

ETOLOGUÍA

Boletín de la Sociedad Española de Etología



nº 21

2008

Universidad de Extremadura
Servicio de Publicaciones



Sociedad Española de Etología

Sede: Museu de Ciències Naturals, Parc de la Ciutadella,
Psg. Picasso s/n., 08003 Barcelona
larroyo@bcn.cat

Junta directiva

Presidente: Juan Carranza

Vicepresidente: Juan Moreno

Secretario: Juan Carlos Senar

Tesorera: Esther del Val

Comité Editorial

Adolfo Cordero, Universidad de Vigo

Emilio Barba, Universidad de Valencia

Concha Mateos, Universidad de Extremadura

Santiago Merino, Museo Nacional Ciencias Naturales

La Sociedad Española de Etología (SEE) es una entidad de carácter no lucrativo fundada en 1984 para favorecer una estrecha colaboración entre los etólogos, promoviendo y coordinando el estudio del comportamiento animal tanto teórico como aplicado, así como promocionando la difusión de los conocimientos etológicos a través de publicaciones y docencia de la Etología en los diversos planes de estudios.

EtoloGuía es el boletín de información, contacto y divulgación científica de la Sociedad Española de Etología.

En él tienen cabida todas las contribuciones acerca de temas y actividades relativas al comportamiento, de interés para los socios e interesados en la Etología en general.

Las colaboraciones deberán enviarse (a ser posible por correo electrónico y en formato digital) a: Francisco Valera, Editor de *Etologuía*, Depto. de Ecología Evolutiva y Funcional, Estación Experimental de Zonas Áridas–CSIC, c/ General Segura 1, 04001 Almería.
Correo electrónico: pvalera@eeza.csic.es

Editor: Francisco Valera

Editores adjuntos: Sebastián Hidalgo de Trucios,
Juan Carlos Senar y Jordi Domènech

Diseño: Sebastián Hidalgo de Trucios

Maquetación: Montse Ferrer

Edita: Sociedad Española de Etología
y Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura

ETOLOGUÍA, nº 21 2008

© Sociedad Española de Etología y los autores

ISSN: 1135–6588

Depósito legal: ...

Impreso en: APROSUBA3 Artes gráficas,
Carretera de Cáceres km 8, 06080 Badajoz

iii	Etoimagen	
1	Temas actuales en Etología	
1	Isótopos estables como integradores de la vida	<i>Manuela G. Forero</i>
31	Historia de la Etología en España: reparando algunos olvidos	<i>Juan Carlos Senar y Francesc Uribe</i>
41	Pájaros, parásitos vectores y virus: una nueva ruta de transmisión de virus en aves silvestres	<i>Jaime Potti, Guillermo Blanco, Jesús Á. Lemus, David Canal y Arturo Baz</i>
53	Tesis en Etología	
53	Relaciones ecológicas entre dos especies simpátricas de aguiluchos, <i>Circus pygargus</i> y <i>Circus cyaneus</i> , en medios esteparios	<i>Jesús García González</i>
55	El riesgo de depredación en Passeriformes: factores determinantes y estrategias para minimizar su efecto	<i>César Luis Alonso Nuevo</i>
57	Biogeografía y Ecología de la Tarabilla Canaria (<i>Saxicola dacotiae</i>) con implicaciones para su conservación	<i>Juan Carlos Illera Cobo</i>
59	Ecología reproductora del Alcaudón Dorsirrojo (<i>Lanius collurio</i>) en Navarra	<i>Alberto Lizarraga Senar</i>
60	Influencia de la selección de planta hospedadora, de los parasitoides y de la competencia intraespecífica en el desarrollo y mortalidad de la procesionaria del pino (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>)	<i>Tomás Pérez Contreras</i>
63	Comportamiento social y de alimentación del Rebeco Pirenaico (<i>Rupicapra pyrenaica pyrenaica</i>)	<i>Antoni Dalmau Bueno</i>
65	Consecuencias sobre la eficacia biológica de las interacciones entre <i>Quercus ilex</i> y un consumidor especialista de sus bellotas, <i>Curculio elephas</i>	<i>Raúl Bonal Andrés</i>
67	Factores determinantes del éxito reproductivo del Cernícalo Vulgar <i>Falco tinnunculus</i> en la isla de Tenerife	<i>José Carrillo Hidalgo</i>
70	Biología y conservación de las poblaciones de Buitre Negro (<i>Aegypius monachus</i>) en Extremadura	<i>Emilio Costillo Borrego</i>
72	Ecología de la Cerceta Pardilla (<i>Marmaronetta angustirostris</i>) y de la Malvasía Cabeciblanca (<i>Oxyura leucocephala</i>) en los humedales del Baix Vinalopó, Alicante	<i>Cristina Fuentes Sendín</i>
75	Ecología e comportamiento das populações de <i>Amazona pretrei</i> no sul do Brasil (ecología y comportamiento de las poblaciones de <i>Amazona pretrei</i> en el sur de Brasil)	<i>Jaime Martínez</i>
77	Distribución y estrategias de la vida del Pico Mediano <i>Dendrocopos medius</i> en una población fragmentada. El papel de la estructura del hábitat	<i>Hugo Robles Díez</i>
79	Estrategias de machos y hembras en el sistema de apareamiento del ciervo en Doñana	<i>M. Cristina Sánchez Prieto</i>

Contenidos

- 81 Efectos de la degradación del hábitat y el riesgo de depredación en el comportamiento y el estado de salud en lagartijas *Luisa Amo de Paz*
- 83 Defensas y contradefensas en el parasitismo de cría en aves: reconocimiento de huevos y comportamiento petitorio *David Martín Gálvez*
- 85 Reparto del alimento entre los pollos de las aves nidícolas por los padres: Análisis de las estrategias involucradas *Gregorio Moreno-Rueda*
- 87 Análisis ecológico del comportamiento depredador y dispersante de semillas de encina (*Quercus ilex*) por el ratón moruno (*Mus spretus*) y el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) *Alberto Muñoz Muñoz*
- 90 Eficacia de la gestión del conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*) en Extremadura. Análisis de los principales factores ambientales de recuperación: refugio y alimento *Sara Serrano Pérez*
- 91 Modelos espaciales de hábitat y análisis de viabilidad de la población de Urogallo en la Cordillera Cantábrica *Adan Abajo Chic*
- 93 Estudios ornitológicos aplicados a la gestión del hábitat de los Passeriformes del carrizal en el Parque Natural de El Fondo (Alicante, SE de España) *Ignacio García Peiró*
- 95 Patrones espacio-temporales en la migración de aves trans-saharianas en la Península Ibérica *Oscar Gordo Villoslada*
- 98 Comportamiento reproductivo de la Avutarda Común *Marina Magaña Ramos*
- 99 Comportamiento migratorio de la Avutarda Común en la Península Ibérica *Carlos Palacín Moya*
- 102 Evolución de la coloración del plumaje basada en señales múltiples *Javier Quesada Lara*

105 Tesinas en Etología

- 105 Evaluación del efecto del programa de enriquecimiento ambiental, en el patrón de actividad diario y en el uso del espacio en tres osos pardos (*Ursus arctos*) del Parque Zoológico de Barcelona *Ana Isabel Soriano Giménez*

109 Nuestra Sociedad

- 109 Acta de la Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria de la Sociedad Española de Etología, Almería (Aguadulce) – 2004
- 117 Acta de la Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria de la Sociedad Española de Etología, Puerto de la Cruz (S.C.Tenerife) – 2006
- 122 Se celebró: XI Congreso Nacional y VIII Iberoamericano de Etología *Vittorio Baglione*

127 Nuevos libros

- 127 Fauna en Acción *Josefina Maestre*
- 129 Unity in Diversity *Comité Editorial*

130 Obituario

133 Normas de Publicación



ENFRENTAMIENTO AGONÍSTICO ENTRE LÚGANOS

La imagen capta un enfrentamiento agonístico entre dos Lúganos (*Carduelis spinus*) machos en un comedero. A la izquierda aparece una hembra de Lúgano (plumaje listado), que está comiendo. Existen diversos tipos de despliegues agonísticos según si el individuo abre o no el pico y hasta que punto despliega las alas, y con ellos el individuo comunica su grado de intolerancia a la presencia del otro individuo (Senar, 1990). El individuo a la derecha de la foto realiza un despliegue D4, indicando un grado máximo de intolerancia a la presencia del otro macho. La foto ilustra también que en el sistema de organización social del Lúgano, de tipo "feudal" (Senar et al., 1990), la mayor parte de agresiones tienen lugar entre los machos, normalmente entre los individuos dominantes de los distintos bandos, que protegen a *sus* subordinados. Las hembras están generalmente al margen del flujo de agresiones, y ello podría explicar que en esta especie, la tasa de supervivencia de machos y hembras sea similar, al contrario de lo que sucede en especies de similar tamaño.

Comentario e imagen: J.C. Senar, Museo de Ciencias Naturales de Barcelona

Referencias

- Senar, J.C., 1990. Agonistic communication in social species: what is communicated? *Behaviour*, 112: 270-283.
- Senar, J.C., Camerino, M. & Metcalfe, N.B., 1990. Familiarity breeds tolerance: the development of social stability in flocking Siskins (*Carduelis spinus*). *Ethology*, 85: 13-24.

Isotopos estables como integradores de la vida

Manuela G. Forero

Departamento de Biología de la Conservación, Estación Biológica de Doñaña, Avda. María Luisa s/n., Pabellón del Perú, 41013 Sevilla.

Correo electrónico: gforero@ebd.csic.es

Resumen

La incorporación de la medición de isótopos estables en estudios ecológicos ha experimentado un incremento vertiginoso durante las últimas décadas, consolidándose como una subdisciplina relevante dentro de la ecología. Los isótopos más comúnmente usados en ecología han sido los de nitrógeno y carbono, aunque se está demostrando la utilidad de otros isótopos como los de azufre, hidrógeno u oxígeno. Las áreas de la ecología que se han visto más favorecidas por la incorporación de los isótopos estables en sus estudios, son aquellas relacionadas con la ecología trófica y ecología de poblaciones. En este último caso se han abordado cuestiones relacionadas con el estudio de conexiones migratorias, dispersión y conexión entre poblaciones. El avance en el conocimiento de la biogeoquímica de los isótopos estables, la colaboración entre ecólogos, químicos y geólogos y las aproximaciones multidisciplinares que recurran a diferentes aproximaciones metodológicas combinadas con la medición de isótopos estables, son factores que sin duda contribuirán en el futuro al desarrollo de la ecología de los isótopos estables y al avance de la ecología en general.

Introducción

La medición de las abundancias relativas de isótopos estables en la naturaleza es una herramienta que ha revolucionado muchas áreas de la ecología. De hecho, su evolución está siendo de alguna forma similar a la

que en su momento experimentó la utilización de marcadores moleculares en ecología y que pasó de ser una técnica de apoyo a convertirse en una disciplina de la ecología (ecología molecular). De forma paralela cada vez es más usada la denominación de “ecología de isótopos estables”³². El análisis de isótopos estables comenzó siendo una herramienta aplicada principalmente a las ciencias de la tierra, para extenderse, coincidiendo con la aparición de la espectrometría de masas en 1988 (y de forma similar a la aparición de la secuenciación automática en ecología molecular), a otras áreas como la ecología, fisiología, ciencias ambientales, etc., para abordar problemas e hipótesis a todos los niveles de organización, desde individuos y poblaciones hasta comunidades y ecosistemas. Una muestra de esta trayectoria es el incremento exponencial que ha experimentado la publicación de artículos relacionados con isótopos estables en un número amplio de revistas de gran calidad científica en el área de ecología. La única revisión realizada al respecto y publicada en el año 2000⁴⁸ recopila sólo trabajos que utilizan isótopos estables de nitrógeno y carbono en estudios de ecología trófica de aves y mamíferos, para el periodo comprendido entre 1978-1988. Actualmente, el espectro de aplicación de los isótopos estables va mucho más allá de estos dos isótopos, de estos dos grupos animales y de la ecología trófica. Por esta razón, antes de profundizar en el tema, y a modo introductorio, me parece interesante mostrar la evolución temporal de los trabajos publicados con isótopos estables en revistas de ecología durante las últimas dos décadas (1987-2007). Para ello he consultado las bases de datos de la Web of Science (Science Citation Index Expanded 1945-2007), limitando las palabras claves a: “stable AND isotopes*”, y para el grupo de revistas mostrado en el Apéndice 1. En la Figura 1 se puede apreciar el aumento exponencial experimentado, principalmente durante los últimos 10 años, en publicaciones del área de ecología en los que se utilizaron los isótopos estables. Los años 1987 y 1988 dieron un resultado de 0 artículos para los criterios de búsqueda utilizados. Las revistas con una mayor presencia de publicaciones fueron *Oecología* (280 artículos), *Marine Ecology Progress Series* (266) y *Ecology* (89) todas ellas de una elevada calidad científica. Muestra también del auge de esta disciplina son los numerosos libros publicados recientemente (e.g.^{32, 21}), y la calidad de los Congresos Internacionales celebrados bianualmente sobre ecología de isótopos estables (<http://www.isoecol.org/>).

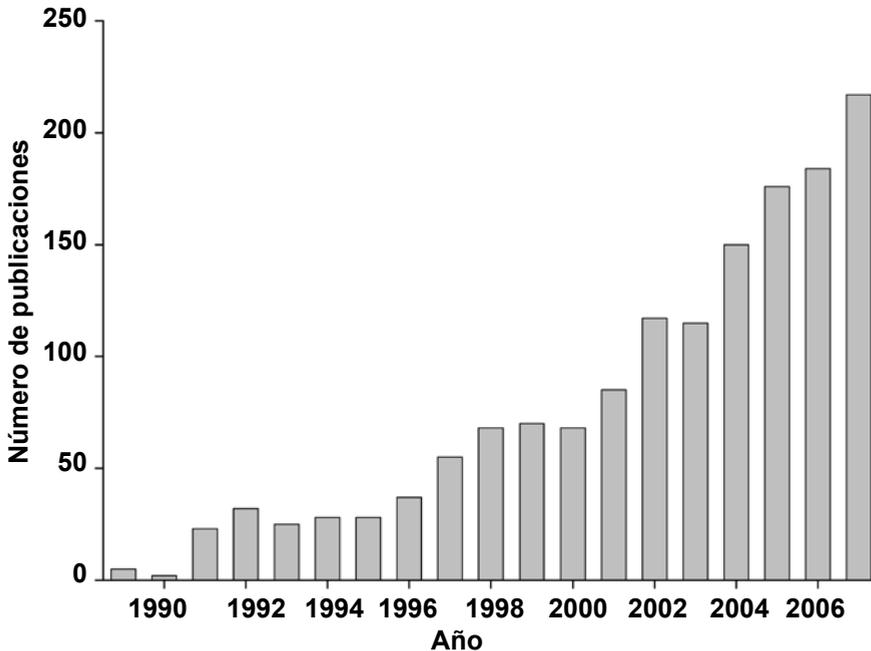


Figura 1. Histograma con el número de trabajos de isótopos estables publicados en revistas de ecología según los criterios de búsqueda explicados en el texto.

Isótopos estables en la naturaleza, sus propiedades

En la naturaleza nos encontramos dos tipos de isótopos, los no estables (radioactivos) y los estables. Cada elemento se presenta al menos en dos isótopos estables que difieren en su masa dependiendo del número de neutrones, siendo los isótopos más ligeros siempre más abundantes que los más pesados. Los isótopos más usados en ecología son los de nitrógeno, carbono, azufre, hidrógeno y también oxígeno. Por ejemplo, hay dos isótopos estables de nitrógeno, el ^{15}N y el ^{14}N cuyas abundancias relativas en la Naturaleza son 0,37% y 99,63% respectivamente. De forma similar nos encontramos en la naturaleza con dos isótopos estables de carbono, el ^{13}C (1,11%) y el ^{12}C (98,89%), o en el caso del azufre, con cuatro isótopos estables, ^{32}S (95%), ^{33}S (0,76),

^{34}S (4,22) y ^{36}S (0,014) (24). Las diferencias en las propiedades físicas de los diferentes isótopos hacen que la composición de los mismos en los seres vivos y en componentes abióticos de los ecosistemas sea un verdadero marcador tanto de los procesos ecológicos como evolutivos (revisión en 89). La variación en la proporción de isótopos de un elemento en un proceso ecológico, físico o químico (e.g. presa-consumidor, evaporación, etc.), se conoce con el nombre de fraccionamiento. Los factores de fraccionamiento son conocidos para determinados isótopos (e.g. ecología trófica, aprox. $3,4 \pm 1\text{‰}$ entre consumidor y presa para nitrógeno) 60. Sin embargo, en la actualidad la aplicación generalizada de estos factores de fraccionamiento se está cuestionando, siendo cada vez más necesaria la realización de estudios que evalúen los potenciales factores que pueden afectar a los mismos así como la obtención de valores específicos para los organismos objeto de estudio. Por ejemplo, en el caso concreto del nitrógeno, se ha podido determinar que el valor de fraccionamiento indicado anteriormente en torno al 3‰ puede variar mucho entre grupos animales en función del tipo de dieta, calidad de la misma, el estado fisiológico de los individuos, etc. (e.g. 2, 76).

Otro comportamiento particular de los isótopos que debemos señalar en este punto para posteriormente poder comprender el potencial de su aplicabilidad en ecología, es el reemplazamiento ("turnover") diferencial existente entre tejidos con diferentes tasas metabólicas (86). El turnover no es más que la velocidad a la que los isótopos del medio (e.g. dieta) se incorporan en los tejidos del consumidor. Los tejidos con elevadas tasas metabólicas reflejarán la composición isotópica incorporada del medio recientemente, mientras que tejidos con tasas metabólicas más lentas (e.g. colágeno del hueso) dan una información integrada sobre la incorporación de esos isótopos durante un periodo de tiempo largo (42). Recientemente, también se ha demostrado que la concentración de isótopos estables en los radios concéntricos vertebrales del tiburón blanco da información sobre la dieta de los individuos progresivamente a lo largo de la vida (27). Así, la elección de cada tipo de tejido dependerá de la cuestión que queramos responder, y la combinación de las concentraciones isotópicas en diferentes tejidos nos permitirá hacer reconstrucciones históricas del fenómeno ecológico que estemos estudiando (e.g. 72). Todos los avances de conocimiento producidos en los últimos años sobre factores de fraccionamiento y sobre la velocidad de asimilación isotópica en diferentes tejidos, son principalmente debidos a

estudios realizados en laboratorio en condiciones ambientales y/o dieta controladas (e.g. temperatura) (e.g. 2, 67, 16, 63, 82).

Notación y medición

Las concentraciones isotópicas se expresan como δ , es decir, diferencia. Esta notación se utiliza debido a que no se dan los valores absolutos de las fracciones isotópicas, sino las proporciones isotópicas referidas a dichas proporciones en unos determinados estándares:

$$\delta X = (R_{\text{muestra}} / R_{\text{est}} - 1) \times 1.000$$

donde X es el valor final obtenido para la muestra en cuestión referido a un estándar, R_{muestra} y R_{est} serían los valores de la proporción isotópica en la muestra y el estándar respectivamente. La definición de δ implica una multiplicación por 1.000, para magnificar las diferencias en proporciones isotópicas. La medición se hace en ‰ (por mil) (una muestra con un valor de $\delta X = 100\text{‰}$ estaría indicando una diferencia entre la muestra y el estándar del 10%). Los estándares utilizados son la PeeDee Belemnite (PDB) para carbono, nitrógeno atmosférico para nitrógeno (AIR), el Canyon Diablo Troilite (CDT) para azufre y el agua del océano (SMOW) para hidrógeno y oxígeno. Cuando se obtiene un valor negativo de δX , indica que la muestra tiene una proporción del isótopo más pesado inferior a la existente en el estándar utilizado.

En la actualidad, como se ha mencionado anteriormente, la medición de los isótopos estables en laboratorio se hace en un espectrómetro de masas. Las muestras biológicas tomadas en el campo, dependiendo de las condiciones de muestreo, pueden ser conservadas por diferentes métodos sin que se alteren las concentraciones isotópicas. Se ha demostrado que la congelación de las muestras o la preservación en etanol al 70% no alteran las razones de isótopos estables de nitrógeno y carbono en diferentes tejidos (44, 34). Posteriormente, bien sea inmediatamente después de la toma de muestras o tras un periodo de preservación, se procede a su secado y pulverizado, para después pesarlas antes de realizar la medición. En un Analizador Elemental se someten a combustión, hasta obtener los gases en los que se medirá la proporción isotópica (H_2 para hidrógeno, CO_2 para carbono, N_2 para nitrógeno, O_2 para oxígeno y SO_2 para azufre). Los isótopos de diferente número de neutrones y por tanto diferente peso se separan mediante un electroimán por fuerza centrípeta.

Aplicaciones pasadas, recientes y futuras: principales avances de conocimiento en ecología

Durante las últimas dos décadas, el incremento de la aplicación de los isótopos estables en ecología ha sido particularmente patente en las áreas de ecología trófica y ecología de poblaciones, bien relacionados con comportamientos migratorios o con el estudio de conexión entre poblaciones. La aplicación dentro de estas áreas ha ido ampliándose y diversificándose, tanto en relación a los isótopos utilizados, inicialmente limitados a $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, como en relación al problema de estudio. Paralelamente, y gracias a la continuada recomendación de determinados ecólogos, se ha avanzado mucho en el conocimiento propiamente dicho sobre la ecología de los isótopos estables, sus aplicaciones y sus limitaciones (e.g. ⁷³). Gracias a ello, hoy día el conocimiento sobre la variabilidad en fraccionamiento y reemplazamiento de isótopos estables en diferentes tejidos, y los factores que los condicionan, ha incrementado enormemente, haciendo el uso de esta aproximación en ecología mucho más precisa y rigurosa.

Aquí intentaré dar una visión de la evolución y diversificación en la aplicabilidad de los isótopos estables en ecología, sus principales aportaciones a esta disciplina y su proyección futura.

Estudio de conexiones migratorias, delimitación de poblaciones y procesos dispersivos

Aunque inicialmente los isótopos estables se vieron más o menos limitados a la ecología trófica, durante los últimos años son numerosas las aportaciones de esta disciplina al área de conocimiento de comportamientos migratorios, estudios de procesos dispersivos e identificación de dispersantes lejanos, estudio de dinámica fuentes-sumidero y delimitación de poblaciones, principalmente en aves (49, 39, 88, 78, 10). La metodología utilizada tradicionalmente para abordar estas temáticas ha sido, principalmente el marcaje de miles de individuos con marcas (anillas) de identificación a distancia o anillas de metal para su posterior recaptura. Sin embargo, las recapturas no siempre han permitido resultados exitosos o robustos. En la actualidad, la combinación de marcadores genéticos, sistemas de geolocalización satelital (aunque extremadamente caros y válidos exclusivamente para especies de gran

tamaño) y la medición de isótopos estables, están haciendo posible una mayor resolución en este tipo de trabajos, sobre todo en estudios de movimientos a larga distancia.

Las fracciones isotópicas de los distintos elementos muestran gradientes espaciales. Por ejemplo, $\delta^{13}\text{C}$ varía geográficamente dependiendo de la proporción de plantas C_3 (valores de $\delta^{13}\text{C}$ cercanos a -27‰ , más abundantes en altas latitudes) y C_4 (valores entre -9 y -14‰ , más abundantes en bajas latitudes) (51). También estos isótopos de carbono muestran una variabilidad latitudinal en los sistemas marinos debido a una menor proporción de ^{13}C en el fitoplancton en altas latitudes (35). De forma similar las plantas marinas muestran niveles de $\delta^{15}\text{N}$ más elevados que las terrestres (23). En base a lo expuesto anteriormente se puede deducir que la utilización de los isótopos de nitrógeno y carbono en este tipo de estudios se ve limitada en la práctica a situaciones en las cuales los desplazamientos ocurren entre localidades con diferentes proporciones de plantas C_3 y C_4 , entre sistemas marinos y terrestres, o latitudinalmente en sistemas marinos.

La proporción de isótopos estables de hidrógeno (δD , $^2\text{H}/^1\text{H}$, Deuterio) y de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) varían latitudinalmente a escala continental debido a la circulación de las masas de aire y la dinámica de estos isótopos en los procesos de evaporación y condensación (8). Estos fenómenos hacen que los valores de δD y $\delta^{18}\text{O}$ disminuyan con la latitud y la altitud (10). En los polos, estos patrones se acentúan debido a que las bajas temperaturas provocan un mayor fraccionamiento, con lo que los valores de δD y $\delta^{18}\text{O}$ se hacen aun más bajos. En la actualidad la existencia de grandes redes mundiales de recopilación de valores isotópicos en la precipitación (e.g. la red de isótopos en precipitación de la International Atomic Energy Associations, IAEA, <http://isohis.iaea.org/>), junto con el desarrollo de modelos estadísticos de interpolación (9), hacen posible la preparación de mapas con cuadrículas de valores isotópicos bastante precisos para toda la superficie terrestre (10) (ver fig. 1 en el trabajo de Bowen et al. 2005 10). Estos gradientes espaciales en las concentraciones isotópicas del agua de lluvia se incorporan a los productores primarios y se transmiten a niveles tróficos superiores (46). Los isótopos de deuterio y oxígeno, al ser independientes de la dieta, tienen mayor potencial como herramienta para evaluar procesos ecológicos a escala espacial y temporal que los isótopos estables de nitrógeno y carbono.

Una decisión de crucial importancia para asegurar el éxito de estudios que implican el movimiento de individuos entre gradientes isotópicos, es la elección de un tejido que se renueve estacionalmente y que registre la escala de movimiento temporal que queremos determinar (tejidos formados en su totalidad durante el tiempo o el lugar a discriminar, es decir, estación reproductora o migradora, población de origen o destino, área de reproducción o migración, etc.) (78). En determinadas ocasiones se puede recurrir a tejidos cuyas tasas metabólicas se ajusten a la escala temporal y de movimiento en la que estamos interesados. Por ejemplo, Marra et al.⁵⁶ utilizaron el músculo para estudiar la fenología de invernada y reproducción en una especie de ave americana (*Setophaga rutinilla*) que se mueve entre ambientes xéricos y méxicos. Otros estudios recientes han propuesto la utilización de uñas como tejido apropiado para estudiar comportamientos que implican el desplazamiento de individuos (e.g. 3). Bearhop et al.⁵, mediante la medición de isótopos estables de deuterio en uñas de una población reproductora europea de curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*), constataron el cambio en el comportamiento migratorio de esta especie, distinguiendo individuos que invernaban en el Reino Unido de los que lo hacen en la Península Ibérica, y su potencial relación con un emergente proceso de especiación simpátrica. Sin embargo, la uña no sería un tejido adecuado en especies donde el desgaste sea elevado. También Mendes et al.⁵⁹, con el fin de estudiar los procesos de segregación familiar y dispersión natal en cachalotes (*Physeter macrocephalus*), recurren a la medición de isótopos estables de carbono en la dentina de estos individuos. Aunque se trata de un tejido metabólicamente activo, se pueden distinguir claramente las franjas de crecimiento anual, que una vez fijadas son metabólicamente inactivas. Este registro constituye un archivo cronológico de los movimientos de estos individuos, que les permitió determinar la edad de segregación de los grupos familiares, así como la existencia de un progresivo desplazamiento hacia los polos entre los 4 y 15 años de edad. Pese a estas excepciones, y como sugiere Hobson⁴⁰, los tejidos más apropiados para estudios de movimientos animales son los metabólicamente inertes que conservan las señales isotópicas del lugar donde se formaron y correspondientes a su periodo de crecimiento (e.g. pluma, pelo). El uso de estos tejidos implica el conocimiento exacto de la fenología y patrones de muda de las especies estudiadas. Por ejemplo, la mayoría de las especies europeas de aves migradoras reemplazan sus plumas de vuelo en las áreas de invernada. Por ello, la captura de

estos individuos en Europa durante la reproducción, paralela a la toma de una muestra de estas plumas, nos arrojará información valiosa sobre la localización de sus zonas de invernada (e.g. 65), enormemente desconocidas pese a los grandes esfuerzos de marcaje realizados históricamente. Adicionalmente, aunque los gradientes isotópicos a escala europea no son tan marcados como en América (45), recientemente se ha puesto de manifiesto que existe una disminución en las concentraciones de deuterio e isótopos de oxígeno en dirección norte y este (47), lo que abre también la posibilidad de estudios de movimientos a escala continental.

Personalmente, pienso que una de las aplicaciones más útiles de los isótopos para la determinación de áreas de invernada, la encontramos en las aves marinas, prácticamente inaccesibles al investigador durante su periodo invernal y pelágico. Pese a las cada vez más numerosas evidencias del papel que las condiciones o perturbaciones ambientales durante el invierno pueden tener sobre la dinámica de las poblaciones de estas especies (80), existe un gran desconocimiento sobre su ecología y áreas de distribución invernal. La medición de isótopos estables, principalmente de $\delta^{13}\text{C}$, el cual muestra un gradiente latitudinal en sistemas marinos, está permitiendo tanto la localización de las áreas de invernada como la identificación de diferentes estrategias individuales y poblacionales en el uso del espacio durante el periodo invernal (e.g. 17). Sin embargo, estos estudios están aun limitados por la escasez de mapas basales de isótopos para numerosas regiones oceanográficas, lo cual hace imposible en muchos casos la localización de las áreas de invernada de estas especies de aves y mamíferos marinos (e.g. 79).

La medición de isótopos estables puede también funcionar en la dirección inversa a la mencionada hasta el momento, que sería no la determinación de los lugares de invernada de individuos de una misma población reproductora, sino la asignación de individuos invernantes a diferentes poblaciones reproductoras. Por ejemplo, el conocimiento de la dinámica de las agrupaciones premigratorias es de suma importancia para la conservación de muchas especies, sin embargo determinar la procedencia de estos individuos no siempre es fácil. Un ejemplo lo tenemos en la Península Ibérica con las agrupaciones de cernícalo primilla (*Falco naumanni*) en subestaciones eléctricas en toda la zona de Navarra y Aragón. Pese a los grandes esfuerzos de marcaje realizados en las poblaciones reproductoras de estas dos comunidades, el porcentaje de individuos marcados en las mismas es mínimo, lo que sugiere que los

individuos provienen de otras poblaciones reproductoras de la Península Ibérica. En este caso, se ha intentado caracterizar isotópicamente todas las potenciales poblaciones de origen mediante la medición de isótopos de deuterio, nitrógeno y carbono en plumas de pollos nacidos en esas poblaciones (Ursúa et al. en preparación). Inicialmente, pensamos que con esta información podríamos construir modelos que nos permitieran clasificar posteriormente a individuos capturados en las subestaciones en base a la medición de isótopos en sus plumas. Sin embargo, el escaso gradiente existente para deuterio en la Península Ibérica, y el potencial efecto de otros componentes ambientales, ha impedido que nuestro poder de discriminación sea suficiente para el objetivo propuesto.

También recientemente, Møller et al.⁶¹, en un trabajo realizado en una población de golondrinas (*Hirundo rustica*) localizada en la región de Chernobyl afectada por contaminación radioactiva desde 1986, han demostrado la utilidad de los isótopos estables para estudiar procesos de dispersión y dinámicas de fuente-sumidero en poblaciones sometidas a perturbaciones ambientales. Estos autores identificaron un proceso de sumidero en la población estudiada, en la que las varianzas en isótopos estables en plumas tras la perturbación fueron mucho mayores que en una población control. Este aumento en la varianza se correspondía con procesos de inmigración de individuos con trazas isotópicas de otras poblaciones.

Hasta el momento, la gran mayoría de trabajos mencionados hacen referencia a diferentes especies de aves. Esto no solo es debido a la utilidad de la pluma en ecología de isótopos estables, sino también a que se trata de especies móviles con enorme capacidad de desplazamiento y cuyas características vitales en muchas de ellas implican comportamientos migratorios y dispersivos de miles de kilómetros. Sin embargo, los ecólogos está empezando a implementar esta aproximación en otras especies de mamíferos (marinos principalmente) que realizan grandes desplazamientos durante sus ciclos vitales, o con murciélagos, que muestran paralelismos con las aves en muchas de sus estrategias vitales. En este último caso, aunque se intuye que muchas especies de murciélagos realizan movimientos migratorios, no es hasta hace poco, y gracias a la medición de isótopos estables de δD , que se han podido dar evidencias fiables de dichos comportamientos. Dos trabajos recientes, han demostrado la existencia de movimientos migratorios tanto en diferentes especies de murciélagos europeos en el Reino Unido, (19,

medición de deuterio en especímenes de museo), como en una especie americana, *Lasiurus cinereus* (20, medición de deuterio en pelo crecido en toda la ruta migratoria), constatando desplazamientos superiores a 2000 km en este último caso.

El mantenimiento y mejora de la integración de isótopos estables en estudios de movimientos pasa en un futuro por la consolidación y creación de nuevas redes de toma de datos que permitan precisar los gradientes geográficos definidos (10), y describir con una mayor precisión la variabilidad, no solo espacial sino también temporal, en los mismos. La definición de los patrones espacio-temporales en isótopos estables puede abrir en un futuro todo un campo de aplicación en estudios a largo plazo de cambios en comportamientos migratorios, dispersivos etc., potencialmente relacionados a su vez con diferentes vectores de cambio global. También sería necesario hacer un esfuerzo en crear mapas basales de isótopos estables en diferentes regiones oceanográficas correspondientes con zonas de invernada de diferentes especies de aves y mamíferos marinos, que nos permitan ahondar en el estudio de sus comportamientos migratorios y dispersivos.

Por otro lado, durante años se ha obviado la potencial variabilidad individual en las concentraciones isotópicas usadas como marcadores geográficos. Trabajos recientes han mostrado que el efecto de la edad o el sexo, el tipo de pluma utilizada o la variabilidad interanual son fuentes de variabilidad en los factores de fraccionamiento y las concentraciones de δD de individuos procedentes de un mismo área geográfica (58, 75, 77, 52, Ursúa et al. en preparación). Lugin et al. 52 determinaron que dicha variabilidad individual en Setophaga rutinilla se correspondía con un potencial rango latitudinal de origen de entre 6-8°. Un esfuerzo especial en identificar las fuentes de variabilidad mencionadas en las especies objeto de estudio en cada caso, aumentaría enormemente el potencial de esta metodología y también delimitaría su capacidad de discriminación.

También, el éxito de los isótopos estables como marcadores geográficos depende en parte de la capacidad de químicos, ecólogos moleculares y ecólogos de campo para integrar esta aproximación con el uso de otras técnicas discriminantes y aumentar el poder de resolución en la clasificación de los individuos. Son numerosos los trabajos que han tratado de determinar por separado los límites de resolución de marcadores genéticos (e.g. ADN mitocondrial) e isótopos estables en estudios de migración o conectividad de poblaciones, pero hasta el momento son

escasos los que integran ambas metodologías (e.g. 18, 50, 36). Específicamente, la combinación de ambas metodologías ha permitido determinar correctamente el origen reproductor de 2 de cada 3 individuos de zorzal de Swainson (*Catharus ustulatus*) (50). Sin embargo, ampliando a la combinación de marcadores genéticos, isótopos estables, caracteres morfológicos y oligoelementos, Gómez-Díaz y González-Solís ³⁶ encontraron que los marcadores genéticos no permitían determinar las poblaciones reproductoras de individuos de pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) en el Mediterráneo y Atlántico. En contraposición, la combinación de las otras tres aproximaciones ofreció un poder de clasificación de entre el 87 y 91% a las colonias y archipiélagos de reproducción respectivamente. Si estudios futuros corroboran estas elevadas resoluciones en otras especies con desplazamientos estacionales, se abre todo un potencial de estudio de las relaciones entre su ecología durante diferentes fases de sus ciclos vitales, periodo no reproductor y las condiciones en sus potenciales poblaciones de origen reproductoras.

Ecología trófica: de individuos a comunidades y ecosistemas

Como ya apuntaron DeNiro y Epstein ²², somos lo que comemos (“you are what you eat”), y los isótopos estables han sido ampliamente utilizados para estudiar patrones de alimentación, dieta, áreas de búsqueda de alimento, redes tróficas, etc. La concentración isotópica de un consumidor indica la de su dieta de una manera predecible. Como he mencionado más arriba, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ muestran un enriquecimiento de entre un 3‰-4‰ entre la presa y el consumidor, mostrando sin embargo una variabilidad importante que es necesario explorar y conocer (23, 60, 43, 12, 90). Así, los valores de isótopos de nitrógeno estable en un consumidor relativo a los niveles basales de estos isótopos en la red trófica en la que está integrado, nos darán información sobre el nivel trófico que ocupa. Al contrario que con el nitrógeno, los niveles de $\delta^{13}\text{C}$ en los consumidores suelen ser similares a los de la dieta o sólo ligeramente enriquecidos en aproximadamente 1‰ (23, 57). En estudios de ecología trófica este isótopo es más un indicador de la fuente de carbono, terrestre o marino, y en sistemas marinos nos da información sobre la ecología de la presa (e.g. bentónico vs. pelágico).

Los isótopos estables, aunque sin dejar de ser una aproximación complementaria a las metodologías de estudios de dieta y ecología trófica tradicionales, ofrece una serie de ventajas que pueden contribuir a eliminar los sesgos ocasionados por otras aproximaciones. Se trata de un muestreo no destructivo, que no produce sesgos según las tasas de digestión de las presas, y que nos da información de la dieta asimilada durante un periodo de integración que va desde pocos días, hasta toda la vida de los individuos según el tejido analizado, como hemos explicado anteriormente.

La aplicación de isótopos estables en el área de ecología trófica tienen su origen en aquellos trabajos a nivel intraespecífico que tratan de determinar y describir la variabilidad individual en la dieta, identificando factores de variación como la edad o el sexo de los individuos (e.g. 29, 31, 55) o los cambios estacionales en la dieta (e.g. 28, 14). Estos trabajos, mediante la medición de isótopos estables en los consumidores y en las potenciales presas, ofrecen una valoración cuantitativa de sus preferencias alimenticias, además de una estimación del nivel trófico que ocupan los individuos (73). Paralelamente, se han desarrollado una serie de modelos matemáticos que permiten, salvando muchas de las limitaciones de la metodología, calcular la contribución de numerosas especies presas a la dieta de un individuo. Estos modelos han ido evolucionando desde los simples que no permitían calcular la contribución de un número superior de presas a $n-1$ (68, 69), siendo n el número de isótopos diferentes medidos en el consumidor, hasta modelos probabilísticos complejos que permiten calcular un potencial rango de contribución de un número elevado de presas, incluso cuando no se conocen todas las presas potenciales o algunas de ellas solapan en sus concentraciones isotópicas (70, 71. Programa IsoSource, <http://www.epa.gov/wed/pages/models.htm>). Estos modelos posteriormente se aplicarían no sólo al cálculo de la contribución de diferentes presas en estudios intra o interespecíficos, sino en aproximaciones más complejas que consideran grupos de nutrientes u origen de los recursos alimenticios en estudios de comunidades y redes tróficas (e.g. 7, 33).

Otra de las aportaciones de los isótopos estables a la ecología trófica es la posibilidad de estudiar la dieta y determinar la posición trófica de especies extintas. Esta información en muchos casos ha permitido establecer la posible relación entre los requerimientos tróficos y las causas de extinción de estas especies. Estos trabajos han recurrido a material de museo para obtener muestras de tejidos (e.g. pluma, colágeno de hueso, piel, etc.) donde analizar las trazas isotópicas. Esta aproximación ha permitido

determinar la ecología trófica y el nivel trófico ocupado por especies como el Alca gigante (*Pinguinus impennis*) (41) o el oso de las cavernas (*Ursus speleaeus*) (38). Paralelamente, la comparación de los niveles isotópicos en material fósil y tejidos de especies que persisten en la actualidad, está dando información sobre cambios temporales a largo plazo. Chamberlain et al. ¹⁵ mostraron cómo la dieta de los cóndores de California (*Gymnogyps californicus*) evolucionó desde el Pleistoceno paralelamente a la disminución de los grandes mamíferos marinos de los que se alimentaba hacia el aprovechamiento de carroña proveniente de las granjas de ganado. Recientemente, Emslie y Patterson ²⁶ han documentado una serie de 35.000 años de isótopos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en cáscara de huevos fósiles de colonias abandonadas de pingüinos de Adelia (*Pygoscelis adeliae*) en la Antártida. Estos datos muestran, debido a una bajada en nitrógeno y carbono estable, que la casi exclusiva dependencia de esta especie del krill (*Euphausia superba*), surge solo hace unos 200 años, coincidiendo con la desaparición de los grandes mamíferos marinos (ballenas y focas) dependientes de este recurso. Estos resultados entran en controversia y tienen importantes implicaciones de conservación para ésta y otras especies de pingüino, ante la reciente demanda de incrementar las pesquerías de krill en el Hemisferio Sur. Los isótopos estables también han permitido evaluar cómo ha cambiado la ecología trófica de especies dependientes de recursos pesqueros, ante cambios en la actividad pesquera, bien mediados por el aporte de descartes o por la sobreexplotación de especies presas de la cadena trófica (6). También actualmente hay mucho interés por inferir características ambientales y cambios asociados al cambio global a partir de las concentraciones isotópicas de los seres vivos. Para ello se están llevando a cabo trabajos experimentales y observacionales para evaluar qué grupos dentro de las cadenas tróficas (productores primarios, herbívoros o carnívoros) son indicadores más fiables de dichas transformaciones (e.g. ¹¹).

Desde este punto de vista aplicado y de conservación es también importante mencionar la información que los isótopos estables nos pueden dar sobre el origen y la variabilidad individual en niveles de contaminantes en relación a la ecología trófica de una especie. Gracias a la medición de nitrógeno y carbono estable, en muchas ocasiones se ha podido identificar exactamente el tipo de dieta que está introduciendo niveles elevados de toxicidad en una población (e.g. ⁶²). Sin embargo, el establecimiento de este tipo de relaciones hay que hacerlo con cautela, ya que los pro-

cesos de deposición de determinados contaminantes (e.g. mercurio) y la incorporación de isótopos a tejidos como las plumas, están desfasados temporalmente. Por ejemplo el mercurio en la pluma procede del que hay acumulado en el organismo anteriormente al crecimiento de la pluma, mientras que los isótopos estables han sido incorporados a partir de la dieta durante el periodo de crecimiento de este tejido (e.g. ⁸⁵, Ramos et al. en revisión). En el caso de las aves, los niveles de contaminación en huevos han sido usados como indicadores de niveles de contaminantes en las áreas de reproducción. Se ha demostrado también la utilidad de los isótopos estables para determinar la estrategia de utilización de nutrientes endógenos o exógenos en la reproducción, y por tanto poder validar el uso de especies migradoras en general como indicadoras de niveles de contaminación en las áreas de reproducción (e.g. ^{44, 64}).

De estos trabajos con enfoques específicos se ha pasado a aproximaciones más holísticas y niveles de organización más complejos: las comunidades, y las relaciones tróficas entre las especies integrantes de las mismas. Esto es, tratando de caracterizar isotópicamente diferentes redes tróficas. A este nivel de organización, mediante la medición de isótopos estables en la comunidad de aves marinas de la Patagonia Argentina y sus potenciales presas, fuimos capaces de determinar los niveles tróficos de todas las especies de la comunidad. Los resultados nos hicieron alertar sobre el estrecho rango trófico ocupado por estas especies y la elevada dependencia de presas de un elevado nivel trófico, lo que las hace extremadamente sensibles a las alteraciones producidas por la actividad pesquera (³⁰). La longitud de las cadenas tróficas es una característica importante dentro de una comunidad ya que tiene influencia sobre factores como la estructura y estabilidad de la misma, su funcionalidad, bioacumulación de contaminantes, etc. Los isótopos, al ofrecer una herramienta cuantitativa, han permitido avanzar mucho en la Teoría Ecológica en relación a la testificación de los factores que determinan la longitud de las cadenas tróficas (e.g. productividad, tamaño del ecosistema o combinación de ambos factores). Los últimos trabajos, realizados en lagos, donde el tamaño del ecosistema pudo ser delimitado, y la longitud de las cadenas estudiadas establecida gracias a los isótopos estables, apuntan hacia un efecto del tamaño del ecosistema pero no de la productividad (^{87, 74}).

Estos estudios de comunidades, ha conllevado el desarrollo paralelo de estadísticos de los valores isotópicos para describir tróficamente a las especies integrantes de una comunidad y estudiar las relaciones entre las

mismas. Se ha pasado de estudios que mostraban gráficos bivariados con los valores medios de ^{15}N y ^{13}C , a utilizar la varianza como medidor de la amplitud del nicho trófico (4) o grado de especialización u omnivoría en una población (84, pero ver 1). Recientemente, también se han propuesto medidores alternativos útiles en la caracterización cuantitativa de la amplitud trófica de una comunidad, teniendo en cuenta la red trófica al completo (rango en $\delta^{15}\text{N}$, rango en $\delta^{13}\text{C}$, medidas en el gráfico bivariado ^{15}N - ^{13}C , etc.) (53). Estos cálculos son muy útiles, ya que se pueden utilizar como variables respuesta a la hora de hacer comparaciones entre redes tróficas de diferentes ambientes, o examinar los cambios sufridos en una red trófica temporalmente, bien por causas naturales o antrópicas. Gracias a estos y otros avances se está abordando mediante isótopos estables el estudio de los cambios sufridos en redes tróficas debido a procesos de extinción de especies autóctonas, invasiones por especies exóticas (e.g. 87, 54) o la reestructuración de la red tras la eliminación de estas especies invasoras (37).

No menos importante en el estudio de la estructura y funcionamiento de las redes tróficas es el conocer la influencia que el trasiego de depredadores, presas y nutrientes entre ecosistemas causa en estas comunidades. Los gradientes isotópicos marino-terrestres permiten evaluar la magnitud y efectos de estos subsidios. Los individuos con elevada movilidad (aves, mamíferos marinos) suelen jugar un papel muy importante en estos procesos ecológicos. Concretamente las aves marinas aportan gran cantidad de nutrientes marinos a los ecosistemas terrestres causando tanto efectos positivos como negativos sobre los mismos (e.g. 25). Las migraciones de salmónidos también suponen una vía importante de movilidad de nutrientes marinos hacia sistemas de agua dulce, los cuáles pueden ser posteriormente dispersados en el espacio a través de las aves marinas consumidoras de este recurso trófico (66). En esta línea de investigación, uno de los trabajos más sorprendentes desde mi punto de vista, es el realizado por Schindler et al. 81, quienes registraron las concentraciones de $\delta^{15}\text{N}$ en sedimentos de un lago en Alaska durante una serie de 300 años. Los resultados mostraron cómo la retirada de nutrientes del ecosistema por el desarrollo de las pesquerías de salmónidos, produjo una bajada en la productividad con consecuencias directas sobre la dinámica de las propias poblaciones de salmónidos. La identificación de elevadas trazas isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ de origen marino en los consumidores terrestres en la costa de Perú permitió a Catenazzi y Donnelly 13 demostrar la absoluta dependencia de la red trófica terrestre de los recursos marinos,

concretamente aportados a través del consumo y movilización que los anfípodos hacen de un alga marina del género *Ulva*. Las fluctuaciones de esta red trófica terrestre, contigua al sistema marino estaban condicionadas más por la variabilidad temporal en la productividad marina que por los patrones temporales de crecimiento de la vegetación terrestre. También datos isotópicos han puesto de manifiesto la importancia de oscilaciones periódicas como El Niño, y de la consecuente oscilación en el aporte de nutrientes marinos a sistemas insulares (83).

Futuro de los isótopos estables en Ecología

Como hemos visto a lo largo de este artículo, la evolución que ha experimentado la aplicación de los isótopos estables en Ecología es vertiginosa, abarcando áreas como la Ecología Trófica, Ecología de la Conservación, Ecología de Poblaciones y Comunidades, Dinámica de Ecosistemas, y por supuesto Ecología Evolutiva. También cabe destacar los avances producidos en el conocimiento de la propia dinámica de los isótopos estables gracias al esfuerzo de una serie de ecólogos que han dedicado su trabajo a ello, realizando estudios bajo condiciones controladas que nos han proporcionado información fácilmente aplicable en trabajos en condiciones naturales.

Predecir el futuro que esta disciplina experimentará es arriesgado, aunque me atrevo a decir que será positivo y en la línea que hemos visto hasta ahora. Sí pienso que sería necesario seguir haciendo esfuerzos en mejorar los métodos de medición en laboratorio, haciéndolos aun más rápidos, exactos y asequibles a los investigadores. Según Fry ³², “podemos soñar, con elevadas probabilidades de que ese sueño se haga realidad, en el día que dispongamos de un scanner que sea capaz de medir las concentraciones isotópicas en compuestos sólidos...”. También una mayor colaboración entre químicos y ecólogos (en lugar de recurrir al envío de muestras a laboratorios que prestan los servicios a unas tarifas establecidas) propiciaría tanto el avance en el conocimiento de la dinámica de isótopos estables como en las cuestiones ecológicas en las que los isótopos pueden aportar conocimiento. Finalmente, señalar que las aproximaciones multidisciplinarias, en las que no sólo se utilicen los isótopos sino otros marcadores químicos o genéticos, serán cada vez más frecuentes y permitirán una mayor resolución a la hora de resolver o testificar hipótesis ecológicas.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a Juan Carlos Senar y Francisco Valera la invitación para que escribiera esta revisión y a Isabel Afán y Javier Juste por sus sugerencias y correcciones del manuscrito. Y un agradecimiento muy especial a Keith A. Hobson (Canadian Wildlife Service, Canadá) y Antonio Delgado (Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada) por introducirme e instruirme en el mundo de los isótopos estables, así como brindarme su apoyo y colaboración ante cualquier iniciativa de investigación relacionada con este tema.

Referencias

1. Araújo, M.S., Bolnick, D.I., Machado, G., Giaretta, A.A. & Dos Reis, S.F. 2007. Using stable isotopes to quantify individual-level diet variation. *Oecologia*, 152: 643-654.
2. Bearhop, S., Waldron, S., Votier, S.C. & Furness, R.W. 2002. Factors that influence assimilation rates and fractionation of nitrogen and carbon stable isotopes in avian blood and feathers. *Physiological and Biochemical Zoology*, 75: 451-458.
3. Bearhop, S., Furness, R.W., Hilton, G.M., Votier, S.C. & Waldron, S. 2003. A forensic approach to understanding diet and habitat use from stable isotope analysis of (avian) claw material. *Functional Ecology*, 17: 270-275.
4. Bearhop, S., Adams, C.E., Waldron, S., Fuller, R. & Macleod, H. 2004. Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology*, 73:1007-1012.
5. Bearhop, S., Fiedler, W., Furness, R.W., Votier, S.C., Waldron, S., Newton, J., Bowen, G. J., Berthold, P. & Farnsworth, K. 2005. Assortative mating as a mechanism for rapid evolution of a migratory divide. *Science*, 310: 502-504.
6. Becker, B.H. & Bessinger, S. R. 2006. Centennial decline in the trophic level of an endangered seabird after fisheries decline. *Conservation Biology*, 20: 470-479.
7. Benstead, J.P., March, J.G., Fry, B., Ewel, K.C. & Pringle, C.M. 2006. Testing IsoSource: stable isotope analysis of a tropical fishery with diverse organic matter sources. *Ecology*, 87: 326-333.
8. Bowen, G.J. & Wilkinson, B. 2002. Spatial distribution of $\delta^{18}\text{O}$ in meteoric precipitation. *Geology*, 30: 315-318.
9. Bowen, G.J. & Revenaugh, J. 2003. Interpolating the isotopic composition of modern meteoric precipitation. *Water Resources Research*, 39: 1299. DOI 10.129/2003WR002086.

10. Bowen, F.J., Wassenaar, L.I. y Hobson, K.A. 2005. Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics. *Oecologia*, 143: 337-348.
11. Bump, J.K., Fox-Dobbs, K., Bada, J.L., Koch, P.L., Peterson, R.O. & Vucetich, J.A. 2007. Stable isotopes, ecological integration and environmental change: wolves record atmospheric carbon isotope trend better than tree rings. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 2274: 2471-2480.
12. Cabana, G. & Rasmussen, J. B. 1996. Comparison of aquatic food chains using nitrogen isotopes. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 93: 10844-10847.
13. Catenazzi, A. & Donnelly, M.A. 2007. The Ulva connection: marine algae subsidize terrestrial predators in coastal Peru. *Oikos*, 116: 75-86.
14. Cerling, T.E., Wittemyer, G., Rasmussen, H.B., Vollrath, F., Cerling, C.E., Robinson, T.J. & Douglas-Hamilton, L. 2006. Stable isotopes in elephant hair document migration patterns and diet changes. *Proceedings of the National Academia of Science, USA*, 103: 371-373.
15. Chamberlain, C.P., Waldbauer, J.R., Fox-Dobbs, K., Newsome, S.D., Koch, P.L., Smith, D.R., Church, M.E., Chamberlain, S.D., Sorenson, K.J. & Risebrough, R. 2005. Pleistocene to recent dietary shifts in California condors. *Proceedings of the National Academic of Science USA*, 46:16707-16711.
16. Cherel, Y., Hobson, K. A. & Asan, S. 2005. Isotopic discrimination between food and blood and feathers of captive penguins: implications for dietary studies in the wild. *Physiological and Biochemical Zoology*, 78: 106-115.
17. Cherel, Y., Phillips, R.A., Hobson, K.A. & McGill, R. 2006. Stable isotope evidence of diverse species-specific and individual wintering strategies in seabirds. *Biology Letters*, 2: 301-303.
18. Clegg, S.A., Delly, J.F., Kimura, M. & Smith, T.B. 2003. Combining genetic markers and stable isotopes to reveal leapfrog migration in a Neotropical migrant, Wilson's warbler (*Wilsonia pusilla*). *Molecular Ecology*, 12: 819-830.
19. Crawford, K., McDonald, R., Newton, J., & Bearhop, S. 2006. Bat migration; a pilot study using stable isotope analyses. *The 5th International Conference on Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies*. Belfast, UK: 84.
20. Cryan, P.M., Bogan, M.A., Rye, R.O., Landis, G.P. & Dester, C.L. 2004. Stable hydrogen isotope analysis of bat hair as evidence for seasonal molt and long-distance migration. *Journal of Mammalogy*, 85: 995-1001.
21. Dawson, T. & Siegwolf, R. 2007. *Stable isotopes as indicators of ecological change*. Academic Press. USA.
22. DeNiro, M.J. & Epstein, S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42: 495-506.
23. DeNiro, M.J. & Epstein, S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen

- isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45: 341-351.
24. Ehleringer, J.R. & Rundell, P.W. 1988. Stable isotopes: history, units and instrumentation. En: *Stable isotopes in ecological research*: 1-19 (P.W. Rundell, J.R. Ehleringer y K.A. Nagy, Eds.). Springer-Verlag, NY, USA.
 25. Ellis, J.C., Fariña, J.M. & Witman, J.D. 2006. Nutrient transfer from sea to land: the case of gulls and cormorants in the Gulf of Maine. *Journal of Animal Ecology*, 75: 565-574.
 26. Emslie, S.D. & Patterson, W.P. 2007. Abrupt recent shift in $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in Adélie penguin eggshell in Antarctica. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 104:11666-11669.
 27. Estrada, J.A., Rice, A.N., Natanson, L.J. & Skomal, G.B. 2006. Use of isotopic analysis of vertebrae in reconstructing ontogenetic feeding ecology in white sharks. *Ecology*, 67: 829-834.
 28. Fleming, T.H., Nuñez, R.A. & Sternberg, L.S.L. 2003. Seasonal changes in the diet of migrant and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope análisis. *Oecologia*, 94: 72-75.
 29. Forero, M.G., Hobson, K.A., Bortolotti, G.R., Donázar, J.A., Bertellotti, M. & Blanco, G. 2002. Food resource utilisation by the Magellanic penguin evaluated through stable-isotope analyses: segregation by sex and age and influence on offspring quality. *Marine Ecology Progress Series*, 234: 289-299.
 30. Forero, M.G., Bortolotti, G.R., Hobson, K.A., Donazar, J.A., Bertellotti, M. & Blanco, G. 2004. High trophic overlap within the seabird community of Argentinean Patagonia: a multiscale approach. *Journal of Animal Ecology*, 73: 789-801.
 31. Forero, M.G., González-Solís, J., Hobson, K.A., Donázar, J.A., Bertellotti, M., Blanco, G. & Bortolotti, G.R. 2005. Stable isotopes reveal trophic segregation by sex an age in the southern giant petrel in two different food webs. *Marine Ecology Progress Series*, 296: 107-113.
 32. Fry, B. 2006. *Stable isotope ecology*. Springer, NY, USA.
 33. Gerardo Herrera, L.M., Hobson, K.A., Carlos Martínez, J. & Méndez, C. 2006. Tracing the origin of dietary protein in tropical dry forest birds. *Biotropica*, 38: 735-742.
 34. Gloutney, M.L. & Hobson, K.A. 1998. Field preservation techniques for the analysis of stable-carbon and nitrogen isotope ratio in eggs. *Journal of Field Ornithology*, 69: 223-227.
 35. Goericke, R. & Fry, B. 1994. Variations in marine plankton $\delta^{13}\text{C}$ with latitude, temperature, and dissolved CO_2 in the world ocean. *Global Biogeochemical Cycles*, 8: 85-90.
 36. Gómez-Díaz, E. & González-Solís, J. 2007. Geographic assignment of seabirds to their breeding origin: combining morphology, genetics, stable isotopes and trace elements in Cory's shearwater. *Ecological Applications*,

- 17: 1484-1498.
37. Gratton, C. & Denno, R.F. 2006. Arthropod food web restoration following removal of an invasive wetland plant. *Ecological Applications*, 16: 622-631.
 38. Hilderbrand, G.V., Farley, C.T., Robbins, T.A., Titus, K. & Servheen, C. 1996. Use of stable isotopes to determine diets of living and extinct bears. *Canadian Journal of Zoology*, 74: 2080-2088.
 39. Hobson, K.A. 1999. Tracing diets and origins of migratory birds using stable isotope techniques. *Society of Canadian Ornithologists Special Publication*, 1: 21-41.
 40. Hobson, K.A. 2005. Using stable isotopes to trace long-distance dispersal in birds and other taxa. *Diversity and Distributions*, 11: 157-164.
 41. Hobson, K.A. & Montevecchi, W.A. 1991. Stable isotopic determinations of trophic relationships of great auks. *Oecologia*, 87: 528-531.
 42. Hobson, K.A. & Clark, R.G. 1992. Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of $\delta^{13}\text{C}$ in tissues. *The Condor*, 94: 181-188.
 43. Hobson, K.A. & Welch, H.E. 1992. Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analyses. *Marine Ecology Progress Series*, 84: 9-18.
 44. Hobson, K.A., Hughes, K.D. & Ewins, P.J. 1997. Using stable-isotope analysis to identify endogenous and exogenous sources of nutrients in eggs of migratory birds: applications to Great lakes contaminants research. *The Auk*, 114: 467-478.
 45. Hobson, K.A. & Wassenaar, L.I. 1997. Linking breeding and wintering grounds of Neotropical migrant songbirds using stable hydrogen isotopic analysis of feathers. *Oecologia*, 109: 142-148.
 46. Hobson, K.A., Atwell, L. & Wassenaar, L.I. 1999. Influence of drinking water and diet on the stable-hydrogen isotope ratios of animal tissues. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 96: 8003-8006.
 47. Hobson, K.A., Bowen, G.J., Wassenaar, L.I., Ferrand, Y. & Lormee, H. 2004. Using stable hydrogen and oxygen isotope measurements of feathers to infer geographical origins of migrating European birds. *Oecologia*, 141: 477-488.
 48. Kelly, J.F. 2000. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Canadian Journal of Zoology*, 78: 1-27.
 49. Kelly, J.F. & Finch, K.M. 1998. Tracking migrant songbirds with stable isotopes. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 48-49.
 50. Kelly, J.F., Ruegg, K.C. & Smith, T.B. 2005. Combining isotopic and genetic markers to identify breeding origins of migrant birds. *Ecological Applications*, 15: 1487-1494.
 51. Korner, C., Farquhar, G.D. & Wong, S.C. 1991. Carbon isotope discrimination follows latitudinal and altitudinal trends. *Oecologia*, 88: 30-40.
 52. Langin, K.M., Reudink, M.W., Marra, P.P., Norris, D.R., Kyser, T.K. & Ratcliffe,

- L.M. 2007. Hydrogen isotopic variation in migratory bird tissues of known origin: implications for geographic assignment. *Oecologia*, 152: 449-457.
53. Layman, C.A., Arrington, D.A., Montaña, C.G. & Post, D.M. 2007. Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure? *Ecology*, 88: 42-48.
54. Levin, L.A., Neira, C. & Grosholz, E.D. 2006. Invasive cordgrass modifies wetland trophic function. *Ecology*, 87: 419-432.
55. Lewis, R., O'Connell, T.C., Lewis, M., Campagna, C. & Howlzel, R. 2006. Sex-specific foraging strategies and resource partitioning in the southern elephant seal (*Mirounga leonine*). *Proceedings of the Royal Society, London B*, 273: 2901-2907.
56. Marra, P.P., Hobson, K.A. & Holmes, R.T. 1998. Linking winter and summer events in a migratory bird using stable carbon isotopes. *Science*, 282: 1884-1886.
57. McCutchan, J.H.Jr., Lewis, W.M.Jr., Kendall, C. & McGrath, C.C. 2003. Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulphur. *Oikos*, 102: 378-390.
58. Meehan, T.D., Rosenfield, R.N., Atudorei, V.N., Bielefeldt, J., Rosenfield, L.J., Stewart, A.C., Stout, W.E. & Bozek, M.A. 2003. Variation in hydrogen stable-isotope ratios between adult and nestling Cooper's hawks. *Condor*, 105: 567-572.
59. Mendes, S., Newton, J., Reid, R.J., Zuur, A.F. & Pierce, G.J. 2007. Stable carbon and nitrogen isotope ratio profiling of sperm whale teeth reveals ontogenetic movements and trophic ecology. *Oecologia*, 151: 605-615.
60. Minagawa, M. & Wada, E. 1984. Stepwise enrichment of $\delta^{15}\text{N}$ along food chains: Further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48: 1135-1140.
61. Møller, A.P., Hobson, K.A., Mousseau, T.A. & Peklo, A.M. 2006. Chernobyl as a population sink for barn swallows: tracking dispersal using stable-isotope profiles. *Ecological Applications*, 16: 1696-1705.
62. Morrissey, Ch.A., Bendell-Young, L.I. & Elliott, J.E. 2004. Linking contaminant profiles to the diet and breeding location of American dippers using stable isotopes. *Journal of Applied Ecology*, 41: 502-512.
63. Narita, R., Sasaki, K., Goda, K. Maeda, N. & Takayanagi, A. 2006. Turnover of stable isotopes in Hokkaido brown bear (*Ursus arctos yesoyensis*). *Mammal Study*, 31: 59-63.
64. O'Brien, D.M., Schrag, D.P. & Martínez del Río, C. 2000. Allocation to reproduction in a hawkmoth: a quantitative analysis using stable carbon isotopes. *Ecology*, 81: 2822-2831.
65. Pain, D.J., Green, R.E., Gießing, B., Kozulin, A., Poluda, A., Ottosson, U., Flade, M. & Hilton, G.M. 2004. Using stable isotopes to investigate migratory

- connectivity of the globally threatened aquatic warbler *Acrocephalus paludicola*. *Oecologia*, 138: 168-174.
66. Payne, L.X. & Moore, J.W. 2006. Mobile scavengers create hotspots of freshwater productivity. *Oikos*, 115: 69-80.
 67. Pearson, S.F., Levey, D.J., Greenberg, C.H. & Martínez del Río, C. 2003. Effects of elemental composition on the incorporation of dietary nitrogen and carbon isotopic signatures in an omnivorous songbird. *Oecologia*, 135: 516-523.
 68. Phillips, D.L. 2001. Mixing models in analyses of diet using multiple stable isotopes: a critique. *Oecologia*, 127: 166-170.
 69. Phillips, D.L. & Koch, P.L. 2002. Incorporating concentration dependence in stable isotope mixing models. *Oecologia*, 130: 114-125.
 70. Phillips, D.L. & Gregg, J.W. 2003. Source partitioning using stable isotopes: coping with too many sources. *Oecologia*, 136: 261-269.
 71. Phillips, D.L., Newsome, S.D. & Gregg, J.W. 2005. Combining sources in stable isotope mixing models: alternative methods. *Oecologia*, 144: 520-527.
 72. Podlesak, D.W., McWilliams, S.R. & Hatch, K.A. 2005. Stable isotopes in breath, blood, feces and feathers can indicate intra-individual changes in the diet of migratory songbirds. *Oecologia*, 142: 501-510.
 73. Post, D.M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology*, 83: 703-718.
 74. Post, D.M., Pace, M.L. & Hairston Jr, N.G. 2000. Ecosystem size determines food-chain length in lakes. *Nature*, 405: 1047-1049.
 75. Powell, L.A. & Hobson, K.A. 2006. Enriched feather hydrogen isotope values for Wood Thrushes sampled in Georgia, USA, during the breeding season: implications for quantifying dispersal. *Canadian Journal of Zoology*, 84: 1331-1338.
 76. Robbins, Ch.T., Felicetti, L.A. & Sponheimer, M. 2005. The effect of dietary protein quality on nitrogen isotope discrimination in mammals and birds. *Oecologia*, 144(4): 534-540.
 77. Rocque, D.A., Ben-David, M., Barry, R.P. & Winter, K. 2006. Assigning birds to wintering and breeding grounds using stable isotopes: lessons from two feather generations among three intercontinental migrants. *Journal of Ornithology*, 147: 395-404.
 78. Rubenstein, D.R. & Hobson, K.A. 2004. From birds to butterflies: animal movement patterns and stable isotopes. *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 256-263.
 79. Sampera, C., Ruiz, X., Moreno, R., Jover, Ll. & Waldron, S. 2007. Mercury and stable isotopes in feathers of Audouin's gulls as indicators of feeding habits and migratory connectivity. *The Condor*, 109: 268-275.
 80. Sandvik, H., Erikstad, K.E., Barrett, R.T. & Yoccoz, N.G. 2005. The effect of climate on adult survival in five species of North Atlantic seabirds. *Journal of Animal Ecology*, 74: 817-831.

81. Schindler, D.E., Leavitt, P.R., Brock, C.S., Johnson, S.P. & Quay, P.D. 2005. Marine-derived nutrients, commercial fisheries, and production of salmon and lake algae in Alaska. *Ecology*, 86: 3225-3231.
82. Seminoff, J. A., Todd Jones, T., Eguchi, T., Jones, D. R. & Dutton, P. H. 2006. Stable isotope discrimination ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) between soft tissues of the green sea turtle *Chelonia mydas* and its diet. *Marine Ecology Progress Series*, 308: 271-278.
83. Stapp, P., Polis, G.A. & Sánchez Piñero, F. 1999. Stable Isotopes reveal strong marine and El Niño effects on island food webs. *Nature*, 401: 464-467.
84. Sweeting, C.J., Jennings, S. & Polunin, N.V.C. 2005. Variance in isotopic signatures as a descriptor of tissue turnover and degree of omnivory. *Functional Ecology*, 19: 777-784.
85. Thompson, D.R., Berahop, S., Speakman, J.R. & Furness, R.W. 1998. Feathers as a means of monitoring mercury in seabirds: insights from stable isotope analyses. *Environmental Pollution*, 101: 193-200.
86. Tieszen, L.L. Boutton, T.W., Tesdahl, K.G. & Slade, N.A. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: Implications for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. *Oecologia*, 57: 32-37.
87. Vander Zanden, M.J., Casselman, J.M. & Rasmussen, J.B. 1999. Stable isotope evidence for the food web consequences of species invasions in lakes. *Nature*, 401: 464-467.
88. Webster, M.S., Marra, P.P., Haig, S.M., Bensch, S. & Holmes, R.T. 2002. Links between worlds: unravelling migratory connectivity. *Trends in Ecology and Evolution*, 17: 76-83.
89. West, J.B., Bowen, G.J., Cerling, T.E. & Ehleringer, J.R. 2006. Stable isotopes as one of nature's ecological recorders. *Trends in Ecology and Evolution*, 21: 408-414.
90. Williams, C.T., Loren Buck, C., Sears, J. & Kitaysky, A.S. 2007. Effects of nutritional restriction on nitrogen and carbon stable isotopes in growing seabirds. *Oecologia*, 153: 11-18.

Apéndice. Lista de revistas consultadas para extraer el número de trabajos publicados con isótopos estables durante los últimos 20 años.

Revista	Índice de impacto
ACTA OECOL	1,08
ACTA ORNITHOL	0,72
ADV ECOL RES	2,22
AFR J ECO	0,38
AGR ECOSYST ENVIRON	1,49
AM MIDL NAT	0,77
AM NAT	4,46
AMAZONIANA	0,23
ANIM BEHAVIOUR	2,67
ANIM CONSERV	1,38
ANN ZOOL FENN	0,99
ANNU REV ECOL EVOL S	10,1
APPL VEG SCI	1,52
AQUAT ECOL	0,78
AQUAT MICROB ECOL	2,53
ARDEA	0,52
ARDEOLA	0,51
AUK	1,84
AUSTRAL ECOL	1,77
B AM MUS NAT HIST	1,02
BASIC APPL ECOL	2,41
BEHAV ECOL	2,94
BEHAV ECOL SOCIOBIOL	2,23
BEHAVIOR	0,99
BIOCHEM SYST ECOL	0,83
BIODIVERS CONSER	1,40
BIOL CONSERV	2,58
BIOL J LIN SOC	2,26
BIOSCIENCE	4,71

Apéndice. (Cont.)

Revista	Índice de impacto
BIOTROPICA	1,09
BIRD STUDY	0,87
CAN FIELD NAT	0,19
CANADIAN JOURNAL OF ZOOLOGY	1,17
CHEMOECOLOGY	1,44
COMPOST SCI UTIL	0,84
COMMUNITY ECOLOGY	0,55
CONDOR	1,34
CONSER ECOL	2,67
CONSERV BIOL	4,11
DIVERS DISTRIB	3,35
ECOGRAPHY	2,70
ECOL APPL	3,8
ECOL COMPLEX	1,41
ECOL ECON	1,18
ECOL ENG	0,98
ECOL LETT	5,15
ECOL MODEL	1,7
ECOL MONOGR	4,85
ECOL RES	0,99
ECOL SOC	1,69
ECOLOGY	4,51
ECOSCIENCE	1,26
ECOSYSTEMS	3,45
ECOTOXICOLOGY	1,55
EKOL BRATISLAVA	0,08
EMU	0,49
ENVIRON BIOL FISH	0,91
ETHOLOGY	1,62
ETHOLOGY, ECOL AND EVOLUTION	0,60

Apéndice. (Cont.)

Revista	Índice de impacto
EUR J SOIL BIOL	0,93
EVOL ECOL	1,78
EVOL ECOL RES	1,61
EVOLUTION	4,15
FRONT ECOL ENVIRON	4,75
FUNT ECOL	3,15
GLOBAL CHANGE BIOL	4,07
GLOBAL ECOL BIOGEOGR	3,58
IBIS	1,18
INT J SUST DEV WORLD	0,33
J ANIM ECOL	3,40
J APPL ECOL	4,59
J ARID ENVIRONMENT	0,88
J AVIAN BIOL	1,75
J BIOGEOGR	2,80
J CHEM ECOL	2,03
J ECOL	4,28
J EVOLUTION BIOL	3,33
J EXP MAR BIOL ECOL	1,66
J FIELD ORNITHOL	0,6
J FRESHWATER ECOL	0,60
J N AM BENTHOL SOC	1,58
J NAT HIST	0,69
J ORNITHOL	0,85
J RANGE MANAGE	0,72
J RAPT RESEARCH	0,33
J SOIL WATER CONSERV	1,23
J TROP ECOL	1,01
J VEG SCI	2,11
J WILDLIFE MANGE	1,46

Apéndice. (Cont.)

Revista	Índice de impacto
LANDSCAPE ECOLOGY	2,17
LANDSCAPE URBAN PLAN	1,36
MAMMAL BIOL	0,61
MAR BIOL	1,75
MAR BIOL RES	0,81
MAR ECOL-PROG SER	2,31
MARINE MAMMAL SCIENCE	1,10
MICROB ECOL	2,67
MOL ECOL	4,30
MOL ECOL NOTES	1,22
NAT AREA J	0,89
NAT HIST	0,08
NEW ZEAL J ECOL	0,83
NEW ZEALAND J OF ZOOLOGY	0,73
NORTHEAST NAT	1,49
NORTHWEST SCI	0,52
OECOLOGIA	3,03
OIKOS	3,31
ORNIS FENICA	0,70
ORYX	1,39
OSTRICH	0,18
P ACAD NAT SCI PHILA	0,5
P LINN SOC N S W	0,62
PALEOBIOLOGY	2,58
PEDOBIOLOGIA	0,86
PERSPECT PLANT ECOL	3,05
PLANT ECOL	1,01
POL J ECOL	0,31
POLAR BIOL	1,39
POPUL ECOL	1,42

Apéndice. (Cont.)

Revista	Índice de impacto
PROC R SOC LONDON B	3,51
Q REV BIOL	7,33
RANGELAND ECOL MANAG	0,65
RANGELAND J	0,62
RESTOR ECOL	1,38
REV CHIL HIST NAT	0,6
REV ECOL-TERRE VIE	0,45
RUSS J ECOL	0,12
S AFR J WILDL RES	0,38
SARSIA	0,54
SOUTHEAST NAT	0,33
SOUTHWEST NAT	0,30
THEOR POPUL BIOL	2,01
TRENDS ECOL EVOL	14,86
VIE MILIEU	0,44
WATERBIRDS	0,50
WEST N AM NATURALIST	2,27
WETLANDS	1,27
WILDLIFE BIOL	0,72
WILDLIFE MONOGR	5,29
WILDLIFE RES	0,79
WILDLIFE SOC B	0,94
WILSON BULLETIN	0,27
ZOOL J LINN SOC LOND	1,98

Historia de la Etología en España: reparando algunos olvidos

J.C. Senar y F. Uribe

Museu de Ciències Naturals, P^o Picasso s/n., 08003 Barcelona.

Correos electrónicos: jcsenar@bcn.cat; furibe@bcn.cat

Resumen

Federico Guillén-Salazar y Gemma Pons-Salvador han publicado en el anterior volumen de esta revista, un ensayo sobre la historia de la etología en España. En esta revisión se omite la existencia de dos figuras clave en los primeros años de la Etología Española, que es justo subsanar, para que de ellas quede constancia ante futuras revisiones sobre este tema: Fernando Álvarez y Rosario Nos. Previamente, revisamos el desarrollo de la Etología dentro del contexto internacional y sus ramificaciones durante estos períodos, especialmente en lo que se refiere a la aparición del enfoque evolutivo. Esta contextualización permite comprender mejor la aparición de las distintas figuras clave dentro de la Etología española.

Introducción

Recientemente en esta revista ha aparecido un artículo crucial para enmarcar el desarrollo de la Etología en España. Se trata de un ensayo titulado “El estudio del comportamiento animal en España: una larga historia poco conocida”, cuyos autores son Federico Guillén-Salazar y Gemma Pons-Salvador (*Etologuía*, 19-20: 83-107, 2001-2002). Como resultado de investigaciones históricas previas, los citados autores ofrecen una crono-

logía de la Etología en España, ordenada en cuatro períodos y cuyo inicio se remonta al siglo XVI para sorpresa, y orgullo, de muchos. El énfasis se ha puesto en destacar el lejano inicio del estudio del comportamiento animal, en una etapa “pre-científica”³ hasta la actualidad.

En lo que se refiere a los períodos 1940-70 y desde 1970 hasta la actualidad, señalados en el referido artículo, consideramos que se omite la existencia de dos figuras clave dentro de la Etología Española, que es justo subsanar, para que de ellas quede constancia ante futuras revisiones sobre este tema: Fernando Álvarez y Rosario Nos. Previamente, revisamos el desarrollo de la Etología dentro del contexto internacional y sus ramificaciones durante estos períodos, especialmente en lo que se refiere a la aparición del enfoque evolutivo. Esta contextualización permite comprender mejor la aparición de las distintas figuras clave dentro de la Etología española.

El nacimiento del enfoque evolutivo

Dentro de la historia de la Etología, la década de los 50 fue un periodo clave en la evolución del pensamiento etológico^(9,4). Una fecha a remarcar es el año 1951, cuando aparece publicado el libro de Niko Tinbergen *The Study of the Instinct*¹⁰, donde el autor estableció las que serían las cuatro preguntas básicas sobre la conducta animal y cuya utilidad es todavía vigente^(1,6). Esta obra de Tinbergen es una de las más citadas en las publicaciones de los primeros investigadores españoles⁽⁷⁾. Pero el punto de inflexión en la Etología, que sirve para destacar el cambio ocurrido alrededor del año 1970, es la concesión del Premio Nobel a Konrad Lorenz, Niko Tinbergen y Karl von Frisch, concretamente el año 1973. Mientras que von Frisch cultivó más directamente y con éxito la fisiología de la conducta, comúnmente se otorga a Lorenz y a Tinbergen la fundación de la Etología moderna, con una perspectiva biológica de la conducta animal⁴. De la pertinaz trayectoria en labrar este concepto, es de dónde parte su reconocimiento convertido en Premio Nobel.

No obstante, si se tiene en cuenta que la producción científica de estos autores se inicia ya en la década de 1930 (en el caso de Lorenz), sería lícito pensar que la década de los años 1970 fue un punto de inflexión, no tanto por la agitación estrictamente científica que se produjo, sino por conseguir el apoyo social a una ciencia todavía novel. Sí hubo, no obstante, un acontecimiento que sacudió el esquema teórico de la ciencia etológi-

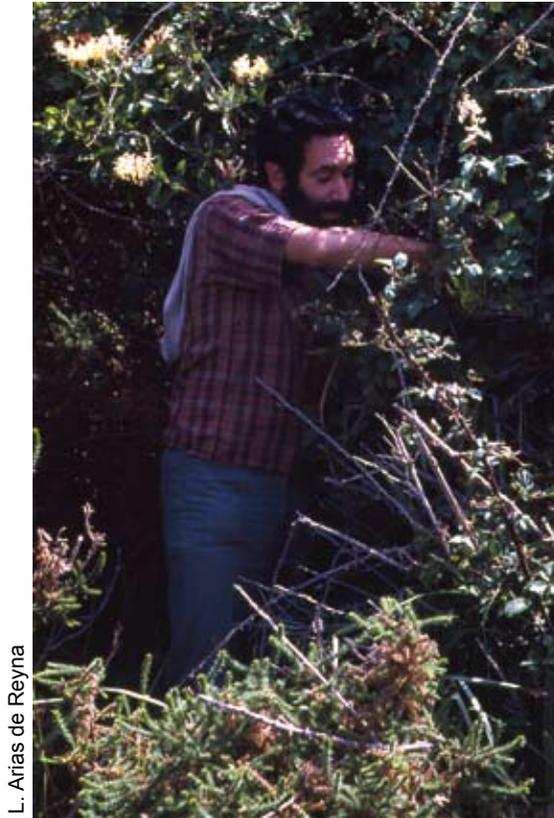
ca en esos años 70: la publicación de otro libro, en el año 1975, titulado *Sociobiology: the New Synthesis*, de un autor ya consagrado, Edward O. Wilson ¹¹. Esta obra trascendió las barreras de la disciplina etológica, influyendo decisivamente en el desarrollo de la biología de la conducta en el resto del siglo ¹². A partir de esta fecha se manifiesta lo que se ha caracterizado como un resurgimiento del interés por la adaptación y la evolución en la conducta animal (1).

Influencia del enfoque evolutivo en la Etología española

La repercusión pública de los premios Nobel en España, sin duda tuvo implicaciones institucionales, como lo demuestra la aparición de asignaturas de Etología en las universidades españolas. Pero la década de los 70 no destaca sólo por ser una etapa en la que cristaliza la institucionalización académica de la etología, como destacan Guillén-Salazar & Pons-Salvador (8), sino por indicar también el inicio de un enfoque evolucionista que ha seguido hasta la actualidad, en sintonía con lo que estaba ocurriendo en otros países.

En la década de los 70, empieza a formarse en España un colectivo de jóvenes investigadores, que tomando como base su formación biológica y su experiencia naturalista de campo, empujan el estudio de la conducta animal en nuestro país hacia lo que ahora se conoce como ecología de la conducta. El núcleo fundacional se ha ido multiplicando y ha adquirido suficiente entidad como para ser considerada una perspectiva autónoma a la constituida por los citados Rodríguez Delgado y Sabater-Pi en el artículo de referencia ⁸. No en vano escenifican perspectivas distintas: la de la biología y la de la psicología comparativa y fisiológica, que sin enfrentarse, sí son reconocibles históricamente como subdisciplinas ¹ o como simples vías de adquisición de conocimiento ⁶.

La figura indiscutible, fundadora en España de la corriente ecoetológica, es Fernando Álvarez González. Álvarez se tituló en Biología en el año 1965 por la Universidad Complutense de Madrid. Posteriormente, se trasladó al Delta Primate Research Center, asociado a la Universidad de Tulane, en Nueva Orleans (USA), donde en 1969 presentó su doctorado sobre "Efectos de las hormonas sexuales sobre la organización social de los monos ardilla, *Saimiri sciureus*", dirigido por el profesor William A. Mason. En 1970 se incorporó como becario en la Estación Biológica de Doñana



L. Arias de Reyna

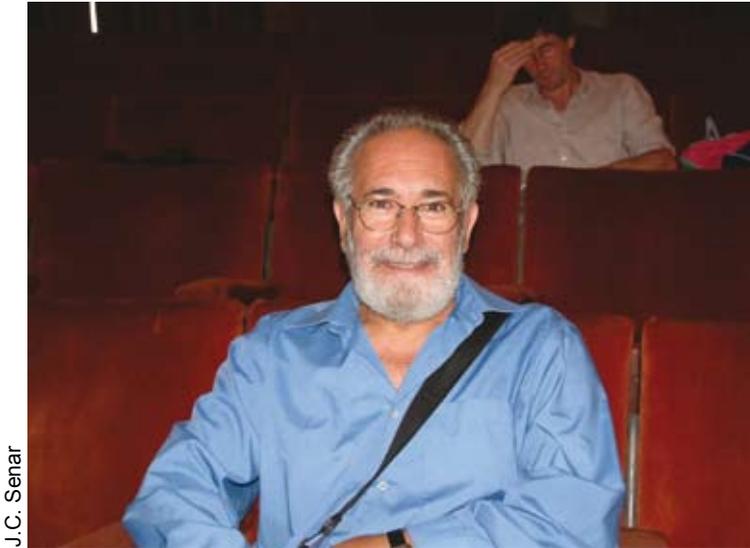
Figura 1. Fernando Álvarez muestreando un nido de Urraca en Doñana en 1974, en los inicios de una fructífera línea de investigación sobre parasitismo de incubación.

(EBD), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, al mismo tiempo que impartía clases en la Universidad de Sevilla. Hemos de destacar aquí la gran visión de futuro de José Antonio Valverde, creador y director por entonces de la EBD, por vislumbrar la importancia que podrían tener los estudios etológicos y mentar la incorporación de Álvarez a la EBD. El primer artículo de Fernando Álvarez, del que Fernando Hiraldo era coautor, se publicó en 1970 en la revista *Ardeola* y versaba sobre la presencia de garra en los Apodiformes. En 1973 publicó su primer trabajo internacional en la revista *Primates*, fruto de sus investigaciones en Tulane sobre comuni-



Figura 2. Rosario Nos en 1987, durante la preparación de la exposición “El Sonido de la Naturaleza”, en el Museo de Zoología de Barcelona, que nos adentraba en las bases etológicas y evolutivas de la comunicación acústica. Desde su puesto como directora del Museo, Rosario Nos impulsó la investigación y la divulgación del estudio del comportamiento

cación en el Babuíno gelada, supervisado por el profesor Hans Kummer. A partir de ese momento, Álvarez demostró una gran versatilidad, publicando trabajos sobre el comportamiento de grupos tan dispares como peces, aves o mamíferos. Entre sus primeras publicaciones destacan en 1976, el estudio sobre la función comunicativa de los movimientos y diseño de la cola de los gamos, publicado en *Behaviour*, y su primer trabajo internacional sobre parasitismo de incubación, publicado en *Animal Behaviour*. Sus intereses siguieron entonces dedicados a explorar la organización social y la comunicación visual en aves y mamíferos, el parasitismo reproductivo en aves y la comunicación presa-depredador, que constituye su área de investigación más reciente. Pero, aparte de diversos estudios de aspectos concretos del comportamiento, Fernando Álvarez destaca por haber iniciado en España el estudio del comportamiento desde un punto



J.C. Senar

Figura 3. Fernando Álvarez en septiembre de 2002, durante la celebración del IX Congreso Nacional de la Sociedad Española de Etología en Madrid, organizado por el Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Álvarez siempre apoyó a nuestra Sociedad, siendo el primer Presidente de la SEE de 1986 a 1991, y organizando en 1988 el segundo Congreso Nacional de la SEE en Sevilla.

de vista evolutivo y el uso de los análisis estadísticos multivariantes para estudiar sistemas conductuales complejos. Si Margalef enseñó las virtudes de un Análisis de Componentes Principales a los incipientes ecólogos de este país, Álvarez lo introdujo a los etólogos. Fernando Álvarez formó de este modo a toda una saga de etólogos; sólo comentar que antes de 1980, finalizaron su Tesis doctoral bajo su dirección: Luis Arias de Reyna, Francisco Braza y Tomás Azcárate. Desgranar éstas y otras relaciones podría ser el objeto de un próximo análisis historiográfico.

Una segunda figura, dentro de estos primeros años de la etología española, fue Rosario Nos. Mientras Fernando Álvarez representa a los investigadores procedentes de centros universitarios y de investigación, Rosario Nos es producto de otra cantera de la etología: los parques zoológicos⁵. Nos se licenció en Ciencias Naturales en 1946, obteniendo el Premio



Figura 4. Rosario Nos en un acto público en el Museo de Zoología de Barcelona en 1988. Nos fue fundadora de la Sociedad Española de Etología, a la que siempre apoyó desde su cargo de directora del Museo. En 1991 la sede de la Sociedad se trasladó a su Museo

Extraordinario de Carrera. En 1947 ingresó como becaria en el Museo de Zoología de Barcelona, dedicándose al estudio de las colecciones de malacología. En 1961 fue requerida para trabajar en la remodelación del Zoo de Barcelona, y es entonces cuando se interesa por los vertebrados y su comportamiento. En ese período realiza una intensa actividad divulgadora de la etología. Entre 1961 y 1980 publica casi una cuarentena de artículos divulgativos sobre comportamiento, tocando temas como la territorialidad, la comunicación o el orden de picoteo, además de colaborar en la traducción y revisión de textos etológicos con la Editorial Plaza y Janés (e.g. “Consideraciones sobre las conductas animal y humana”, de K. Lorenz). Uno de sus primeros trabajos científicos, publicado en 1961, se centró en

el estudio de las egagrópilas de una pareja de Lechuzas, una técnica para el estudio de la alimentación de aves nocturnas, novedosa para aquella época en España. En esa época coincidió con Jordi Sabater Pí, con el que compartió diversos artículos de divulgación publicados en la revista del Parque Zoológico de Barcelona, y algún artículo científico sobre el gorila albino en el *National Geographic Society Research Reports*. En 1981 se trasladó de nuevo al Museo de Zoología de Barcelona, esta vez como directora, hasta su jubilación en 1989. En ese período escribió diversos trabajos científicos sobre el comportamiento de los Psittacidos, publicados en la revista *Miscel.lània Zoològica*. No obstante, queremos remarcar que Nos fue una adelantada a su tiempo. Su aportación más importante a la etología fue su visión anticipada de la relevancia que adquiriría el estudio del comportamiento animal y su capacidad para inculcar el interés por la etología en las nuevas generaciones. Nuestra experiencia así nos lo demuestra: la señora Rosario Nos, desde su cargo como conservadora en el Parque Zoológico de Barcelona y más tarde como directora del Museo de Zoología de la misma ciudad, inculcó su entusiasmo por la investigación etológica en un buen número de personas que después la han ejercido como prioridad profesional. La labor de personas como Rosario Nos o desde otro ámbito como José Antonio Valverde, recientemente fallecido, aportan la cara más oculta pero no menos eficaz de la investigación etológica en España. Su visión de futuro y su estímulo a jóvenes investigadores ² merecería un análisis histórico específico.

Referencias

1. Alcock, J. 2003. A textbook history of animal behaviour. *Animal Behaviour*, 65: 3-10.
2. Arias de Reyna Martínez, L. 2004. *La Etología en España: una visión retrospectiva* [en línea] <http://www.uco.es/~ba1armal/Historia_Etologia/introduccion.htm> [Consulta: 16 II 2004].
3. Álvarez, F. 1994. Una historia de la etología. En: *Etología: Introducción a la Ciencia del Comportamiento*: 25-38 (J. Carranza, Ed.). Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Cáceres.
4. Burkhardt, R.W. 2003. Konrad Lorenz, Niko Tinbergen, and the founding of ethology as a scientific discipline. En: *The New Panorama of Animal Evolution*: 329-336 (A. Legakis, S. Sfenthourakis, R. Polymeni & M. Thessalou-Legaki, Ed.). PENSOFT Publishers, Sofía.
5. Burkhardt, R.W., Jr. 2007. Ethology, Natural History, the Life Sciences, and

- the Problem of Place. *Journal of the History of Biology*, 32: 489-508.
6. Campan, R. 1990. Historia de la Etología y tendencias actuales. En: *Principios en Etología*: 9-16 (L. Arias de Reyna, P. Recuerda & T. Redondo, Ed.). Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, Córdoba.
 7. Guillén-Salazar, F. & Pons-Salvador, G. 1994. El impacto de la obra de Konrad Lorenz, Nikolaas Tinbergen y Karl von Frisch sobre la investigación científica española en el campo del comportamiento animal. *Revista de Historia de la Psicología*, 15(3-4): 267-273.
 8. Guillén-Salazar, F. & Pons-Salvador, G. 2001. El estudio del comportamiento animal en España: una larga historia poco conocida. *Etologuía*, 19-20: 83-107.
 9. Thorpe, W.H. 1982. *Breve historia de la etología*. Alianza Editorial, Madrid.
 10. Tinbergen, N. 1951. *The Study of Instinct*. Oxford University Press, New York.
 11. Wilson, E.O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Harvard University Press, Cambridge.
 12. Bateson, P.P.G. & Klopfer, P.H. 1989. Preface. *Perspectives in Ethology*, 8: 5-8.

Pájaros, parásitos vectores y virus: una nueva ruta de transmisión de virus en aves silvestres

Jaime Potti, Guillermo Blanco, Jesús Á. Lemus, David Canal y Arturo Baz

Jaime Potti, Estación Biológica de Doñana (CSIC), Departamento de Ecología Evolutiva, Pabellón del Perú, Av. M^a Luisa s/n, 41013 Sevilla.

Correo electrónico: jpotti@ebd.csic.es

Guillermo Blanco, Jesús Á. Lemus, Departamento de Ecología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), c/ J. Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid.

David Canal, Estación Biológica de Doñana (CSIC), Departamento de Ecología Evolutiva, Pabellón del Perú, Av. M^a Luisa s/n, 41013 Sevilla.

Arturo Baz, Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Alcalá de Henares, 28871 Alcalá de Henares, Madrid.

¿Qué tienen en común la enfermedad de la lengua azul del ganado ovino, el síndrome de amarilleo de los pepinos y otras plantas cucurbitáceas y la ‘enfermedad del Nilo occidental’? Además del hecho de causar enormes pérdidas económicas, en el caso de las dos primeras, o sufrimiento y muerte humanos, en el tercero, las tres comparten su origen en la infección por virus diversos transmitidos por vectores artrópodos de filiación taxonómica variopinta. Al igual que en el bien conocido ejemplo de la malaria humana, causada por protozoos, transmitida por mosquitos y aún hoy día causante de un enorme número de muertes en el mundo, especialmente en zonas tropicales y subtropicales, muchas enfermedades de origen viral son transmitidas por artrópodos, notablemente, pero no en exclusiva, por mosquitos (insectos) y garrapatas (arácnidos). Cifñéndonos a los que infectan vertebrados, estos virus han recibido el nombre genérico de ‘arbovirus’ (contracción del inglés *arthropod-borne viruses*, o virus transmitidos por artrópodos).

Durante el curso de un estudio a largo plazo que venimos desarrollando en la sierra de Madrid desde 1984, ampliado desde 1989 a otra localidad



Figura 1. Área de estudio.

muy próxima en la provincia de Guadalajara (Figura 1), hemos abordado los efectos que los numerosos parásitos que infestan tanto a los individuos de papamoscas cerrojillo (*Ficedula hypoleuca*) como a sus nidos tienen sobre la biología, crecimiento y supervivencia de este pequeño paseriforme forestal con querencia por la reproducción en cajas anidaderas (Figura 2). Una de las especies de parásitos más frecuentes, presente cada año en algo menos de la mitad de los nidos de este pájaro, son las larvas hematófagas de la mosca *Protocalliphora azurea*, perteneciente al grupo de los Califóridos (Figura 3). Éste es un grupo bien conocido por su utilidad en medicina y veterinaria forense, si bien *P. azurea* tiene un ciclo de vida netamente diferenciado con respecto al de otras especies de moscas de la familia. En efecto, en esta especie sólo las larvas son (ecto) parásitas pues el adulto, de vida libre, no tiene, que sepamos, ninguna otra relación con las aves, excepto quizá el ser cazado por los numerosos pájaros insectívoros que incluyen dípteros en su dieta. La

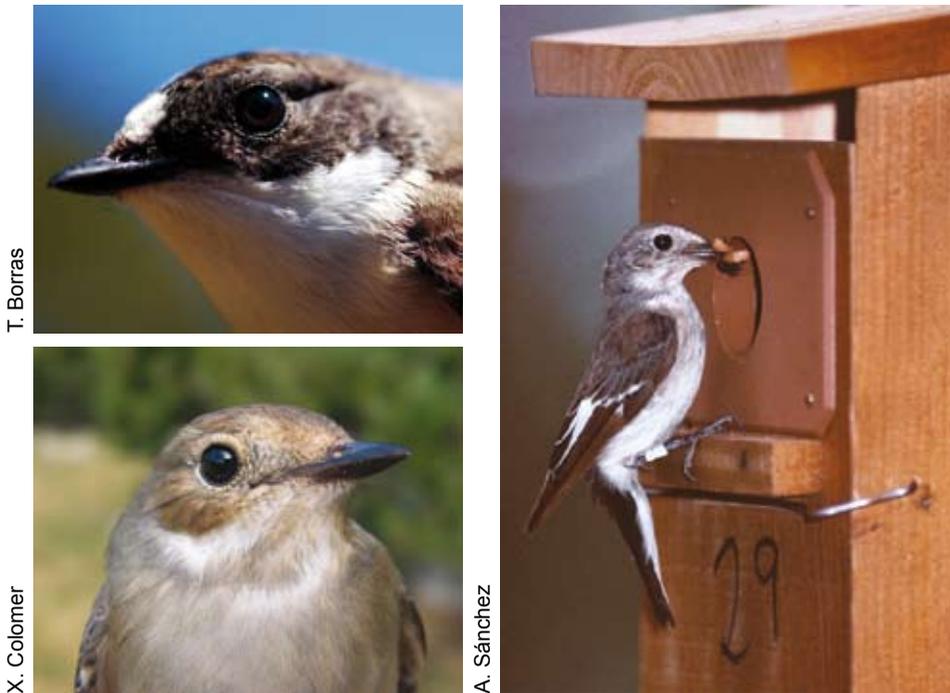
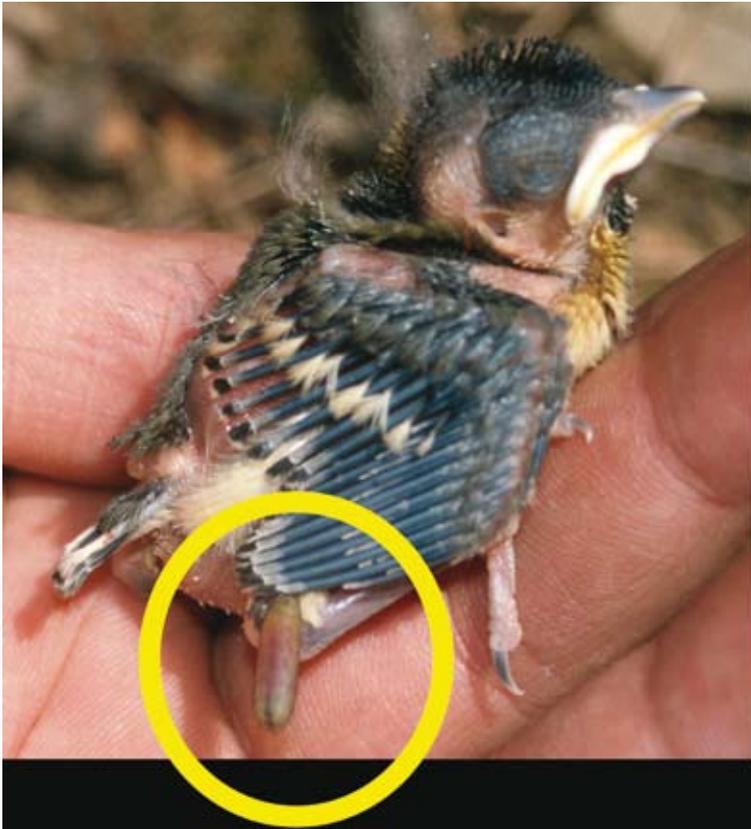


Figura 2. Macho (a) y dos hembras (b y c) de Papamoscas cerrojillo (*Ficedula hypoleuca*).

peculiaridad del ciclo de vida de esta mosca reside en que las hembras buscan en primavera nidos de aves en los que hayan eclosionado pollos, depositando allí un número indeterminado de huevos y continuando con su estilo de vida libre, alimentándose de material orgánico en descomposición, polen, néctar floral, etc. Cuando sus larvas eclosionan en el nido de papamoscas u otras aves, se fijan a los pollos de forma intermitente para extraerles sangre, de forma similar a lo que hacen las garrapatas con sus hospedadores (Figura 4). Nada menos extraño, entonces, que los pollos de papamoscas y de las numerosas especies parasitadas por estas larvas sufran a menudo retardo en su crecimiento, anemia y, en casos de graves infestaciones, mueran a consecuencia del drenaje continuo de sangre y los nutrientes transportados. Por lo que nosotros sabemos, además de en el papamoscas cerrojillo, el parasitismo por larvas de la calífora *P. azurea*, y por otras especies similares de otras



Figura 3. Larva (a), moscas adultas y puparios (b) de *Protocalliphora azurea*. Las larvas transmiten poliomavirus a los pollos de papamoscas y otras especies de pájaros forestales.



J.C. Senar.

Figura 4. Larva de *Protocalliphora azurea* fijada sobre la pata de un pollo de Carbonero Común (*Parus major*).

moscas, poco conocidas, se ha detectado hasta la fecha en Europa en nidos de Páridos (herrerillos, carboneros, etc.), pero también en otros grupos, por ejemplo Águilas Perdiceras y otras rapaces diurnas y nocturnas fuera de Europa. Recientemente, se ha descrito parasitismo sobre pollos de Bisbita Campestre y Pechiazul por una especie relacionada, *Trypocalliphora braueri*; el ciclo de vida de esta mosca es aún más llamativo que el de *Protocalliphora azurea* pues, en este caso, las larvas excavan una galería hacia el interior de la piel de los pollos, donde crecen antes de desprenderse para pupar entre el material del nido.

Efectos de haber sufrido parasitismo en el nido durante la vida adulta

El estudio a largo plazo de los papamoscas cerrojillos del centro de España ha permitido que sepamos más sobre los efectos que pueden tener las calíforas sobre sus hospedadores. Esto ha sido además propiciado por el hecho de que los cerrojillos muestran allí un alto grado de filopatría –es decir, de retorno a su área natal. Habitualmente, sólo se conocen con cierto detalle los efectos negativos de los parásitos sobre la biología de las aves durante su breve estancia en el nido, que en el caso del papamoscas es de unos quince días. Parece, sin embargo, que los daños producidos al pájaro por la acción de las calíforas no acaban al salir del nido, pues en algunos casos acarrear consecuencias que se manifiestan a lo largo de parte o toda la vida del individuo que fue parasitado, un área de investigación muy activa recientemente (1).

A este respecto, uno de los efectos más llamativos que mostraron nuestros análisis con papamoscas cerrojillos es, en el caso de las hembras, un tamaño medio de los huevos que ponen a lo largo de su vida menor en aquellas que crecieron en nidos infestados por calíforas, en comparación con las que se criaron en nidos sin ellas (Figura 5). Estos resultados son, por decirlo con un oxímoron, concluyentemente enigmáticos, pues aparte de la pérdida de sangre y la peor condición general de los pollos parasitados, la literatura previa no nos da ninguna pista obvia sobre porqué el haber sido atacada por las calíforas mientras la hembra crecía en su nido natal podría afectar al tamaño de los huevos que formará durante su vida adulta. Una posibilidad no comprobada es que la acción chupadora de las calíforas, que a menudo se fijan en la zona abdominal de los pollos, interfiriera de forma permanente con el desarrollo del oviducto o con el metabolismo del calcio, necesario para la formación de la cáscara de los huevos cuando esa hembra haya de fabricarlos, años después. Sin embargo, al no haberse realizado estudios experimentales que corroboren esta idea, esto es una mera conjetura. Otra posibilidad, basada en el hecho de que otras moscas de la familia de los califóridos han sido descritas como agentes de dispersión de enfermedades (por ejemplo, de la tuberculosis aviar), es que la acción chupadora de las calíforas transmita a los pollos algún tipo de enfermedad crónica que, si bien no sería mortal, causaría esa disminución en el tamaño de los huevos que el pájaro pone de por vida.

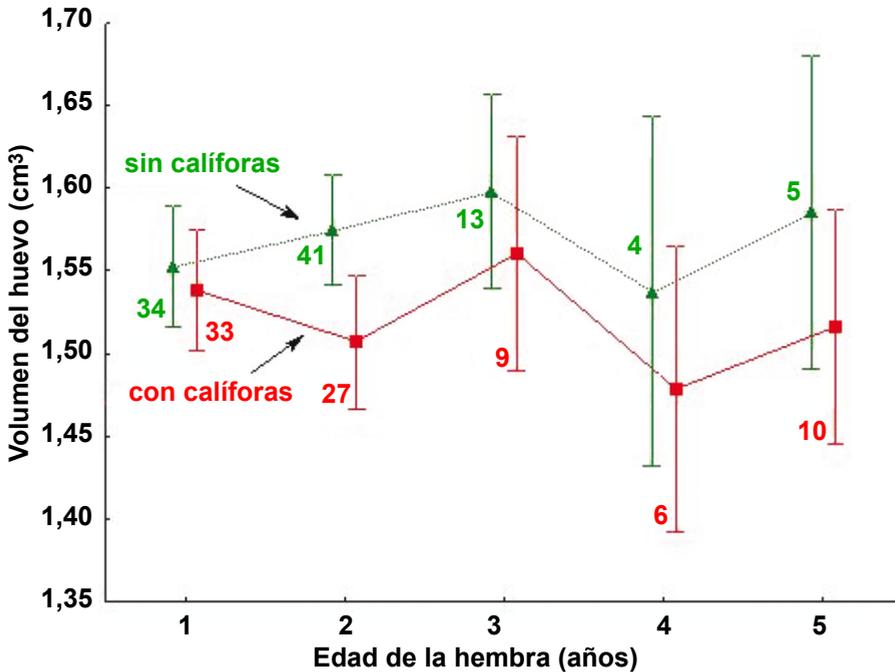


Figura 5. Las hembras de papamoscas cerrojillo que crecieron en nidos infestados por larvas de califoras ponen huevos más pequeños a lo largo de su vida que las que no tuvieron este parásito en los nidos donde nacieron. Queda por demostrar si este efecto se debe a los virus que transmiten a los pollos [Tomado de (2), modificado].

Las calíforas como transmisores de virus a los pollos

A efectos de profundizar en estas ideas sobre los efectos de las afecciones virales en la biología reproductiva del papamoscas cerrojillo, realizamos durante las temporadas de cría del año 2005 y 2006 un muestreo exhaustivo de varios tipos de virus con potencial patogénico en la sangre de adultos y pollos de esta especie. Entre los que examinamos mediante la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) a tiempo real se encontraban varias cepas del virus de la gripe aviar, la viruela aviar, el virus del Nilo occidental, los poliomavirus y otros. Cuál no sería nuestra sorpresa cuando, meses después, comprobamos asombrados al cruzar los datos del año

2005 que existía una correspondencia muy notoria entre la presencia de las larvas de mosca en los nidos y la infección por poliomavirus en los pollos de papamoscas (Figuras 6 y 7). Además, aunque muchos de los padres también estaban infectados por el poliomavirus, su infección parecía ligada en bastante menor grado a la presencia del ectoparásito que en el caso de los pollos, aun siendo también mayor, especialmente para las madres, en los nidos parasitados por la mosca. Parecía claro que las larvas de la mosca *P. azurea* estaban implicadas en la transmisión del poliomavirus a los pollos de papamoscas cerrojilo, pues ni un solo pollo se libraba de la infección si el nido contenía 6 larvas de calífora o más (Figura 7). Pero el hallazgo planteaba otros interrogantes pues, si queda claro que las calíforas transmiten directamente los poliomavirus a los pollos, ¿cómo se infectan entonces los pájaros adultos? (3)

Explorando la ruta del contagio vírico entre hospedadores

Como hemos apuntado, el sistema de ectoparasitismo de nido por parte de las calíforas es bastante peculiar, pues el parásito sólo ataca a los pollos, no conociéndose ningún caso de ataque a pájaros adultos –ni siquiera a las hembras, que podrían ser accesibles a las larvas de la mosca, en teoría, mientras empollan–. Por tanto, el siguiente problema a resolver era cómo podrían llegar a infectarse los padres con el poliomavirus, habida cuenta de que la transmisión directa sólo parece suceder desde la larva de la mosca a los pollos.

Hay una vía obvia de infección viral en el pájaro adulto, que consiste simplemente en la permanencia del virus en el animal una vez infectado cuando él mismo fue pollo en un nido infestado por la mosca, pero nuestros datos no eran por entonces suficientes para afirmarlo con seguridad. Además, podría haber implicados otros tipos de transmisión viral puesto que los virus pueden pasar de madres a hijos, pudiendo darse el caso de que los huevos de papamoscas estuvieran ya infectados en el momento de la puesta –por infección del óvulo materno–, de tal forma que los pollos fueran positivos para la infección por poliomavirus *también* debido a esa vía de infección adicional a la transmitida por la mosca parásita.

Para discriminar entre los diferentes tipos de transmisión viral realizamos un experimento en el año 2006, intercambiando puestas completas entre nidos, de tal forma que los padres acabaran criando pollos que no

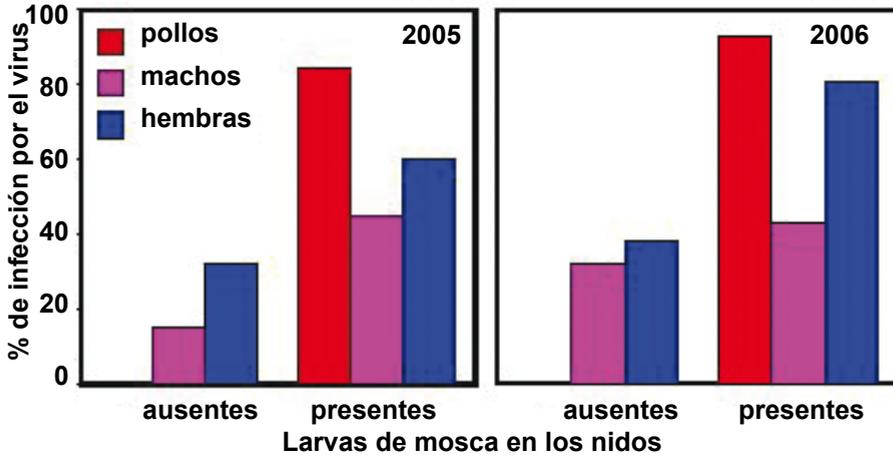


Figura 6. Tasa de infección por el poliomavirus en adultos y pollos de papamoscas cerrojillo en dos años diferentes. Virtualmente todos los pollos infectados por el virus nacieron en nidos a su vez infestados por la mosca calífora.

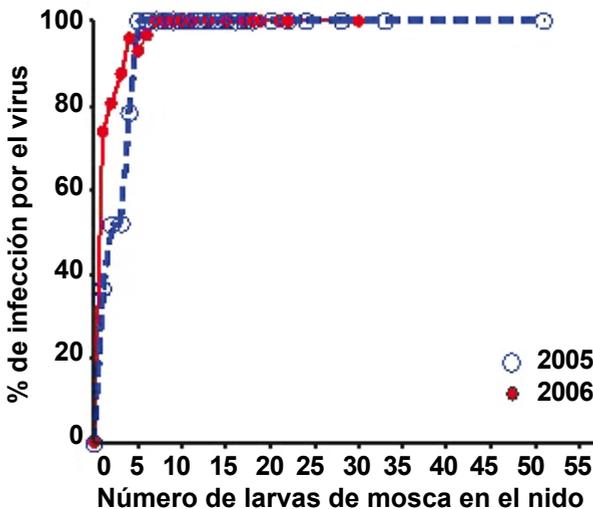


Figura 7. Porcentaje de pollos infectados por el virus en función del número de larvas de mosca calífora presentes en ellos. Sólo se libraron de la infección por el virus algunos pollos en nidos donde había seis o menos larvas de mosca.

tuvieran relación genética con ellos mismos. La idea era, por tanto, que si el estado de infección viral de la pollada no se relacionaba con el de los padres genéticos, especialmente con la infección en la madre, y sí con el de los padres 'adoptivos', podríamos ser capaces de excluir –o no– la vía de transmisión vertical del virus, por ejemplo porque el virus estuviera ya instalado en los óvulos de la hembra.

Previo a ello, descartamos fácilmente que los pollos se contagiaran del virus porque sus padres estuvieran infectados pues, a pesar de tener padres infectados en bastantes casos, los pollos nunca contrajeron el poliomavirus en nidos donde las calíforas no estaban presentes (Figura 6), descartándose así que un pájaro adulto pueda infectar a sus pollos al cebarlos o por la mera dispersión de partículas virales con la respiración (tal como, por ejemplo, nos contagiamos la gripe los humanos). Nuestro experimento de intercambio de puestas mostró que las madres 'adoptivas' de los pollos infectados por el virus –en nidos parasitados por la mosca– estuvieron también infectadas, mientras que sus verdaderos progenitores en nidos distantes permanecían libres de la infección. Por tanto, el poliomavirus no se transmite en el papamoscas de madres a hijos a través de los huevos y parece tener como vector exclusivo a las larvas de la calífora *P. azurea*. Corroboramos esto mediante la búsqueda del virus en las propias larvas de la mosca, donde lo encontramos siempre en la región delantera del tubo digestivo, probablemente instalado en sus glándulas salivares, como ocurre en muchos casos análogos (garrapatas, mosquitos, etc.).

Completando el rompecabezas del contagio vírico: los peligros del cuidado parental

Nos quedaba aún otra pieza del puzzle por encajar: ¿cómo pasan los virus desde los pollos infectados por las calíforas a sus propios padres? Para solucionar este problema, la bibliografía y la técnica acudieron en nuestra ayuda. Es muy conocido el hecho de que muchas aves recogen las bolsas fecales de sus pollos –a menudo, expulsadas de forma refleja tras ser cebados– y las arrojan lejos del nido. En algunos casos, más frecuentes cuando los pollos son pequeños, los padres se tragan las bolsas fecales y esto parecen hacerlo, en el caso de los papamoscas, las hembras con mayor frecuencia que los machos (a lo que quizá contribuya el hecho de que sólo ellas empollan). Es de reseñar que este fenómeno ha suscitado curiosos

debates: ¿se tragan las aves adultas los excrementos de sus pollos sólo como una *forma alternativa* de limpieza del nido o extraen también valor nutritivo a las heces? O, ¿es más frecuente que los padres ingieran las heces de su prole cuando ésta es de corta edad simplemente porque no ha dado tiempo a que se desarrollen estadios infectivos de los parásitos que han colonizado a sus crías a través de la alimentación? ⁴ Pero, al margen de esto, la deglución y acarreo de bolsas fecales nos sugirió que los poliomavirus podrían pasar a infectar a los papamoscas adultos de esta manera, algo nada extraño en las rutas de dispersión viral (por ejemplo, el virus de la poliomielitis humana –sin relación con los poliomavirus, pese a la similitud semántica– presenta esta ruta de dispersión, denominada enterofecal). Corroboramos lo plausible de esta idea al comprobar que el virus estaba presente en las bolsas fecales de aquellos pollos que presentaban infección en sangre, siendo cierto también lo contrario: es decir, no encontramos virus en los excrementos de aquellos pollos que también habían dado negativo en cuanto a la presencia del virus en su sangre.

Conclusiones y algunas implicaciones

Con este estudio, hemos puesto de manifiesto por primera vez una vía de contagio vírico que corre de forma inversa a la conocida como dispersión vertical, en donde los hijos quedan infectados por contraer el virus de sus padres, habitualmente a través de los óvulos infectados o también, en mamíferos, a través de la placenta. Por el contrario, la vía principal, probablemente casi única, de entrada del virus a la población de pájaros hospedadores fue en nuestro estudio a través de sus crías, con lo que el virus parece ‘aprovecharse’ del comportamiento parental para infectar a los adultos y extenderse por la población. Además, se desconocía hasta ahora que algún tipo de ectoparásito de los nidos transmitiera un patógeno potencial. Creemos que la ruta desentrañada podría ser muy común en la naturaleza, habida cuenta de que muchas especies de vertebrados, y algunas de invertebrados, tienen crías que son atacadas por ectoparásitos en sus nidos. Un aspecto final concierne a aspectos más teóricos –pero de repercusión inmediata en aspectos aplicados relacionados con la salud ambiental y la conservación– sobre lo íntimas que puedan estar ligadas las historias evolutivas del hospedador (el ave), el vector (la mosca) y el virus. Dado que la mosca *P. azurea* y otras estrechamente relacionadas parasitan a diferentes

especies de aves, el estudio abre vías nuevas de investigación sobre la evolución de la virulencia y la patogenia de las cepas víricas, la capacidad de transmisión por sus vectores y la evolución de la resistencia en sus hospedadores. Estos distan de ser problemas de mero interés académico, a la luz de la importancia creciente de las enfermedades emergentes de origen vírico⁵ y los frecuentes ‘saltos’ de éstos entre especies, que pueden “convertir” –más que probablemente, selección natural mediante– a una cepa más o menos inocua en una especie en (¿irremediablemente?) mortal en otra, como parece ilustrar tristemente la pandemia del virus HIV en la especie humana.

Referencias

1. Potti, J. 2004. Pájaros, genes, madres y parásitos: Una incursión por estudios microevolutivos con poblaciones de aves. En: *La Ornitología hoy. Homenaje al Profesor Francisco Bernis: 73-108* (J.L.Tellería, Ed.). Editorial de la Universidad Complutense, Madrid.
2. Potti, J. 2008. Blowfly infestation of nestlings affects egg size in Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Acta Ornithologica*, 43. (en prensa)
3. Potti, J., Blanco, G., Lemus, J.Á. & Canal, D. 2007. Infectious offspring: how birds acquire and transmit an avian polyomavirus in the wild. *PLoS ONE* 2 (12): e1276. doi:10.1371/journal.pone.0001276 (acceso libre).
4. Hurd, P.L., Weatherhead, P.J. & McRae, S.B. 1991. Parental consumption of nestling feces: good food or sound economics? *Behavioral Ecology*, 2: 69-76.
5. Daszak, P., Cunningham, A.A. & Hyatt, A.D. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife – threats to biodiversity and human health. *Science*, 287: 443–449.

Agradecimientos

Los autores están en deuda con Inés Valencia por su eficaz ayuda con la extenuante labor de toma de datos en el campo, tarea en la que también colaboró Paola Laiolo.

Relaciones ecológicas entre dos especies simpátricas de aguiluchos, *Circus pygargus* y *Circus cyaneus*, en medios esteparios

Autor: García González, Jesús

Directores: Arroyo López, Beatriz y De Juana Aranzana, Eduardo

Curso: 2002-2003

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Esta Tesis reúne la mayor parte de los resultados de una línea de investigación sobre las implicaciones biológicas y ecológicas que tiene la coexistencia de dos especies de aves rapaces esteparias, el Aguilucho Cenizo (*Circus pygargus*) y el Aguilucho Pálido (*C. cyaneus*). Las relaciones competitivas entre individuos serán más intensas cuanto más emparentadas estén dichas especies. Si dos especies concurren en una misma zona geográfica (zona de simpatría), y ambas solapan en la utilización de algunos recursos, es esperable que se produzcan dos tipos de interacciones (intraespecíficas e interespecíficas). Estas situaciones son idóneas para encontrar evidencias de la competencia y, sobre todo, para aumentar nuestro conocimiento sobre el modo en que se desarrolla la coexistencia de estos individuos; en definitiva, saber cuáles son los mecanismos empleados para reducir las presiones que suponen la competencia facilitando, de esta forma, la coexistencia. La Tesis está encaminada a buscar dichas evidencias de la competencia, como la existencia de mecanismos que tienden a reducir la competencia facilitando una coexistencia pacífica entre los individuos. Para ello, se estudian dos especies de rapaces simpátricas durante su reproducción y su solapamiento en cuanto a la elección de los recursos en las zonas de cría. Nuestros resultados apuntan a que las interacciones entre las dos especies estudiadas tienen implicaciones ecológicas importantes, tanto a escala individual, como para el conjunto de la población. En primer lugar, el parentesco próximo de las dos especies implica una afinidad en sus necesidades y en sus preferencias respecto a los recursos, lo que les lleva a tener que compartir dichos recursos cuando coinciden en el espacio. Además de esto,

los individuos de una misma especie, a menudo, tienen que competir por la pareja y otros recursos vitales con individuos de su misma especie, por lo que a la competencia interespecífica hay que añadir las presiones derivadas de la competencia intraespecífica. Puesto que algunos de los recursos (el alimento, por ejemplo) están limitados en ciertos momentos de la reproducción, los aguiluchos tienden a segregarse como respuesta ante la escasez de dichos recursos. Esta opción les permite coexistir al margen de las presiones de la competencia. La diferenciación ecológica encontrada en este caso es coherente con el principio de divergencia de Darwin según el cual las especies próximas tenderán a divergir la una de la otra hasta que la competencia entre ellas desaparezca. El papel de la heterogeneidad ambiental en esta coexistencia parece claro, siendo la variación espacial y temporal de los recursos el «caldo de cultivo» que ofrece a las especies diferentes situaciones en las que cada especie puede obtener ventajas sobre la otra. Dichas ventajas se alcanzan gracias a las diferencias intrínsecas de cada una respecto al sistema social o al tamaño corporal de los individuos (entre otros factores), que proporcionan diferencias en el comportamiento de forrajeo o en el comportamiento agonístico. También hemos determinado alguno de los mecanismos que mantienen dicha segregación ecológica, como la interferencia o la diferenciación trófica. El hecho de que ambas especies presenten una cierta flexibilidad en su comportamiento durante la reproducción les permite cambiar de hábitos para evitar los efectos adversos de la confrontación directa. El comportamiento agresivo, como mecanismo de interferencia, trata de evitar el uso compartido de los recursos entre competidores y, de este modo, la exclusión competitiva de los menos capacitados.

El riesgo de depredación en Passeriformes: factores determinantes y estrategias para minimizar su efecto

Autor: Alonso Nuevo, César Luis

Director: Carrascal de la Puente, Luis María

Curso: 2003-2004

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Una de las eventualidades más importantes que deben solventar todos los animales en sus actividades cotidianas es la depredación. El objetivo de esta Tesis doctoral ha sido analizar desde una perspectiva evolutiva y autoecológica el efecto (directo e indirecto) de la depredación sobre los principales comportamientos antidepredatorios desarrollados por los Passeriformes y empezar a comprender las estrategias empleadas para minimizar su repercusión sobre la correcta ejecución de otras actividades vitales (ej., la alimentación). En la naturaleza, los encuentros con posibles depredadores son relativamente infrecuentes, por lo que las aves han desarrollado estrategias para estimar el riesgo de depredación asociado a la actividad y el lugar donde ésta se desarrolla. Las estimas de riesgo están sometidas a una doble presión, por un lado la infravaloración del riesgo podría conllevar la muerte del individuo (efecto directo), mientras que una sobreestimación implica destinar recursos temporales y energéticos necesarios para la realización de otras necesidades (efecto indirecto). Ambos factores podrían contribuir a la reducción de la eficacia biológica de los individuos. La flexibilidad en el comportamiento de las especies les permite responder tanto a las variaciones naturales en el riesgo de depredación como a las necesidades momentáneas de los individuos. Las estrategias desarrolladas para minimizar el efecto indirecto de la depredación se producen antes, durante y después del encuentro con un depredador. En esta Tesis se han abordado cuatro de los principales comportamientos exhibidos por las aves frente a la depredación: la agrupación en bandos, el uso diferencial del espacio, la respuesta de huida y el reparto de tiempo entre alimentación y vigilancia tras el encuentro con

un depredador, tratando de obtener una visión global del comportamiento antidepredatorio de las especies y que otras variables pueden modificar la respuesta observada. El riesgo de depredación, a través de la estructura de la vegetación, es el principal determinante del tamaño de bando de los Passeriformes y del uso del espacio durante la alimentación. No obstante, la dieta (distribución y abundancia local de cada tipo de alimento) podría tener su relevancia en la aparición del gregarismo a lo largo de la historia evolutiva de las especies. Por otro lado, el uso del hábitat puede verse modificado por otros factores que condicionan el presupuesto temporal o energético de los individuos (ej., termorregulación y competencia). Una vez que se produce el encuentro con un posible depredador, la flexibilidad en el comportamiento de las especies les permite responder a las variaciones del balance entre sus necesidades y los costes asociados a su actividad antidepredatoria. El tipo de huida y el momento en que un ejemplar de la especie presa huye de un depredador parecen responder a ese compromiso. Por su parte, cuando el riesgo de muerte por inanición se hace patente las presas son capaces de aumentar el tiempo que dedican a la alimentación sin un incremento aparente de su vulnerabilidad frente a los depredadores. En conclusión, el riesgo de depredación es un factor insoslayable en cualquier actividad o decisión tomada por los individuos, pero no es la única presión a tener en cuenta. La necesidad de compatibilizar las actividades antidepredatorias con la consecución de un balance energético positivo obliga a los individuos a desarrollar mecanismos conductuales a minimizar los efectos de la depredación. Las presas tienen la capacidad de valorar el riesgo sin la presencia del depredador y parecen comportarse de forma conservadora sobrestimando su riesgo de captura. Esto les permite compensar las situaciones de alto riesgo con un aumento de su esfuerzo antidepredatorio e integrar la influencia de otros factores ambientales que afectan a su supervivencia.

Biogeografía y Ecología de la Tarabilla Canaria (*Saxicola dacotiae*) con implicaciones para su conservación

Autor: Illera Cobo, Juan Carlos

Directores: Nogales Hidalgo, Manuel y Díaz Esteban, Mario.

Curso: 2003-2004

Universidad de La Laguna

Resumen

El objetivo de esta memoria fue abordar el estudio de diferentes aspectos que pueden determinar la distribución y ecología de la Tarabilla Canaria (*Saxicola dacotiae*) en la isla de Fuerteventura, así como explicar su ausencia como especie reproductora en Lobos y Lanzarote. Los resultados obtenidos, asimismo, servirían de base para el planteamiento de recomendaciones de investigación y gestión que ayudaran a la implementación de planes de conservación efectivos para este endemismo amenazado. La Tarabilla Canaria usa el espacio de manera selectiva prefiriendo medios terroso-pedregosos y barrancos con unas características específicas tanto al nivel de microhábitat como de paisaje. Estos hábitats no solo mantienen las abundancias de presas más altas, sino además les ofrecen lugares adecuados para ubicar sus nidos, así como abundantes posaderos desde donde buscar los artrópodos de los que se alimentan y desarrollar comportamientos territoriales. Además, a lo largo de esta memoria se comprobó el carácter sedentario de la Tarabilla Canaria. El significado de este comportamiento se interpreta a la luz de la predictibilidad de Fuerteventura en cuanto a la variabilidad de los factores bióticos. La alta fidelidad al territorio que muestra este túrdido significa que las aves, cuando se asientan en un territorio y encuentran pareja, permanecerán allí durante toda su vida a no ser que circunstancias excepcionales reduzcan sus posibilidades de supervivencia o reproducción. Al manifestarse la isla como un medio predecible en todas aquellas presiones selectivas que influyen en el comportamiento de la Tarabilla Canaria, parece razonable la decisión de la mayoría de los individuos de permanecer siempre en el mismo territorio. Esta conducta, sin embargo, le hace ser muy vulnerable



J.J. Hernández

Hembra de Tarabilla Canaria (*Saxicola dacotiae*) posada sobre un espino de mar (*Lycium intricatum*).

a las actuaciones en el medio que signifiquen alteración o destrucción de sus hábitats, tanto por la fragilidad de las características de hábitat preferidas como por verse forzado a tener que desplazarse fuera de sus territorios, con los costes que ello implicaría. Por otra parte, los resultados obtenidos a través del estudio de la estrategia reproductora de esta ave confirmaron su estrecha adaptación al medio semiárido de Fuerteventura. Las Tarabillas Canarias ajustaron su fenología reproductora a la dinámica de las escasas precipitaciones que acontecen en la isla. Durante tres años (2001-2003) se estudiaron los parámetros reproductores de la Tarabilla Canaria en todo su rango de distribución, que resultaron estar relacionados con la disponibilidad de alimento, que a su vez se correspondió con la cantidad de lluvia caída. Además, el inicio y duración del período reproductor también estuvo relacionado de manera directa con el momento de las precipitaciones y con la cuantía de éstas. Se evidenció un diferente esfuerzo a invertir cada año tanto en el número de puestas (una o ninguna en períodos secos, y dos en períodos lluviosos) como en el tamaño de las puestas (menor número de huevos puestos en años secos que en años

“húmedos”). No obstante, aunque el patrón general es consistente durante los tres años estudiados, también es significativa la tasa de depredación (por mamíferos introducidos fundamentalmente) que sufre en esta fase. Los resultados obtenidos sobre uso del espacio (especificidad en los requerimientos de hábitat y carácter sedentario) y fenología reproductora de la Tarabilla Canaria explicarían ampliamente la distribución restringida de la especie en Fuerteventura. Estos hechos extrapolados a Lobos y Lanzarote y comparados con Fuerteventura, sugieren que las condiciones que ofrecen Lanzarote y Lobos en cuanto a disponibilidad de alimento y características fisonómicas son de peor calidad. Esto podría estar dificultando el desarrollo normal del ciclo vital de aquellos individuos que consiguieran arribar a estas islas, lo cual explicaría que esporádicamente sí puedan localizarse individuos pero durante poco tiempo.

Ecología reproductora del Alcaudón Dorsirrojo (*Lanius collurio*) en Navarra

Autor: Lizarraga Senar, Alberto

Director: Escala Urdapilleta, María del Carmen

Curso: 2003-2004.

Universidad de Navarra

Resumen

En el actual trabajo, llevado a cabo durante el período 1997-2001, se presenta un estudio sobre la ecología reproductora del Alcaudón Dorsirrojo en Navarra. Se exponen los siguientes aspectos de la autoecología de este passeriforme. Se concreta el área de distribución del Alcaudón Dorsirrojo en Navarra, evaluándose su posible relación con la vegetación. Se determinan la densidad reproductora y la selección del hábitat de alimentación por parte de la especie. Se aportan datos sobre la biometría de la especie y la evolución del peso a lo largo de la estación reproductora. Además, se hace una comparación de la longitud alar y el peso de los alcaudones dorsirrojos de Navarra con los de una población alemana.

Se analiza el tipo de distribución espacial de la población de Alcaudón Dorsirrojo del valle de Atez, el comportamiento territorial, el tamaño del territorio de cría, la fenología reproductora, la filopatría, el tamaño de puesta y su variación a lo largo de la estación de cría. Se estudian los factores que pueden influir en la nidotópica y el éxito reproductor de la especie en el valle de Atez por medio de la caracterización de los nidos (dimensiones, peso y volumen), la nidotópica, la productividad y el éxito reproductor. Se establece el modelo de crecimiento seguido por los pollos de Alcaudón Dorsirrojo en el nido. Además, se investiga el cuidado parental (tasa de ceba y número de visitas al nido) en función del sexo del progenitor, la edad de los pollos y el tamaño de nidada. Finalmente, se prueba la validez del Alcaudón Dorsirrojo como bioindicador de la contaminación atmosférica mediante el estudio de la hematología, la condición corporal y la presencia de ciertos cationes en sangre y heces de pollos del entorno de una industria extractiva mineral.

Influencia de la selección de planta hospedadora, de los parasitoides y de la competencia intraespecífica en el desarrollo y mortalidad de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*)

Autor: Pérez Contreras, Tomás

Directores: Soler Cruz, Manuel y Soler Cruz, Juan José

Curso: 2003-2004

Universidad de Granada

Resumen

Se han estudiado diversos aspectos de la ecología de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*), un lepidóptero heterócero, de la familia Thaumetopoeidae, que constituye la principal plaga defoliadora de distintas especies de pino en el área mediterránea. El trabajo de cam-



A la izquierda, el proceso de evaluación de la planta hospedadora (pino) por parte de la hembra de procesionaria del pino momentos antes de depositar los huevos. A la derecha, las larvas de procesionaria alimentándose del pino previamente seleccionado, en función de su

po se realizó durante el período 1993-1996, en un pinar de repoblación compuesto por pino de Alepo (*Pinus halepensis*) y pino marítimo (*Pinus pinaster*), localizado al este de la provincia de Granada. Debido a las diferentes características de las hojas de ambas especies de pino, estudiamos la selección de especie de pino, encontrando, al menos para las variables consideradas (tasa de infección y número de puestas por pino atacado), una selección preferencial, por parte de las hembras de procesionaria, de pinos de Alepo. Además, la selección de esta especie conlleva un mayor éxito de eclosión y de pupación de las puestas debido a una menor incidencia de los parasitoides. Mediante experimentos de transposición de larvas entre las dos especies de pino presentes en el área de estudio

hemos comprobado una cierta adaptabilidad de las larvas a la planta hospedadora, no sólo a nivel de especie sino a nivel de planta individual dentro de una misma especie, lo que permite a las larvas la explotación de hospedadores subóptimos. La selección de hospedadores subóptimos (pino marítimo) se puede explicar por la disminución de la competencia larvaria por el alimento asociada a ésta selección. Dentro de la especie de pino óptima (pino de Alepo) hemos comprobado que la procesionaria selecciona aquellos ejemplares que presentan una tasa mayor de crecimiento en altura, las acículas de mayor tamaño, además asimétricas, debido a una relación inversa con los compuestos defensivos de los pinos. Esta preferencia por los ejemplares de pino de mayor tamaño parece ocultar, debido al mayor crecimiento que presentan estos pinos, el efecto negativo de la defoliación producida por la procesionaria. En cuanto al parasitismo de las puestas de procesionaria demostramos que éste es un determinante importante del fracaso en la eclosión de los huevos de procesionaria. Al estar estos cubiertos por escamas parece que la función de estas es la de impedir la localización exacta al parasitoide de los huevos del hospedador. Respecto al gregarismo que presenta esta especie en estado larvario, comprobamos que los tamaños de grupo grandes favorecen el crecimiento y la supervivencia larvaria y que un tamaño de 32 individuos marca un punto de inflexión en las ventajas y beneficios de estar en un grupo superior o inferior a tal número.

Comportamiento social y de alimentación del Rebeco Pirenaico (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*)

Autor: Dalmau Bueno, Antoni

Directores: Manteca Vilanova, Xavier y Ferret Quesada, Alfred

Curso: 2004-2005

Universidad Autónoma de Barcelona

Resumen

Este trabajo se divide en cinco estudios, cuyos objetivos son estudiar la selección del hábitat del rebeco pirenaico (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*), la posible segregación sexual de la especie, el comportamiento social y de alimentación dentro de las manadas, cambios estacionales en la concentración fecal de metabolitos del cortisol como indicadores de estrés y parámetros fermentativos de la población microbiana ruminal de un rebeco. Este estudio se llevó a cabo en la Sierra del Cadíz desde enero del 2001 a julio del 2004. Los rebecos se observaban recorriendo la zona de estudio a pie, clasificando a los individuos por edades y sexo. Se tenían en cuenta aspectos como la altitud, cobertura vegetal, orientación de la pendiente y distancia a un terreno de escape. Se obtuvieron muestras de pasto y heces de 4 zonas desde el 2001 al 2003 para estudiar el nitrógeno del pasto (NP), como indicador de la calidad del forraje, y el nitrógeno fecal (NF), como indicador de la calidad de la dieta. Las heces fueron utilizadas también para analizar metabolitos de cortisol. Para estudiar la conducta social y de alimentación dentro de los grupos se hizo el seguimiento de un animal durante 10 minutos, considerándose su posición central o periférica y anotando diversas actividades en fracciones de 5 segundos. Se utilizaron 6 fermentadores de doble flujo continuo durante un periodo experimental de 10 días para comparar digestibilidades de materia seca (MS) y fibra, el perfil de fermentación y el metabolismo del nitrógeno de poblaciones bacterianas ruminales procedentes de rebeco y de vaca (*Bos taurus*). Los resultados globales mostraron una clara segregación sexual, con los machos seleccionados por zonas con pino y matorral a media altitud.

ra y las hembras por zonas de prado, con migraciones altitudinales más evidentes que en los machos. Debido al patrón de migración altitudinal de las hembras, los animales segregados estaban siempre en zonas con vales similares de NP. Una mala correlación entre NP y NF confirmó el carácter altamente selectivo del rebeco. El nivel de vigilancia fue más alto para los animales en el centro de la manada que en la periferia, sin efecto del tamaño del grupo o edad del animal. Machos y Hembras mostraron un alto grado de desincronización de actividades en los grupos mixtos. Los metabolitos de cortisol en heces (MCH) mostraron un claro patrón estacional, siendo más altos en invierno y con cierta correlación con las temperaturas mínimas medias mensuales y el NF. No hubo diferencias en las digestibilidades de la MS y fibras, así como en la concentración total de ácidos grasos volátiles entre los inóculos de rebeco y vaca. No obstante, la proporción de propionato y nitrógeno amoniacal fue más alta en el rebeco, mientras que el butirato y la síntesis de proteína bacteriana fue más alta en la vaca. Así pues y en conclusión, los resultados de este estudio coinciden con las premisas propuestas por la hipótesis de las estrategias reproductivas para explicar la segregación sexual en ungulados, con un pico de segregación sexual en verano, cuando aparentemente las crías son más susceptibles a la depredación. No obstante, la calidad de la dieta debería de ser reconsiderada como factor involucrado en este fenómeno para especies con alta capacidad de selección, como es el caso del rebeco. La hipótesis del tamaño corporal-dimorfismo sexual fue rehusada de acuerdo con los resultados obtenidos, y otras hipótesis que intentan explicar la segregación sexual en ungulados, como la de los factores sociales o la de los ritmos de actividad (activity budget), parcialmente apoyada por el comportamiento de ambos sexos en grupos mixtos, necesitan ser estudiadas con mayor profundidad. Por otro lado, el rebeco, por las diferencias mostradas en referencia a otros ungulados, aparece como una especie interesante para estudiar aspectos de comportamiento social. Desde un punto de vista de gestión, los MCH pueden ser un buen índice de estrés invernal en el rebeco y los fermentadores una herramienta útil para estudiar la función ruminal de especies salvajes. De acuerdo con los resultados obtenidos, en igualdad de condiciones, la población microbiana ruminal de un rebeco tendría una capacidad de digestión parecida a la de una vaca, pero diferirían en el perfil de fermentación, y el rebeco tendría menor síntesis de proteína bacteriana.

Consecuencias sobre la eficacia biológica de las interacciones entre *Quercus ilex* y un consumidor especialista de sus bellotas, *Curculio elephas*

Autor: Bonal Andrés, Raúl

Director: Díaz Esteban, Mario

Curso: 2004-2005

Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

Esta Tesis trata las interacciones entre la encina *Quercus ilex* y el principal consumidor predispersivo de sus semillas, el coleóptero *Curculio elephas*, cuyas larvas se desarrollan dentro de las bellotas alimentándose de los cotiledones. En primer lugar se analizan las posibles estrategias de saciado por parte de la planta, tanto el saciado mediante cosechas abundantes como por medio de bellotas de tamaño grande que podrían aumentar la probabilidad de supervivencia del embrión. En segundo lugar se estudian las limitaciones que el tamaño de la bellota puede imponer al desarrollo de las larvas. Por último, se busca conocer los efectos que la abscisión prematura de las bellotas atacadas, considerada estrategia defensiva de la planta, podría tener sobre la eficacia biológica del insecto. Los resultados muestran que tanto las cosechas abundantes como un tamaño grande de bellota pueden servir para saciar a estos coleópteros. No obstante, el mismo árbol no puede emplear ambas estrategias de forma óptima, ya que existe un compromiso entre el número y el tamaño de las bellotas producidas. Finalmente, los árboles de bellota pequeña fueron más efectivos en el saciado, ya que los árboles de bellota grande sufrieron un mayor superparasitismo en sus bellotas que compensó las ventajas que un mayor tamaño de semilla podría conferir a la supervivencia del embrión. En ocasiones, el desarrollo de las larvas estuvo limitado por el tamaño de la bellota, siendo esta limitación más acusada cuanto mayor fue el número de larvas por bellota. La abscisión prematura de las bellotas atacadas redujo la eficacia biológica de las larvas. Por un lado, la parada prematura del

crecimiento de las bellotas limitó el tamaño que alcanzaron las larvas al final del desarrollo, una variable clave estrechamente relacionada con la eficacia biológica del individuo. Por otro lado, la caída en un periodo en el que la cantidad de bellotas en el suelo es todavía baja, junto con el hecho de que las larvas tienen que completar su desarrollo dentro de la bellota una vez en el suelo, aumentó en gran medida el riesgo de depredación accidental por ungulados (ciervos y jabalíes). Estos grandes herbívoros ingieren las bellotas en el suelo junto con las larvas que están dentro. En resumen, este estudio muestra que tanto las estrategias de saciado como de resistencia pueden reducir los efectos negativos de un insecto consumidor especialista. La producción de cosechas abundantes no reduce la eficacia biológica del insecto, aunque mediante el saciado disminuye sus efectos negativos sobre la eficacia biológica de la planta. La abscisión prematura de las bellotas atacadas (resistencia), por el contrario, actúa directamente contra el consumidor. En el caso de la encina y *Curculio elephas*, la elevada especialización del insecto es lo que finalmente le hace vulnerable a la abscisión temprana de las bellotas atacadas, ya que las larvas son endoparásitos que no pueden abandonar la bellota cuando se agota el alimento o para evitar ser depredadas. Por tanto, en términos generales, aunque la especialización en los herbívoros y granívoros confiere ventajas frente a determinadas estrategias de resistencia de las plantas, también aumenta su vulnerabilidad frente a otras.

Factores determinantes del éxito reproductivo del Cernícalo Vulgar *Falco tinnunculus* en la isla de Tenerife

Autor: Carrillo Hidalgo, José

Director: Aparicio Munera, José Miguel

Curso: 2004-2005

Universidad de La Laguna

Resumen

Diversos factores inciden sobre la biología reproductiva de las Falconiformes según las condiciones ambientales impuestas por la latitud, la longitud, la altitud e insularidad. Estudiamos los emplazamientos de los nidos, las características y las variaciones en los parámetros reproductivos del Cernícalo Vulgar *Falco tinnunculus* en diversos hábitats y altitudes en la isla de Tenerife. El ciclo reproductivo es variable y depende de la altitud, observando un retraso de aproximadamente un mes en la reproducción de las parejas que crían por encima de 1.000 m., debido, probablemente, al clima como condicionante de la actividad de las presas. Los nidos se sitúan generalmente en cavidades rocosas naturales. El éxito reproductivo no parece estar influido por la orientación del nido, de la roca donde se ubica el mismo, ni tampoco por las características del hábitat. El tamaño medio de puesta, inferior al de Marruecos, no varía entre hábitats o a diferentes altitudes. El número medio de pollos que vuelan no sufre variaciones entre años, entre hábitats o a diferentes altitudes. El único compuesto organoclorado encontrado en los huevos fue p,p'-DDE, hallazgo que sugiere que la agricultura es la fuente principal de organoclorados en Tenerife. La concentración media de p,p'-DDE es el valor más alto encontrado en huevos de aves rapaces en territorio español, siendo más elevada en la vertiente sur que en la vertiente norte de Tenerife. Es probable que la acción del p,p'-DDE sumada a la del thiram (TMTD) esté provocando un adelgazamiento y rotura en la cáscara de los huevos de los cernícalos. La intensidad de la defensa del nido, tanto del macho como de la hembra, aumenta durante el ciclo reproductivo, lo que sugiere que la edad de los pollos, sobre todo cuando éstos tienen más de 15 días, y lo conspicuo del



Nido de Cernícalo Vulgar en un tubo volcánico en un ambiente semiárido en la isla de Tenerife. La intensidad de la conducta defensiva hacia el predador humano no está relacionada con la fecha de la puesta o el número de pollos. La vulnerabilidad del nido (escasa profundidad y, sobre todo, menor altura sobre el suelo) es el factor que provoca una respuesta defensiva más intensa hacia el predador.

nido, son los factores indicativos del aumento de agresividad. Sin embargo, esta reacción es contraproducente para el falcónido, pues avisa al intruso humano (el hombre es el principal predador de la especie en Tenerife) de la ubicación de un territorio y de un nido. El riesgo de predación, pues, es el único factor que parece afectar claramente la conducta defensiva del nido en el Cernícalo Vulgar. Analizamos la influencia de la lluvia, la temperatura y la disponibilidad trófica sobre el éxito reproductivo en un ambiente semidesértico durante dos estaciones reproductivas consecutivas, una muy lluviosa y otra muy seca. Observamos que cuanto más llueve en el otoño anterior a la estación reproductiva más puede adelantarse la fecha media de puesta y que unas precipitaciones abundantes en febrero pueden favorecer un aumento en el tamaño medio de puesta. Parece probable

que el ciclo reproductivo del Cernícalo en este medio semidesértico insular sea un ciclo regular no estrictamente dependiente del régimen de lluvias. Sin embargo, la lluvia podría ser el desencadenante del comienzo de los procesos fisiológicos de la actividad reproductiva a través de cambios en el comportamiento de los cernícalos. La similitud en la disponibilidad de alimento en ambas estaciones reproductivas y la relación entre la lluvia de febrero con el tamaño medio de puesta nos sugiere que quizás el agua caída facilite el proceso de oogenesis. Sugerimos que la captura de lagartos como base dietética de los pollos pueda estar relacionada con una mayor estabilidad interanual en la producción de pollos volanderos. La fecha media de puesta en el Cernícalo en el Paleártico occidental está afectada positivamente por la latitud, retrasándose unos 8 días por cada 10° hacia el Norte. Es probable que los factores climáticos de la altitud elevada sean los responsables del retraso observado en algunas áreas meridionales en las que no se cumple esta relación. Se observa una variación latitudinal descendente N-S del tamaño medio de puesta, siendo el de Tenerife inferior al de las poblaciones del Paleártico consideradas.

Biología y conservación de las poblaciones de Buitre Negro (*Aegypius monachus*) en Extremadura

Autor: Costillo Borrego, Emilio

Directores: Corbacho Amado, Casimiro y Morán López, Ricardo

Curso: 2004-2005

Universidad de Extremadura

Resumen

Se trata de una especie que ha sufrido un importante declive poblacional a lo largo de toda su distribución; destacan sobremanera las colonias extremeñas ya que cuentan con la mayor cifra de parejas reproductoras a nivel estatal. Esta relevancia se tradujo en un proyecto LIFE (Conservación del Águila-Azor Perdicera *Hieraaetus fasciatus* y Buitre Negro en la red de ZEPAs de la Comunidad Autónoma de Extremadura). Parte de los estudios que se recogen en esta tesis se realizaron bajo este proyecto. A pesar del gran interés de estas poblaciones y del buen conocimiento sobre el censo y distribución de la especie, existe un importante desconocimiento de aspectos vitales de su biología como las preferencias y uso que hacen de los distintos recursos que necesitan. Con este fin en la tesis se estudió la selección de recursos del Buitre Negro a distintas escalas a lo largo de su ciclo vital. Este estudio mostró que la elección del lugar de nidificación se encontró principalmente asociada a la pendiente y al aislamiento frente a la actividad humana. No obstante, estas preferencias estuvieron matizadas en cada una de las colonias extremeñas de acuerdo con las particularidades de las mismas. Del mismo modo el éxito reproductor de la especie estuvo asociado a factores de diversa índole tanto en el área del nido como en el área de campeo. De nuevo el elemento antrópico fue importante ya que fue el único factor que se asoció con el fracaso reproductor globalmente en Extremadura. Los adultos de Buitre Negro mostraron áreas de campeo muy amplias, lo que les permite explotar carroñas alejadas de las colonias. En este aspecto existen diferencias notables en cuanto a las áreas de campeo y los desplazamientos de los distintos individuos adultos marcados. Estos valores fueron más extensos en los individuos no reproductores. Los des-

plazamientos se vieron influidos también por la meteorología y la época del año. Los bosques y dehesas adquirieron gran importancia para las aves a la hora de establecer sus áreas de campeo, en especial en las zonas más utilizadas por el ejemplar. En las zonas de alimentación junto a la importancia de medios arbolados donde destaca la dehesa, también tuvieron relevancia áreas desarboladas como los pastizales. Los jóvenes mostraron un patrón de comportamiento distinto en cuanto al uso del espacio con áreas de campeo más grandes. Las hembras llevaron a cabo mayores desplazamientos que los machos y se establecieron fuera de la colonia, a gran distancia y durante un periodo de tiempo considerable. En todas las colonias extremeñas, el Buitre Negro basó su alimentación en el consumo de cadáveres de ovejas. No obstante, se apreciaron importantes diferencias en las presas con las que los buitres negros completaron su dieta en cada colonia. En Sierra de Gata lo hicieron con aves de granjas intensivas y suidos, mientras que en Sierra de San Pedro y Granadilla fueron suidos y cérvidos. Se reveló de esta forma la gran plasticidad trófica de esta especie, capaz tanto de aprovechar nuevos recursos (como aves de granjas intensivas) como de responder a drásticos cambios en su ecosistema (disminución de las poblaciones de conejo, aumento de la ganadería de ovino y porcino, auge de la caza mayor, etc.). Estas particularidades de cada colonia señalan la importancia de considerarlas a la hora de diseñar estrategias para la conservación de la especie. De este modo el conocimiento de la disponibilidad de recursos en el entorno de cada colonia, deben ser tomadas en cuenta para la conservación del Buitre Negro, que en ocasiones basa su alimentación en recursos altamente humanizados susceptibles por tanto de sufrir importantes cambios en su disponibilidad para la especie.

Ecología de la Cerceta Pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) y de la Malvasía Cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) en los humedales del Baix Vinalopó, Alicante

Autora: Fuentes Sendín, Cristina

Directores: Green, Andrew John y Lopez-Iborra, Germán

Curso: 2004-2005

Universidad de Alicante

Resumen

Los humedales del Baix Vinalopó acogen una importante población de Cerceta Pardilla y Malvasía Cabeciblanca y muestran un amplio gradiente en las características de hábitat ofreciendo una oportunidad única para estudiar la ecología y selección de hábitat de estas dos especies de aves acuáticas amenazadas. Se detectaron importantes variaciones espacio-temporales en la presencia y abundancia relativa de diferentes grupos de invertebrados en el bentos y en la columna de agua de la zona litoral. Las larvas de quironómidos fueron el componente animal más abundante del bentos y su emergencia se produce durante todo el año. El efecto de la conductividad sobre los invertebrados del bentos y de la columna de agua entre y dentro de humedales sugiere que la salinidad es el principal determinante de la estructura y abundancia de estas comunidades en los humedales estudiados, y por tanto en la disponibilidad de presas para las aves acuáticas. La dieta de la Cerceta Pardilla difiere considerablemente de la de los patos de zonas templadas; así, las semillas de *Scirpus litoralis* fueron abundantes en la dieta en todo momento, aunque se encontraron evidencias de que los adultos de Cerceta Pardilla consumen más invertebrados durante la estación reproductora que en otras estaciones. Por el contrario, los pollos de esta especie consumieron más invertebrados que los adultos y más materia vegetal verde que semillas. La Malvasía Cabeciblanca seleccionó invertebrados y semillas de mayor tamaño que la Cerceta Pardilla, y el componente animal fue más importante en su

M. Ferrández



Cerceta pardilla con pollos, en el Parque Natural del Hondo.

M. Ferrández



Embalse de Levante. Área frecuentada por cercetas pardillas con zonas someras con *Scirpus*. Sobrevuela la zona un pequeño grupo de

dieta. Mientras que las cercetas se alimentan fundamentalmente en los diez centímetros superiores de la columna de agua, las malvasías fueron dependientes de invertebrados y semillas en el bentos profundo. Ambas especies exhiben diferencias importantes en sus patrones de selección de hábitat. La Malvasía muestra una fuerte selección hacia los grandes humedales más profundos y dominados por carrizo. La Cerceta Pardilla evitó los humedales de tamaño intermedio. Las mayores densidades de polladas de todas las especies de anátidas se alcanzaron en los humedales más grandes. Dentro de los embalses, la Cerceta Pardilla evitó en todas las épocas del año la zona central de aguas abiertas, al igual que la Malvasía durante el periodo reproductor y las polladas de todas las especies estudiadas. Sin embargo, fuera de este periodo la Malvasía mostró una selección muy fuerte hacia esta zona, cuando se agrupó en grandes bandos. Tanto polladas como adultos de Cerceta Pardilla mostraron preferencia por las áreas de vegetación mixta (ciperáceas, saladar y carrizo). De entre el resto de biotopos, la Cerceta Pardilla y en especial la Malvasía seleccionaron durante todo el año los canales y vertederos profundos rodeados de carrizo. Los adultos de Cerceta Pardilla, así como sus polladas, se observaron más cerca de la vegetación emergente que las malvasías. La Malvasía utiliza zonas de profundidad más elevada. Las polladas de pollos pequeños se encontraron más cerca de la vegetación que las polladas con pollos de mayor tamaño. La emergencia de pollos de Malvasía cubre un periodo excepcionalmente largo. Las polladas de malvasías experimentaron un marcado aumento estacional en el tamaño como resultado de la amalgamación de distintas polladas, que podría estar correlacionado con un aumento de la densidad de polladas con el tiempo. Por el contrario, el resto de especies mostraron un declive en el tamaño de pollada a lo largo de la estación reproductora. Los niveles de agua en los grandes humedales del Hondo deberían manejarse para evitar cambios bruscos en el periodo reproductor, así como para mantener un equilibrio continuo entre áreas someras y profundas. Para garantizar que los humedales pequeños y exuberantes utilizados por la Cerceta Pardilla estén disponibles durante todo el año, es deseable rotar los ciclos de inundación en los diferentes humedales temporales. El mantenimiento de la calidad del agua y que no aumenten los niveles de salinidad también es un requisito indispensable.

Ecología e comportamento das populações de *Amazona pretrei* no sul do Brasil (ecología y comportamiento de las poblaciones de *Amazona pretrei* en el sur de Brasil). Tesis en portugués con conclusiones en castellano

Autor: Martínez, Jaime

Director: Leiroz Codenotti, Thais

Curso: 2004-2005

Universidad de León

Resumen

El principal objetivo de esta investigación ha sido el conocer la ecología y el comportamiento de las poblaciones de esta especie, en los siguientes aspectos: 1) Registrar el tamaño de la población en cinco áreas diferentes, donde se concentran en dormideros colectivos, al tiempo que se mantienen las respectivas variaciones en abundancia, tamaño y composición de los bandos a lo largo del año. 2) Relacionar estas variaciones con las distintas fases de su ciclo biológico. 3) Establecer rutas de desplazamientos, así como el patrón de dispersión que el ave realiza a lo largo del año en el sur de Brasil, para lo que se ha utilizado la técnica de radiotelemetría. 4) Acompañar los desplazamientos de las aves, desde su agrupamiento formando bandos, hasta su dispersión, estableciendo el alcance de los vuelos diarios a partir de los dormideros colectivos, así como en las dispersiones cuando cambian la localización del dormidero. 5) Relacionar los períodos y rutas de desplazamiento con los recursos encontrados en el ambiente y con las fases del ciclo biológico. 6) Verificar si los bandos de diferentes regiones de Rio Grande do Sul y de Santa Catarina constituyen poblaciones reproductivamente abiertas o cerradas. La metodología utilizada consistió en la realización de censos de aguarde en los propios dormideros colectivos y en el rastreo de los individuos mediante radiotelemetría, para así establecer el alcance de los desplazamientos y las áreas de campeo. Asimismo, se utilizaron técnicas de genética molecular, con objeto de reconocer los posi-

bles parentescos entre los individuos de diferentes poblaciones. Se registró el tamaño poblacional mínimo absoluto de 19517 aves, manteniendo un equilibrio poblacional durante los años de estudio (1996-2002). A lo largo del año, la mayor frecuencia en el tamaño de los bandos fue para aquél formado por dos aves (21.6%). El máximo valor medio ocurrió en el mes de abril, con hasta 540.4 aves, en áreas de alimentación con semillas de *Araucaria*. Durante el período de migración, que se inicia entre 25-43 días después de la salida del nido, hubo un desplazamiento medio diario de 8.3 Km. En relación al alejamiento de los dormideros, el valor encontrado en las regiones de reproducción fue de 13.6 Km., mientras que en las regiones de alimentación con semillas de *Araucaria* fue de 28 Km. La media del área de campeo por ave, en regiones de alimentación con semillas de *Araucaria*, fue de 23496 ha, muy superior a aquella de reproducción (cerca de 946 ha). El sexado de 66 ejemplares de *A. pretrei* ha indicado una desviación en la razón sexual, con 41 machos para 25 hembras. Si consideramos tan sólo las crías, la proporción sexual se eleva a 3:1. Los resultados sugieren que algunos pollos vuelven a su zona de nacimiento, después de la migración a las regiones de alimentación con semillas de *Araucaria*, mientras que otros pollos, posiblemente la mayor parte, pasan a integrarse en bandos reproductivos de otras regiones.

Distribución y estrategias de la vida del Pico Mediano *Dendrocopos medius* en una población fragmentada. El papel de la estructura del hábitat

Autor: Robles Díez, Hugo

Director: Purroy Iraizoz, Francisco José

Curso: 2004-2005

Universidad de León

Resumen

El Pico Mediano es un especialista de hábitat asociado a los bosques maduros ricos en roble (*Quercus* sp.) del Paleártico Occidental, y es un buen indicador de diversidad de otras especies de aves forestales. En esta tesis se analizan los efectos de la alteración y fragmentación del hábitat sobre el patrón de distribución y las estrategias vitales del Pico Mediano en un área meridional de la Cordillera Cantábrica (aproximadamente 1000 km²) durante 4 años consecutivos (2000-2003). También se contrastan diferentes métodos para estimar la distribución, la densidad y el estado de emparejamiento de las aves, y se examina el comportamiento de búsqueda de alimento, la inversión parental durante el período de permanencia de los pollos en el nido y la elección del momento de cría de la especie. Los Picos Medianos ocuparon dehesas de roble y robledales de uso extensivo, dos tipos de manejo forestal que mantienen estratos maduros de arbolado. Sin embargo, no fueron capaces de ocupar los robledales de uso intensivo, fuertemente alterados a través de incendios y/o talas frecuentes, y con una baja disponibilidad de robles importantes para la alimentación (con dbh \geq 26 cm) y de árboles potenciales para anidar (dbh \geq 22, decadentes y/o con huecos). Se encontraron 4 tipos de ocupación por el Pico Mediano: i) aves emparejadas que defendieron territorios primaverales, ii) individuos territoriales no emparejados, iii) aves transeúntes no territoriales que ocuparon temporalmente algunas áreas vacantes antes de moverse hacia otros bosques, y iv) individuos flotantes vagando por territorios de otros propietarios. Las aves ocuparon las áreas

con mayor densidad de árboles importantes para la alimentación y menos aisladas de otras áreas ocupadas (distancia a otros territorios). Los picos se emparejaron en los territorios menos aislados y con mayor disponibilidad de árboles para anidar. Las áreas ocupadas temporalmente por individuos transeúntes y los territorios de aves no emparejadas pueden funcionar bien como piedras de paso (*stepping stones*) o como trampas ecológicas (*ecological traps*), en función de las tasas de mortalidad y de la posibilidad para moverse a otras áreas. Los territorios ocupados los 4 años de estudio (persistentes) estuvieron menos aislados frente a otros territorios que aquéllos no ocupados en todos los años (inestables). Sin embargo, la población fue estable entre años y es posible que, en combinación con la población adyacente de la Cordillera Cantábrica, esté funcionando como una (meta)-población en equilibrio gracias a una dinámica balanceada de (re)-colonización/extinción de los territorios. No se encontró un efecto negativo de la alteración (medida a partir de la densidad de arbolado importante para la alimentación y para anidar) ni de la fragmentación del hábitat (comparación entre dos tipos de paisaje con diferente grado de fragmentación) sobre el éxito reproductivo de la especie (tamaño de puesta, número de volantones y proporción de parejas con al menos un volantón). Estos resultados sugieren que la alteración y fragmentación del hábitat provocan un incremento de la población no reproductora, es decir, individuos transeúntes no territoriales y aves territoriales no emparejadas, reduciendo así la productividad tanto individual como poblacional. Sin embargo, una vez que las aves fueron capaces de emparejarse en un territorio, el éxito reproductivo fue relativamente elevado (76.6% de las parejas con al menos un volantón). Otro momento crítico en la reproducción de la especie fue el momento de eclosión de los huevos, ya que el 42.2% de éstos no llegaron a eclosionar, aunque desconocemos las causas de esta restricción en la reproducción. De acuerdo con estos resultados, se proponen medidas de gestión orientadas a la conservación del Pico Mediano y su hábitat.

Estrategias de machos y hembras en el sistema de apareamiento del ciervo en Doñana

Autor: Sánchez Prieto, M. Cristina

Director: Carranza Almansa, Juan

Curso: 2004-2005

Universidad de Extremadura

Resumen

El sistema de apareamiento del ciervo en Doñana constituye un caso especial en el área de distribución mundial de la especie. El ciervo es una especie poligínica en la que un macho se aparea con un número variable de hembras. La defensa de harenes móviles es la estrategia descrita para el ciervo en la mayor parte de su área de distribución. Sin embargo, en el ciervo en Doñana la defensa de harenes coexiste con la estrategia territorial en la que un macho defiende un territorio en lugar de seguir a los harenes de hembras en sus movimientos diarios de alimentación. El presente trabajo aborda cuestiones pendientes sobre el uso del espacio y las estrategias de apareamiento en machos y hembras que requieren marcaje individual. Los resultados muestran que la estrategia de apareamiento no territorial es más frecuente que la territorial, y son escasos los cambios de estrategia en un mismo individuo entre distintos años. Además, los ciervos territoriales tienen mayor éxito reproductor que los no territoriales, mayores áreas de campeón totales y, durante la berrea tiene áreas de campeo menores que las de los no territoriales. La fidelidad a las áreas de apareamiento año tras año es alta, y los animales que más se alejan de las áreas de berrea durante el resto del año son los que tienen un éxito reproductor intermedio. Las características del área de campeo del ciervo en Doñana son similares a las descritas para la especie en ambientes mediterráneos, teniendo los machos áreas de campeón mayores que las hembras. Hemos encontrado una gran oscilación individual en el tamaño de las áreas de campeo, y que tanto machos como hembras utilizan las mismas zonas de campeo en los distintos años, no habiendo cambios estacionales, excepto en los machos que utilizan una menor área durante la época de celo, siendo menores las

áreas de campeo de los machos con mayor grosor de cuerna, lo que se ha relacionado con otros trabajos con la habilidad competitiva, por lo que podría ser indicativo de que esos machos son más capaces de defender un territorio. Debido a la alta mortalidad sufrida por las hembras no hemos podido constatar movimientos hacia el ecotono en la época de berrea, y los escasos datos comportamentales que hemos conseguido parecen indicar que las hembras pueden integrarse en harenes de diferentes machos que se establezcan en su área de campeo. En cuanto a las características de la población de ciervos de Doñana, hemos encontrado que los ciervos de Doñana tienen las cuernas más cortas y de un menor grosor que los ciervos de otras poblaciones estudiadas y son más bajos y más largos. Además, los ciervos de la población de Doñana presentan una diversidad alélica y un grado de heterocigosidad mayor que las poblaciones cinegéticas estudiadas, y en éstas últimas el efecto de la deriva génica es muy pronunciado, originando la diferenciación génica entre poblaciones muy cercanas. Cabe remarcar que el aislamiento de las poblaciones mediante el vallado cinegético no parece ser un factor decisivo en el grado de variabilidad de éstas, ya que las poblaciones sin vallado cinegético no eran genéticamente más diversas que las cerradas. Finalmente, hemos encontrado que la construcción de vallados de exclusión, cercados de cría y otro tipo de obstáculos en el medio natural, no es un manejo inocuo para los ciervos, y afecta al uso que éstos hacen del hábitat, pudiendo reducir la cantidad de hábitat disponible.

Efectos de la degradación del hábitat y el riesgo de depredación en el comportamiento y el estado de salud en lagartijas

Autor: Amo de Paz, Luisa

Directores: López Martínez, Pilar y Martín Rueda, José

Curso: 2005-2006

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

El riesgo de depredación está considerado como una de las mayores fuerzas selectivas en la evolución de numerosas características morfológicas y comportamentales de los animales. Para hacer frente a un incremento en el riesgo de depredación, los animales muestran cambios comportamentales que se conocen como estrategias antidepredatorias. Una de las primeras estrategias preventivas de las presas para hacer frente al riesgo de depredación es la selección de hábitats seguros. Sin embargo, la actividad humana está ocasionando cambios drásticos en el medio a una velocidad vertiginosa en relación al tiempo evolutivo, que pueden afectar al riesgo de depredación percibido por las presas y a las estrategias antidepredatorias. Dado que las estrategias antidepredatorias como las secuencias de escape o el uso de refugios son costosas, en términos de pérdida de tiempo para realizar otras actividades y en términos de pérdida de condición corporal, un cambio en la estructura del medio podría afectar al mantenimiento de las poblaciones de reptiles. Así mismo, ya que las lagartijas responden a la presencia de personas como a la de depredadores, un incremento en el ecoturismo de una zona podría también afectar al mantenimiento de estas poblaciones. El objetivo principal de esta tesis doctoral es identificar los factores antropogénicos que puedan estar afectando al mantenimiento de las poblaciones de lagartijas de la Sierra de Guadarrama. Los resultados muestran que la modificación del medio natural supone una pérdida de hábitat óptimo para algunas especies, por lo que cambios drásticos del hábitat, como las repoblaciones con pinos en

lugares originalmente ocupados por robledales, conllevan la desaparición de unas especies y la colonización de otras. Los cambios en la estructura de la vegetación también implican un incremento en el riesgo de depredación percibido por las lagartijas, ya que, por ejemplo, pueden ser más fácilmente detectables en áreas degradadas. Las lagartijas responden a este incremento en el riesgo con estrategias antidepredatorias preventivas como la selección de microhábitats seguros, y son capaces de modificar sus patrones de locomoción para minimizar el riesgo al desplazarse por zonas inseguras. Además, ante el ataque de un depredador, presentan estrategias de escape acordes al nivel de riesgo. El ecoturismo supone un incremento en el riesgo de depredación para las lagartijas. Ante el ataque simulado de un depredador, las lagartijas responden igual en zonas con alto o bajo nivel de ecoturismo. Por ello, en zonas con alto nivel de ecoturismo, las lagartijas deben realizar frecuentemente estrategias antidepredatorias. Los comportamientos antidepredatorios son energéticamente costosos, por lo que un incremento en la frecuencia de estos comportamientos debido al incremento del riesgo en medios degradados o con una alta afluencia de turistas, conlleva una pérdida de condición corporal. La pérdida de condición corporal parece afectar en algunos casos a la capacidad de las lagartijas para desarrollar una respuesta inmune adecuada para la defensa frente a parásitos, lo que puede incrementar los efectos negativos de los parásitos. Tanto los cambios antropogénicos del medio, como la deforestación y degradación de la vegetación o el ecoturismo son dos factores que implican un incremento en el riesgo de depredación para las lagartijas, al que responden incrementando el uso de estrategias antidepredatorias. Los costes de estas estrategias afectan negativamente a la condición física de los individuos, lo que puede repercutir en su eficacia biológica a largo plazo. Por tanto, estos dos factores podrían afectar al mantenimiento de las poblaciones de lacértidos de la Sierra de Guadarrama.

Defensas y contradefensas en el parasitismo de cría en aves: reconocimiento de huevos y comportamiento petitorio

Autor: Martín Gálvez, David

Director: Soler Cruz, Juan José

Curso: 2005-2006

Universidad de Granada

Resumen

Esta tesis se centra en dos de los comportamientos más importantes en el contexto del parasitismo de cría en aves: la expulsión de huevos ajenos, y el comportamiento petitorio. Una de las principales defensas de los hospedadores frente a los parásitos de cría es la expulsión de los huevos parásitos. Este mecanismo defensivo simultáneamente selecciona contradefensas en los parásitos de cría, causando una guerra de armamentos coevolutiva. Aunque se asume que estos rasgos están genéticamente influenciados, nunca se ha demostrado. Nosotros encontramos que las Urracas (*Pica pica*), principal hospedador del Críalo Europeo (*Clamator glandarius*) en Europa, tienen alelos de un microsatélite (Ase64) que segrega entre individuos aceptores y expulsores. Además, las diferencias en la tasa de expulsión entre poblaciones del hospedador explotadas por el parásito covariaron significativamente con la distancia genética calculada para este locus. Estos resultados ponen de manifiesto que el comportamiento de expulsión de huevos en las urracas tiene un componente genético. A pesar de la ventaja selectiva que da al hospedador la expulsión del huevo parásito, muchos individuos de poblaciones explotadas no poseen esta defensa. Utilizamos a Ase64 como un marcador genético del comportamiento de expulsión en urracas para intentar explicar la variación en la tasa de expulsión entre subpoblaciones de la población de urracas de Guadix. Encontramos que tal variación fue la consecuencia de diferencias en la abundancia de individuos genéticamente capaces de expulsar. En nuestra opinión, los críalos, al seleccionar a las parejas de alta calidad parental, podrían ser responsables de este escenario. Respecto al

comportamiento de petición de comida, se acepta que éste es menos costoso para los parásitos de cría que para la descendencia de las especies no parásitas. Sin embargo, las evidencias sobre los costes asociados al comportamiento petitorio son escasas. Aquí, utilizamos la ciproheptadina hidrocloreto, para incrementar el nivel de hambre de algunos pollos de urraca en el nido, mientras que el resto fueron tratados con agua como control. La ciproheptadina hizo que los pollos perdieran más peso, pero consiguieran más alimento. Esto sugiere tanto costes extra como beneficios al mostrar un nivel deshonesto de hambre. Por lo tanto, nuestra aproximación nos permitió tener en cuenta los costes y beneficios asociados a un nivel deshonesto de hambre, y explorar su balance neto sobre diferentes componentes de la eficacia biológica de los pollos. En consecuencia, encontramos que las urracas que recibieron ciproheptadina fueron de mayor tamaño y mostraron una mejor respuesta inmune a la edad de volar que las urracas control. Esto sugiere que otro tipo de costes deben estar impidiendo en la naturaleza una exageración del comportamiento de petición. Posteriormente comprobamos la hipótesis de si el comportamiento de petición es menos costoso para los parásitos de cría que para las especies no parásitas. Hicimos esto comparando el efecto del tratamiento con ciproheptadina entre urracas y críalos. Ambas especies recibieron comida en relación a sus niveles de hambre pero, al contrario que las urracas, un incremento en las señales de petición del críalo no tuvo asociado costes metabólicos adicionales. Por lo tanto, un críalo podría obtener más comida, sin pagar un coste metabólico adicional. Sin embargo, esto implica que otros factores pueden jugar un importante papel determinando el nivel óptimo del comportamiento de petición en los críalos. Al contrario que el críalo, el pollo de Cuco Común (*Cuculus canorus*) expulsa los huevos o pollos del hospedador. Aunque el Cuco Común engaña a sus padres adoptivos asegurándose suficiente comida, no se sabe si su comportamiento de petición representa una ventaja sobre aquel del hospedador. Comprobamos esta hipótesis en nidos de Alzacola Rojizo (*Cercotrichas galactotes*), comparando entre nidadas naturales y experimentales, donde un Cuco y una nidada de hospedador eran simultáneamente presentados a los padres. Los pollos de Cuco, en condiciones naturales, recibieron una cantidad de comida similar a aquella recibida por una nidada de hospedador. Sin embargo, cuando ambas especies de pollos eran presentados a los padres, el pollo

de Cuco recibió menos comida que la recibida en nidos no manipulados. Estos resultados sugieren que el comportamiento de petición del pollo de Cuco Común no es útil para competir con los pollos de este hospedador. Y por lo tanto, esto implica beneficios para el costoso comportamiento de expulsión de los pollos de Cuco Común.

Reparto del alimento entre los pollos de las aves nidícolas por los padres: Análisis de las estrategias involucradas

Autor: Moreno-Rueda, Gregorio

Director: Soler Cruz, Manuel

Curso: 2005-2006

Universidad de Granada

Resumen

En cada familia pueden distinguirse una serie de conflictos de intereses entre sus miembros. El conflicto paterno-filial se establece entre padres e hijos, ya que los hijos son seleccionados para solicitar una cantidad de alimento a los padres superior a la cantidad óptima desde el punto de vista parental. En especies con múltiples descendientes por evento reproductor, hay que sumar a estos conflictos la competencia entre hermanos. En las aves, los padres participan de esta competencia al crear una jerarquía de tamaño en la nidada. De esta forma, en caso de escasez de alimento, el pollo más pequeño recibe menos recursos y morirá (proceso denominado reducción de nidada), permitiendo a sus hermanos mayores sobrevivir en buenas condiciones para llegar a la madurez reproductiva. En base a esto, se ha sugerido que, en especies donde ocurre la reducción de nidada, los padres deben alimentar preferentemente al pollo de mayor tamaño, mientras que en especies en las que no ocurre la reducción de nidada, los padres deben alimentar a todos los pollos por igual. En la presente tesis se analizó este último punto en tres especies con diferentes estrategias reproductoras, el Alzacola Rojizo (*Cercotrichas galactotes*), la Urraca (*Pica pica*)

y el Gorrión Común (*Passer domesticus*). En el Alzacola, donde raramente ocurre la reducción de nidada, los padres alimentaron preferentemente al pollo de mayor tamaño, en contra de lo predicho. Sin embargo, este patrón fue debido a la mayor capacidad competitiva de este pollo, que consiguió estar más cerca de los padres cuando se repartía la ceba más a menudo que los pollos menores. En la Urraca, especie donde frecuentemente ocurre la reducción de nidada, los padres también alimentaron preferentemente al pollo más grande. En esta ocasión, este resultado no se debió solo a la mayor capacidad competitiva del pollo mayor, sino a una preferencia por los pollos más grandes por parte de los padres. En el Gorrión, los padres alimentaron preferentemente a los pollos más grandes, pero en nidos donde ya había ocurrido la reducción de nidada, los padres alimentaron por igual a todos los pollos, independientemente del tamaño de nidada final, y a pesar de que la tasa de cebas por pollo fue igual. Esto sugiere que pudo haber un cambio de estrategia de reparto del alimento después de la reducción de nidada. Por otro lado, en las tres especies estudiadas se encontró que los padres tenían preferencia por alimentar a los pollos que pedían más rápido ante la llegada de los padres, más cerca de ellos, y con mayor intensidad de petición, un patrón que es muy frecuente en las aves paseriformes. Además, en el Alzacola, se comprobó que los padres cebaban más cuanto mayor era el número de pollos pidiendo en el nido. Los padres, por tanto, responden al comportamiento de petición de la descendencia. En el Alzacola se comprobó también que los pollos solicitaban alimento más enérgicamente cuando llevaban más tiempo sin ser alimentados, lo que sugiere que la señal de petición es un indicador honesto de la necesidad nutricional de los pollos. La respuesta de machos y hembras al comportamiento de petición fue diferente en el Alzacola, donde los machos cebaron a pollos relativamente más cercanos a ellos que las hembras, aspecto encontrado en otras especies. Por último, se analizó la extensión de las normas de reparto del alimento sobre los parásitos de cría. El Críalo Europeo (*Clamator glandarius*) es un cucúlido que en España parasita preferentemente a la Urraca. Sin embargo, la Urraca es más grande que el Críalo y alimenta preferentemente a los pollos de mayor tamaño. Esto sugiere que el Críalo debe verse desfavorecido en los nidos de Urraca, mas, sin embargo, su éxito es considerable, provocando frecuentemente la muerte por inanición de los pollos de Urraca con los que compite. En esta tesis se comprobó si el parásito conseguía alguna ventaja al eclosionar antes que los pollos del hospedador, la Urraca. Para

ello, experimentalmente, se simuló la situación de que un pollo de Críalo compitiera con pollos de Urraca mayores que él. En esta situación, el pollo de Críalo fue desfavorecido por los hospedadores, a pesar de lo cual consiguió una gran cantidad de alimento gracias a su exagerado comportamiento de petición. Este resultado sugiere que la estrategia de reparto del alimento en los hospedadores afecta a las estrategias utilizadas por los parásitos de cría.

Análisis ecológico del comportamiento depredador y dispersante de semillas de encina (*Quercus ilex*) por el ratón moruno (*Mus spretus*) y el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*)

Autor: Muñoz Muñoz, Alberto

Director: Díaz Esteban, Mario

Curso: 2005-2006

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Los pequeños roedores son un grupo constituido mayoritariamente por especies granívoras cuyos hábitos de forrajeo incluyen el almacenamiento de semillas para su posterior consumo. Las semillas almacenadas pueden tener mayores probabilidades de germinar y dar lugar a plántulas. Por este motivo, los pequeños roedores son considerados como organismos clave en la dispersión y regeneración natural de muchas especies de plantas. La dispersión animal de semillas es una consecuencia directa del comportamiento de forrajeo, el cual a su vez depende de la interacción de tres componentes básicos: (1) el alimento, (2) el individuo, y (3) el ambiente que los rodea. En el contexto de la dispersión de semillas, los trabajos más frecuentes han analizado el comportamiento de los roedores en función de las características de las semillas, mientras que aspectos relacionados



R. Bonal

Ratón moruno (*Mus spretus*) capturado con trampa Sherman en la zona de estudio (Parque Nacional de Cabañeros) durante el trabajo de campo de la tesis. Los ratones eran marcados con el corte de un mechón de pelo en la frente para su posterior reconocimiento en caso de recaptura.

con las características de los roedores o de los factores ambientales han sido tratados escasamente, y siempre de manera independiente, no de manera integrada que es como percibe la información un forrajeador. La aproximación integrada de los tres componentes básicos implica que el valor de una semilla para un roedor puede variar en función del roedor que la consume y de las características ambientales que lo rodean. Esto puede hacer de la dispersión de semillas por roedores un proceso más complejo y variable espacio/temporalmente de lo que se ha considerado hasta ahora. El objetivo general de la tesis fue analizar el comportamiento de consumo y almacenaje de bellotas de encina por parte del ratón moruno y el ratón de campo, discutiendo sus implicaciones en la regeneración natural de la encina. Este objetivo se abordó desde una perspectiva que integra los 3 componentes influyentes en el comportamiento de forrajeo.

Por una parte, se analizó cómo las características de las bellotas influyen en el comportamiento dispersante de los ratones, considerando el tamaño de las bellotas y su infestación por larvas de insectos (*Curculio elephas*) como fuentes de variación. Por otra parte, se analizó cómo influyen las características de los individuos, teniendo en cuenta la especie de ratón, el sexo y su experiencia –capacidad de aprendizaje– en la selección de semillas como fuentes de variación. Por último, se analizó el efecto del ambiente sobre la dispersión de bellotas, considerando el tipo de hábitat y la presencia de ungulados silvestres como fuentes de variación. La originalidad de esta tesis reside en que las tres perspectivas que tradicionalmente se han estudiado de forma independiente, aquí se abordan de manera integrada. Como sistema de estudio se utilizó la encina (*Quercus ilex*), por tratarse de una especie abundante de la que se conoce bien el ciclo reproductivo, en el que los ratones parecen tener un papel importante como dispersantes de bellotas. El trabajo de campo se realizó en bosques Mediterráneos y dehesas del Parque Nacional de Cabañeros, donde la presión de ungulados silvestres es alta, y donde solapan sus áreas de distribución el ratón moruno (*Mus spretus*) y el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*). Combinando estudios de campo y de laboratorio, una de las conclusiones más importantes de la tesis es que existen efectos interactivos importantes entre variables de diferente naturaleza. Por ejemplo, la selección de semillas en función del tamaño y la infestación pueden depender respectivamente del tamaño del ratón y de su experiencia en el forrajeo. La selección por tamaños, distancias de dispersión y microhábitats de destino de bellotas dispersadas están a su vez influidos por la presencia de ungulados y el tipo de hábitat. Este tipo de interacciones ponen de manifiesto la complejidad del funcionamiento de determinados sistemas planta-animal cuando su estudio se aborda desde perspectivas más amplias que las tradicionalmente consideradas.

Eficacia de la gestión del conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*) en Extremadura. Análisis de los principales factores ambientales de recuperación: refugio y alimento

Autor: Serrano Pérez, Sara

Director: Hidalgo de Trucios, Sebastián Justo

Curso: 2005-2006

Universidad de Extremadura

Resumen

Este trabajo se realizó con objeto de conocer en mayor profundidad las medidas de recuperación de las poblaciones de conejo silvestre su eficacia real, así como ampliar los escasos conocimientos existentes acerca de los procesos de selección y absorción de nutrientes y minerales, de la estructura de las madrigueras naturales y de aspectos etológicos ligados a las mismas. Los resultados muestran cómo son las medidas de mejora de hábitats las más eficaces en la recuperación de la especie ya que potencian la capacidad de acogida del medio mejorando la disponibilidad de alimento y agua y proveyendo de refugio. Todo ello promueve la recuperación natural del conejo. La alimentación de la especie en primavera se basa en el consumo de gramíneas, si bien se produce una doble selección de nutrientes: positiva de proteína y negativa de fibra, que optimiza la energía asimilada. La textura, y granulometría del suelo, influyen en la excavación, determinando la construcción de distintos patrones de tipo de boca y túnel de entrada a la madriguera.

Modelos espaciales de hábitat y análisis de viabilidad de la población de Urogallo en la Cordillera Cantábrica

Autor: Abajo Chic, Adan

Director: Obeso Suárez, José Ramón y Wiegand, Thorsten

Curso: 2006-2007

Universidad de Oviedo

Resumen

El objetivo general de la tesis es estudiar las relaciones entre el Urogallo cantábrico (*Tetrao urogallus cantabricus*) y su hábitat, y determinar la viabilidad de la metapoblación en un paisaje forestal altamente fragmentado. Con este fin se han construido modelos de selección de hábitat a distintas escalas, así como un modelo poblacional espacialmente explícito que simula el comportamiento de los individuos en relación con su hábitat. Estos objetivos persiguen conocer la ecología de la especie con el fin último de contribuir a su conservación en la Cordillera Cantábrica. El primer objetivo, como paso previo a la confección de los modelos, ha sido la descripción, mediante cartografía digital, de los patrones de fragmentación forestal de la Cordillera Cantábrica. Con una cobertura forestal del 22%, el paisaje montano se reveló como extremadamente fragmentado, por debajo de los umbrales mínimos que predicen un efecto negativo directo de la fragmentación sobre la biodiversidad. Además, la distribución de tamaño de los fragmentos muestra un fuerte sesgo hacia valores bajos. El Urogallo cantábrico es una subespecie muy poco estudiada en cuanto a la selección de su hábitat. Aunque tradicionalmente se ha considerado el área de exhibición o cantadero como el hábitat del Urogallo, ésta varía según la época del año abarcando una extensión mucho mayor. Los resultados obtenidos en nuestro estudio a escala local mostraron diferencias, tanto en la disponibilidad como en el uso de los distintos tipos de hábitat, para las localizaciones oriental y occidental. A modo de resumen, en el área occidental los urogallos muestran preferencia por zonas de abedular-serbal con presencia de brezales, mientras que en el área oriental prefieren zonas con presencia de brezales y pastizales. Para estudiar el uso de hábitat a

escala de paisaje, hemos hecho uso de la cartografía digital disponible para construir modelos de calidad de hábitat por medio de regresiones logísticas múltiples que predicen la probabilidad de presencia de la especie en cada unidad de hábitat. Se ha llevado a cabo una aproximación bidimensional, desarrollando por separado modelos de calidad natural del hábitat (se asumió relacionada con la reproducción) y modelos de calidad humana del hábitat (relacionada con mortalidad de los individuos). Con la combinación de ambos modelos hemos construido un mapa que permite categorizar funcionalmente el hábitat del urogallo. Los modelos obtenidos para la distribución de los cantaderos de Urogallo muestran un mayor peso de las variables relacionadas con la reproducción, destacando positivamente la proporción de bosque. Sin embargo, al aplicar los modelos para explicar la dinámica de extinción de los cantaderos son las variables de presión humana –mortalidad– las más importantes, destacando el número de asentamientos humanos en las inmediaciones. Finalmente, hemos construido un modelo de simulación espacialmente explícito que reproduce el comportamiento de la población en su conjunto mediante la simulación del comportamiento de cada individuo durante el ciclo anual en relación con el resto de individuos y su hábitat. Los parámetros del modelo han sido ajustados de forma que el modelo reproduzca los patrones de distribución y extinción observados en la historia reciente de la población. Se ha determinado la influencia de cada parámetro demográfico sobre la dinámica de la población, poniéndose de manifiesto la significativa influencia del proceso de dispersión sobre la dinámica de desocupación de cantaderos observada.

Estudios ornitológicos aplicados a la gestión del hábitat de los Passeriformes del carrizal en el Parque Natural de El Fondo (Alicante, SE de España)

Autor: García Peiró, Ignacio

Directores: Robledano Aymerich, Francisco y Esteve Selma, Miguel Ángel

Curso: 2006-2007

Universidad de Murcia

Resumen

Se realizan diferentes estudios sobre Passeriformes del carrizal en el Parque Natural de El Hondo (Alicante, SE España). Para ello, se utilizaron datos procedentes del trampeo estandarizado para anillamiento, obtenidos a lo largo de un periodo de 14 años (1991-2004), muestreándose con distinta intensidad, dos parcelas del PNEF que representan estados diferentes dentro del gradiente espacial –antrópico de las comunidades vegetales palustres. Este gradiente sucesional se extiende desde comunidades más gestionadas del extremo acuático (carrizal denso), hasta comunidades no manejadas del extremo terrestre (carrizal-saladar), que actuó como área control. Los diferentes parámetros que definieron las comunidades se caracterizaron por una alta dominancia de especies estivales principalmente monógamas (*Acrocephalus scirpaceus*) y con alta territorialidad específica (*Acrocephalus arundinaceus*), e invernantes, mayoritariamente constituidas por especies más eclécticas fuera de sus áreas de cría como *Phylloscopus collybita*. En los meses otoñales y primaverales se produce una alta tasa de reemplazamiento, siendo más rápida en primavera y más gradual en el otoño. Los restantes índices estructurales (diversidad, riqueza, abundancia) mostraron patrones similares, que no se vieron afectados, en términos globales, por los efectos de manejo. Las especies constantes y temporales son los elementos diferenciadores de las comunidades, tanto por su estatus variado de permanencia como por su carácter ecológico y etológico, siendo las palustres y temporales (migradoras), fundamentalmente territoriales las características de masas gestionadas y las no palustres y las constantes,

principalmente gregarias como *Panurus biarmicus* o solitarias como *Saxicola torquata*, las características de las masas control. El primer estudio, que trata dos especies objeto de preocupación por su estado de conservación (*Acrocephalus schoenobaneus* y *Locustella luscinioides*), describe para ambas una fenología diferencial, aunque similar a la de otras áreas levantinas, y un papel del PNEF, como área de parada (*stopover site*), comparable al de otras áreas mediterráneas. Para *Luscinia svecica* se revela la importancia del PNEF en la migración otoñal y la existencia de una mayoría de ejemplares pertenecientes a la forma de medalla blanca (*L.s.cyanecula*), de modo similar a los patrones de invernada de otras áreas ibéricas. En cuanto a *Acrocephalus scirpaceus*, la fenología migratoria y reproductora son en general similares a las de otras regiones, y muestran sólo ligeras diferencias en el uso del hábitat, atribuibles a la gestión del carrizal denso (quema), que redujo drásticamente la ocupación del hábitat de este Sílvido. Se han estudiado las tendencias poblacionales de las siete especies dominantes de la comunidad, de amplio espectro ecológico y etológico (*Acrocephalus scirpaceus*, *Acrocephalus arundinaceus*, *Acrocephalus melanopogon*, *Cettia cetti*, *Luscinia svecica*, *Phylloscopus collybita* y *Panurus biarmicus*) durante un periodo de 13 años (1991-2003). Una vez analizadas las tendencias mediante regresiones de los índices de abundancia frente al año, se ha explorado la relación entre la abundancia anual y variables que describen la situación climática en el Fondo y en los cuarteles de invernada de los migrantes de largo recorrido (índices de precipitación en el Sahel), la situación atmosférica global (NAO), y la situación del hábitat local (nivel del agua y altura del carrizo), mediante análisis de correlación y modelos de regresión lineal múltiple. Todas las especies incrementaron sus abundancias anuales, en torno a un 10% –aunque significativamente sólo *Acrocephalus scirpaceus*. El valor explicativo de otras variables se redujo a efectos no significativos de la precipitación local sobre algunas especies migrantes, y de la precipitación en el Sahel sobre *Acrocephalus arundinaceus*. Como conclusiones, se destaca la importancia de este enclave para especies de Sílvidos de carácter palustre e insectívoro así como para especies con importante estado de amenaza en España (e.g. *Panurus biarmicus*, *Acrocephalus melanopogon* y *Locustella luscinioides*). Se plantea un escenario complejo de gestión del carrizal, que ha de combinar una aproximación de “grano grueso”, que garantice la conservación de todos los tipos principales de hábitat y a las especies más eclécticas (e.g. *Acrocephalus scirpaceus*) otra de “grano fino” o “medio”, que procure

satisfacer dentro de ellos los requerimientos de los Passeriformes más especialistas, con condicionamientos territoriales más exigentes –que dominan áreas menos perturbadas (e.g. *Panurus biarmicus*), para las cuales es necesario conservar o recuperar los elementos y procesos a los que se subordina la biodiversidad ornítica.

Patrones espacio-temporales en la migración de aves trans-saharianas en la Península Ibérica

Autor: Gordo Villoslada, Oscar

Directores: Ferrer Parareda, Xavier, Sanz Cid, Juan José y Brotons i Alabau, Lluís

Curso: 2006-2007

Universidad de Barcelona

Resumen

Cada año millones de aves se mueven de unas zonas a otras del planeta buscando las condiciones óptimas para su reproducción e invernada. El momento en que llegan y se van (fenología migratoria) resulta clave para garantizar su supervivencia y éxito reproductor, ya que de ellos depende la correcta sincronización con la oferta ambiental. En los últimos años existe un creciente interés por el estudio de la fenología debido a la sensibilidad del ciclo vital de los seres vivos a las fluctuaciones climáticas. Las aves migratorias no son una excepción, y ya existen numerosas evidencias de que están cambiando su calendario migratorio en las últimas décadas en respuesta al reciente cambio climático. La presente tesis estudió la fenología migratoria en varias especies trans-saharianas desde una perspectiva espacial (variabilidad intranual), mediante la descripción de los patrones geográficos observados y su relación con variables ambientales estructuradas espacialmente, y temporal (variabilidad interanual), mediante la detección de cambios a largo plazo y de los efectos del clima y las condiciones ecológicas en las áreas invernales, de paso y cría. Se utilizaron

44000 observaciones registradas en unas 1400 localidades españolas entre 1944 y 2004 por voluntarios de la red fenológica del Instituto Nacional de Meteorología sobre fechas de llegada y emigración de cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*), cuco (*Cuculus canorus*), vencejo común (*Apus apus*), golondrina común (*Hirundo rustica*) y ruiseñor (*Luscinia megarhynchos*). La colonización primaveral siguió un eje suroeste-noreste en todas las especies, con los primeros individuos llegando a zonas del sur, a localidades a baja altitud, con veranos secos y calurosos y cercanas al Estrecho del Gibraltar. Pese a que las golondrinas llegan mucho antes que los vencejos y, por lo tanto, encuentran un escenario fenológicamente más adelantado, mostraron patrones espaciales muy similares, que son fruto de la dependencia de factores ambientales fijos, como el relieve, que marcan rutas migratorias óptimas a través de la península para especies de morfología, requerimientos ecológicos y tipo de vuelo como ellas. El cuco y ruiseñor mostraron patrones diferentes, posiblemente debido a las peculiaridades en la biología de ambas especies. La escasa capacidad predictiva de sus modelos puede ser el reflejo de que el inicio del canto está afectado por otros factores de carácter local que inciden sobre la actividad canora de los machos ya establecidos y que son ajenos a la migración propiamente dicha. La llegada de la cigüeña sigue los mismos patrones generales citados anteriormente aún siendo una especie planeadora. Por el contrario, la variabilidad en la fecha de emigración y la duración de su estancia entre localidades no siguió ningún gradiente espacial o ambiental claro. Dado el carácter gregario de la cigüeña durante la emigración es probable que la partida de los individuos esté más influenciada por factores sociales que por las condiciones ambientales peculiares de cada localidad de cría. La estancia depende más de la fecha en que los individuos deciden partir, que de la fecha en que llegan. Las aves trans-saharianas han variado su fenología migratoria durante los últimos 60 años. La cigüeña, cuco, vencejo y golondrina han adelantado su llegada durante las últimas tres décadas, si bien las fechas registradas en la actualidad son similares a las que se registraron en los años 40, con excepción de la cigüeña. Esta especie sí mostró un marcado adelanto de aproximadamente 1 mes desde principio de los 80. Este adelanto tan brusco probablemente sea el reflejo del cambio observado recientemente en la conducta migratoria de esta especie, en el que un número cada vez mayor de individuos permanecen en invierno en la Península Ibérica. Esta tendencia a la sedentarización posiblemente sea el resultado combinado de los costes de migrar hasta los cuartos tradicionales

de invernada del Sahel, en donde las pertinaces sequías provocarían una elevada mortalidad de los individuos allí invernantes, comparado con los beneficios de permanecer en la Península Ibérica todo el año, en donde la proliferación de vertederos urbanos y ciertas especies invasoras, como el cangrejo de río americano, proporcionarían una fuente continua de alimento antaño inexistente. En el resto de especies, la fecha de llegada se vio afectada tanto por el clima de las áreas de invernada como de cría. Inviernos húmedos en regiones áridas de África occidental y primaveras cálidas en la Península Ibérica se asociaron con llegadas más tempranas. Por lo tanto, el cambio climático es el responsable más probable de las tendencias temporales observadas en la fenología primaveral. Las fechas de emigración de cigüeñas, vencejos y golondrinas mostraron fluctuaciones similares, adelantando su partida hasta mediados de los 60, retrasándola hasta mediados de los 80 y volviéndola a adelantar desde entonces. Las condiciones climáticas afectaron débilmente a esta fase, lo que hace difícil determinar los potenciales mecanismos ambientales subyacentes a la variabilidad interanual observable en la emigración. Temperaturas elevadas durante la época de reproducción se asociaron con fechas de partida más tempranas en las tres especies, mientras que sólo la golondrina se vio afectada por las temperaturas durante el periodo de emigración, yéndose más tarde aquellos años más calurosos durante esas fechas. Como conclusión final, cabe decir que las redes de voluntarios constituyen la única manera de abordar la variabilidad espacial a gran escala y temporal durante un largo periodo en la migración de las aves y que se deberían seguir potenciando, especialmente ahora, a la vista de la sensibilidad de la fenología migratoria de la aves al cambio climático.

Comportamiento reproductivo de la Avutarda Común

Autora: Magaña Ramos, Marina

Director: Alonso López, Juan Carlos

Curso: 2006-2007

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

La Avutarda Común presenta una serie de características morfológicas y de comportamiento que hacen de ella un objeto de estudio sumamente interesante. Esta tesis doctoral pretende ampliar el conocimiento actual sobre el comportamiento reproductivo de la especie: (i) estudiando el gran dimorfismo sexual que presenta y las causas que han podido dar origen a dicho dimorfismo entre sexos, (ii) haciendo una descripción cuantitativa y detallada del sistema reproductivo de la Avutarda en la población de Madrid, (iii) estudiando las relaciones existentes en los machos entre edad, peso, tamaño corporal, desarrollo de caracteres sexuales y el éxito reproductivo obtenido en la época de apareamiento, (iv) estudiando la relación que presenta el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y la edad del macho con la tasa de interacciones agresivas, ocurrida tanto en la época de establecimiento de jerarquías como en la época de apareamiento. Por otra parte y por primera vez, basándose en una amplia muestra de hembras marcadas se describe el comportamiento reproductivo de las hembras, el efecto de la edad sobre ciertos parámetros reproductivos y se caracterizan los lugares de nidificación de la Avutarda Común, mediante una serie de variables topográficas, descriptoras del régimen agrícola, intra-específicas y derivadas de molestias humanas.

Comportamiento migratorio de la Avutarda Común en la Península Ibérica

Autor: Palacín Moya, Carlos

Directores: Alonso, Juan Carlos y Alonso, Javier

Curso: 2006-2007

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

La población mundial de Avutarda Común se estima en 39.300-46.300 individuos y la española en 25.200-26.200 aves. La población española es la más numerosa del mundo y representa el 60% de la mundial. La tendencia del conjunto de la población española no es negativa, tal y como indica la tasa de crecimiento anual acumulada de la población española de avutardas calculada, para el periodo 1994-2006, en un 2.6%. La urbanización y la construcción de infraestructuras representan en la actualidad la principal causa de extinción local de la especie. Se investigó el comportamiento migratorio de los machos de Avutarda Común mediante el radio-seguimiento mensual de 142 individuos distribuidos en Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Madrid y Navarra. Se confirma el patrón generalizado de migración parcial de los machos en el contexto peninsular: el 30% fueron sedentarios y el 70% restante realizó algún tipo de movimiento estacional. Los machos mostraron una fidelidad casi completa al patrón migratorio y a las áreas de agregación postreproductivas. El 90% de los migradores estivales abandonó el área de reproducción a finales de mayo o principios de junio, una vez finalizados los apareamientos, y entre 2 ó 3 semanas antes de la eclosión. La migración prenupcial ocurrió entre septiembre y marzo. La distancia media de migración fue de 55 km y la máxima de 261 km. La dirección preferente de migración fue N-NE. Las áreas estivales de los machos migradores se encontraron a mayor altitud que las de reproducción y cuanto mayor fue la distancia entre el área de reproducción y el área estival, mayor fue la diferencia de altitud entre ambas. Las diferencias en latitud y altitud entre las áreas de reproducción y las áreas estivales estuvieron relacionadas con la búsqueda de ambientes más fríos durante

el verano. Los machos migradores con áreas de reproducción situadas en los pisos bioclimáticos termo y mesomediterráneo manifestaron un verdadero comportamiento migratorio, a diferencia de los septentrionales (con áreas de reproducción en el piso supramediterráneo). Estas diferencias tienen un sentido biogeográfico: los machos manifestaron un comportamiento migratorio estival diferente ante escenarios ambientales distintos. Los machos migradores meridionales seleccionaron áreas estivales situadas a mayor altitud, con menor temperatura y con menor superficie de cultivos de secano que las áreas de reproducción; aspectos relacionados con la termorregulación. Las áreas estivales presentaron menor densidad humana, lo cual estaría relacionado con la selección de lugares sin molestias humanas. El análisis de hábitat indicó que los machos migradores seleccionaron en las áreas estivales cultivos de girasol y parcelas arboladas. El comportamiento migratorio de las hembras se estudió en España Central mediante el radioseguimiento de 68 hembras. Se definió un patrón de migración parcial, siendo el 51% migradoras y el resto sedentarias. La migración postnupcial sucedió entre octubre y diciembre. Los desplazamientos invernales tuvieron 50 km de media, con dirección SE. La migración prenupcial ocurrió entre febrero y abril. El cambio del patrón migratorio (un 25% de las hembras lo hizo) estuvo asociado al éxito de cría: más del 70% de las hembras migradoras que criaron con éxito cambiaron su patrón migratorio y se hicieron sedentarias. Las hembras invernarón en las mismas zonas en el 88% de las ocasiones, mostrando una elevada fidelidad. Las diferencias intersexuales observadas en la migración indican un claro modelo de migración diferencial sexual en las avutardas del centro peninsular: la asincronía intersexual del inicio de la migración postnupcial está relacionada con el papel desempeñado por cada sexo en el cuidado parental. La conducta migratoria descrita constituye un ejemplo de variabilidad del comportamiento migratorio que varía según los intereses de los diferentes segmentos poblacionales y de los escenarios ambientales. Por último, se discute la relación entre dispersión juvenil y migración mediante el radioseguimiento de 31 machos y 25 hembras marcados de jóvenes en España Central y con historia vital conocida hasta su tercer año de vida. Los movimientos invernales efectuados por las hembras jóvenes no difirieron de los realizados por las hembras adultas. El término "dispersión juvenil" no parece adecuado para definir los desplazamientos invernales de las

C. Palacín



C. Palacín



El estudio del comportamiento migratorio de las avutardas se realizó mediante el seguimiento periódico de individuos marcados con placas alares y emisores de radio. Arriba: macho joven el día del marcaje (Lerín, Navarra). Abajo: el mismo individuo tres años después (Padilla de Abajo, Burgos).

hembras jóvenes. De igual modo, los lugares de agregación estival de machos inmaduros y adultos coincidieron temporal y espacialmente, por tanto, el concepto de “dispersión juvenil” tampoco parece adecuado para definir los desplazamientos estivales de los machos inmaduros.

Evolución de la coloración del plumaje basada en señales múltiples

Autor: Quesada Lara, Javier

Directores: Senar Jordá, Juan Carlos

Curso: 2006-2007

Universidad de Barcelona

Resumen

Muchas aves tienen vistosos plumajes que difícilmente pueden haber evolucionado por selección natural. Actualmente existe evidencia empírica de que estos vistosos caracteres del plumaje funcionan como ornamentos sexuales que señalizan la calidad de un individuo. Sorprendentemente, la mayoría de estudios han trabajado con un solo ornamento cuando, de hecho, muchas especies despliegan más de un ornamento en su plumaje. La Hipótesis de Señales Múltiples (HSM) plantea que distintos ornamentos de las aves, como puedan ser las distintas manchas de color del plumaje, indican diferentes cualidades del individuo. Por ejemplo, las dos coloraciones pigmentarias más frecuentes en el plumaje de las aves son aquellas basadas en carotenoides y melaninas, que están relacionadas con distintas cualidades de un individuo. Los carotenoides han de ser incorporados a través de la dieta y se han relacionado con contextos de salud del individuo y de habilidad en el forrajeo. Las melaninas tradicionalmente se han relacionado con contextos de agresividad y dominancia. Estas diferencias han sido recientemente cuestionadas, por lo que se hace necesario comparar estos dos tipos de señales en una misma especie, lo que adicionalmente permitiría demostrar si la HSM es viable en aves con múltiples ornamentos. El principal objetivo de esta tesis consistió en determinar si el



Dimorfismo sexual del Carbonero común (Macho: izqda; Hembra: dcha.). El área de la corbata negra y los valores de color de los flancos amarillos son muy diferentes entre machos y hembras.

área de la mancha negra (melaninas) y el pecho amarillo (carotenoides) que despliega el Carbonero Común *Parus major* son utilizados en contextos de selección sexual y si éstos funcionan como ornamentos múltiples e independientes. Un segundo objetivo derivado de la HSM fue determinar si un mismo ornamento podía indicar más de una cualidad. Previamente se realizó un trabajo metodológico necesario para la consecución de los objetivos marcados; se demostró que la medición del color es comparable si se mide directamente el animal así como mediante plumas recolectadas, ya que se usaron ambos métodos en esta tesis. En esta tesis se encontró apareamiento concordante respecto a los ornamentos de coloración de plumaje del Carbonero Común, lo que sugiere que los individuos utilizan

las coloraciones basadas en melaninas y carotenoides como señales en el proceso de elección de pareja. También se encontró que estos ornamentos eran independientes a diferentes niveles: las melaninas eran principalmente heredables mientras que los carotenoides estaban modulados por el ambiente, y que estos efectos se mantienen a largo plazo. Por otra parte se halló que los mecanismos de transmisión de la fiabilidad de la señal también diferían ya que el valor comunicativo de la señal viene determinado en melaninas por su valor absoluto y en carotenoides por su valor relativo. A nivel de función del ornamento, se encontró que la defensa del nido está asociada a las melaninas (las cuales están asociadas a contextos de agresividad) mientras que los carotenoides no, lo que apoya que las funciones de estos dos ornamentos son independientes. Por último, se encontró que distintos elementos del color del pecho amarillo (saturación y el tono) estaban asociados a diferentes aspectos de la calidad del individuo (condición física del individuo y contenido en carotenoides en la pluma respectivamente). Estos resultados apoyan que el Carbonero Común señala cualidades diferentes mediante distintos ornamentos, que son utilizados como señales múltiples en contextos de formación de pareja. Por lo tanto apoyan la HSM. Futuros trabajos deberían determinar cuales son los mecanismos que permiten el mantenimiento y evolución de los ornamentos múltiples en aves.

Evaluación del efecto del programa de enriquecimiento ambiental, en el patrón de actividad diario y en el uso del espacio en tres osos pardos (*Ursus arctos*) del Parque Zoológico de Barcelona

Autora: Soriano Giménez, Ana Isabel

Director: Maté, Carmen

Curso: 2005-2006

Universidad Autónoma de Barcelona

Resumen

Los estudios sobre los programas de enriquecimiento ambiental son considerados como una nueva ciencia y en muchos zoológicos esta técnica ya forma parte de la rutina diaria de manejo de los animales. El enriquecimiento ambiental se define como un proceso para mejorar el cuidado de los animales en condiciones de cautividad teniendo en cuenta su biología comportamental y su historia natural. Es un proceso dinámico en el cual los cambios en las instalaciones y en las prácticas de manejo tienen como objetivo la expresión del variado repertorio conductual de los animales mediante la manifestación de los comportamientos típicos y las habilidades de la especie promoviendo así su bienestar animal. Uno de los principales objetivos de los programas de enriquecimiento ambiental es mejorar el bienestar animal en cautividad y su estudio etológico se realiza mediante el empleo de la metodología observacional. Los sujetos objeto de estudio fueron dos hembras y un macho de la especie *Ursus arctos*. Las variables que se registraron durante 15 sesiones de 1 hora de duración fueron el periodo de estudio (línea base y programa de enriquecimiento), el período del día (mañana, mediodía y tarde), el comportamiento, mediante el diseño de un etograma de la especie y la localización dentro de la instalación para cada uno de los individuos. Para el estudio del uso del espacio las instalaciones se dividieron en 8 zonas de superficie homogénea. Las pruebas estadísticas empleadas para fueron la X^2 de Pearson, la F de Fisher y los residuos ajustados. Además se calculó el *Spread of Participation Index*



A.I. Soriano

Hembra de oso pardo comiendo hojas de acacia como parte de un enriquecimiento alimentario.

(SPI) para determinar si el uso del espacio del que disponen los animales lo hacen con un mayor o menor grado de homogeneidad. El patrón de actividad diario y el uso del espacio de los tres osos pardos, fueron utilizados como indicadores de bienestar animal al comparar la línea base y el programa de enriquecimiento. Los elementos de entretenimiento utilizados se clasificaron según su carácter: alimentario, ocupacional y sensorial. El diseño y la frecuencia de una vez por semana, con la que estos animales recibieron los ítems de enriquecimiento no fueron suficientes para potenciar su bienestar debido a que se pretendía disminuir las frecuencias observa-



A.I. Soriano

Macho de oso pardo en actitud lúdica con un cono de tráfico.

das de *No Visible*, *Interacción con Humanos* (el oso mira hacia los humanos y/o mendiga), y *Estereotipias* (conducta sin función u objetivo aparente que se produce con un patrón repetitivo en tiempo y espacio), aumentar la *Exploración*, la *Alimentación*, el *Juego solitario*, el *Marcaje del Espacio*, el *Mantenimiento* (ej. acicalamiento) y la *Manipulación de elementos* y evitar valores extremos en las conductas de *Vigilancia*, *Locomoción* y *Estacionario* (posiciones de descanso). En cambio, lo único que se observó para los tres sujetos estudiados y con el programa de enriquecimiento fue una disminución de la conducta de *Vigilancia* mientras que el *Mantenimiento* no mostró cambios. Se observó que en la hembra más longeva se producía un ciclo de alternancia de *Inactividad-Alimentación* como el observado en condiciones de libertad y además presentaba un patrón del uso del espacio más homogéneo durante la fase de enriquecimiento. El valor aceptable de no más del 10% en *Estereotipias* (Shepherdson 1989) sólo se consigue en

el macho y durante el entretenimiento. Se determinó que en condiciones naturales, esta especie dedica el 50% del tiempo a conductas de activación (Roth 1983), observándose lo mismo en la hembra más longeva durante la fase de intervención. Los tres individuos de esta especie utilizaron el espacio de forma diferente durante las dos fases de estudio. Cada uno de los individuos objeto de estudio respondió al enriquecimiento ambiental de diferente forma, tanto con relación a la conducta como en la utilización del espacio.



Sociedad Española de Etología

Museu de Ciències Naturals (Zoologia),
Pº Picasso s/n., Parc Ciutadella, 08003 Barcelona
Tlf. 933196912, Fax: 933104999

E-mail: larroyo@bcn.cat, <http://www.etologia.org>

Acta de la Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria de la Sociedad Española de Etología, Almería (Aguadulce) – 2004

Siendo las 19.45 del 23 de Septiembre de 2004, se reúnen en el salón de actos del Hotel Playadulce, sede del X Congreso Nacional de Etología, en Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria de la Sociedad Española de Etología, presididos por D. M. Soler Cruz, en presencia del Vicepresidente J. Carranza Almansa y del Secretario J.C. Senar Jorda, un total de 41 socios con el consiguiente orden del día:

1. Aprobación, si procede, del Acta de la Asamblea Extraordinaria anterior

2. Informe del Presidente

3. Informe del Secretario

4. Informe del Tesorero

5. Discusión y si procede, aprobación del acuerdo con la Sociedad Portuguesa de Etología y la Editorial Springer para la posible publicación conjunta de una revista de Etología.

6. Adaptación de las cuotas al posible acuerdo con la Editorial Springer.

7. Recuento de votos y nombramiento del cargo de Presidente y Vicepresidente, siguiendo la normativa de los Estatutos, y ratificación de los cargos de Secretario y Tesorero

8. Candidaturas y elección de Sede para el próximo Congreso de la S.E.E. para 2006

9. Presentación y discusión de la propuesta de un grupo de socios, de ampliar el nombre de la Sociedad Española de Etología a Sociedad Española de Etología y Ecología Evolutiva, manteniendo las mismas siglas S.E.E.

10. Ruegos y preguntas

1) Aprobación Acta Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria anterior

El Secretario presenta el acta anterior para su aprobación; esta es aprobada por unanimidad.

2) Informe del Presidente

M. Soler informa que durante su Presidencia se han cumplido algunos de sus objetivos:

- Aumentar el número de socios, que en los dos últimos años se ha incrementado en 90 socios nuevos. De esta forma se ha llegado a los 480 socios, el número de socios más alto desde la fundación de la SEE.
- El proyecto de editar el libro “Donde ver Etología en España”, que saldrá publicado en 2005.
- La publicación de artículos de Etología en la revista Quercus de forma gratuita, a cambio de incluir en esta revista publicidad de la Sociedad y boletín de inscripción, ha sido un éxito y se piensa continuar con este acuerdo.
- La idea de realizar documentales sobre Etología se sigue manteniendo, y se seguirá negociando en diferentes ambientes a la espera de que surja una buena oportunidad para llevar a cabo este proyecto.
- Se ha conseguido por parte del Ministerio una ayuda de 6.000 € para la publicación de la revista *Etología*.

Por el contrario el proyecto de crear una revista de divulgación sobre Etología no parece que sea viable después de observar como esta el mercado de este tipo de publicaciones. También comenta M. Soler el fracaso de los cursos de Etología que tuvieron que ser suspendidos por falta de inscripciones. Se pide a A. Cordero que informe sobre la solicitud de una subvención del Ministerio para crear un portal de Etología, y éste comenta que fue denegada.

3) Informe del Secretario

En primer lugar J.C. Senar presenta un informe sobre la situación de la Sociedad en cuanto a número de socios, que en el momento actual es de:

- 480 socios frente a los 440 que habían cuando se realizó el anterior Congreso del 2002, de los cuales 281 son Numerarios frente a los 265 del 2002 y 194 socios Estudiantes frente a los 170

del 2002. Se mantienen las mismas 5 Instituciones que habían en esta misma fecha.

El valor de las cuotas en el caso de cobrarse en su totalidad es de 13.612 €, pero como cada año se prevén unas devoluciones por un importe de 300 €

- Los socios deudores de 2002 y posibles bajas a final de año es de 13 socios, 352 €
- Los socios deudores de 2003 son 49, 1.231 € de los cuales alguno se recuperará y otros serán posibles bajas para el próximo año.
- En estos momentos los socios deudores del 2004 son 43, 1.132 €.
- En los dos últimos años han habido 90 socios nuevos dados de alta y 50 dados de baja algunos por petición propia y otros por falta de pago durante más de 2 años.
- La media de las bajas anuales por falta de pago está alrededor de 20 socios, 400 €.

Sigue la misma tendencia de los últimos años con un aumento del porcentaje de socios Numerarios frente a Estudiantes.

J.C. Senar lee el listado de socios dados de alta en el periodo 2002-2004: (ver listado), y la Asamblea los ratifica como socios a todos los efectos.

J.C. Senar informa que se ha celebrado la reunión de las European Societies for Behavioural Biology, y que D. Gil ha asistido a ella en representación de la SEE. D. Gil comenta que se ha pedido en dicha reunión que se reconsidere las fechas de realización de los diferentes Congresos Nacionales para evitar coincidencias con el Europeo. J.C. Senar contesta que para decidir un cambio de fecha en las próximas celebraciones de Congresos debe constar en el orden del día de la Asamblea. J. Carranza comenta que hasta la fecha la participación de nuestros socios en los Congresos Europeos es aún muy baja como para forzar el cambio de fechas en los Congresos nacionales. Se decide posponer cualquier decisión sobre el tema hasta que se cree la necesidad de cambio de fechas.

Se comenta a los socios que se acaba de publicar el vol. 10-11 de la revista *Etología*, y se felicita a A. Cordero por la importantísima labor que ha realizado en la publicación de esta revista.

La revista *Etología* no se ha podido publicar por falta de artículos, se agradece a S. Hidalgo la labor que ha realizado durante los últimos años en esta publicación y se comenta que por falta de disponibilidad de tiempo

éste no podrá continuar haciéndose cargo de la maquetación de la revista, por este motivo a partir del próximo volumen esta tarea se realizará en el Museu de Ciències Naturals de Barcelona, sede de nuestra Sociedad.

J.C. Senar informa de que la Sociedad ha concedido subvenciones a los cursos organizados por el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (curso del Ventorrillo) y por la Estación Experimental de Zonas Áridas de Almería.

4) Informe del Tesorero

El Secretario excusa a la tesorera M. Camerino de no poder asistir a la Asamblea debido a que en esta época del año le es imposible abandonar su puesto de trabajo, como esta situación se ha venido repitiendo en los últimos Congresos, la tesorera propone al Secretario J.C. Senar que por falta de disponibilidad considere su renuncia o dimisión como Tesorera de nuestra Sociedad.

J.C. Senar presenta el balance del 2003, el del 2004 hasta la fecha actual y el presupuesto del 2005, que son aprobados por unanimidad.

5) Discusión y si procede, aprobación del acuerdo con la Sociedad Portuguesa de Etología y la Editorial Springer para la posible publicación conjunta de una revista de Etología

J. Carranza informa que se entrevistó en Portugal con la Sociedad Portuguesa de Etología, un representante del Instituto Superior Psicología Aplicada ISPA y un representante de la Editorial Springer, para negociar la posibilidad de que la revista *Acta Ethologica* pase a ser el próximo año 2005 la revista oficial de las Sociedades de Etología Portuguesa y Española.

Los acuerdos propuestos son que el control científico y editorial sea compartido por las dos Sociedades, que los logotipos de ambas Sociedades aparezcan en la portada de la Revista y que cada volumen incluya dos páginas destinadas a publicidad de la SEE. El coste que la SEE deberá pagar a Springer es de 21 € por socio cada año, que corresponde a la publicación de dos volúmenes anuales.

En referencia a este punto E. Moreno comenta que le parece abusivo el precio que Springer propone. M. Soler contesta que están cerradas las negociaciones y que ésta es la mejor opción que se ha podido conseguir y que es imprescindible para dar continuidad a nuestra revista. J. Carranza también comenta que no hay otra solución posible para poder seguir publicando *Etología*, que el problema en este momento no es económico sino que

es la falta de artículos. J.C. Senar comenta al respecto que se ha intentado negociar con otras editoriales y que económicamente era imposible llegar a ningún acuerdo. J. Carranza comenta que la revista entrará en la normativa de las demás publicaciones de Springer, se publicará en una fecha fija, los artículos se centralizarán en Portugal y se remitirán a los editores jefes de ambas revistas, lo cual redundará en el beneficio de nuestra revista.

M. Soler comenta que la revista se beneficiara del prestigio de Springer y se facilitará su acceso al ser una revista indexada en el SCI. X. Cerdà comenta que en el comité científico de *Acta Ethologica* todos los componentes son portugueses; J. Carranza contesta que el nuevo comité editorial será al 50% español y 50% portugués, pero que además se amplía con Editores adjuntos y asociados de otras nacionalidades. A. Cordero comenta que no hay alternativa ya que pasan meses y no se reciben artículos para su publicación, pese a que cuando se reciben se tramitan inmediatamente apareciendo en la web en un tiempo record; Cordero es por tanto partidario de un cambio como el propuesto; también le gustaría plantear un cambio de nombre más adelante. D. Gil comenta que los socios se beneficiarán de tener dos volúmenes seguros al año y en una fecha fija. J.C. Senar comenta que nuestra revista tendrá la publicidad del departamento de Marketing de Springer y también su presencia será mayor en las bibliotecas; este acuerdo es muy parecido al que llegaron la Association for the Study of Animal Behaviour (Reino Unido) y la Animal Behavior Society (Estados Unidos) para la publicación conjunta de la revista *Animal Behaviour*. Comenta que la Sociedad Japonesa de Etología y la Portuguesa ya publican sus revistas con Springer.

Nuestro principal objetivo es no perder nuestra publicación, darle un aire de modernidad, un nuevo impulso y que nuestra Sociedad y nuestra publicación gane prestigio en beneficio de nuestros socios.

M. Soler propone una votación a mano alzada para aprobar este acuerdo, como resultado se obtienen 34 votos a favor, 0 votos en contra y 6 abstenciones. Por lo tanto queda aprobado seguir tramitando este acuerdo.

6) Adaptación de las cuotas al posible acuerdo con la Editorial Springer

J.C. Senar presenta tres propuestas de aumento de las cuotas, para poder continuar con los costos de funcionamiento actuales de la SEE y asumir el coste adicional que supone la asociación con la revista *Acta Ethologica* de la Sociedad Portuguesa y la publicación de ésta por la Editorial Springer. Este coste supone un incremento total de 9.102 € anuales.

Propuesta 1. Para asumir el incremento de este gasto en su totalidad las cuotas de los socios deberían ser de: 54 € para los socios numerarios y 30 € para los socios estudiantes.

Como actualmente la SEE ha acumulado un superávit de 26.437 € debido principalmente a que la revista *Etología* no se ha publicado con puntualidad, y además se dispone de la subvención del Ministerio antes mencionada, esto permite considerar otras dos propuestas:

Propuesta 2. Que la Sociedad asuma una pérdida de 1.278 € anuales, para poder ofrecer a los socios unas cuotas más bajas de: 50 € para los socios numerarios y 28 € para los socios estudiantes.

Propuesta 3. Que la Sociedad asuma una pérdida de 2.834 € anuales, para poder ofrecer a los socios unas cuotas aún más ajustadas sin perjudicar su buen funcionamiento, estas cuotas serían de: 45 € para los socios numerarios y 25 € para los socios estudiantes

Como resultado de estas propuestas se decide adoptar la tercera, que es la más económica para los socios y en las próximas Asambleas ir haciendo las revisiones oportunas para ir adaptando el precio de las cuotas a los costes reales.

7) Recuento de votos a los cargos de Presidente y Vicepresidente

El recuento de votos para los cargos de Presidente y Vicepresidente dio como resultado:

Los 50 votos recibidos en la Sede dan el voto afirmativo para J. Carranza como Presidente con 47 votos a favor y 3 abstenciones.

Para el cargo de Vicepresidente han sido 47 votos afirmativos para J. Moreno con 1 abstención y 2 en blanco. La Asamblea de la SEE ratifica a J. Carranza como nuevo Presidente de la Sociedad y a J. Moreno como Vicepresidente.

J. Carranza comenta que la SEE es una de las mejores Sociedades en estos momentos desde el punto de vista científico y que piensa trabajar para continuar en la misma línea y aportar nuevas ideas para mantener y potenciar diversas actividades y entre ellas la organización de Congresos. Propone potenciar el acercamiento con Latinoamérica y que en algún momento se pueda realizar el Congreso de la SEE en algún país Latinoamericano, aunque resulta caro y complicado se intentará. Comenta también que es interesante potenciar las circulares electrónicas que envía la Sociedad a los socios, por ser un medio muy rápido y que facilita el contacto directo.

J. Carranza propone a la Asamblea a J.C. Senar como Secretario y que se nombre a Esther del Val como nueva Tesorera, y la Asamblea los ratifica.

8) Candidaturas y elección de la Sede para el próximo Congreso de la SEE en 2006

M. Molina, aunque de forma provisional, pues debe llegar a un acuerdo con su equipo, propone la candidatura de Canarias como Sede para el próximo Congreso del año 2006. Se aprueba esta candidatura por unanimidad.

9) Presentación y discusión de la propuesta de un grupo de socios, de ampliar el nombre de la Sociedad Española de Etología a Sociedad Española de Etología y Ecología Evolutiva, manteniendo las mismas siglas SEE

J. Carranza informa y pide opinión sobre el hecho de que un grupo de socios han solicitado una ampliación de nombre de la Sociedad Española de Etología a Sociedad Española de Etología y Ecología Evolutiva, manteniendo las mismas siglas SEE. Este cambio permitirá sentirse más identificados a algunos grupos que no se sienten del todo representados con la palabra Etología únicamente, aunque ésta incluya en esencia el Comportamiento Evolutivo. Este matiz es importante y este cambio podría dar cabida a otros grupos que hasta ahora no se han sentido del todo representados por la Sociedad.

M. Soler, no está de acuerdo con esta idea, alegando que aunque la Etología incluye Ecología, con la utilización implícita de la palabra Ecología se podrían molestar los Ecólogos.

L. Arias, opina que se debería hacer el esfuerzo de explicar que Etología incluye también Ecología, quizás desde la Facultad, y cree que esta ampliación puede ser problemática.

J.J. Soler, opina que no se considera demasiado a la Etología y a los Etólogos, y que esta ampliación de nombre podría ayudar a conseguir más prestigio.

X. Cerda, opina que en los temas de las conferencias ya se da a conocer que se trata de Etología y Ecología Evolutiva, y el nombre de la Sociedad es de menor importancia.

T. Redondo, comenta que Etología es comportamiento y que Ecología Evolutiva corre el peligro de ser absorbida por otras disciplinas más de moda.

A. Cordero, cree que se debe reivindicar el nombre Ecología Evolu-

tiva para la Etología y cree que el cambio propuesto sería positivo pero tampoco lo considera vital.

J.J. Soler, comenta que la Sociedad Española de Ecología Terrestre está interesada en hablar con la SEE para llegar a un acuerdo de unirse y formar una Sociedad de Ecología.

T. Redondo, opina que se deben integrar al máximo las Sociedades, unificar esfuerzos y recursos y evitar crear nuevas Sociedades y dispersarse y enfrentar intereses.

A. Cordero, pregunta a M. Soler sobre sus intenciones de formar una nueva Sociedad llamada Sociedad Española de Biología Evolutiva. M. Soler, afirma que estas son sus intenciones y que todos recibirían información en su debido momento, y comenta que esta nueva Sociedad no tiene por que interferir en ninguna forma en el funcionamiento de la SEE.

L. Arias, propone utilizar el Forum de Internet par pedir a los socios opinión sobre estos temas que se estaban comentando. A. Cordero, comenta que ya existe una lista en internet que se puede utilizar de forum para que los socios expongan sus opiniones, pero todavía no se tiene el hábito de hacerlo. J. Carranza, comenta que la intención era abrir un debate sobre este tema, el cual ya ha sido suficientemente rico, pero ante la falta de unanimidad sobre la ampliación del nombre de la SEE, opina que es mejor dejar para más adelante esta propuesta. J.C. Senar, señala que puede abrirse un debate sobre el tema a través de la lista de Etología en Internet y posteriormente desde la Junta hacer una propuesta de ampliación de nombre de la Sociedad confeccionando un dossier que recoja las opiniones de los socios y las distintas ventajas e inconvenientes de la propuesta, que podría posteriormente votarse por correo.

10) Ruegos y preguntas

D. Gil, menciona de nuevo el cambio de fecha de la celebración de los próximos Congresos de la SEE a lo que M. Soler contesta que no lo cree necesario de momento, que si en un futuro creara problemas ya se replantearía este tema.

J.C. Senar, comenta que no es por problemas de fecha la falta de interés por asistir al Congreso Europeo de Etología ya que nadie ha manifestado incompatibilidad al respecto y solo D. Gil mostró interés y asistió a este congreso como representante de la SEE. D. Gil insiste en reivindicar el cambio de fecha, para que no coincida con el congreso de la SEE. L. Arias comenta que un cambio de fecha también podría producir

una coincidencia con el Internacional de Etología. J.J. Soler, propone cambiar no el año sino solamente el mes. J.C. Senar, comenta que para hacer un cambio así se debería poner en el orden del día. J. Carranza concluye la discusión diciendo que cuando exista un problema real por el solapamiento de los dos congresos ya se tomarán medidas, pero que de momento este problema a nivel práctico no existe.

Sin más temas a tratar, se levanta la sesión a las 22.10 horas, de lo cual como Secretario doy fe.

Juan Carlos Senar
Secretario

V. B. Manuel Soler Cruz
Presidente

V. B. Juan Carranza
Presidente electo

Acta de la Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria de la Sociedad Española de Etología, Puerto de la Cruz (S. C.Tenerife) – 2006

Siendo las 17.00 del 22 de Septiembre de 2006, se reúnen en el Hotel Meliá de Puerto de la Cruz (S. C.Tenerife), sede del XI Congreso Nacional de Etología de la SEE, en Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria de la Sociedad Española de Etología, presididos por J. Carranza, en presencia del Vicepresidente J. Moreno y del Secretario J.C. Senar, con el siguiente orden del día:

1. Aprobación, si procede, del Acta de la Asamblea Extraordinaria anterior
2. Informe del Presidente
3. Informe del Secretario
4. Informe del Tesorero
5. Recuento de votos y nombramiento del cargo de Presidente y Vicepresidente, siguiendo la normativa de los Estatutos, y ratificación de los cargos de Secretario y Tesorero
6. Candidaturas y elección de Sede para el próximo Congreso de la SEE para el año 2008
7. Ruegos y preguntas

1) Aprobación Acta Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria anterior

El Secretario presenta y lee el acta anterior para su aprobación; ésta es aprobada por unanimidad.

2) Informe del Presidente

J. Carranza comenta que la idea de realizar documentales sobre Etología sigue adelante, existe ya un proyecto de 6 capítulos de media hora con Vites Documental, una de las mejores productoras en documentales. Se ha presentado una prueba y se está a la espera del presupuesto que se sabe que puede estar alrededor de 1.000.000 €. Se está pensando en la forma de conseguir financiación. Se pregunta a los asistentes, si alguien tiene alguna propuesta, o conoce los medios, para hacer alguna sugerencia sobre este tema. Se han tenido tratos con TVE, pero las condiciones no parecen interesantes.

La idea de celebrar próximos Congresos en Ibero América supone un problema de desplazamiento, por cuestión de tiempo y economía, pocas personas podrían desplazarse si no se consigue una subvención, sin embargo comenta el presidente que existe la posibilidad de realizar cursos o jornadas.

El cambio de nombre de la Sociedad por el momento se debe aplazar, se mantiene la idea de recoger iniciativas por medio de Forum y discutir este tema posteriormente en una Asamblea Extraordinaria o en el próximo Congreso. J. Carranza pregunta por la revista *Etología* que ha sufrido un parón importante. En respuesta a esta consulta J.C. Senar contesta que no se reciben suficientes artículos y que a pesar de que existen compromisos por parte de algunas personas no se acaban recibiendo.

Se propone a Francisco Valera como nuevo editor de esta revista, este acepta y se aprueba su incorporación. F. Valera tiene el propósito de activar en la medida de la posible esta publicación.

J. Carranza comenta la reunión que se realizó ASSAB el pasado mes de Noviembre en París. A está asistió J.C. Senar en representación de la SEE. En esta reunión se discutió la normativa Europea de Protección Animal, y las distintas gestiones llevadas a cabo para mejorarla.

E. Font comenta que las comunidades autónomas gestionan los permisos para la manipulación de animales, y que es posible que la SEE se tenga que pronunciar.

J. Carranza informa de que la SEE fue coorganizadora del Congreso "Unidad en la Diversidad", homenaje a Margalef, en el que se realizó un debate sobre Ecología. Sobre este Congreso se publicará un libro

en el que aparecerá un capítulo sobre Ecología Evolutiva escrito por J. Carranza, uno sobre Ecología de la Conservación de J.L. Telleria y otro sobre Dinámica de poblaciones de Mike Conroy. Los tres capítulos han sido editados por la SEE.

3) Informe del Secretario

J.C. Senar comenta que la revista *Acta Ethologica* es ya una realidad. Se han publicado dos volúmenes el 8.1 y 8.2, correspondientes al año 2005 y el 9.1 primer volumen del 2006. Junto a este volumen se ha enviado gratuitamente a nuestros socios el libro *Fauna en Acción* editado por la SEE y la Editorial Lynx, con una ayuda del Ministerio de Educación y Ciencia. El coordinador de la obra fue M. Soler.

Se comenta que la revista ya se gestiona a través de la red con Editorial Manager, lo cual facilita en gran medida las labores burocráticas. El número de artículos es todavía bajo. Se incorpora J.J. Soler como nuevo editor de la revista *Acta Ethologica* en sustitución de J. Moreno que cesa por petición propia.

J. Moreno, a petición de J. Carranza, comenta que se continuará con el acuerdo de publicar artículos de Etología en la revista *Quercus* de forma gratuita, a cambio de incluir en esta revista publicidad de la Sociedad y el boletín de inscripción. Ésta acción ha sido un éxito.

El secretario J.C. Senar presenta el informe sobre la situación de la SEE. El número total de socios es de 391, de los cuales 261 son numerarios, 125 estudiantes y cinco son instituciones. El valor de las cuotas en el caso de cobrarse en su totalidad es de 15.320 € pero como cada año se prevén unas devoluciones de 900 €.

- Los socios deudores de 2006 son 14 socios cuya deuda asciende a 535 €.
- Los socios morosos de 2005 son 31 cuya deuda es de 1.220 €.
- Los socios dados de baja durante los dos últimos años han sido de 89, 70 de ellos estudiantes y sólo 19 numerarios; 20 de ellos han sido dados de baja por falta de pago durante dos años. Este número de bajas es un poco más alto que en años anteriores, quizás a causa de la subida de cuota para adaptarnos a la publicación de *Acta Ethologica* por Springer. No obstante, puntualizar que seguimos teniendo más socios que en el año 2000, que habían 371 (los numerarios han aumentado de un 57% en 2000 a un 68% en 2006).

J.C. Senar lee la lista de los socios dados de alta durante el periodo 2004-2006 (ver listado). La lista es aceptada por la Asamblea.

J.C. Senar da algunos detalles de la reunión que mantuvo en París de la Federación de European Societies for Behavioural Biology, en representación de la SEE. El principal objetivo de ésta reunión fue crear un Convenio Europeo sobre el trato que se debe dar a los animales utilizados en investigación.

J.C. Senar informa que el 29-30 de Noviembre de 2005 se realizó un Seminario de Etología en la Universidad de Bilbao, promovido por el Consejo de Estudiantes, al que asistieron 50 estudiantes. La SEE colaboró en la organización administrativa y científica, contactando con los distintos profesores que desinteresadamente se ofrecieron a impartir las clases.

Las clases impartidas fueron:

J.C. Senar: Organización social y comunicación visual

J.J. Soler: Elección natural y adaptación

M. Soler: Coevolución

A. Cordero: Selección Social

X. Eekhout & R.I. Márquez: Comunicación acústica

F. Valera: Ejemplos de estudios en Ecología Evolutiva

Posteriormente los estudiantes enviaron un resumen de cada una de las conferencias a la Sede de la SEE estos fueron leídos, valorados y sellados. La Universidad de Bilbao concedió 1 crédito a los estudiantes que asistieron a este seminario y presentaron sus trabajos a la Sede de Barcelona. J.C. Senar agradece a todos los profesores su colaboración desinteresada, ya que gracias a ellos fue posible realizar este seminario.

La revista *Etología* tiene verdaderos problemas para seguir publicándose. J.C. Senar propone a F. Valera como el nuevo editor de esta revista y la Asamblea lo corrobora. Se espera que esta incorporación le dé a esta revista el empuje necesario para que pueda continuar. Por otra parte J.C. Senar ha contactado con la persona que realiza la maquetación de las publicaciones del Museo y ha llegado a un acuerdo para que realice la maquetación de *Etología*.

4) Informe del Tesorero

El Secretario excusa a la tesorera Esther del Val por no poder asistir a la Asamblea debido a que le han coincidido las fechas del Congreso con la presentación del DEA y lógicamente no ha podido desplazarse. Por este motivo J.C. Senar presenta el balance del año 2005 y 2006, que son aprobados por unanimidad. J.C. Senar pone a disposición de los

socios todos los listados de contabilidad de este periodo. Así mismo se presenta el presupuesto previsto para 2007, que también es aprobado por unanimidad.

5) Recuento de votos a Presidente y Vicepresidente

El recuento de votos para los cargos de Presidente y Vicepresidente dio como resultado:

De los 22 votos recibidos en la Sede, J. Carranza tiene para su candidatura de Presidente un total de 22 votos afirmativos.

Para el cargo de Vicepresidente, 22 votos afirmativos para J. Moreno.

Los vocales obtienen los siguientes votos: J. Trobat (Madrid): 13 votos a favor, 7 abstenciones y 1 en blanco; M. Molina (Canarias): 15 votos a favor, 5 abstenciones y 1 en blanco.

El Presidente propone a la Asamblea a J.C. Senar como Secretario y a Esther del Val como tesorera y la Asamblea los ratifica.

6) Candidaturas y elección de Sede para el próximo Congreso de la S.E.E. para el año 2008.

La Junta de la SEE le propone a E. Barba que organice el Congreso de la SEE 2008 en Valencia y éste acepta. Esta candidatura fue votada a mano alzada por la Asamblea y se aprobó con 16 votos a favor y 4 abstenciones.

7) Ruegos y preguntas

M. Soler propone que los royalties del libro *Fauna en Acción* se reviertan en la SEE y que ésta los utilice para hacer propaganda del libro y de nuestra Sociedad en la revista *Quercus*. Senar comenta que así se realizará.

Miguel Molina propone si se pueden publicar los resúmenes de los Congresos en la página web de la Sociedad y propaganda del libro *Fauna en Acción*. Se comenta que es una idea a tener en cuenta.

Sin más temas a tratar, se levanta la sesión a las 18.50 horas, de lo cual como Secretario doy fe.

Juan Carlos Senar
Secretario

V.B. Manuel Soler Cruz
Presidente

V.B. Juan Carranza
Presidente electo

**Se celebró:
XI Congreso Nacional y VIII Iberoamericano de
Etología**

Entre los días 19 y 22 de septiembre de 2006, se celebró en el Puerto de la Cruz de Tenerife el XI Congreso Nacional y VIII Iberoamericano de Etología, organizado por el Laboratorio de Etología de la Universidad de La Laguna, y presidido por Miguel Molina Borja. Lo primero a destacar es el excelente trabajo del comité organizador, que ha permitido el perfecto desarrollo de las labores congresuales, en un ambiente familiar y relajado que ha favorecido el aprovechamiento desde el punto de vista científico y humano. Hubo 140 participantes, de los cuales 20 provenían de América latina, principalmente de Chile, México y Argentina. El congreso se estructuró en conferencias plenarios de una hora de duración, conferencias invitadas de media hora, comunicaciones orales de 15 minutos y sesiones de paneles.

El nivel científico de las comunicaciones presentadas y la variedad de los temas sobre los que se está desarrollando la investigación confirma una vez más el grado de madurez de la etología iberoamericana, y su potencial para contribuir con aportaciones novedosas en futuro. Si por un lado ésta es una excelente noticia, por otro no deja de complicar un poco las cosas a la hora de redactar este resumen.

Empezaré por lo más extraordinario de este congreso, el baile. No es raro que en reuniones científicas esta actividad tome protagonismo, pero normalmente esto ocurre durante las incursiones nocturnas a los pubs o en ocasión de la cena social. Es más insólito que el baile sea el protagonista de la conferencia inaugural, a menos que el conferenciante sea Robert Trivers. El baile es una de las características comunes a todas las sociedades humanas y cabe preguntarse sobre su función y evolución. Trivers, analizando las actuaciones frente a una cámara de jóvenes jamaicanos, encontró una elevada correlación entre el grado de simetría corporal de un individuo, índice de calidad fenotípica, y sus capacidades de baile. Utilizando un sistema informático de captura de movimientos, Trivers y su equipo consiguieron demostrar que las hembras podían seleccionar a los machos más simétricos simplemente juzgando la elegancia de sus movimientos. En humanos por lo tanto, el baile podría señalar la calidad biológica del individuo.

Mucho más hubo en el congreso sobre señales, tanto visuales, como acústicas o químicas, y sobre su función en el contexto de la selección sexual. Juan Carlos Senar se adentró en el análisis de las posibles funciones de los colores del plumaje de las aves basado en carotenoides, compuestos que se obtienen a través de la dieta, frente a los basados en la melanina, que es sintetizada por el propio animal. Los primeros (amarillo y rojo) pueden informar acerca de la capacidad individual de conseguir alimento, mientras que los segundos (negro y castaño) señalarían aspectos relacionados con la dominancia. En relación al papel de los carotenoides como indicadores del estado físico, Cristóbal Pérez y colaboradores demostraron experimentalmente que la coloración amarilla ocular, del pico y de las patas de la gaviota patiamarilla refleja honestamente el estado de estrés oxidativo de los individuos, mientras Lorenzo Pérez-Rodríguez y colaboradores mostraron como el color de la carúncula del lagópodo escocés refleja los niveles de parásitos intestinales.

Del color del plumaje al color de los huevos. ¿Para que “desperdiciar” pigmentos como la biliverdina, cuya valiosa función antioxidante es muy útil al individuo, para colorear la cáscara de los huevos? se pregunta Juan Moreno. En el papamoscas cerrojillo la respuesta radica en el efecto de dicha coloración sobre el comportamiento de ceba de los pollos por parte de los machos. La coloración de los huevos refleja la condición de la hembra y su inversión en la cantidad de anticuerpos maternos en la yema, importantes para la supervivencia de los pollos. En experimentos de intercambio de puestas, Juan Moreno y colaboradores pudieron demostrar que los machos respondían a esta señal de la hembra aumentando su inversión en la pollada con una mayor tasa de ceba. La idea de la coloración de los huevos como señal se vio confirmada por el estudio presentado por Carlos Navarro y colaboradores sobre el efecto de alimento extra en la respuesta inmune de los estorninos, que varía en función de la coloración de los huevos de la puesta.

Si hubo mucho “color” en la reunión de Tenerife, tampoco faltó “olor”. Varias comunicaciones analizaron la comunicación química en los lacértidos, mostrando su posible función como indicador de estatus individual (Martha Bohórquez Alonso y coautores) o, en combinación con señales visuales, sus posibles implicaciones en el proceso de aislamiento reproductivo y de especiación (Carlos Cabido y coautores).

José Martín y Pilar López demostraron como las secreciones femorales de las lagartijas serranas pueden indicar de manera fiable la calidad individual de los machos, actuando en este sentido de forma parecida a la coloración del plumaje y de los huevos de las aves. En estas secreciones se encuentra un precursor de la vitamina D, que es importante para el metabolismo general de las lagartijas. Tras un suplemento experimental de vitamina D en la dieta, los machos aumentaron la concentración de provitamina D en las secreciones femorales, resultando más atractivos para las hembras. El hecho de emplear un compuesto “costoso” en la producción de la secreción, conferiría por lo tanto honestidad a la señal química de las lagartijas. El mundo de las lagartijas sin embargo, no es un mundo exclusivamente olfativo, como advirtió Enrique Font, después de describir los patrones comportamentales a nivel visual que forman parte del repertorio de comunicación de estos reptiles, y sus posibles funciones.

La conferencia plenaria de Roxana Torres se centró en la relación entre senescencia y atractivo sexual. Gracias a los datos de un estudio a largo plazo sobre el bobo de patas azules, Roxana pudo contrastar la hipótesis de que las hembras de especies longevas se reproducen con machos de edad avanzada para garantizar a sus hijos los buenos genes que han permitido a su pareja sobrevivir durante mucho tiempo. Sin embargo, en los bobos, la edad compromete la respuesta inmune y provoca una reducción de la expresión del color de las patas, disminuyendo el atractivo de los machos más viejos. Juan Carranza y colaboradores también analizaron el envejecimiento, midiendo el desgaste dentario de los ciervos y encontrando diferencias entre sexos. Mientras que las hembras preservaron sus molares hasta después de los 18 años, los machos los agotaron a los 12 años para conseguir un mayor aprovechamiento de los alimentos y, en consecuencia, un mayor tamaño corporal y una más amplia cornamenta. Maximizando su rendimiento instantáneo, los machos lograrían un mayor éxito de emparejamiento, pero a costa de adelantar su envejecimiento, como predice la teoría del “soma desechable”.

En la naturaleza, la competencia entre machos por el acceso a la reproducción puede tomar formas más crípticas que la de los aparatosos combates de los ciervos, pero no por ello menos fascinantes. Adolfo Cordero nos acercó a los mecanismos de selección sexual post-copula en los odonatos. A través de experimentos de apareamiento interes-

pecífico, Adolfo demostró como la selección sexual en libélulas no se limita a la competencia espermática, sino que la selección femenina críptica también tiene gran importancia.

Pero en esto de la reproducción, no todo es competición. La cría cooperativa entre varios individuos también puede producirse, y su comprensión sigue desafiando a los biólogos evolutivos. En particular, la validez de la teoría de la selección familiar aplicada a las especies cooperativas de vertebrados ha sido puesta recientemente en duda por varios estudios en los que no se encontró un efecto de los ayudantes sobre el número de pollos producidos. Juliana Valencia y coautores, sin embargo, pudieron demostrar que el efecto de los ayudantes sobre el éxito reproductor puede ser más cualitativo que cuantitativo. En los rabilargos, las parejas con ayudantes no produjeron más pollos que las parejas sin asistentes, pero tuvieron hijos en mejor condición física, comprobada mediante pruebas de respuesta inmune.

Muchas más comunicaciones merecerían ser mencionadas en detalle (por ejemplo el repaso histórico de la etología por Fernando Álvarez, la excursión en la compleja determinación de la sex ratio en humanos de Concha Mateos, y muchas más) pero este artículo acabaría acercándose peligrosamente al tamaño del libro de resúmenes del congreso. Cuya lectura, por supuesto, recomiendo a todos los que no pudieron acercarse a Tenerife.

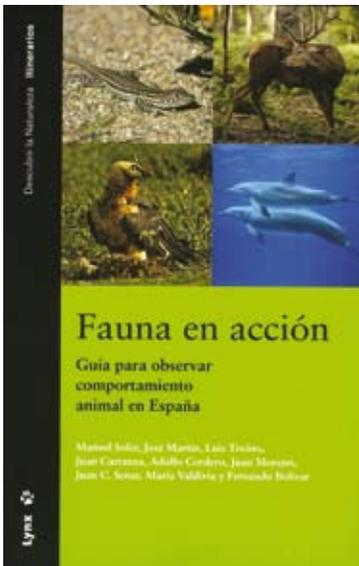
Vittorio Baglione
Investigador Ramón y Cajal
Dpto. de Ciencias Agroforestales
Universidad de Valladolid
baglione@agro.uva.es

Nuevos libros

Fauna en Acción

Editores: M. Soler, J. Martín, L. Tocino, J. Carranza, A. Cordero, J. Moreno, J.C. Senar, M. Valdivia y F. Bolívar. 2006.

Edita: Editorial Lynx, Bellaterra.



Se conocen muchos comportamientos de la fauna, pero muchas veces sólo la teoría, y ya este conocimiento teórico resulta fascinante. También se conocen muchos espacios naturales; es decir, los escenarios donde se producen estos comportamientos.

Y desde ahora existe también un libro que propone el ensamblaje de los dos aspectos, de los actores y exteriores, de una forma práctica.

El libro "Fauna en acción" explica las conductas de la fauna de una forma divulgativa, a la vez que rigurosa. Se puede estar seguro de la veracidad del contenido porque nueve acreditados científicos capitaneados por el prestigioso ornitólogo y etólogo Manuel Soler manejan este barco para que llegue a buen puerto. Y ¡vaya si

llega! A esta meta contribuyen de manera esencial los más de ochenta autores que han realizado los textos de las distintas especies. También ayuda a dar credibilidad la editorial Lynx, especializada en publicaciones relacionadas con el medio natural.

El equipo de coordinadores se encarga de hacer una introducción a los distintos capítulos que agrupan diversas formas de actuar de los animales, como la búsqueda de alimento, las conductas defensivas, la comunicación acústica o el cortejo.

El contenido resulta asombroso: delfines que pescan peces voladores, alcaudones que empalan insectos, orcas que devoran atunes en el estrecho de Gibraltar... Son muchas las propuestas descritas.

Pero vayamos a dos ejemplos que simbolizan dos formas de saber estar y que suponen, a la vez, sendas manifestaciones poéticas de la naturaleza, por la intensidad de las emociones que pueden provocar.

Por un lado aparece el gregarismo y la belleza que imprime el trabajo en grupo: esas nubes negras que se dilatan y se contraen, y llenan el cielo de acrobacias al unísono; miles de aves maestras en el arte del puntillismo con el cielo como lienzo. Son los estorninos en la ciudad de Huesca. Esta localidad tiene tres dormitorios principales, pero el más numeroso es el del hospital de San Jorge, que llegó a tener en el invierno de 2004 más de 60.000 estorninos. Desde octubre a febrero, el espectáculo queda abierto a todos los públicos.

Y de Aragón a Galicia, concretamente al río Arnoia a su paso por Allariz. Allí espera la sutileza, el mundo de las transparencias, de lo pequeño y frágil, de la levedad y también de lo intenso: los cortejos de las libélulas. Habrá que buscar el mejor momento que en este caso se circunscribe al verano y, sobre todo, al mes de julio.

Cuándo observar, cómo llegar, dónde comer o alojarse: tampoco se olvida de estos prácticos detalles la guía "Fauna en acción".

Josefina Maestre

Responsable de Publicaciones de SEO/BirdLife

Unity in Diversity

Editores: F. Valladares, A. Camacho, A. Elosegui, C. Gracia, M. Estrada, J.C. Senar & J.M. Gili. 2008.

Edita: Fundación BBVA, Bilbao.



Gracias al ahínco y entusiasmo del Dr. Fernando Valladares, a la voluntad colectiva de las sociedades científicas españolas Asociación Española de Ecología Terrestre, la Asociación Ibérica de Limnología y la Sociedad Española de Etología (SEE), y del patrocinio del Ministerio de Educación y Ciencia, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Fundación Biodiversidad, se celebró el año 2005 un encuentro científico del más alto nivel bajo el título de “Unity in Diversity. A Conference on Ecology after the Legacy of Ramón Margalef”. El escenario fue el CosmoCaixa de la Fundación “la Caixa”, en Barcelona. A principios del año 2008 la Fundación BBVA ha publicado el texto

de las intervenciones y posteriores discusiones. El libro resultante ha sido distribuido por la Fundación a todos los socios de la SEE.

Este libro es un homenaje a Ramón Margalef. La ecología en los últimos años se ha especializado en gran medida, conduciendo a una gran diversificación. Este encuentro científico, siguiendo el espíritu integrador de Margalef, pretendía justamente reunir a los principales expertos de las distintas subdisciplinas de la ecología para encontrar aproximaciones comunes y discutir los grandes retos con los que se va a enfrentar la ecología. De este modo, compartieron el mismo foro ecólogos terrestres, marinos, de agua dulce, de ecología de sistemas y poblaciones, ecofisiólogos, edafólogos, bioquímicos y etólogos. La SEE fue la encargada de presentar los temas de ecología evolutiva e invitar a los conferenciantes, lo que enfatiza el papel de nuestra sociedad en el mundo de la ecología española.

Obituario



El pasado 11 de septiembre de 2006 falleció el Profesor Dr. Andrés de Haro en la ciudad de Terrassa (Barcelona), a la edad de 80 años. Nació en 1925, en Mazarrón (Murcia). Fue catedrático en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona, siendo de los primeros profesores en impartir Etología en la Universidad española en 1972. Fue el impulsor de la organización, en abril de 1984 en Bellaterra, sede principal de la Universitat Autònoma de Barcelona, de la reunión científica de la Société Française pour l'Étude du Comportement Animal (SFECA). Este acto sirvió para reunir a los distintos grupos investigadores en Etología de España, donde se decidió fundar la Sociedad Española de Etología.

Pionero en España en el estudio de los picnogónidos y de las hormigas (sistemática y etología). Describió el transporte social en *Cataglyphis ibericus* (Hymenoptera, Formicidae) en 1981-1983. Fue miembro honorario de la International Union for the Study of Social Insects, section française. Dirigió 13 tesis doctorales y 14 tesinas sobre entomología. Sus últimos trabajos versaban sobre la sistemática, etología, biogeografía y evolución

de las hormigas ibéricas del género *Cataglyphis* grupo *albicans*, comparándolas con las norteafricanas y marroquíes. Quien esté interesado en su trayectoria científica puede leer una entrevista publicada en la serie Ficha Personal de la revista Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (27:101-103, año 2000).



Andres de Haro impartiendo clases en 1973 en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Normas de Publicación de EtoloGuía

La revista EtoloGuía es la publicación en idioma Español de la Sociedad Española de Etología. La mayoría de artículos se publican por invitación. Preferencialmente son artículos metodológicos, dentro del ámbito de la Etología, o artículos de alta divulgación relacionados con investigaciones recientes ya publicadas en revistas científicas. Entendemos la Etología en su sentido más amplio, incluyendo disciplinas como la Ecoetología, la Ecología Evolutiva, la Dinámica de Poblaciones, y otros temas relacionados. Estos artículos van principalmente destinados a estudiantes universitarios que precisen conocer nuevas técnicas o nuevas aproximaciones para aplicarlas a sus estudios etológicos, pero también a profesionales de la Etología que quieran ampliar sus conocimientos en otras áreas fuera de su especialización.

Los artículos metodológicos deben incluir (1) un resumen, (2) una introducción explicando la problemática que la metodología pretende resolver, (3) una explicación lo más detallada posible de la técnica o metodología, (4) una discusión de sus ventajas, inconvenientes o limitaciones, (5) una presentación de uno o varios ejemplos en detalle, preferencialmente que procedan del trabajo del propio autor, y (6) una valoración final a modo de resumen crítico. El formato, sin embargo, puede variar según convenga. Los artículos de alta divulgación tienen un formato libre adaptado a cada trabajo en concreto.

Deben incluirse todas las referencias bibliográficas posibles para que si los lectores están interesados en profundizar en el tema, puedan remitirse a las fuentes originales. Las referencias bibliográficas se citan en el texto con un pequeño número superíndice, y al final del texto éstas deben aparecer en orden alfabético y numeradas ascendentemente. El formato de las referencias debe seguir el modelo:

1. Arroyo, M.L. 2000. Understanding ethology. *Nature* 345: 25-28
2. Darwin, C. 1859. *On the origin of species by means of natural selection*. J. Murray: London.

No existe ninguna limitación en la extensión de los artículos. Es desea-

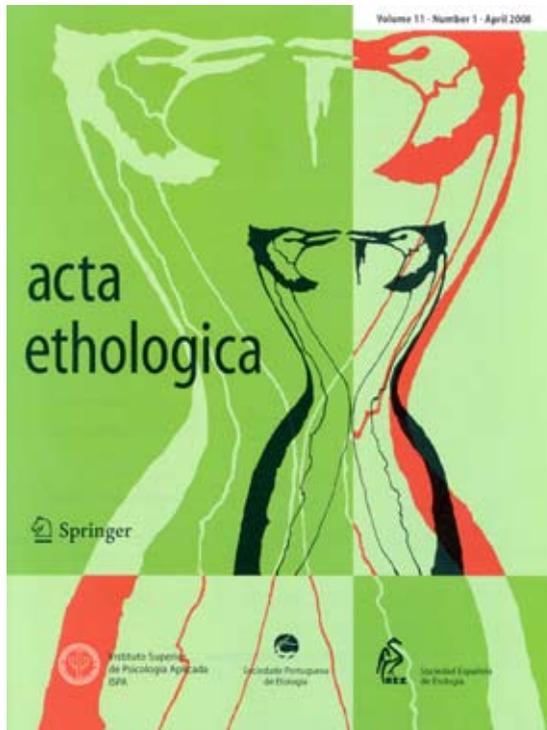
Normas de publicación

ble que incluyan tablas, figuras y fotos, éstas incluso en color, así como los nombres y direcciones de proveedores concretos del material necesario. Al principio debe indicarse la dirección profesional completa del autor y su correo electrónico.

A cada autor se le proporcionan los ejemplares completos de la revista que solicite, además de una copia en formato PDF.

Los artículos deben remitirse preferencialmente por correo electrónico al Editor de EtoloGuía, en Word. Las fotos en color deberían remitirse en formato JPG de alta calidad.

Acta Ethologica



La actual revista de la Sociedad Española de Etología, se publica conjuntamente con la Sociedad Portuguesa de Etología y tiene, desde 2007, un **Índice de Impacto de 0.667**.

Esperamos que esto os anime a todos a enviar vuestros artículos a nuestra revista.

Los socios que deseéis acceder al contenido electrónico de la revista por internet, debéis enviar a la sede (larroyo@bcn.cat) vuestra dirección de correo electrónico actualizada



Sociedad Española de Etología

BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN A LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ETOLOGÍA

APELLIDOS Y NOMBRE _____

D.N.I. _____ FECHA DE NACIMIENTO _____

DOMICILIO _____

LOCALIDAD _____ C.P. _____

TELEF. _____ E-MAIL _____

MODALIDAD Numerario 45 €
 Estudiante* 22 € *imprescindible justificante

PROFESIÓN _____ CARGO _____

DOMICILIO DE TRABAJO _____

LOCALIDAD _____ C.P. _____

TELEF. _____

ESPECIES Y TEMAS DE INVESTIGACIÓN

FORMA DE PAGO

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Nombre del Banco / Caja _____

Dirección _____

Población _____

Código Postal _____ Provincia _____

Código de la entidad Oficina D.C.

Número de cuenta / libreta

Nombre del titular de la cuenta _____

Nombre del socio (si no es el titular) _____

TARJETA VISA

Número tarjeta

Fecha caducidad / Firma: _____

Otras formas de pago (Transferencia o ingreso, Talón bancario)

Sede:

Museu de Ciències Naturals, Parc de la Ciutadella, Ps. Picasso s/n., 08003 Barcelona
Tel: 34-93-2562217