríos y arroyos que drenan suelos agrícolas. Otras veces llegan de forma más directa a los cauces, como los vertidos urbanos sin depurar (o depurados de forma incompleta). Por eso es necesario mantener el valor ecológico de la cuenca entera si se pretende conservar los sistemas acuáticos que en ella se ubican.



Salamanquesa.

17. Sorpresa

Doñana sorprendente

A 37.1 grados de latitud norte y 6.7 grados de longitud oeste, a una distancia aproximada de 4.187,1188 km del Polo Norte geográfico, en el suroeste de España y bañada por el Atlántico, sobrevive una región de 73.000 ha de marisma, matorral y dunas. Un bello, complejo y variado ecosistema que alberga centenares de especímenes de la más diversa flora y fauna. Doñana, rincón privilegiado de Andalucía, fuente de riqueza, cultura y expansión, ha experimentado secuencialmente y a lo largo de su historia todo tipo de agresiones y espontáneas recuperaciones, en una armoniosa sintonía con las pautas que marca la naturaleza.

Nos consta que ya en el siglo XIII el rey “sabio” Alfonso X frecuentaba cinegéticamente estas tierras marismeñas, haciendo de Las Rocinas

coto de caza real, resulta evidente suponer que de este privilegio también “disfrutaran” tartesos, fenicios, romanos, moros y cristianos, si bien la constancia escrita sobre las “tierras de Doñana” se cite por vez primera y con carácter de documento histórico en un manuscrito del siglo XIV.

La depredación natural que fluye del instinto animal que el humano lleva dentro, le induce a colonizar sistemáticamente y, merced al escaso tanto por ciento de cerebro que le sitúa en una cota de privilegio dentro del rango animal, se despierta una ambición desmesurada por poseer lo que es bello, por disponer de lo ajeno, por demostrar un poder que, en su propia debilidad, es consecuencia del miedo.

Y Doñana se degrada, la consumen sus vecinos que no defienden con ganas



Jabalí "americano" entre los flamencos de la Laguna de Santa Olalla.

el privilegio de ser "patrones" de la marisma, "hacendados y señores" de unas tierras sin igual, reserva de la biosfera, que es un Parque Nacional que ha dado el nombre a una Virgen, la Reina de las Marismas, que induce

fervor a un pueblo que es el guardián natural de tan bello ecosistema. Y entre jara y matorral, alcornoques y pinares, cientos de especies conviven en la cruel sintonía de la supervivencia, ajenos al riesgo que procede del exterior. Agricultura intensiva, furtiveo sin sentido, minas que vierten veneno, urbanismo consentido por quienes pueden frenarlo, se funden y se confunden, pues de esta unión agresiva sólo se puede esperar la destrucción del sistema, cual preludio del final que a todos ha de llegar. Y mientras tanto... la garza, los flamencos y la espátula, gaviotas y fumareles, junto al águila imperial, conviven con el venado, el jabalí y el gran "gato", nuestro lince soberano incapaz de procrear sin la ayuda del humano, porque la ignorancia es madre del inculto y del "pendejo".

*Doñana, tierra de luz y de sombras...
qué pena no ser poeta para brindarte mis versos,
para besar tus arenas como el susurro del viento
y proclamar a los cielos... tus encantos.
¡Qué pena no ser poeta!*

Erizo.



Gotas de rocío sobre la vegetación acuática,
en este caso, la especie invasora *Azolla*
filliculoides.



18. Texturas

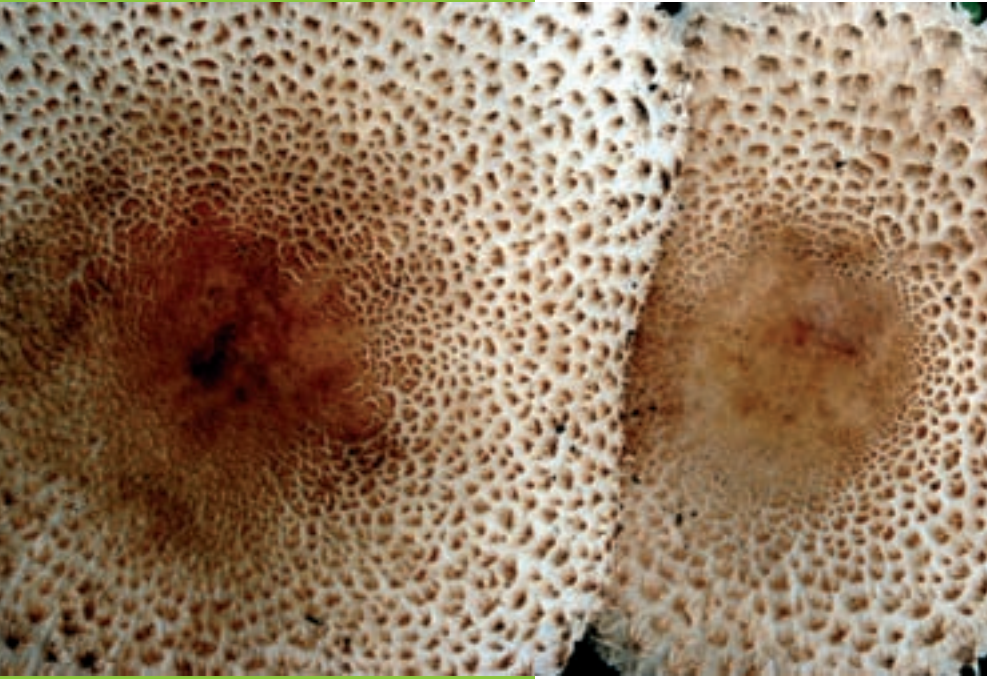
Las texturas de los paisajes de Doñana

¿Tacto frente a vista?

Si llamamos textura a la relación que se establece entre las partes de un todo atendiendo a su distribución y tamaño, nos encontramos con divergencias entre la apreciación que de la misma hacen ciencia y arte. Si para el científico la apreciación de la misma tiene que ver con el sentido de la vista, para el artista, además, tiene que ver con la cualidad táctil. Pero ¿cómo podemos hablar entonces de textura del paisaje? Y sobre todo ¿cómo la valoraríamos? Pudiera pensarse que “tocando”, seguramente con algún aparato sofisticado, cada uno de sus elementos, asignándoles un grado en una escala y calculando los porcentajes que suponen para luego representar en una gráfica. Eso sería, probablemente, lo que haría un científico, pero para un artista este

proceder estaría incompleto, pues como casi siempre, la suma de las partes no hace el todo. Explicar el concepto con objetividad puede que sea cierto, pero ni útil ni completo. Quedarían excluidos aspectos formales, estéticos, psicológicos, etc., todo lo subjetivos que se quieran, pero que informarían sobre cómo afectan las múltiples combinaciones posibles de los elementos del paisaje a nuestra percepción de la textura del mismo.

En Doñana, la configuración del paisaje viene determinada por las relaciones entre vegetación, arena, agua y cielo. El que se den tres ecosistemas muy diferentes (matorral, marisma y dunas) en un espacio relativamente reducido, eleva notablemente la diversidad de texturas y como no tiene grandes elementos paisajísticos verticales, al tener un horizonte visual



libre, la mirada se dirige a los planos próximos y aquí textura visual puede ser sustituida por textura táctil. Viceversa, esta percepción sensorial por medio de la piel puede ser sustituida por el sentido de la vista, cuando los elementos perceptibles no estén, literalmente, al alcance de la mano.

Valoración sensorial

Matorral y arboleda son elementos singulares para la evaluación de estos aspectos. Cuando coincidan en un

paisaje, el tamaño del que se encuentre en menor cantidad, curiosamente, será determinante para cualificar dicha textura. Así, un pinar en medio del matorral dará lugar a una gruesa y un sabinar, en la misma situación, a una fina. La arena, a pesar de ser un elemento que al tacto tiene un grano ineludible, manifiesta valores diferentes según en qué entorno se encuentre. Por ejemplo, en las dunas, en donde se da la máxima acumulación y por ende, donde quizá pudiéramos pensar que es el paisaje que más la señala, es donde se convierte en un elemento “atexturado”. Sin embargo, en el matorral es un componente con textura significativa, tan importante como la de la vegetación circundante. En la marisma, la secuencia temporal agua, vegetación, seccarral nos hace percibir los cambios yendo desde una percepción suave en invierno (lámina de agua) a una basta en verano (tarquines hendidos) con la oscilante primaveral, de textura intermedia a pesar de que la vegetación palustre no siempre es “amable”.

En una zona de orografía variada, si elevamos la vista sobre el horizonte podemos encontrar montañas, bosques, cascadas, etc., y por supuesto el cielo, pero éste ocupará un porcentaje mínimo de nuestro campo visual. En Doñana, prácticamente en la mayor parte de los lugares, sobre el horizonte sólo encontramos cielo. Sin embargo, es el color del mismo, afectado entre otros

por la composición espectral de la luz, y no las variaciones de color que se dan al mismo tiempo, lo que definirá la textura. Un cielo plumizo, uniforme de color, la tiene gruesa pero una puesta de sol, con un cielo variegado, no; uno luminoso de cielos limpios, una lisa, y uno con nubes, una intermedia. Es, quizá, el elemento en el que los cambios de color no conllevan cambios de textura. El cielo puede estar mono o pancromático (puesta de sol) que dicha cualidad no se verá influida por ello. Este elemento, normalmente no considerado, contribuye, además, a dar contraste al paisaje según la dirección de la luz con respecto a nuestra posición en él. No es lo mismo una luz perpendicular que una tangencial, ya que la rasante potencia la apreciación de la textura.

El matorral es el ecosistema con más trama de Doñana, siendo áspero; si nos movemos por él acabaremos llenos de arañazos y esa característica se debe



traducir pictóricamente, si queremos representar correctamente ese paisaje. La apreciación visual de la textura cambia, a su vez, con la estacionalidad. Así el matorral suaviza su aspereza cuando con la primavera se renuevan los brotes foliares y hojas y flores cubren las estructuras leñosas, que aunque presentes, ya no son tan evidentes. Si hemos descrito esta característica por el contraste entre el tamaño y la disposición de los elementos, en el matorral no siempre los más grandes van a dominar la

valoración. A veces, elementos pequeños, sólo apreciables en la proximidad, se mantienen como entramado primordial a una cierta distancia. De esta manera, los pinchos de las aulagas, apreciables en un primer plano, conservan su valor textural en los planos medios y panorámicos.

La complejidad de la naturaleza reclama la actuación compartida del científico y del artista para descifrarla. Ambos procederes, utilizando vías distintas, proporcionarán conocimiento para sentirla y comprenderla mejor.



Segunda parte
LA CIENCIA



CRISTINA RAMO, MIGUEL DELIBES,
PEDRO JORDANO Y HÉCTOR GARRIDO

1. La Estación Biológica de Doñana

Un nombre local para una vocación universal

1.1 Historia de la Estación Biológica de Doñana

1.1.1 Antes de 1950

La pobreza del suelo y el carácter insalubre de las marismas y lagunas hicieron que durante siglos Doñana se utilizara únicamente como territorio de caza y recreo de algunas familias de la nobleza española. Ello ha permitido que llegara hasta nuestros días en el estado de conservación que conocemos. Las transformaciones humanas que ha sufrido el medio natural en Doñana han ido habitualmente encaminadas a favorecer la caza. Las primeras referencias escritas sobre los territorios de Doñana datan del siglo XIV, y están recogidas en el *Libro de la Montería de Alfonso XI*. Varios reyes

y un sinfín de nobles españoles han protagonizado capítulos importantes de la historia de esta tierra.

Desde el siglo XIX ha sido incesante el transitar de naturalistas por los territorios de Doñana. De entre ellos, el que más contribuyó a la divulgación de los valores de este espacio fue Abel Chapman, que escribió dos libros junto a Walter J. Buck que trataban ampliamente sus vivencias en Doñana (*España inexplorada* y *España agreste*), así como un buen número de artículos en revistas inglesas. La mayoría de los naturalistas llegaban a Doñana atraídos por la facilidad de acercarse a una fauna viva y exótica, a la que habitualmente cazaban. Las colecciones científicas de diferentes museos europeos eran el destino de las pieles de los animales más interesantes.



Cacería de anátidas y flamencos en la Laguna de Santa Olalla en la primera mitad del siglo XX.

1.1.2 De 1952 a 1964

A partir de 1952 se incrementó considerablemente la presencia de naturalistas en los terrenos del Coto de Doñana. La mayoría de ellos eran extranjeros que llegaban atraídos por los relatos increíbles que se recogían en los libros de Chapman y Buck de principios de siglo. También sintió la llamada del Coto Francisco Bernis, entonces ornitólogo incipiente, quien llevó como compañero de expedición a un joven José A. Valverde.

La malaria, que había sido el involuntario guardián de la marisma desde tiempos inmemoriales, fue erradicada entre 1952 y 1954 en la margen izquierda del río y alrededor de 1956 en la zona de Cotos. La marisma dejaba para siempre de ser un lugar insalubre para mostrarse ante los ojos del hombre como un edén listo para ser explorado.

La fotografía de la naturaleza tomó un papel principal en las expediciones y Doñana fue visitada por los fotógrafos más reputados del mundo. Sus libros y artículos encumbraron al viejo Coto, colocándolo a la misma altura que los grandes parques africanos que todos admiraban. Finalmente, en Doñana se había cambiado la caza del animal por la caza de sus imágenes.

El anillamiento de las garceras de la Algaída de Doñana, a iniciativa de



Guarda capturando patos para anillamiento científico.

Valverde y financiado por el grupo Aranzadi, fue uno de los objetivos iniciales de los naturalistas de este tiempo. En pocos años se anillaron 17.000 garzas, número jamás alcanzado en ningún otro lugar de Europa. Pronto se produjeron recuperaciones de estas garzas en distintas partes del mundo, destacando las primeras transoceánicas de garcilla bueyera, que llegaron hasta América.

1.1.3 La creación de la Estación Biológica de Doñana (1964-1965)

Durante los diez años previos, J. A. Valverde había luchado por hacer realidad la creación de una reserva biológica en los terrenos del antiguo Coto de Doñana. Una de las primeras labores que realizó el recién creado World Wildlife Fund (WWF) fue la colecta de dinero para la compra de los terrenos de Doñana. Tras muchos avatares, con el dinero recolectado por el WWF y con fondos aportados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el momento llegó en los últimos días de 1963. En palabras de J. A. Valverde: “la firma de la compra de Doñana, que se cumplimentó en Jerez sacando de la cama al notario a altas horas de una noche de diciembre de 1963, fue uno de los momentos más felices de mi vida”. Tardaría aún un año en constituirse la Estación Biológica de Doñana (enero de 1965), tras la cesión al CSIC por parte del WWF de sus derechos sobre los terrenos adquiridos en Doñana y el nombramiento de J. A. Valverde como director del recién creado centro (30 de diciembre de 1964).

El primer nombre que recibió fue Estación Biológica del Guadalquivir, aunque inmediatamente se impuso el actual de Doñana, con mucha más proyección internacional en aquel



José Antonio Valverde anillando un polluelo de águila imperial en Doñana en los primeros años de la Reserva Biológica.

momento. Desde el inicio, Valverde fue consciente de que la Estación Biológica tenía que tener una sede central bien comunicada y con teléfono. El Palacio de Doñana debía convertirse en un laboratorio en el campo, mientras el resto de las tareas se harían desde Sevilla. Para ello alquiló un chalet



Revista *Doñana Acta Vertebrata* de la Estación Biológica de Doñana.

en el barrio sevillano de Heliópolis (c/ Paraguay, 1), donde la EBD creció durante sus primeros diez años de vida.

1.1.4 Decenio 1965-1974

El centro comenzó su andadura con el doctor Valverde al timón, un administrador llamado don Emilio Morales, dos auxiliares y cinco guardas jurados. Los primeros vehículos se adquirieron con donaciones: un Land Rover que donó Luc Hoffman (fundador de la Estación Biológica de la

Tour de Valat en la Camarga francesa) y un tractor John Deere que donaron dos señoras norteamericanas. En 1967 Leo Biaggi donó 70 ha y siete millones de pesetas para la construcción de un laboratorio en la marisma de Las Nuevas. Ese mismo año Valverde publica su monografía, *Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres*. En 1969 L. Biaggi volvió a hacer una donación a la Estación Biológica de Doñana para acabar el laboratorio que llevaría su nombre y pagar el sueldo de un guarda y la manutención de un

caballo durante cinco años. En 1970 llegaron los primeros estudiantes a la Reserva, entre los que se encontraban Andrés Sánchez, Modesto Pozuelo, Fernando Hiraldo y Ginés Morata. En la actualidad Fernando Hiraldo es director de la EBD y Ginés Morata, además de muy prestigioso biólogo molecular, es presidente del Consejo de Participación del Espacio Natural de Doñana. En 1971 el WWF compra otras 50 hectáreas de marisma para ampliar la Reserva de Guadiamar. En enero de 1972 comenzaron a realizarse los censos aéreos de aves acuáticas en la marisma, con el asesoramiento de Alain Tamisier, de la Estación Biológica de la Tour du Valat. Es una actividad que se ha mantenido hasta hoy en día y que se realiza al menos una vez cada mes durante todo el año. En mayo del mismo 1972 se inauguró el Laboratorio Luis Bolín, con presencia de los Príncipes de España y del Príncipe Bernardo de los Países Bajos. Simultáneamente se celebró en la Reserva Biológica el Congreso Internacional del Fondo Mundial para

la Vida Salvaje (WWF). También en 1972 el CSIC dota dos plazas de colaborador científico que fueron ocupadas por Fernando Álvarez y Javier Castroviejo. En febrero de 1973 se contrata a Luis García como anillador de la Reserva. Ese mismo año se produjo una gran mortandad de aves acuáticas, achacada al mal uso de insecticidas en el arrozal. En junio de 1974 se publica el primer número de la revista científica *Doñana Acta Vertebrata*. En ese mismo año, por supuesto fuera de la zona protegida, se introdujo el cangrejo rojo americano en la marisma de Doñana. Esta especie invasora producirá cambios drásticos en la red trófica de Doñana y sus ecosistemas. Por problemas de salud José Antonio Valverde deja el cargo de director de la Estación Biológica, que es ocupado con carácter provisional por Javier Castroviejo. Por su parte, Juan Aizpuru es designado director del Parque Nacional. A José Antonio Valverde se le nombra director honorario de la EBD con carácter vitalicio.

Al acabar esta década, la Estación Biológica de Doñana contaba con tres investigadores de plantilla, y la actividad científica desarrollada se había concretado en tres proyectos de investigación y 88 publicaciones científicas. Todavía no se había finalizado ninguna tesis doctoral.

1.1.5 Decenio 1975-1984

En 1975 se produjo el nombramiento efectivo de Javier Castroviejo como director de la Estación Biológica de Doñana. Durante los años en que Javier Castroviejo fue director de la Estación se impulsaron muchas expediciones a diversos países de África y América, con el objetivo de estudiar su fauna y flora y aumentar los fondos de las colecciones científicas del instituto. En 1975 la EBD comenzó a enviar becarios a Iberoamérica, siendo el primero de ellos Francisco Braza, que realizó su tesis sobre el araguato rojo. Tras él, durante el periodo 1975-1997, quince becarios más desarrollaron sus tesis doctorales en Venezuela, Bolivia, México y Brasil. En 1977 Miguel Delibes leyó la primera tesis producida íntegramente en la EBD: “Ecología y comportamiento alimenticios del lince ibérico en Doñana”. En 1978 Carlos M. Herrera y su grupo comenzaron a trabajar en la Sierra de Cazorla (Jaén). El personal investigador de la EBD viene utilizando desde ese año dos casas forestales en Cazorla, cedidas posteriormente por la Junta de Andalucía al CSIC (convenio de 1994). También en 1978 se promulgó la Ley de Doñana (Ley 91/1978, de 28 de diciembre, del Parque Nacional de Doñana), que ampliaba considerablemente el espacio protegido. A partir de ese momento el director de la Estación Biológica de



Miguel Delibes junto a uno de los primeros lince capturados para la ciencia en Doñana.



Francisco Braza capturando a un joven gamo.

Doñana tiene el encargo oficial de coordinar todas las investigaciones que se realizan en el Parque Nacional. En 1979 Enrique Jiménez fue nombrado gerente de la EBD. En 1983 se incorporó a la EBD, para tareas administrativas y de apoyo técnico, numeroso personal procedente del periódico *Suroeste*, de los desaparecidos Medios de Comunicación del Estado. El 12 de diciembre de 1983 se prohibió la caza en el interior del Parque Nacional de Doñana. En abril de 1984 la sede de la Estación Biológica de Doñana en Sevilla se trasladó al Pabellón de Perú, edificio construido para la celebración de la Exposición Iberoamericana de Sevilla de 1929, en la Avda. de María Luisa.

En 1984, al finalizar esta década, la EBD contaba con siete investigadores de plantilla, el número de proyectos de investigación había ascendido a 24, las publicaciones científicas a 355, y se habían defendido 24 tesis doctorales.

1.1.6 Decenio 1985-1994

En 1985 el Parque Nacional de Doñana recibió por vez primera el Diploma Europeo a la Gestión. Esta distinción será renovada en los años 1990, 1995 y 2000. En 1986 se puso en marcha la Escuela-Taller de Doñana. Muchos de sus alumnos y profesores forman parte hoy del personal de la Estación Biológica de Doñana. También en ese año se produjo una mortandad masiva de aves acuáticas en Doñana, en la que se estima que murieron más de 30.000 aves, principalmente anátidas. Todo parecía apuntar a un mal uso de pesticidas en los cultivos de arroz. En 1988 Doñana fue declarada Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). El mismo año se nombró director de la

Estación Biológica de Doñana a Miguel Delibes y gerente a Jesús Gascón. En 1989 se creó la Oficina de Coordinación de la Investigación. También en 1989 la Junta de Andalucía declaró el Parque Natural de Doñana. En 1990 fue nombrada gerente Ana Andreu. En 1991 se creó el laboratorio de Bioacústica (LB). En 1992 fue nombrado gerente Andrés Sánchez. En esa década Felipe González, presidente del Gobierno de España, visitó con frecuencia la Reserva Biológica, con la que mantuvo un fuerte vínculo y adonde invitó a numerosas personalidades extranjeras, incluidos los jefes de gobierno de Francia (François Mitterrand), Alemania (Helmut Kohl) y la Unión Soviética (Mijail Gorbachov) y el presidente de la Unión Europea (Jacques Delors). Aún en 1992 se realizó a solicitud de Manuel Chaves, presidente de la Junta de Andalucía, el Dictamen del Comité Internacional de Expertos que dio lugar al Plan de Desarrollo Sostenible de Doñana y su entorno. En 1994 Doñana fue declarada Patrimonio de la

Anillamiento, en 1996, de los primeros pollos de morito nacidos en Doñana en la segunda mitad del siglo XX.



Humanidad por la UNESCO. Desde 1994 hasta 1997 la Estación Biológica de Doñana estuvo catalogada como Gran Instalación (Large Scale Facility) de la Unión Europea. Durante ese periodo sirvió a un total de 16 equipos de investigación de Dinamarca, Países Bajos, Reino Unido, Francia, Italia, Suecia, Alemania y España. También en 1994, la Junta de Andalucía y el CSIC firmaron un Convenio Marco de Cooperación para el uso de las Casas Forestales de Roblehondo como Estación de Campo en el parque natural de las sierras de Cazorla, Segura y las Villas (Jaén).

Al finalizar esta década el número de investigadores de plantilla en la EBD había ascendido a 15, y se alcanzaban las cifras de 117 proyectos de investigación, 966 publicaciones y 78 tesis doctorales.

1.1.7 Decenio 1995-2004

En 1995, el Príncipe de Asturias participó en la grabación de los capítulos de Doñana de la serie de TV

“España Salvaje”. En 1996 llovió de nuevo de forma abundante sobre Doñana, tras un acusado periodo de sequía de cuatro años. En ese año volvió a reproducirse el morito en la marisma: 7 parejas criaron con éxito en la FAO y sus pollos fueron anillados. En los siguientes años, la población de moritos reproductores crecerá rápidamente hasta superar las 1.000 parejas. También en 1996 Miguel Ferrer fue nombrado director de la Estación Biológica de Doñana. En 1997 se creó el Laboratorio de Ecología Molecular (LEM). En diciembre de ese año se publicó el último número de la revista *Doñana Acta Vertebrata*. El 25 de abril de 1998, de madrugada, la

balsa de acumulación de residuos tóxicos y peligrosos de las Minas de Aznalcóllar sufrió una rotura, vertiendo su contenido al río Guadamar, uno de los cauces que llegan a Doñana. Miguel Ferrer, como director de la Estación Biológica de Doñana, se encargó de la coordinación de los trabajos científicos que sirvieron para diseñar las tareas de análisis, seguimiento, limpieza y restauración de las zonas contaminadas. En 1999 fue nombrado gerente Juan Calderón. En 2000 fue nombrado director de la EBD Fernando Hiraldo. También en este año se publicó el número cero del *Anuario Ornitológico de Doñana*. En 2002 se creó el Laboratorio de Ecología Acuática



Zona de la rotura de la balsa minera de Aznalcóllar en los días posteriores al accidente.

(LEA). Nuevamente la Estación Biológica de Doñana, que incluye Doñana y Cazorla, fue declarada Gran Instalación Europea de investigación. En este periodo (2002-2004) se acogieron 21 proyectos de equipos de investigación procedentes de Reino Unido, Francia, Finlandia, Italia, Portugal, República Checa, Alemania, Polonia, Dinamarca e Israel. También en 2002 volvió a escucharse el canto primaveral del avetoro en la marisma de Doñana, tras casi cuarenta años de ausencia. Su reproducción no fue corroborada hasta la primavera de 2003. Ese año fue nombrado gerente Carlos Soler. Se crearon los Laboratorios de Ecología Química (LEQ) y de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (LAST). En 2004 se superaron las 16.000 parejas de flamenco en Doñana, especie que desde hacía varios años estaba criando en la marisma, aunque con bajo éxito. El invierno 2004 / 2005 fue el más frío y el más seco de los registrados en Doñana.

Durante esta última década se produjo un notable aumento en el personal y medios, que se tradujo en un incremento de la producción científica de la EBD. En 2004 el número de investigadores ascendía a 27, los proyectos de investigación a 330, las publicaciones científicas a 2.137 y las tesis doctorales a 127.

1.2 José Antonio Valverde

Vivir es maravilloso. Dejar de vivir cansado lo es también, y por ello no es causa de tristeza. Seguiré existiendo hasta que el último de vosotros me recuerde por última vez. Por eso, quizá conmigo muera alguien a quien he conocido y querido, pero no yo.

Dr. J. A. Valverde

José Antonio Valverde Gómez, a quien sus cercanos llamaban cariñosamente “Tono”, nació en Valladolid en 1926. Desde la infancia fue un incansable observador de los procesos de la naturaleza que se desarrollaban a su alrededor, de lo que dan fe sus notas y dibujos. Fue el principal impulsor, el creador y el primer director de la Estación Biológica de Doñana, así como del Parque Nacional de Doñana. Falleció en abril de 2003 en Sevilla.

Dotado de una “mala salud de hierro”, que lo retuvo durante años en la cama en plena juventud, el profesor Valverde fue un biólogo especial, tanto por lo tardío de sus estudios universitarios como por la amplitud de los campos en los que desarrolló sus investigaciones: zoogeografía, evolución, sistemática, antropología, biología de la conservación y ecología de poblaciones y comunidades, entre otros. Con una clarividencia y una imaginación sorprendentes, era capaz de interpretar los engranajes de toda una comunidad natural tras un simple

José Antonio Valverde en la primera sede de la Estación Biológica de Doñana con la hiena Saguia, que hacía las veces de perro guardián.

vistazo. Sus diarios están repletos de dibujos y gráficos que unen a su enorme interés científico una indudable belleza. Publicó un total de 90 artículos y doce libros. Describió para la ciencia varias especies y subespecies de vertebrados, entre las que destaca *Algyroides marchi* (conocida como lagartija de Valverde), en 1958. Para Valverde, uno de sus más importantes logros científicos fue la propuesta de una hipótesis sobre el papel del granivorismo en el origen del hombre, teoría que desarrollaron años más tarde otros autores a los que habitualmente se atribuye la idea.

1.2.1 Premios y distinciones otorgados a José A. Valverde

- Medalla de Plata Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (París, 1957).
- Grande Medaille Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (París, 1963).
- Encomiendas de la Orden de África (1963).
- Medalla de Oro de World Wildlife Fund (1971).
- Placa de Alfonso X el Sabio (1975).
- Director Honorario de la Estación Biológica de Doñana (1975-2003).
- Van Tienhoven Preis (Bonn, 1984).
- Hijo Predilecto de Andalucía (1987).
- Premio de Medio Ambiente de Castilla y León (1989).
- Medalla de Plata del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1991).
- Premio de Medio Ambiente de Andalucía (1991).
- Premio Nacional de Medio Ambiente (1992).
- Doctor Honoris Causa por la Universidad de Salamanca (1995).
- Doctor Honoris Causa por la Universidad de Sevilla (1997).
- Premio de Medio Ambiente Fundaciones de la Escuela Politécnica de Madrid (1997).
- Premio de Medio Ambiente de FONDENA (1999).
- Premio de Medio Ambiente de FUNGESMA (1999).



1.3 La Estación Biológica de Doñana hoy

La Estación Biológica de Doñana (EBD) es un instituto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el mayor organismo público de investigación de España, integrado en el Ministerio de Educación y Ciencia. Los trabajos de la EBD se centran en el estudio científico de la biodiversidad desde una perspectiva evolucionista, abarcando aspectos tales como historia natural, sistemática, zoogeografía y filogeografía, ecología, biología evolutiva, genética, comportamiento animal, interacciones planta/animal, biología de la conservación, etc., así como sus aplicaciones al manejo y



Muestreo de fauna acuática en las lagunas de Doñana.

conservación de la fauna, la flora y los espacios naturales. En la actualidad cuenta con un equipo de trabajo de aproximadamente 150 personas.

Hoy en día la Estación Biológica de Doñana está considerada como uno de los centros más importantes en investigación sobre la biología de la conservación. El director de la Estación Biológica de Doñana coordina todos los proyectos de investigación que se realizan en el Parque Nacional de Doñana (Ley de Doñana 91/1978).

El impacto de la ciencia que se hace en la EBD puede valorarse por las veces que otros científicos citan sus trabajos. Los artículos publicados por los investigadores de la EBD han sido citados 12.406 veces por otros investigadores durante el periodo 1978-2005. En la lista “Highly-Cited Researchers” de ISI-Thompson Corp., donde se relacionan los 250 investigadores de mayor influencia mundial en los últimos veinte años, se encuentra Carlos M. Herrera, en la categoría Ecology / Environmental Science. Carlos M. Herrera, Pedro Jordano, José Luis Tella y Miguel Delibes aparecen entre los más citados en los últimos diez años en las categorías Ecology / Environmental Science y Plant and Animal Science. La EBD ha mantenido desde su creación una clara tendencia a incrementar la calidad de su investigación, con un papel de liderazgo científico en los campos relacionados con la biodiversidad, ecología evolutiva y biología de la conservación.

1.3.1 Sedes

La Estación Biológica de Doñana mantiene hoy tres sedes de investigación, las tres en Andalucía: una central en Sevilla y otras dos en sendos enclaves naturales privilegiados para la realización de sus actividades: Doñana y Cazorla.

El Pabellón de Perú

La sede central de la Estación Biológica de Doñana está situada en el Pabellón de Perú, un edificio construido para la Exposición Iberoamericana celebrada en Sevilla en 1929. La sede alberga las oficinas de dirección y administrativas, diversos laboratorios, la biblioteca, las colecciones científicas de vertebrados, diversas instalaciones de apoyo (taller, etc.), y despachos de investigadores y técnicos. Actualmente se halla en construcción un nuevo centro en la Isla de la Cartuja, en Sevilla.

Reservas Biológicas de Doñana y Guadamar

La Reserva Biológica de Doñana se sitúa en el término municipal de Almonte (Huelva), distante de la sede central 89 km. Se enclava en pleno corazón del Parque Nacional de Doñana y alberga algunos de los lugares de mayor importancia de este espacio protegido. Tiene una superficie de 6.794 ha, cuya propiedad y gestión



están asignadas al CSIC. Fue el germen de lo que hoy es el espacio protegido de Doñana. En ella se encuentran el Palacio de Doñana (actualmente utilizado como residencia temporal de investigadores), el laboratorio Luis Bolín y varias casas de técnicos y guardas.

La Reserva Biológica de Guadamar (Aznalcázar, Sevilla), con 3.214 ha, es propiedad de WWF/ADENA y su gestión administrativa y científica corresponde mediante convenio al CSIC. Cuenta con varias casas de guardas y un laboratorio en las cercanías (Leo Biaggi).

El conjunto de Doñana ha sido nombrado recientemente “Instalación Científica y Tecnológica Singular-ICTS”. En total la Estación Biológica de Doñana gestiona, por tanto, una

superficie de 10.008 ha en el Parque Nacional de Doñana.

Estación de Campo de Roblehondo

Se encuentra situada dentro del Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (214.300 ha), a unos 350 km de Sevilla. El CSIC ha estado presente en la comarca de las sierras de Cazorla y Segura (Jaén) desde mediados de la década de los 50, cuando José Antonio Valverde dirigió allí varias expediciones zoológicas. La actividad del CSIC en Cazorla se intensificó mucho a finales de la década de los 70, momento en el que investigadores de la Estación Biológica de Doñana comenzaron a usar como base para sus estudios la Casa Forestal de Roblehondo,



Realización de un censo de avifauna en la marisma.

situada en el término municipal de La Iruela. Esa infraestructura, ubicada en la Reserva de Navahondona-Guahornillos, es en la actualidad una estación de campo dependiente administrativamente de la Estación Biológica de Doñana, gracias a una cesión de uso otorgada al CSIC por la Junta de Andalucía en 1994.

1.3.2 Equipamiento de la Estación Biológica de Doñana

Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales

Desde el primer momento, José Antonio Valverde fue consciente de que la Estación Biológica de Doñana

necesitaba una persona que se dedicara a tiempo completo a obtener y conservar información sobre los ecosistemas de Doñana, y en particular las aves. Varios anilladores de distintos países de Europa fueron ocupando este puesto durante los primeros diez años de existencia del instituto: H. Kowalsky, P. J. Belman, V. Ree y A. Johnsson, entre otros. En 1972 el profesor Valverde encontró a un joven que realizaba el servicio militar en el Sáhara y que reunía las condiciones para ser el futuro anillador de la Reserva: Luis García. Fue el germen del actual Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales (ESPN).

Actualmente el ESPN es un área multidisciplinar de la Estación Biológica de Doñana que se encarga de evaluar el estado de salud de Doñana cada día. Realiza el seguimiento para los Parques Nacional y Natural de Doñana, así como para varios proyectos vinculados al espacio natural.

El ESPN está compuesto por unos 20 técnicos especializados (doctores, licenciados y técnicos de grado medio) que desarrollan tareas en los más variados ámbitos naturales de Doñana, asesorados por expertos científicos tanto nacionales como extranjeros. Las principales áreas temáticas donde se encuadran los trabajos de seguimiento son:

- Procesos abióticos (medio físico): meteorología, aguas superficiales

y subterráneas, avance dunar, sedimentación, etc.

- Procesos bióticos (medio biológico): algas, flora y fauna (invertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos, etc.).

Colecciones científicas

Las colecciones científicas nacen con la EBD, a partir de las donaciones del profesor Valverde y de otras colecciones particulares. También se ha nutrido de expediciones que se han realizado para la colecta de ejemplares, principalmente en África y América (años 1975-1988, principalmente) y de proyectos de investigación relacionados con sistemática, taxonomía, biogeografía y evolución. Desde 1988 la actividad de las colecciones ha sido dirigida más a potenciar su uso que su crecimiento en volumen. Sus fondos contienen aproximadamente 113.000 ejemplares, de los que 30.000 son mamíferos, 32.000 aves, 22.000 reptiles, 15.000 anfibios y 8.000 peces. Los ejemplares se encuentran conservados bajo distintas formas de preparación (pieles, ejemplares naturalizados, cráneos, esqueletos, huevos, caparazones) y en fluidos. Mayoritariamente proceden de la Península Ibérica y de zonas poco representadas a nivel internacional, como el norte y oeste de África

(Marruecos, Argelia, Gabón, Guinea Ecuatorial, Sao Tomé y Príncipe), América del Sur (Venezuela, Nicaragua, México, Paraguay, Chile, Argentina y Bolivia), y en menor medida de otras áreas como el sureste de Asia (Laos y Vietnam). La colección contiene tipos, neotipos y paratipos de diversas especies y subespecies.

Estas características determinan que las colecciones de la EBD sean las segundas más importantes de España en el campo de la zoología de vertebrados y estén a nivel medio-alto europeo, tanto por la cantidad y calidad del material depositado, como por las áreas representadas y el estado de conservación y preparación de sus ejemplares. Son consultadas por científicos nacionales y extranjeros bien directamente o mediante préstamos, atendiendo unas 100 solicitudes anuales que afectan a más de 1.000 ejemplares. Recientemente, ha pasado a formar parte de la red española de GIBIF (Global Biodiversity Information Facility).

En la actualidad, las colecciones científicas son utilizadas frecuentemente en estudios a nivel molecular, basados en análisis de ADN, de problemas relacionados con la conservación de la biodiversidad, genética de poblaciones, biología de la conservación, filogeografía, control medioambiental o estudios químicos retrospectivos.



Colecciones científicas de vertebrados de la Estación Biológica de Doñana-CSIC.



Instalaciones del Laboratorio de Ecología Molecular.

Laboratorio de bioacústica

El laboratorio de bioacústica se creó en 1991 para el estudio de los cantos de aves y las señales de ecolocación de murciélagos. Inicialmente contó con un sonógrafo de alta calidad, para la elaboración de sonogramas y espectros, y un registrador de sonidos

de alta velocidad con el que se pueden grabar frecuencias de hasta 150 kHz, como las que pueden llegar a emitir algunos murciélagos. Los avances tecnológicos de los últimos años han permitido mejorar y simplificar el instrumental necesario para el registro, almacenamiento y análisis de señales sonoras de manera

Marcaje de una tortuga marina nacida en el Laboratorio de Ecología Acuática.

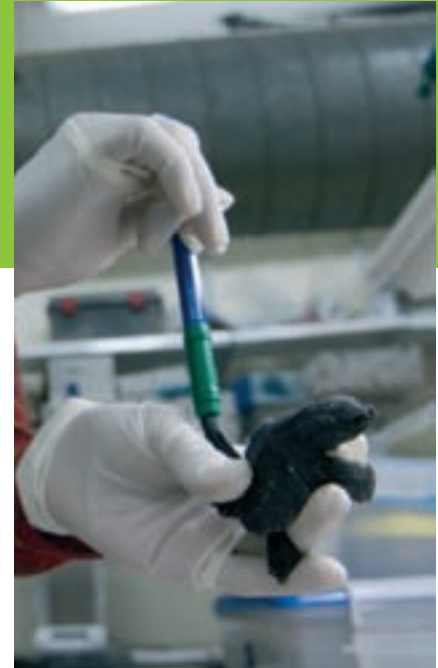
que un ordenador provisto de una adecuada tarjeta de adquisición de datos y de sonido suple los antiguos aparatos. En el caso de los murciélagos, en el laboratorio de bioacústica se han estudiado y descrito las señales de ecolocación de numerosas especies y sus equipos se utilizan de forma rutinaria para la identificación de especies en diferentes tipos de estudios (censos de colonias cavernícolas, selección de hábitat por los murciélagos, etc.). En el caso de las aves se utilizan para realizar estudios de comportamiento y para estudios de variabilidad en el canto de especies que tienen poblaciones fragmentadas.

Laboratorio de Ecología Molecular (LEM)

En 1997 se crea el Laboratorio de Ecología Molecular (LEM), que nace con el objetivo de posibilitar y fomentar la aplicación de técnicas moleculares a problemas de ecología, comportamiento, evolución y

conservación. El laboratorio cuenta con la infraestructura y experiencia necesarias para la aplicación de una gran diversidad de técnicas y marcadores moleculares. Estas técnicas se aplican al análisis de polimorfismos genéticos para la identificación de individuos, sexado molecular de aves y mamíferos, determinación de paternidad y relaciones parentesco, estudio de patrones de variabilidad genética en poblaciones e identificación y filogenia de especies.

Desde su creación el Laboratorio de Ecología Molecular ha ido consolidándose hasta constituir en la actualidad una unidad dinámica de investigación plenamente integrada en la EBD. Durante estos años se han desarrollado numerosos proyectos de investigación con contenidos moleculares, se han formado técnicos y acogido a becarios pre- y post-doctorales, tanto de España como del extranjero. Al mismo tiempo el Laboratorio ha implementado un servicio interno de sexaje molecular de



aves que en la actualidad supera los 10.000 análisis de más de 70 especies distintas. Además de atender esta demanda interna, se ha prestado servicio a otras instituciones colaboradoras como el Centro de Cría de Guadalentín, Zoológico de Jerez, Consejería Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, GREFA y Centro de Cría del milano real en Italia, entre otros. En definitiva, el LEM ha permitido las aplicaciones de marcadores genético-moleculares en la EBD y ha nucleado la consolidación de líneas de investigación en filogenia, filogeografía, genética de poblaciones, ecología molecular y genética.



Instalaciones del Laboratorio de Ecología Acuática.

Laboratorio de Ecología Acuática (LEA)

El Laboratorio de ecología Acuática (LEA) fue creado en el año 2002 con el fin de proporcionar los medios necesarios para la realización de estudios limnológicos. Está dotado de microscopios, lupas, cámaras de incubación, balanzas, estufas, sondas para determinar parámetros químicos del agua, y otros equipos. Las principales líneas de investigación incluyen el estudio de macroinvertebrados, zooplancton, plantas acuáticas, anfibios,

galápagos, aves y limnología. También se investiga la dieta de las aves acuáticas, así como su papel funcional dentro de los ecosistemas acuáticos, especialmente como dispersantes de semillas e invertebrados. La mayor parte de los estudios se realizan en las marismas y lagunas de Doñana, pero también en muchos otros humedales andaluces, como por ejemplo las marismas del Odiel y las lagunas endorreicas de Cádiz. Una parte importante de las actividades del LEA se engloban dentro del programa de seguimiento biológico que lleva a cabo el Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de Doñana.

Laboratorio de Ecología Química (LEQ)

En 2003 se crea el laboratorio de Ecología Química, especializado en pigmentos y compuestos secundarios en animales y plantas y su relación con el entorno. En la Estación Biológica de Doñana se han realizado estudios de bioquímica sanguínea y fisiología de vertebrados desde el año 1985, especialmente por parte del Dr. Miguel Ferrer. Más recientemente se desarrollan también investigaciones en el ámbito de la química que tienen que ver con identificación y cuantificación de pigmentos, compuestos secundarios de plantas, hormonas de vertebrados y feromonas de insectos.



Instalaciones del Laboratorio de Ecología Química.

Un grupo de investigadores del Departamento de Biología Aplicada de la EBD ha llevado a cabo investigaciones en el LEQ en el área de la evolución del color en aves. Sus trabajos están centrados en el papel de los pigmentos carotenoides en la fisiología, condición física y comunicación mediante señales visuales en aves. También investigadores del Departamento de Biología Evolutiva investigan en el LEQ la influencia de la variación natural de compuestos químicos de las plantas y sus relaciones con el medio abiótico y los animales que interactúan con ellas (herbívoros, polinizadores, consumidores de semillas, etc.).

El objetivo principal de LEQ es proporcionar herramientas y asesoría para el análisis de: pigmentos carotenoides, compuestos secundarios de plantas, bioquímica sanguínea, hormonas y feromonas (línea aún no implementada).

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (LAST)

En 2003 se crea el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (LAST). Posee la infraestructura informática necesaria para procesar imágenes de satélite, digitalizar mapas y realizar análisis de hábitats, de paisaje, etc.

Los objetivos del laboratorio incluyen la adquisición de información cartográfica digital para la EBD, la asistencia técnica a investigadores, el desarrollo de proyectos de investigación y la impartición de cursos relacionados con SIG o teledetección.

También gestiona un importante banco de imágenes de satélite específico de Doñana (más de 250 imágenes) que sirve de soporte al Seguimiento de Procesos Naturales, y proporciona información tanto a investigadores de la EBD, como a técnicos del Parque Nacional y Parque Natural. Este banco permite abordar muchos proyectos para estudiar la dinámica de cambios del paisaje, la vegetación y diversos parámetros del ecosistema como hidroperiodo, productividad, etc., de los últimos 30 años y hacer un seguimiento en el futuro.

Oficina de Coordinación de la Investigación en Doñana

La Ley de Doñana de 1978 asigna al director de la EBD la "coordinación de todos los programas de investigación



Trabajos de campo del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

que se lleven a cabo en el parque nacional”. Con el transcurso del tiempo, el aumento en el número de proyectos de investigación, tanto nacionales como extranjeros, hizo necesario que en 1989 se creara la Oficina de Coordinación de la Investigación. A partir de este año se empiezan a llevar bases de datos en donde queda registrada toda la información referente a la investigación (proyectos, investigadores, centros, publicaciones, tesis doctorales, etc.) y se elaboran informes anuales con los resultados obtenidos que se ponen a disposición de la comunidad científica a través de la página web de la EBD. En el periodo 1978-2005, entre proyectos de envergadura y prospecciones de corta duración, se llevaron a cabo 410 investigaciones, dirigidas por científicos de 103 instituciones diferentes procedentes de 15 países, y se generaron 2.270 publicaciones científicas sobre Doñana y su entorno. En 1997 se amplían las funciones de esta oficina, que también pasa a encargarse del seguimiento de la actividad investigadora de la EBD.

Biblioteca

En la biblioteca se encuentran depositados 8.986 libros y monografías y 1.008 títulos de publicaciones periódicas (revistas científicas, boletines, etc.), de las que 258 se mantienen

“vivas” (98 por suscripción directa y 160 por donación). Más de la mitad de estas últimas tienen acceso electrónico. La temática de las publicaciones incluye fundamentalmente la biología de los vertebrados (zoología, ecología, etología, evolución, sistemática, fisiología, conservación, etc.), aunque los fondos documentales relacionados con otros aspectos de la biología animal, medio ambiente y conservación de la naturaleza, en general, son también numerosos.

1.3.3 Premios y distinciones otorgados a la Estación Biológica de Doñana

Dejando aparte los ya mencionados numerosos premios recibidos por el Dr. José Antonio Valverde, creador, primer director y hasta su fallecimiento director honorífico de la Estación Biológica de Doñana, los principales premios recibidos hasta 2005 por la institución y sus miembros son:

- 1989 (EBD) Mención Honorífica Premio Nacional de Medio Ambiente.
- 1991 (EBD) IV Premio Cepsa Investigación Científica y Tecnológica en Medio Ambiente. Fundación CEOE.
- 1995 (EBD) Premio APROCA a la entidad distinguida en favor de la Caza y la Naturaleza. APROCA.



Premio Andalucía de Medio Ambiente 1999, otorgado por la Junta de Andalucía.



Premio Nacional de Medio Ambiente 1989, otorgado por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.



Premio a la Labor de Conservación del Lince Ibérico, Diploma 2003, otorgado por la Junta de Andalucía.

- 1995 (J. Castroviejo) Premio Castilla-León de Conservación de la Naturaleza. Junta de Castilla y León.
- 1996 (L. García) Premio Andalucía de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- 1997 (E. Míguez) Premio Gonzalo Nardiz de Etología y Ecología. Gobierno Vasco.
- 1997 (J. J. Negro) Premio de Investigación para Jóvenes Científicos. Real Maestranza de Caballería de Sevilla.
- 1997 (EBD) Medalla de Plata de Andalucía. Junta de Andalucía.
- 1998 (J. Castroviejo) Medalla de Fontainebleau. UNESCO y Ayto. Fontainebleau.
- 1999 (EBD) Premio Andalucía de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- 2001 (M. Delibes) WWF Award for Conservation Merit. World Wide Fund for Nature.
- 2001 (M. Delibes) Premio Nacional de Medio Ambiente Félix R. de la Fuente. Ministerio de Medio Ambiente.
- 2001 (J. L. Tella) Premio Joven de Ciencia y Tecnología. Universidad Complutense de Madrid.
- 2001 (F. Hiraldo) The Fran and Frederick's Hamerstrom Award. Raptor Research Foundation INC.

- 2001 (C. M. Herrera) Premio Nacional de Investigación A. Malaspina. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- 2002 (M. Delibes) Premio Junta de Castilla y León de Protección de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.
- 2002 (C. M. Herrera) Honorary Membership Award. Ecological Society of America.
- 2003 (M. Delibes) Premio a la Protección del Medio Ambiente Rey Jaime I. Generalitat de Valencia.
- 2003 (C. M. Herrera) Highly-cited Researcher in Ecology/ Environmental Science. ISI Philadelphia.
- 2003 (C. Melián) Premio Ciencias Ambientales a la Joven Promesa. Asociación de Ciencias Ambientales.
- 2003 (EBD) Premio a la Conservación del Lince. Junta de Andalucía.
- 2004 (Grupo Biología de la Conservación de aves y hábitats) Premio Fundación BBVA a la Investigación Científica en Biología de la Conservación en España. Fundación BBVA.
- 2004 (J. Bascompte) European Young Investigator Award. European Science Foundation/ Heads of Research Organization of 14 European Countries.



Premio Fundación BBVA a la Conservación de la Biodiversidad 2004.

- 2005 (A. Hampe) Premio Horst Wiehe. Sociedad de Ecología Alemania, Austria y Suiza.
- 2005 (M. Delibes) Premio Nacional de Investigación



Representación mundial de proyectos científicos en los que participa la Estación Biológica de Doñana-CSIC.

Alejandro Malaspina. Ministerio de Educación y Ciencia.

- 2005 (M. Ferrer) The Fran and Frederick Hamerstrom Award. Raptor Research Foundation INC.

1.3.4 La Estación Biológica de Doñana en el mundo

La Estación Biológica de Doñana no limita sus investigaciones a España sino que mantiene una amplia proyección internacional, con una importante red de colaboraciones con instituciones de todo el mundo. Se muestran aquí de forma gráfica algunos ejemplos de una larga lista de expediciones científicas.

2. Menú científico de degustación

Las páginas que siguen contienen una pequeña bandeja de escogidos entrantes científicos que pretenden mostrar al lector una idea de lo diversa e interesante que es la ciencia que se hace en Doñana y desde Doñana. Una pequeña degustación. Una invitación a conocer más.

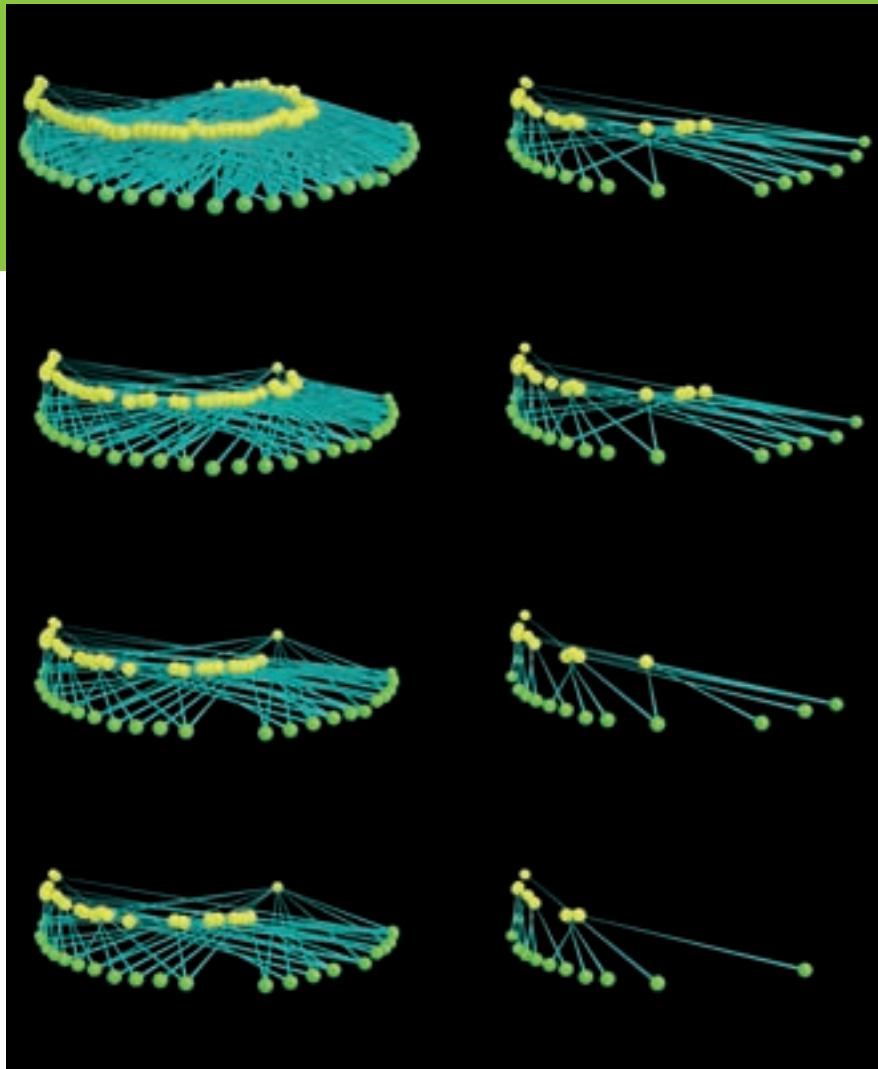
2.1 Redes de interacciones. La arquitectura de la biodiversidad

Jordi Bascompte y Pedro Jordano

La biodiversidad es algo más que el conjunto de especies que existen en un ecosistema. Las interacciones entre ellas son esenciales para su persistencia. Las interacciones de mutualismo son aquellas que benefician

a las dos especies que interaccionan, como en la polinización de las flores o en la dispersión de semillas.

Las interacciones de mutualismo son clave para el crecimiento de los bosques y constituyen los cimientos de la biodiversidad que albergan. ¿Cómo crece el bosque y cómo se mantiene su diversidad? Los animales frugívoros dependen de los frutos para alimentarse, pero a la vez dispersan las semillas para la regeneración exitosa de las plantas. La producción de estas semillas depende de las interacciones con los polinizadores de las flores, los cuales, a su vez, dependen del néctar y polen para sobrevivir. Una red compleja de interacciones que sustenta la biodiversidad.



Representación esquemática de la fragilidad de una red de interacciones ante la pérdida de algunas de las especies que la componen.

En el Grupo de Ecología Integrativa (IEG) estudiamos estas redes para comprender mejor su evolución y para ser capaces de predecir cuáles serían las consecuencias de la extinción de especies concretas para la estabilidad de la comunidad completa.

Las redes de interacciones ecológicas pueden ser muy complejas debido a la alta diversidad de especies que puede encontrarse en los ecosistemas. La pérdida de especies que son claves para la conectividad de la red de interacciones puede acarrear el colapso del ecosistema por una cadena de extinciones de especies que dependen unas de otras. Un reto de la ecología actual es comprender mejor la estructura de estas redes de interacciones para diseñar estrategias eficientes de conservación de su biodiversidad.



Lince ibérico.

2.3 Pasado, presente y posible de dos grandes predadores: lince ibérico y águila imperial

Miguel Ferrer y Juan José Negro

En el mundo no quedan más de 210 parejas de águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) y entre 150 y 200 ejemplares de lince ibérico (*Lynx pardinus*). Ambas especies viven recluidas en el cuadrante suroccidental de la Península Ibérica y se encuentran, respectivamente, entre las aves de presa y los felinos más

amenazados del planeta. Los datos disponibles sobre su ADN mitocondrial sugieren que las dos especies podrían haberse originado de una forma parecida, hace alrededor de un millón de años, como resultado de una gran glaciación que habría afectado a Eurasia.

Especializados en la caza de conejos, que hasta la época de los romanos sólo existían en la Península Ibérica, tanto nuestro lince como el águila imperial han tenido siempre una distribución muy restringida y presumiblemente un pequeño tamaño de población. Ello les ha hecho muy vulnerables y, por bien que se gestionen sus poblaciones, no es esperable que dejen de serlo. Más que planes de recuperación, estas dos especies necesitan de planes de mantenimiento prolongados, algo así como una “unidad de cuidados intensivos” permanente que pueda intervenir con eficacia y rapidez cada vez que un nuevo problema amenace con quitarnos para siempre estas dos joyas de la evolución.

A continuación se reconstruye, especulativa y aproximadamente, la secuencia de acontecimientos que llevaron a la separación del lince ibérico y el águila imperial de sus especies hermanas, el lince boreal (*Lynx lynx*) y el águila imperial oriental (*Aquila heliaca*), propia de las estepas.

Hace más de 1 millón de años

El águila imperial de las estepas vivía en Europa oriental y Asia, cazando en espacios abiertos pequeños y medianos mamíferos como ardillas terrestres, lemings y hámsteres. Por su parte, el antepasado de los lince actuales ocupaba casi toda Eurasia, presumiblemente cazando liebres y otros lagomorfos.

La gran glaciación

Hace 980.000 años comenzó una glaciación que dejó bajo hielos permanentes gran parte de lo que hoy conocemos como Eurasia. La fauna tuvo que desplazarse hacia el sur buscando refugio, entre otros lugares, en las penínsulas meridionales europeas. Los lince y águilas euroasiáticos que quedaron recluidos en la Península Ibérica encontraron aquí a los muy abundantes conejos, en cuya captura se especializaron.

En la actualidad

Tras retroceder los hielos, los lince y las águilas ibéricos ya eran diferentes de los que vivían en el resto de Eurasia y, probablemente debido a su extrema especialización trófica, fueron incapaces de ampliar su área de distribución fuera de nuestra península. Habían quedado prisioneros de Iberia. Entre tanto, el

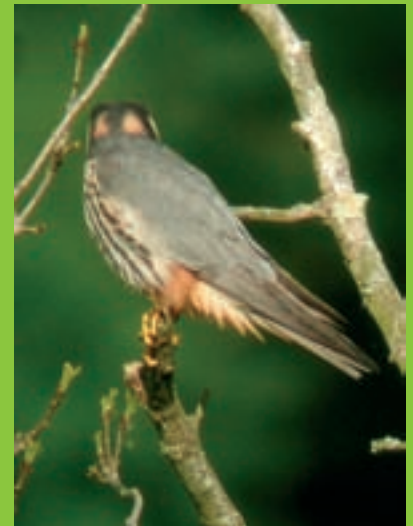
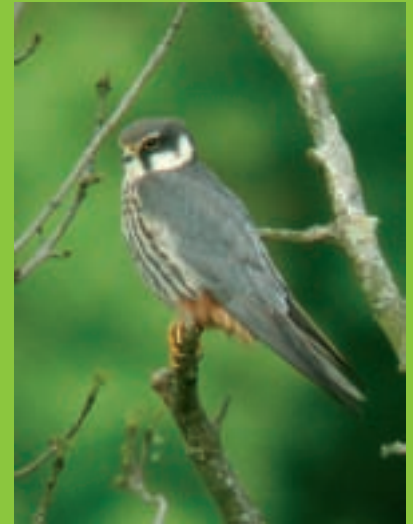
lince boreal ocupa prácticamente toda Eurasia, alimentándose de corzos y liebres, y el águila oriental se mantiene en las estepas de Asia y el este de Europa capturando mamíferos terrestres.

2.4 Ocelos en aves: ojos para ser vistos

Juan José Negro

Muchos animales presentan falsos ojos u ocelos en diferentes lugares de su cuerpo. Los ejemplos más conocidos se encuentran en las alas de algunas mariposas y en las aletas caudales de los peces. Estos diseños se interpretan como una defensa frente a predadores, a los que se engañaría respecto a la verdadera situación de la cabeza, la parte más vulnerable del cuerpo. En las aves, los ocelos más famosos son los de la “cola” del pavo real. En este último caso, los numerosos ojos falsos —más de 100 en algunos individuos— no parecen destinados a engañar a un posible predador, sino a impresionar a las hembras (y a posibles machos rivales) con su perfección y simetría.

Otro tipo de ocelos recién descubiertos en aves se encuentran en la nuca de pequeños búhos y en algunas especies de halcón. Se trata de dos falsos ojos dibujados en la parte posterior de la cabeza que, o bien sirven para abortar el ataque de otros



El alcotán es una de las especies que presenta ocelos en la nuca.



Nóctulo gigante.

predadores, o bien provocarían una reacción de acoso en pequeños pájaros que luego podrían ser más fácilmente capturados. En el primer supuesto, los ocelos mandarían el siguiente mensaje al predador: “no pierdas el tiempo en atacarme, te estoy mirando y saldré volando en cuanto tú inicies el vuelo”. En el segundo caso, los pequeños pájaros serían engañados, puesto que creerían estar atacando a un vulnerable búho deslumbrado por la luz del día. Cuando se acercaran, el halcón se giraría y daría buena cuenta de ellos...

Entre los mejores ejemplos de ocelos en rapaces se encuentran los de los pequeños búhos cazadores de pájaros del género *Glaucidium* (mochuelos enanos), los alcotanes (*Falco subbuteo*) y los cernícalos americanos (*Falco sparverius*).

2.5 El nóctulo grande: un murciélago que come pájaros

Carlos Ibáñez y Ana García
Popa-Lisseanu

El nóctulo grande (*Nyctalus lasiopterus*) es el murciélago de mayor talla de Europa (tiene un peso de unos 50 g y una envergadura de casi medio metro), además de ser uno de los más raros de nuestro continente. Se refugia durante el día en los huecos de los árboles viejos. Esta costumbre le plantea serios problemas porque las políticas forestales

en uso tienden a eliminar este tipo de árboles. Curiosamente las principales colonias de cría que se conocen en toda su área de distribución se sitúan muy cerca de la sede de la Estación Biológica de Doñana, en el parque de María Luisa de Sevilla. Esto se debe a que en este Parque hay muchos árboles añosos que cuentan con numerosos agujeros en los que se pueden albergar estos animales.

Este murciélago, como el resto de especies europeas, se alimenta de insectos que captura en vuelo. Pero además, gracias a su tamaño, es capaz de incluir en su dieta presas mayores como los pajarillos que se desplazan a gran altura por la noche durante las migraciones, tanto de otoño como de primavera. Examinando más de 10.000 excrementos de estos animales recogidos a lo largo de todo el año hemos podido comprobar que efectivamente aparecen llenos de plumas en los meses en que hay migración de aves.

Hay que tener en cuenta que millones de pájaros migratorios se desplazan durante la noche en otoño hacia África y en primavera hacia el norte de Europa. El nóctulo grande es el único predador nocturno que ha sabido aprovecharse de esta importante fuente de alimento.

El nóctulo grande es un excelente volador; los que viven en el parque de María Luisa se mueven habitualmente

cada noche para cazar en un radio de unos 30 km alrededor de Sevilla. Muy frecuentemente se dirigen hacia las marismas del Guadalquivir, llegando a veces hasta el Parque Nacional de Doñana. Para estudiar su comportamiento de caza estamos utilizando un radar militar con el que podemos seguirlos durante sus vuelos nocturnos en el Parque Nacional de Doñana. De momento hemos podido comprobar que vuelan frecuentemente a grandes alturas (hasta más de 1.500 m sobre el suelo).

2.6 El cuco y el alzacola

Fernando Álvarez

Los cucos, como parásitos de cría, ponen sus huevos furtivos en nidos ajenos, en este caso los de alzacola, e incluso llegan a depredar sobre la puesta de otras parejas vecinas para reducir la competencia y favorecer indirectamente al polluelo que han dejado en adopción.

Huevos atractivos

Nuestros cucos, a diferencia de los que parasitan a otras especies de pájaros en el norte y centro de Europa, no tienden a confundir al hospedador por el mimetismo de sus huevos, sino a producir huevos más atractivos. Dos experimentos ponen en evidencia este



El cuco, pirata alado.

hecho. En el primero usamos huevos artificiales tallados en madera de naranjo. Los alzacolas nidificantes aceptaron o rechazaron estos modelos de forma selectiva y prefirieron, sobre todo, los dos tipos de mayor tamaño, aunque nunca se den en estado natural. En el segundo se investigó la respuesta al color. Se introdujeron en los nidos modelos artificiales de huevos del mismo tamaño que los del cuco, pero pintados de diferente manera: unos imitaban la coloración de los huevos de alzacola, otros eran como los de cuco (ambos indistinguibles de los reales), unos terceros los hicimos completamente blancos y, por último, también los había blancos con motas negras. Al igual que en el experimento sobre el tamaño, los alzacolas prefirieron con diferencia los huevos blancos y los blancos con motas negras, que tampoco se dan en estado natural.

La estrategia de un pirata

Los cucos eligen zonas de mayor densidad de parejas de alzacola. La cuca vigila a sus víctimas oculta en la copa de los árboles para elegir el momento exacto en que asaltar cada nido, que coincide con los pocos días que emplean las hembras de alzacola en hacer su puesta de 4 o 6 huevos, a razón de 1 huevo diario. La cuca no pone su huevo en cualquier nido, sino que, de alguna manera misteriosa, elige

a los mejores futuros padres: parasita los nidos de alzacola con huevos de mayor tamaño, lo que debe corresponder con hembras más sanas, mejor dotadas y probablemente más capaces de criar pollos.

Las tácticas del pollo de cuco

El cuquito emerge con frecuencia al menos un día antes que los otros huevos y elimina todo lo que se halla en el nido, ya sean huevos o pollos. Los pollos de cuco de Inglaterra emiten un intenso sonido de petición de alimento que imita al de toda la nidada. Pero los pollos de alzacola son prácticamente mudos y, por lo tanto, la intensa llamada del cuquito no puede imitar nada. La solución parece hallarse en una coloración de poderosos efectos, en el llamativo diseño visual del interior del pico del cuquito. Hicimos un experimento que consistió en teñir la boca de los pollos de alzacola y observar la respuesta de sus padres al proporcionarles alimento. Mostraron una clara preferencia por los pollos cuya boca había sido manipulada para reflejar lo más fielmente posible el diseño visual del cuquito.

En defensa del hijo futuro

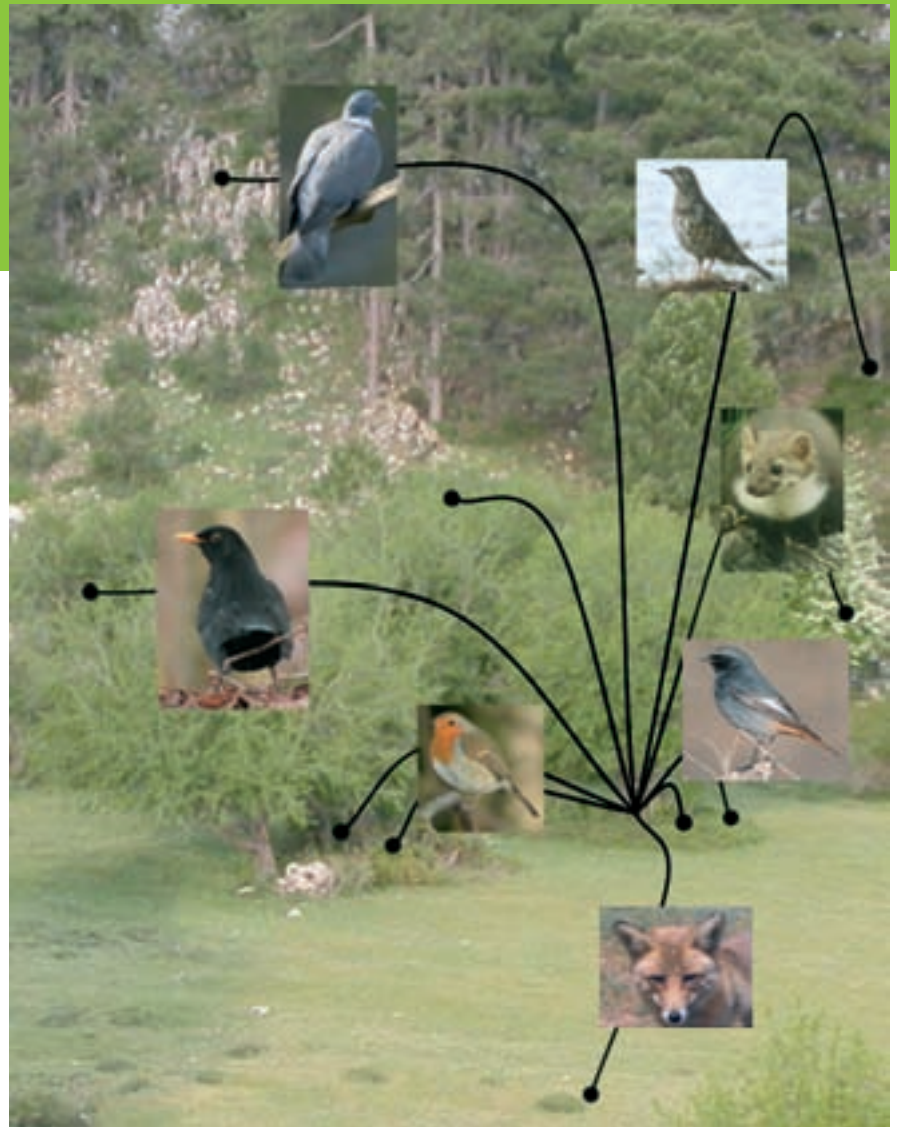
Las cucas eliminan huevos de nidos de alzacola que no han sido parasitados; y no sólo eso, sino que además

concentran su depredación sobre los nidos de alzacola vecinos al parasitado, que nunca tocan, para favorecer a su propio hijo. La única defensa del alzacola es eliminar el huevo de cuco o abandonar el nido. Pero a veces puede confundirse y eliminar un huevo propio, que haya salido algo raro de color o tamaño, e incluso abandonar una puesta entera por la misma razón. Por ello, se ha seleccionado una mayor capacidad de discriminación durante los meses de verano, cuando el cuco está presente. Pero una vez que los cucos adultos emigran, los alzacolas se confían y aceptan cualquier cosa en sus nidos, ya que no hay riesgo de parasitismo.

2.7 Animales frugívoros, semillas y genes: ¿cómo crece un bosque?

Pedro Jordano y José Antonio Godoy

Los árboles y arbustos tienen ciclos de vida en los que la llegada, la supervivencia y la germinación de las semillas son fases clave. El bosque



Esquema de dispersión de semillas por medio de animales frugívoros.

mediterráneo muestra en esto muchas similitudes con los trópicos, pues son los animales los que intervienen en las etapas cruciales de polinización y dispersión de semillas de muchas especies. Muchos arbustos y árboles producen frutos carnosos que son alimento para los animales frugívoros, ya sean aves (como zorcales, mirlos, currucas y petirrojos) o mamíferos (zorros, garduñas, tejones, jinetas u osos). El beneficio es mutuo pues dispersan las semillas en condiciones adecuadas para su germinación. Es una interacción mutualista sin la cual el bosque se colapsaría, o sea, no crecería más.

Al dispersar las semillas (o el polen en el caso de animales polinizadores), los frugívoros dispersan también los genes de la planta. De ello dependen la colonización de nuevas áreas o la sucesión natural tras alteraciones como el fuego, la erosión o la fragmentación del hábitat.

Los investigadores han registrado cuántos frutos y semillas se producen, cuántos son consumidos por los animales, y qué movimientos y preferencias de hábitat tiene éstos. Así han comprobado que es más probable encontrar a los animales en lugares con mayor cobertura de vegetación y también que las semillas son defecadas o regurgitadas

rápidamente tras ser consumidas. Un tipo de trampas o colectores dispuestos en diferentes lugares del bosque recoge las semillas dispersadas, cuya distribución analizamos mediante sistemas de información geográfica.

¿Pero, cómo saber de dónde han venido estas semillas? Aunque el embrión —la semilla— es un nuevo individuo con una dotación genética propia y única, la cubierta leñosa o endocarpio que la protege proviene del árbol madre y su ADN es el de él. Extraído este ADN, es comparado con el obtenido a partir de las hojas de los árboles adultos de la población, lo que permite establecer de dónde vienen las semillas.

Y así hemos podido saber que la mayor parte de los nuevos árboles nacen de semillas de la misma población, pues las distancias de dispersión son cortas (la mayoría inferiores a 30 metros). Pero los genotipos de algunas semillas (entre un 15 y un 20%) vienen dispersados por los animales desde otras poblaciones, situadas a considerables distancias. Nuestros análisis revelan la existencia de dispersión desde árboles situados a más de 15 km. Los responsables de este importante intercambio genético son zorros, garduñas, palomas o zorcales charlos, capaces de largos desplazamientos en breve tiempo.

2.8 Dendrocronología: leer la historia en los árboles

Ricardo Díaz-Delgado

Los principios y prácticas de la dendrocronología se remontan a finales del siglo XIX. Los árboles son fieles testigos del pasado ambiental del lugar en el que han crecido, ya que registran en cada uno de los anillos anuales de crecimiento las incidencias vividas. La dendrocronología consiste en la identificación de cada uno de los anillos de crecimiento anuales y su asociación con el año en el que tuvo lugar. A mediados del siglo XX ya comenzó a extenderse como metodología de estimación de climas pasados, pasando a denominarse esta aplicación dendroclimatología. El objetivo principal de la dendroclimatología es escoger una serie de árboles que muestren una sensibilidad máxima a los factores climáticos para la realización de cronologías de una misma región climática más o menos homogénea para poder cruzar la información de los anillos de crecimiento con los datos meteorológicos existentes y analizar entre ambos las relaciones existentes.

En la actualidad, existen multitud de cronologías distribuidas ampliamente por el planeta remontándose hasta 8.000 años atrás. Innumerables trabajos han corroborado las tendencias climáticas en ambos hemisferios y al mismo tiempo la

Modelo de red dendrítica en el corte de un pino piñonero de Doñana.



utilidad de esta disciplina en el estudio de la estructura, dinámica y producción primaria de la vegetación. Gracias a estos trabajos han podido asimismo confirmarse los patrones de cambio climático a escala global y, en algunos casos, local.

Nosotros pretendemos establecer cuál es la respuesta mediante los patrones de crecimiento de una especie arbórea mediterránea de relevancia al cambio climático y retrospectivamente determinar de qué forma es previsible que respondan las poblaciones de pino salgareño ante los escenarios climáticos futuros considerando la variabilidad local. El objetivo general es reconstruir a escala local la variabilidad climática en el Parque Natural de Cazorla-Segura-Las Villas en los últimos doscientos años. Este objetivo conlleva evaluar la incidencia en las tendencias climáticas atribuidas sobre todo en los últimos cincuenta años al cambio climático que está teniendo lugar a escala planetaria. Pero esta reconstrucción pretende ser llevada a cabo en “escenarios espaciales”

pasados mediante las relaciones existentes entre las variables climáticas y el crecimiento vegetativo del pino salgareño. Se pretende pues generar modelos climáticos espacialmente explícitos en base a las relaciones entre las variables microclimáticas y los patrones de crecimiento local de las poblaciones muestreadas.

Ante un escenario de inminente cambio climático tanto para la agricultura como para la ecología resulta de gran interés la estimación con precisión de variables climáticas en lugares donde no existen estaciones que las registren. Normalmente, los modelos climáticos tratan de estimar la temperatura media mensual, o media anual, en un lugar donde no exista una estación meteorológica. Dado que inevitablemente existe un límite al número de estaciones meteorológicas en un territorio, en el momento que estemos interesados en los valores de temperatura con resoluciones iguales o inferiores a unos 10.000 km² nos encontraremos con que no existen estaciones suficientes para cubrir el

territorio con una malla regular de datos registrados.

En un reciente trabajo ha podido demostrarse que es factible estimar los valores de temperatura observada con bastante precisión en lugares donde no existen estaciones de registro, y que estos modelos se pueden utilizar para generar mapas de temperatura real sobre un territorio mediante el empleo de análisis espacial. Estos modelos de interpolación mejoran cuantitativamente los procedimientos de interpolación a mano propios de los atlas climáticos tradicionales, además permiten conocer el error de las estimas. Las mismas técnicas funcionan bien para interpolar datos de temperatura correspondientes a distintos meses del año y con datos con distinta resolución temporal. Todo ello hace aconsejable aplicar estas técnicas de modo operativo



Cachorros de lince ibérico. Programa de Conservación Exsitu.

para generar mapas de temperaturas o de distintas variables climáticas de gran interés en un escenario de cambio climático donde serán de utilidad entre otras, para determinar los posibles efectos sobre el crecimiento de especies con interés de conservación.

Así, en base a la experiencia adquirida, en este proyecto se plantea la posibilidad de obtener modelos locales interpolados en el espacio y relacionarlos con los patrones de crecimiento vegetativo para cada uno de los sectores climáticos del Parque Natural de Cazorla-Segura-Las Villas.

2.9 ¿Cuándo y cómo se reproducen los lince ibéricos?

Francisco Palomares

Hemos estudiado la reproducción del lince ibérico en Doñana durante varios años con el objeto de conocer cuántas veces se reproduce una hembra de lince cada año y también a lo largo de toda su vida. Queríamos saber también en qué fechas ocurre la reproducción de los lince, cuántos cachorros tiene cada hembra cada vez que se reproduce, cuántos de ellos sobreviven hasta la

edad de adultos y si existe algún tipo de relación entre la reproducción y la abundancia de comida para el lince.

Aprendimos que los lince tienen normalmente tres cachorros cada vez que crían y que lo normal es que los partos ocurran al principio de la primavera. Además, también era lo más normal que sólo dos de los cachorros que nacían sobrevivieran hasta los tres meses de edad. Por otro lado, las hembras se reproducen sólo una vez cada año, desde que tienen tres años de edad, hasta que cumplen los nueve años. Finalmente, también aprendimos que si no hay una cantidad de conejos suficiente (los conejos son la comida preferida de los lince) no se pueden reproducir, e incluso tampoco pueden existir los lince donde no hay conejos.

Hoy el lince ibérico es una especie protegida por la ley, pero hasta mediados del siglo XX eran considerados, junto a otras muchas especies de carnívoros y otros animales, como alimañas. Su caza no sólo era un deporte para los que podían permitírselo, sino que además era premiada a los guardas en los cotos, como en Doñana.





Los expertos consideran que sólo sobreviven hoy en el mundo entre 150 y 200 linces



ibéricas. Éstos son, según los ven los niños que conviven junto a ellos en Doñana.

Tercera parte

LA EXPOSICIÓN 'DOÑANA,
DIVERSIDAD Y CIENCIA'



La exposición Doñana

En el mes de julio de 2006 se inauguraba en el Real Jardín Botánico de Madrid la exposición “Doñana, diversidad y ciencia”, origen de la publicación que hoy podemos disfrutar.

Posteriormente, en noviembre del mismo año, recaló en el Muelle de las Delicias de Sevilla. En torno a 35.000 visitantes pudieron disfrutar de la muestra en estas dos primeras escalas.

La exposición pretendió desde un principio acercar al visitante a Doñana de un modo diferente, lo cual no dejaba de ser todo un reto, ya que un símbolo de tal magnitud ha sido mostrado ininidad de veces desde los ángulos más distintos. De esa forma, la exposición quedó dividida en dos partes. La primera de ellas pretendía un acercamiento a través de sus conceptos fundamentales, que son, a la vez, tan universales: “las formas”, “el color”, “las texturas”, “la infancia”, “la sociedad”, etc.

Se llevó a cabo a través de bellas imágenes de gran formato y calidad y cuidados textos elaborados por científicos y autores reconocidos, que son los que se reproducen en este libro. La segunda parte abarcaba un paseo por la ciencia en Doñana y por los cuarenta años de actividad de su principal órgano científico: la Estación Biológica de Doñana (CSIC), de la mano de los propios investigadores. Esta segunda parte tuvo su origen en una exposición anterior que conmemoraba el cuarenta aniversario de la creación de la Estación Biológica de Doñana.

Estas actividades corresponden a la decidida apuesta de la Estación Biológica de Doñana por divulgar entre la ciudadanía los valores de la ciencia y acrecentar la confianza en las entidades científicas y en el papel tan importante que representan para el desarrollo ordenado de la sociedad.

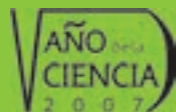
COLECCIÓN **DIVULGACIÓN**

Doñana

Diversidad y ciencia

“La biodiversidad es más que la suma de los elementos que componen el mundo vivo; también son biodiversidad las relaciones entre esos elementos, los procesos ecológicos que hacen posible su existencia y los procesos evolutivos que los han originado. [...] Los seres humanos necesitamos a la biodiversidad más que ella a nosotros, ya que es la responsable de que la Tierra funcione de una manera satisfactoria. [...] El entramado de la vida se ocupa de regular la composición de la atmósfera (y con ella, el clima), de depurar el aire y el agua, de hacer fértil al suelo, de evitar riadas y avalanchas, de polinizar las cosechas, de reducir las plagas, etc. Por todo ello es indispensable conservar la biodiversidad, hoy amenazada.” (Miguel Delibes)

Doñana, diversidad y ciencia es un paseo conceptual por el espacio natural más emblemático de Europa. La esencia de un mito a través de decenas de fotografías... Un acercamiento respetuoso a la diversidad de sus conceptos, un paseo por la esencia de su historia y una curiosa aproximación a la ciencia que genera hoy en día. En este recorrido descubriremos el carácter distintivo de algunos de los parajes de la reserva, sus matices más interesantes, las texturas y las formas más sorprendentes de la naturaleza, sus colores y conjuntos, sus transformaciones en las últimas décadas y la influencia de la presencia humana en el privilegiado ecosistema de la Reserva Biológica de Doñana.



ISBN: 978-84-00-08545-2



HÉCTOR GARRIDO COORDINADOR • Doñana, diversidad y ciencia

COLECCIÓN **DIVULGACIÓN**

Doñana

Diversidad y ciencia

HÉCTOR GARRIDO
COORDINADOR



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS