

ETOLOGUÍA

Boletín de la Sociedad Española de Etología



S.H.T.
1993

n° 23

2011

Universidad de Extremadura
Servicio de Publicaciones



Sociedad Española de Etología

Sede: Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 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

Tesorero: Fernando Mateos

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:

Vittorio Baglione, Editor de *Etologuía*,

Depto. de Ciencias Agroforestales, Avda. de Madrid 44, 34004 Palencia
baglione@agro.uva.es

Editor: Vittorio Baglione

Editores adjuntos: Sebastián Hidalgo de Trucios,
Juan Carlos Senar y Daniela Canestrari

Diseño: Sebastián Hidalgo de Trucios

Maquetación: Montse Ferrer

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

ETOLOGUÍA, nº 23 2011

© Sociedad Española de Etología y los autores

ISSN: 1135-6588

Depósito legal:

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

Etoimagen

- 5 “Cobro del cachorro” en el topillo campesino
J. J. Luque–Larena

Temas actuales de Etología

- 7 La taxonomía de la Etología en España
G. Moreno–Rueda y A. López–Orta
- 13 Evaluación de la condición física en las aves y su aplicación a los estudios etológicos
C. Núñez Cebrián, D. Canestrari, V. Baglione

Tesis en Etología

- 45 Distribución, migración y conservación de las aves rapaces del orden Falconiformes en Cuba
F. Rodríguez Santana
- 48 Análisis de la selección de hábitat del sisón común (*Tetrax tetrax*) a diferentes escalas espaciales: del nicho fundamental al nicho realizado
M. P. Delgado Lara
- 51 Efectos ecológicos y de conservación de la predecibilidad en los recursos tróficos: carroñas y comunidades de vertebrados
A. Cortés Avizanda
- 54 Aplicación de trazadores intrínsecos al estudio de la ecología de aves acuáticas
F. J. Ramírez Benítez
- 57 Integración de estrategias de forrajeo, patrones espaciales de movimiento y éxito reproductor: implicaciones para la conservación de predadores aviares simpátricos
J. Terraube–Monich
- 60 Parasitismo, inmunidad, supervivencia y migración en el avión común (*Delichon urbicum* Linneo 1758)
M. I. Reviriego Martín
- 62 Hábitats antropogénicos y conservación de aves acuáticas migradoras: el papel de los arrozales para la aguja colinegra (*Limosa limosa*)
F. S. Quesada
- 66 Factores ecológicos y mecanismos implicados en la variabilidad de la interacción entre un ectoparásito generalista (*Carnus hemapterus*) y sus hospedadores
M. Á. Calero Torralbo
- 69 Ecología del águila–azor perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en su etapa preadulta: del nido a las áreas de dispersión
J. Caro Hidalgo

Contenidos

- 72 Coloraciones de los huevos y del pico del estornino negro (*Sturnus unicolor*) en un contexto de selección sexual
C. Navarro Puig
- 74 Las bacterias como agentes modeladores de las estrategias vitales en aves
J. M. Peralta Sánchez
- 78 Ecología y conservación del pico mediano *Dendrocopos medius* en ambientes alterados y fragmentados
C. Ciudad Trilla
- 81 Patrones espacio–temporales de la colonización postincendio de las aves de hábitats abiertos en paisajes mediterráneos
M. E. López Zozaya
- 84 Patrones, procesos y conservación de comunidades: aves acuáticas en una red de humedales artificiales
E. Sebastián González
- 87 Efectos de la contaminación acústica en cuatro especies de aves silvestres
S. Mendes
- 91 Ecología trófica y reproductora de tres especies de aves insectívoras en ecosistemas mediterráneos
F. Atiénzar Navarro
- 94 Grupos sociales cooperativos de corneja negra (*Corvus corone*). Agregaciones no territoriales, comportamiento de vigilancia y compromiso entre las necesidades de pollos y adultos en el aprovisionamiento al nido
R. Vera
- 96 Relaciones sociales y formación de grupos con reproducción cooperativa en la corneja negra (*Corvus corone corone*)
E. Chiarati
- 99 Factores de riesgo implicados en el comportamiento agresivo del perro y del gato
M. Amat Grau
- 102 Aportaciones a la producción y gestión sostenibles de la perdiz roja (*Alectoris rufa* Linnaeus 1758) con particular referencia al efecto del comportamiento paterno–filial en la ontogénesis de los patrones anti–predatorios
C. Sánchez García–Abad
- 106 Lateralidad manual y especialización hemisférica en chimpancés (*Pan troglodytes*): evaluación observacional y experimental
M. Á. Llorente Espino
- 108 Implicaciones de la capacidad de movimiento en las arañas (Araneae) para la evolución adaptativa del tamaño y la forma según el sexo, hábitat y modo de vida
M. G. Corcobado Márquez
-

- 114 Dinámica espacial, selección de hábitat y patrones de actividad de la liebre ibérica (*Lepus granatensis* Rosenhauer, 1856) en un hábitat intervenido. el caso de la escombrera exterior de lignitos Meirama (A Coruña, España)
J. C. Jaramillo Fayad
- 116 Mamíferos carnívoros en un paisaje agrícola: distribución, selección de hábitat y patrones de movimiento
M. A. Pereira González
- 118 Modelo eto–endocrinológico de la especie *Alouatta pigra* en Campeche, México: relaciones entre conservación del hábitat, niveles de cortisol y conducta social
A. Rangel Negrín
- 120 Ecología y comportamiento de ungulados en simpatria en un gabinete mediterráneo: interacciones entre especies nativas y exóticas de interés cinegético
M. Sicilia García
- 122 Biología reproductora de la tortuga boba (*Caretta caretta* Linneo, 1758) en la isla de Boavista, archipiélago de Cabo Verde
N. Varo Cruz
- 124 Mecanismos de producción y función adaptativa de los caracteres melánicos y acromáticos del plumaje de las aves
I. Galván
- 126 Organización social y señalización del estatus de dominancia: el lúgano como especie modelo
M. Camerino Llull

Nuestra Sociedad

Nuevos libros

“Cobro del cachorro” en el topillo campesino

J. J. Luque–Larena



La secuencia fotográfica nos muestra una conducta típica de una especie de roedor social muy común en Europa. Una joven hembra de topillo campesino (*Microtus arvalis*) acude a identificar a una cría que vocaliza y que ha sido desplazada lejos de su nido experimentalmente, tratando de simular los movimientos exploratorios de las crías; tras identificar olfativamente su vínculo genético, la joven hembra transporta rápidamente a la cría de vuelta a la seguridad del nido. Este comportamiento se conoce como *pup retrieval* que literalmente significa “cobro del cachorro”. Devolver rápidamente a las crías a la seguridad del nido aumenta su supervivencia y por tanto también el éxito reproductor, directo e indirecto, de los individuos emparentados con las mismas. Cuando no existe parentesco genético al-

guno la cría suele ser ignorada y abandonada en el mismo lugar. En este caso, y aunque perfectamente podríamos estar observando a una joven madre reproductora con su propia cría, los individuos de la secuencia fotográfica son en realidad hermanas, nacidas en distintas camadas. El esfuerzo conjunto, cooperativo, entre individuos (fundamentalmente entre hembras emparentadas genéticamente) por sacar adelante a las crías en nidos comunales (*comunal nesting*), es un factor importante en la génesis de los picos de abundancia de individuos que experimentan las poblaciones de distintas especies de roedores en ambientes favorables (lo que vulgarmente se conoce en regiones agrícolas como “plagas”) (1). Muchas especies sociales muestran comportamientos de crianza comunal, donde el cuidado de las crías se comparte entre múltiples individuos. A pesar de que existen costes importantes, como incrementos en la competencia por el alimento o en la visibilidad a depredadores y en la transmisión de parásitos, los individuos involucrados en la crianza comunal pueden adquirir importantes beneficios para su eficacia biológica como resultado de la adquisición cooperativa de alimento, el acicalamiento mutuo, la defensa y protección del grupo, o la ayuda en optimizar la termorregulación (2).

Comentario e imagen: Juan José Luque–Larena, Dpto. de Ciencias Agroforestales, Universidad de Valladolid, 34004 Palencia.

Bibliografía

1. Singleton, G.R. et al., 2010. *Rodent outbreaks: Ecology and Impacts*. IRRI, Los Baños, Philippines, 289 pp.
2. Hayes, L.D., 2000. To nest communally or not to nest communally: a review of rodent communal nesting and nursing. *Animal Behaviour*, 59: 677–688.

La taxonomía de la etología en España

G. Moreno–Rueda¹ y A. López–Orta²

¹ *Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC), La Cañada de San Urbano, Ctra. Sacramento s/n., ES–04120, Almería (España). gmr@eeza.csic.es*

² *Departamento de Biología Animal, Universidad de Granada, ES–18071, Granada (España). lopezorta88@gmail.com*

Resumen

En el presente estudio se analiza la existencia de un sesgo en los grupos taxonómicos estudiados por los etólogos españoles en relación con la etología internacional. Para ello, se ha comparado la frecuencia en que los diferentes grupos taxonómicos son objetos de estudio en las comunicaciones presentadas a los congresos de la Sociedad Española de Etología con la frecuencia en que son estudiados en los artículos publicados en las más prestigiosas revistas de etología. Se ha detectado que en la etología española las aves son más estudiadas que a nivel internacional, mientras los artrópodos y los peces están sub–representados.

Introducción

El diccionario de la lengua española define la etología como “la parte de la biología que estudia el comportamiento de los animales”. Etología proviene de la conjunción de los términos griegos *ethos* (costumbre) y *logos* (tratado), y la podemos definir, por tanto, como “el estudio científico del comportamiento de los seres vivos”¹. Según esta última definición, la etología podría englobar implícitamente a otros seres vivos no animales, como podrían ser plantas. Sin embargo, la etología ha estado históricamente restringida al estudio del comportamiento animal. Pero incluso dentro del reino animal podemos encontrar un sesgo taxonómico en los estudios etológicos. Basta

con asistir a cualquier congreso de la Sociedad Española de Etología (SEE) para percatarse de que existe un sesgo a favor de los estudios con aves. Al menos, esa es la sensación general. ¿Existe realmente un sesgo taxonómico a favor de las aves en la etología española? En caso afirmativo, ¿es este sesgo exclusivo de los etólogos españoles, o es también aplicable a la etología internacional? Para contestar estas dos cuestiones, realizamos un estudio de los grupos taxonómicos estudiados en las comunicaciones presentadas en los congresos de la SEE, y lo comparamos con los taxones estudiados en los artículos publicados en cuatro prestigiosas revistas internacionales de etología (*Behavioral Ecology*, *Animal Behaviour*, *Behavioral Ecology and Sociobiology* y *Ethology*). De tal análisis se desprende que los etólogos españoles, efectivamente, estudian más unos taxones que otros con respecto a los etólogos de todo el mundo.

Métodos

Para hacernos una idea de qué grupos taxonómicos estudian los etólogos españoles, se analizaron las especies modelo usadas en las comunicaciones presentadas a los últimos seis congresos de la SEE, desde el año 2000 hasta el 2010, ambos inclusive. Este método está sujeto a una serie de posibles sesgos que deben tenerse en cuenta. En primer lugar, en estos congresos no todas las comunicaciones son de etólogos españoles, pero se puede asumir que la inmensa mayoría están ligadas a la etología española.

Se descartó usar solamente las comunicaciones de autores afiliados a una institución española, pues no todas las afiliaciones estaban siempre disponibles, y cuando se trataba de autores con afiliación extranjera, normalmente alguno de los coautores era de afiliación española, o se trataba de un investigador español afincado en algún centro extranjero. Por tanto, no se pudo corregir por el sesgo producido por la presentación de comunicaciones por parte de extranjeros. No obstante, consideramos que este sesgo es mínimo. Además, al comparar la frecuencia con que se estudian los distintos grupos taxonómicos a nivel nacional con el nivel internacional, el posible sesgo producido por comunicaciones extranjeras en los congresos de etología haría esta comparación más conservativa. Consecuentemente, las diferencias encontradas no pueden adscribirse a este sesgo.

Otro posible sesgo asociado a las comunicaciones de los congresos de la SEE podría deberse a un sesgo de asistencia, por ejemplo, si los etólogos que estudian aves tienen más probabilidad de presentar una comunicación al congreso que los que estudian otro grupo taxonómico. Desconocemos el alcance de este posible sesgo, pero es lícito pensar que los etólogos españoles están fidedignamente representados en los congresos de la SEE. En caso contrario, este estudio pondría de manifiesto una sobrerrepresentación de grupos de investigación que estudian determinados taxones con respecto a otros. Aunque en los congresos de 2006 y 2008 la representación de primatólogos fue menor (alrededor del 2% de las comunicaciones) que en los congresos anteriores (7%), su participación se recuperó en el último congreso de 2010, y se ha mantenido en estos años en una media del 6%. Aparte del descenso de comunicaciones sobre primates en los congresos de 2006 y 2008, no existen motivos para pensar que algún otro grupo taxonómico no está adecuadamente representado por las comunicaciones a los congresos. En cualquier caso, a pesar de los posibles problemas metodológicos, podemos asumir que las comunicaciones presentadas a los congresos de la SEE representan bien la diversidad de taxones estudiados por los etólogos españoles.

Para estimar la frecuencia en que los diferentes taxones son estudiados, se revisaron los libros de resúmenes de los congresos analizados.

Se leyó el resumen de las comunicaciones y se determinó la especie o especies objeto de estudio. Se agruparon las diferentes especies según su pertenencia a aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces, artrópodos, e invertebrados no artrópodos, de acuerdo con la taxonomía usual. Cuando la comunicación abarcaba varias especies de diferentes taxones, o bien se trataba de un trabajo teórico no asociado a ninguno de estos grupos taxonómicos, tal comunicación no se cuantificó.

Con el fin de conocer la frecuencia en que se estudian los diferentes grupos taxonómicos a nivel internacional, se revisaron los resúmenes de todos los artículos publicados durante el año 2010 en las revistas *Behavioral Ecology*, *Animal Behaviour*, *Behavioral Ecology and Sociobiology* y *Ethology*.

El procedimiento fue el mismo que el descrito para las comunicaciones a los congresos de la SEE. Podemos asumir que las publicaciones en estas revistas representan fidedignamente a los taxones objetos de estudio por los etólogos de todo el mundo (incluidos los españoles).

Resultados

En los últimos seis congresos de la SEE se presentaron un total de 871 comunicaciones válidas para el presente estudio. La mayor parte de las comunicaciones versaron sobre aves (44,1%), seguidas de mamíferos (28,8%; figura 1). De hecho, las dos especies más estudiadas fueron la perdiz (*Alectoris rufa*) con 28 comunicaciones, y el ciervo (*Cervus elaphus*) con 27. Los artrópodos, el grupo animal más abundante, tanto en número de especies como de individuos, sólo fue estudiado en el 14,1% de las comunicaciones. Por tanto, estos resultados confirman la existencia de un sesgo a favor de las aves en los estudios presentados a los congresos de etología. Sin embargo, el patrón encontrado en las publicaciones de las revistas internacionales de etología difirió del encontrado en los congresos nacionales (figura 1). Durante 2010, en las revistas analizadas, aves, mamíferos y artrópodos se repartieron el 79,3% de los estudios (n = 718 artículos). El taxón más veces usado como modelo fueron los artrópodos (28,6%), seguidos de las aves (27,7%; figura 1). Cabe destacar el caso de los peces, cuyo estudio en España parece residual (1,3% de las comunicaciones presentadas), mientras que a nivel internacional mostró una representación diez veces mayor (13,2%). El test de la chi-cuadrado muestra diferencias significativas en la frecuencia en que los distintos taxones son usados como modelos etológicos en los estudios presentados a los congresos de la SEE y en las publicaciones de las revistas internacionales ($\chi^2 = 38,25$; g.l. = 6; $p < 0,001$). Concretamente, el porcentaje de aparición de estudios de aves y de reptiles en los congresos de la SEE fue significativamente mayor que en las revistas internacionales de etología.

En cambio, en los congresos de la SEE hubo menor presencia de estudios sobre artrópodos y sobre peces de lo que suele haber a nivel internacional.

Discusión

El presente estudio pone de manifiesto la existencia de diferencias significativas en la frecuencia en que se estudian los diferentes grupos animales en España, con respecto a la etología internacional. Aunque no podemos descartar completamente que los resultados sean debidos

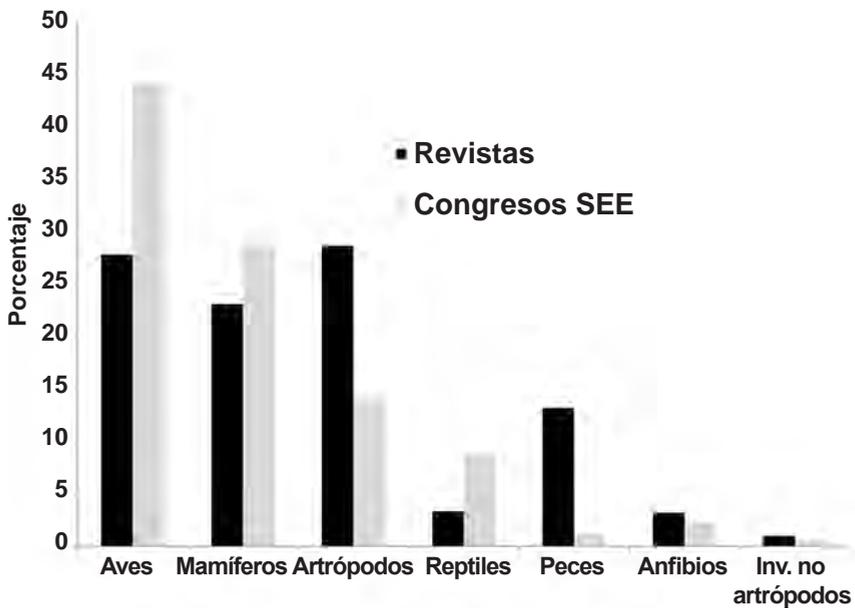


Figura 1. Porcentajes de contribuciones en revistas y congresos según grupos taxonómicos.

a un sesgo en la asistencia a los congresos de los investigadores que trabajan con diferentes taxones, la explicación más plausible parece ser que en España hay un sesgo en la taxonomía de las especies objeto de estudio. Esto probablemente obedece a contingencias históricas, relacionadas con la generación de los diferentes grupos de investigación. Los “padres y madres” de la actual etología española trabajaron principalmente con aves y mamíferos^{2,3} y su trabajo ha servido de base para el presente conglomerado de grupos de investigación en etología que hay en España. El éxito posterior de los nuevos investigadores con determinados taxones, probablemente ha servido para afianzar el estudio de estas especies y no de otras. Los resultados encontrados aquí, por tanto, ponen de manifiesto la existencia de un hueco en la etología de España: en nuestro país estudiamos poco la etología de los artrópodos y de los peces. Las futuras

generaciones de etólogos deben tener esto en cuenta, pues pueden encontrar en estos grupos taxonómicos campos de investigación pobremente explotados. Además, cabe destacar el limitado estudio, en España y en el extranjero, de los invertebrados no artrópodos. Debe destacarse que este grupo incluye a los moluscos, el segundo taxón más abundante en número de especies, y que, al incluir a los cefalópodos, es un grupo sin duda de gran atractivo etológico. En virtud de lo expuesto, sería recomendable que la SEE espolee el estudio de nuevos grupos taxonómicos. Esto ya se viene intentando en los congresos, donde se intenta invitar a conferenciantes que aporten nuevos enfoques de la etología, también con nuevos taxones como modelo de estudio.

Referencias

1. Carranza, J. 1994. El ámbito de estudio de la etología. En: *Etología: Introducción a la ciencia del comportamiento*: 19–24 (Carranza, J., Ed.). Universidad de Extremadura, Cáceres.
2. Guillén-Salazar, F. & Pons-Salvador, G. 2001–2002. El estudio del comportamiento animal en España: una larga historia poco conocida. *Etología*, 19–20: 83–107.
3. Senar, J.C. & Uribe, F. 2008. Historia de la Etología en España: reparando algunos olvidos. *Etología*, 21: 31–39.

Evaluación de la condición física en las aves y su aplicación a los estudios etológicos

C. Núñez Cebrián¹, D. Canestrari² y V. Baglione^{1,3}

¹ Dpto. Ciencias Agroforestales, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 44, 34004, Palencia.

² Unidad Mixta de Investigación en Biodiversidad, Universidad de Oviedo, C. Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n., 33600 Mieres.

³ Instituto Universitario en Gestión Forestal Sostenible, Avda. de Madrid 44, 34004, Palencia.

Resumen

El estado físico de una animal influye sobre su conducta y por lo tanto ha de considerarse en los estudios etológicos. La medición de esta variable, sin embargo, presenta dificultades debidas al gran número de técnicas utilizadas y a la controversia sobre la interpretación de los resultados. En este artículo revisamos los índices de condición física para las aves que son más aplicables a la etología de campo.

Explicar los mecanismos próximos y las causas últimas del comportamiento animal es el principal cometido del ecólogo del comportamiento. La condición física es sin duda una característica determinante a la hora de modular la conducta de un individuo y es por lo tanto una variable a tener en cuenta en los estudios etológicos. Por ejemplo, las collalbas grises (*Oenanthe oenanthe leucorhoa*) en mejores condiciones físicas, cuando migran, eligen atravesar tramos de mar más anchos comparadas con individuos “en baja forma”, que se dirigen a las áreas de tierra firme más cercanas, aunque esto conlleve alargar la ruta (1). En el arrendajo funesto (*Perisoreus infaustus*) los juveniles pueden retardar la dispersión y formar familias estables, compartiendo con sus padres el territorio natal y sus recursos. El hecho de que sólo los individuos en mejores condiciones sean filopátricos indica que “quedarse en casa” es beneficioso y sugiere

una posible rivalidad entre hermanos para posponer la dispersión (2). En *Anelosimus studiosus*, una especie de araña americana, la condición física interacciona con la personalidad individual en determinar la frecuencia de comportamientos sexuales simulados que ocurren antes de que las hembras alcancen la madurez reproductiva. Los machos con fenotipo agresivo y en mejor condición son más propensos a exhibir esta conducta, cuya frecuencia sin embargo es independiente de la condición física en los machos “dóciles” (3). En las aves, la condición física además influye notablemente sobre el comportamiento petitorio de los pollos en el nido (ej. 4) o sobre las características de las vocalizaciones de los adultos (5).

Medir la condición física puede también ser importante para evaluar los beneficios que aportan determinadas conductas y ayudar de este modo a comprender su función adaptativa. La reproducción cooperativa, en la que hay individuos llamados ayudantes que colaboran en la cría de los hijos de otros individuos, proporcionando alimento y protección (6), es un sistema social que todavía desafía a los biólogos evolutivos. En particular, en los vertebrados, donde la cooperación se desarrolla generalmente entre individuos emparentados, los beneficios que obtienen los ayudantes en términos de eficacia biológica indirecta parecen ser demasiado pequeños como para compensar el coste de posponer la reproducción propia (7). Este hecho pone en duda la acción de la selección por parentesco (8) en la evolución del comportamiento de ayuda. Sin embargo, estudios recientes (9,10) han demostrado que la presencia de ayudantes aumenta significativamente la condición física de los pollos y posiblemente su supervivencia. Ignorar este efecto “cualitativo” conlleva una infravaloración de la eficacia biológica de los ayudantes que impide un contraste correcto de la ecuación de Hamilton sobre la evolución del comportamiento de cooperación en la cría.

Una vez destacada la importancia de conocer la condición física individual en estudios etológicos, cabe ahora reseñar las dificultades que comporta su medición. Existen multitud de medidas en literatura, pero hay mucha controversia sobre cuáles son las más fiables y sobre su grado de repetibilidad (un índice con elevada repetibilidad proporciona información sobre la “calidad” del individuo a largo plazo, mientras que un índice con baja repetibilidad refleja la condición física en un determinado momento). La elección debe basarse en los objetivos concretos de la investigación y las características de la especie de estudio. Por ello hemos considerado interesante llevar a cabo esta revisión, con la intención de proporcionar un primer acercamiento a este amplio tema que, sin pretensiones de ser

exhaustivo, pueda ser un punto de partida para los etólogos que quieran aplicar medidas de condición física en su investigación. El trabajo se centra en las aves, al ser uno de los modelos más utilizados en los estudios de comportamiento animal. Además, nos limitaremos a los métodos que no impliquen el sacrificio de los individuos estudiados y que por lo tanto, y al margen de cualquier consideración ética, son de mayor utilidad para el etólogo. Sin embargo, es preciso mencionar que los análisis *post mortem* proporcionan la información más completa sobre la composición de un organismo (e.g. composición y cantidad de reservas nutricionales, estado de los tejidos, etc.) y pueden ser importantes, en algunos casos, para validar otros índices de condición físicas no invasivos (11).

1. Respuesta Inmune

El rendimiento del sistema inmune está relacionado con la supervivencia y la capacidad reproductora en las aves, por lo que su eficiencia parece una buena forma de conocer el estado físico de un individuo (10).

Los leucocitos, que en las aves comprenden heterófilos y linfocitos, son los glóbulos blancos de la sangre y los responsables de la respuesta inmune del organismo. El sistema inmune de las aves consta de un componente innato, en el que intervienen los heterófilos, y uno específico (o adquirido) mediado por linfocitos T y B (12). El sistema innato responde de forma inmediata pero no específica a muchos agentes patógenos, representando una primera línea de defensa que no confiere inmunidad a largo plazo. La inmunidad adquirida, sin embargo, es capaz de producir una "memoria inmunológica" que proporciona una defensa mejorada en sucesivos encuentros con ese mismo patógeno.

La utilidad de índices basados en el simple recuento de leucocitos es bastante dudosa. Masello et al. (13) encontraron que los pollos salvajes de loro barranquero *Cyanoliseus patagonus* en mejor estado tenían niveles más altos de heterófilos, y la correlación entre condición y la ratio heterófilos/linfocitos (H/L) fue positiva. Además, el número total de leucocitos en relación a los eritrocitos era mayor en pollos mejor alimentados. Sin embargo, Quillfeldt et al. (14) observaron que el incremento de la ratio H/L en pollos de petrel paloma de pico fino (*Pachyptila belcheri*) durante el primer año dependía más de la edad que de la condición. Al margen

de estos resultados contrastantes, el recuento de leucocitos es objetivamente difícil de interpretar. Por ejemplo, un número elevado de leucocitos puede indicar que el individuo es inmunocompetente o que está enfermo y que tiene que responder a una infección (15). De la misma manera, un número bajo de leucocitos puede representar tanto a un organismo inmunodeficiente, como a uno sano que no está experimentando ningún tipo de infección.

Un método muy extendido y más objetivo para medir la función inmune se basa en inyectar intradérmicamente, en el centro del patagio alar, fitohemaglutinina-P (PHA) disuelta en solución salina fisiológica (PBS). La PHA es un mitógeno que estimula la respuesta de proliferación de los linfocitos T circulantes (16). Se mide el grosor del patagio alar en el lugar de la inyección antes de la inyección y 24 horas después. La respuesta inmune se calcula como la hinchazón del patagio alar, es decir, el grosor postinyección menos el preinyección (17). Algunos autores inyectan también en el patagio alar del otro ala una cantidad equivalente de solución salina fisiológica (control), y calculan la respuesta inmune como la diferencia de grosor del patagio entre las dos alas a las 24 horas.

Pese a que el uso de la PHA está muy aceptado, existen algunas críticas basadas en el incompleto entendimiento de los procesos fisiológicos que esta técnica desencadena en las aves. El efecto de la PHA sobre la respuesta inmune adquirida parece ampliamente demostrado. Tella et al. (18), por ejemplo, encontraron una mayor respuesta inmune tras una segunda inyección con PHA, lo cual indica la naturaleza adquirida de la respuesta. Sin embargo, Martin et al. (19) descubrieron que a la zona inyectada con PHA acuden células inmunes de diversos tipos, cuya abundancia varía a lo largo del tiempo, indicando que la hinchazón del patagio conlleva la acción tanto del sistema inmunitario adquirido como del innato. Sarv & Horak (20) confirman estos datos al detectar un aumento de la concentración de heterófilos en sangre periférica durante los 30 días posteriores a la inyección de PHA en verderón común (*Carduelis chloris*), por lo que advierten de la necesidad de tener en cuenta los efectos fisiológicos a largo plazo de esta técnica. En definitiva, la PHA no desencadena una sola y claramente identificable respuesta inmunitaria, sino una combinación de respuestas que no es fácil de interpretar.

Recientemente han surgido nuevas técnicas para evaluar, en las aves, la respuesta inmunológica innata. El sistema inmunitario innato está menos sujeto a variaciones ambientales, nutricionales o a los niveles de

estrés que el sistema adquirido, y por lo tanto es un buen indicador de inmunocompetencia. Además, refleja la acción de los genes ligados a la producción de anticuerpos naturales, que están sujetos a selección natural (21) y por ello es de máximo interés en “ecología inmunitaria”, una nueva rama de la ecología en fuerte expansión. Matson et al. (22) presentan un ensayo de hemólisis y hemoaglutinación muy válido para caracterizar este componente del sistema inmunológico. Millet et al. (23) añaden a este ensayo tres ulteriores técnicas que en su conjunto proporcionan una herramienta válida para estudios comparativos entre especies. Lo más atractivo de estas técnicas es que se llevan a cabo con una única muestra de sangre, por lo que no es necesario recapturar a los individuos o mantenerlos en cautividad durante un período de tiempo. También hay que destacar que el ensayo de hemólisis y hemoaglutinación en pollos es muy poco sensible a la acción de las inmunoglobulinas Y, de herencia materna, cuya presencia depende de la inversión femenina en la puesta y por lo tanto no es indicativa de la calidad de la respuesta inmunitaria del pollo muestreado (22).

2. Estrés

Se define estrés como una reacción fisiológica de defensa del organismo para afrontar una situación que se percibe como amenazante o de demanda incrementada (24). Según Mostl & Palme (25), “estresor” es cualquier estímulo ambiental que provoca un desequilibrio homeostático. Como respuesta a factores causantes de estrés se produce una reacción de alarma, durante la cual se activa el sistema nervioso autónomo produciéndose adrenalina y noradrenalina en la médula adrenal y glucocorticoides (corticosterona y cortisol) en la corteza adrenal (26).

El estrés es una respuesta natural y necesaria para la supervivencia, pues los glucocorticoides liberados provocan la movilización de la energía metabólica necesaria para actuar frente al estresor (27). Sin embargo, el estrés crónico que provoca elevadas concentraciones de cortisol/corticosterona mantenidas en el tiempo, puede tener efectos adversos, con disminución de la respuesta inmune (19) y de la resistencia a enfermedades, y una condición corporal baja tanto en aves (19) como en peces (28) y en mamíferos (29,30).

La corticosterona es la principal hormona de estrés en aves (19) y gobierna la cascada de efectos hormonales que, en conjunto, define el llamado “estado fisiológico de emergencia”. En aves, la concentración de corticosterona en el plasma sanguíneo es un indicador fiable de estrés (31). Sin embargo, la extracción de sangre implica la manipulación del individuo, con la consiguiente secreción de corticosterona tras unos minutos (32), por lo que es complicado discernir entre la cantidad de hormona secretada debida al estrés habitual, de la debida a la manipulación.

Según un estudio de Dehnhard et al. (33) en *Gallus domesticus*, la concentración de los metabolitos de glucocorticoides fecales corresponde a los cambios en los niveles de la hormona biológicamente activa en plasma. El pico de metabolitos fecales sigue al del plasma sanguíneo con un retraso de $3,5 \pm 1,1$ h., por lo que el análisis no invasivo de glucocorticoides presentes en heces podría considerarse como un método muy eficaz para evaluar el estrés. La concentración de metabolitos de cortisol en heces refleja la cantidad total excretada de los mismos, por lo que es una estimación del cortisol producido mejor que la concentración en sangre, la cual varía rápidamente (25). Puesto que ni el cortisol ni la corticosterona están presentes en las heces de muchas especies, es necesario medir sus metabolitos mediante inmunoensayos enzimáticos (EIA) (30). Sin embargo, dada la variación interespecífica de los metabolitos de glucocorticoides excretados, es recomendable tener especial cuidado al elegir el anticuerpo con el que detectar los glucocorticoides (34).

Los metabolitos del cortisol (30) y el tiempo de permanencia de los mismos en las heces son especie–específicos (25), con lo que habrá que validar el método de medida de los metabolitos de forma tanto analítica como fisiológica (asegurándose de que la concentración de cortisol en sangre y de sus metabolitos en heces estén correlacionadas), antes de proceder al estudio de las muestras. Detalles sobre la metodología para la detección en heces de metabolitos de corticosterona se encuentran por ejemplo en Stoewe et al. (35). Hay que destacar la necesidad de congelar las muestras a -20°C hasta su análisis, para evitar cambios en la composición debidos a la acción bacteriana. Otras técnicas para detectar niveles de estrés en un individuo son las que interpretan cambios en la estructura y peso de órganos linfoides/sistema linforreticular (timo, bazo y bolsa de Fabricio) (36), aunque su carácter invasivo las hace poco útiles para estudios etológicos.

Una técnica innovadora y muy prometedora de medición de los niveles de corticosterona en las plumas ha sido recientemente desarrollada por Bortolotti et al. (37). Esta medida presenta la ventaja de estimar los niveles de estrés experimentados por el individuo en el medio–largo plazo, permitiendo así estudiar tanto las respuestas a perturbaciones ambientales durante tiempos más dilatados, como las variaciones de los niveles de la hormona debidas a los ciclos vitales. Además, ya que el crecimiento de las plumas puede provocarse en cualquier momento mediante extracción de una pluma preexistente, el método es muy conveniente para la experimentación de campo y de laboratorio. Esta técnica, por lo tanto, podría aportar importantes avances en el campo de los estudios ornitológicos.

3. Hematocrito

El hematocrito es el porcentaje de volumen sanguíneo ocupado por glóbulos rojos (38,39). Sanchez–Guzman et al. (40) afirman que el hematocrito es sensible a variaciones de la condición corporal, ya que responde a la pérdida de masa por movilización de reserva de grasas. Sin embargo, Amat et al. (41) no encontraron relación entre el hematocrito y la condición nutricional en pollos de flamenco común (*Phoenicopterus roseus*), aunque sí observaron una relación positiva con la edad de los pollos, debida al aumento la demanda de O₂ durante el desarrollo. Previamente, Dawson & Bortolotti (42), en un estudio en pollos de cernícalo americano (*Falco sparverius*), ya afirmaban que el hematocrito no es un indicador robusto del estado nutricional ni de la condición. En la misma línea, Cuervo et al. (38) muestran que el hematocrito en la golondrina no se caracteriza por una elevada varianza residual (es decir, ambiental) comparado con índices de masa relativa al tamaño corporal y por lo tanto debe de estar débilmente asociado a la condición física. Fair et al. (43), en una extensa revisión de 300 artículos que aportan datos de hematocrito, identifican numerosos factores que afectan a esta medida, como sexo, edad, altitud geográfica, parasitismo, estado nutricional y genética, y advierten de la necesidad de controlar por todos ellos para estimar la condición física de los individuos muestreados. En Apéndice I se presentan algunos datos de hematocrito en una población cooperativa de corneja negra del norte de España y se discute su interés a la hora de evaluar la condición física de los pollos volanderos.

4. Tasa de sedimentación, óxido nítrico, fosfatasa alcalina y carotenoides

La tasa de sedimentación es la distancia que recorren los glóbulos rojos en una hora en una muestra de sangre a medida que se depositan en el fondo de un tubo de microcapilar. Aumenta durante enfermedades infecciosas e inflamatorias debido a las grandes cantidades de fibrinógeno (proteína plasmática implicada en la coagulación de la sangre) y globulinas circulante en sangre (39) y se puede utilizar por lo tanto para estimar el estado de salud de un ave (44)

El óxido nítrico (NO) es un neurotransmisor, vasodilatador y modulador de procesos inflamatorios. También participa en la muerte de parásitos, células infectadas con virus y células tumorales formando peroxinitrito, uno de los iniciadores más importantes del daño celular que ocasionan los radicales libres (45). El estado de salud individual se pueden estimar determinando la producción de NO mediante una prueba espectrofotométrica simple y precisa a partir de 5–10 µl de plasma (45). Como la vida media del NO es de unos pocos segundos en tejidos biológicos, el método consiste en estimar la concentración de nitrato (NO₃⁻) y nitrito (NO₂⁻) que son los productos estables de la oxidación de NO. Tras la adición de la sangre in vitro, el nitrato es estable durante 24 horas y el nitrito 2 horas. Según Sild & Horak (45) este método es fácil de aplicar en estudios de campo, y sirve también para evaluar la magnitud de la respuesta inmune innata, la patogenicidad de las infecciones y el esfuerzo físico.

Villegas et al. (46) encontraron que la condición física en pollos de buitre negro (*Aegypius monachus*) se correlacionaba con los niveles de fosfatasas alcalinas plasmáticas. La fosfatasa alcalina es una enzima que cataliza la liberación de fosfato inorgánico, relacionada por tanto con el crecimiento de los huesos (47). Así, la fosfatasa alcalina incrementa en sangre cuando el individuo tiene alguna enfermedad de los huesos (48), mientras que la disminución de su concentración puede indicar fallos en la función hepática (49).

Los carotenoides son pigmentos que sólo pueden obtenerse a través de la dieta y reflejan la eficiencia forrajeadora, pero también se relacionan con la resistencia a enfermedades y la condición corporal (16). La presencia de carotenoides en las aves se mide a partir de su concentración en el plasma sanguíneo (50). Muchas aves emplean los carotenoides en la

coloración de sus ornamentos por lo que se ha hipotizado un compromiso (*trade off*) en el uso de estos pigmentos entre la función ornamental y la fisiológica (51). Sin embargo, hay que recordar que algunos estudios (16,52) no encuentran correlación entre el suplemento dietético basado en carotenoides y la respuesta inmune y por lo tanto cuestionan dicho compromiso.

5. Masa corporal

En general, una mayor masa corporal se interpreta como índice de mejor condición física porque indica, presumiblemente, la disponibilidad de reservas de nutrientes que permiten hacer frente a situaciones de elevada demanda. Sin embargo, una reducción de la masa puede ser adaptativa en condiciones de elevado riesgo de depredación porque mejora la respuesta de huida de un individuo (53). Esta hipótesis es debatida, ya que la pérdida de peso en condiciones de alta depredación puede ser una mera consecuencia de un elevado nivel de estrés o de una reducción de la tasa de ingesta de alimento debido a una mayor inversión en vigilancia. En este sentido, Perez-Tris et al. (54) demostraron experimentalmente que las lagartijas colilargas *Psammodromus algirus* no mejoraban sus prestaciones locomotoras con la pérdida de peso, sino que dicha pérdida más bien representaba el coste de su estrategia de defensa contra los depredadores. Otros estudios, sin embargo, prueban que la pérdida de peso puede ser una respuesta adaptativa eficaz en determinadas condiciones. Senar et al. (55), por ejemplo, aumentaron experimentalmente el coste del vuelo en carboneros comunes *Parus major* (pegando entre sí y de forma reversible tres plumas rémiges) y observaron como éstos disminuían la masa corporal. Al disponer las aves de alimento *ad libitum*, esta disminución había de interpretarse como una estrategia para reducir el gasto energético más que una consecuencia del incremento del coste del vuelo. La equivalencia elevada masa = buena condición, por lo tanto, no debería de asumirse a priori para cualquier modelo de estudio, sino que debería de probarse para cada especie en diferentes condiciones ecológicas.

Existe amplio consenso, además, en que el peso por sí solo no puede ser un buen indicador de condición física, ya que las variaciones entre individuos no dependen sólo de las reservas de nutrientes

que pueden ser utilizadas para hacer frente a la demanda de energía⁽¹¹⁾, sino también de las diferencias en tamaño estructural (pero ver Labocha & Hayes, ⁵⁶). Sin embargo, existe bastante desacuerdo sobre como corregir las medidas de masa (e.g. Van der Meer & Piersma, ⁵⁷). El método más extendido es el de utilizar los residuos de la regresión lineal de la masa sobre la talla (e.g. longitud total del cuerpo, del tarso, del pico del ala o de la cola). De esta forma, los individuos que gozan de mejor condición física tienen residuo positivo, mientras que los individuos más débiles tienen residuo negativo. Green (⁵⁸) critica el uso extendido de los residuos de una regresión lineal basada en mínimos cuadrados (*Ordinary Least Squares Regresión*, OLS) de la masa corporal sobre una medida lineal de tamaño (*Body Size Indicator*, BSI) como índice de condición física porque las asunciones que están en la base de este método probablemente son violadas en la mayoría, si no en todos los estudios (por ejemplo que la relación entre la masa y BSI sea lineal, que la longitud de BSI sea una fiel estimación del tamaño estructural o que la longitud del BSI sea estrictamente independiente de la masa). Por lo tanto, Green (⁵⁸) aconseja calcular los índices residuales de condición con métodos no paramétricos.

Peig & Green (⁵⁹) también ponen de manifiesto que es crucial encontrar un índice de condición capaz de separar los efectos del tamaño estructural del “capital” de energía acumulada en el cuerpo por efecto del forrajeo, que se asume es el verdadero indicador del estado de salud del animal y tiene importantes consecuencias sobre su supervivencia y eficacia biológica. A partir de la postura de Green (⁵⁸) acerca del uso de los residuos de una regresión lineal entre masa y tamaño, Peig & Green (⁵⁹) proponen un nuevo indicador, denominado *scaled mass index*. En este índice, el exponente alométrico de la ecuación que relaciona masa y tamaño se calcula aplicando una *standardised Major Axis Regression* (SMA) en vez de OLS, obteniendo medidas que se correlacionan mejor con indicadores objetivos de estado nutricional. Sin embargo, Schulte–Hostedde et al. (⁶⁰) “rehabilitan” el uso de OLS residuos y, basándose en simulaciones estadísticas, afirman que no hay razones para descartarlos como índices de condición física. Recientemente, Labocha & Hayes (⁵⁶) parecen incluso demostrar que la masa corporal por si sola es un índice tan válido para estimar las reservas nutricionales individuales como los que se basan en residuos de regresión. Lo que reflejan estas posiciones encontradas es la falta de un método ideal y universal, y ponen de manifiesto el hecho de

que la estima de la condición física individual sigue siendo un desafío para los ecólogos. Ante este escenario, es recomendable un uso cauteloso de cualquier medida, especialmente si ésta no ha podido ser validada con datos objetivos de composición corporal (59,56).

6. Estado nutricional

Una alternativa al uso de índices basados en la masa total es cuantificar directamente las reservas lipídicas y proteicas, diferenciándolas del resto de la masa corporal. Puesto que dichas reservas son las que se relacionan con la capacidad del individuo para afrontar sus necesidades energéticas, de crecimiento y de reproducción, este enfoque es sin duda válido para evaluar la condición física en el corto plazo. Métodos basados en los principios de la conductancia electromagnética o ultrasónica han sido aplicados en este sentido, y se fundamentan sobre el principio de que la transmisión de las ondas a través de los tejidos del organismo está correlacionada con sus componentes estructurales, los lípidos y el grosor de los músculos. La medida de la conductividad corporal total (*Total Body Electrical Conductivity*, TOBEC) se basa en el comportamiento de un campo magnético al registrar la presencia de iones en tejidos hidratados y se aplica al cuerpo entero del animal. La conductancia ultrasónica en cambio se aplica a tejidos específicos, principalmente musculares, y permite evaluar la condición proteica del animal. Estas técnicas se usan normalmente en laboratorio y por lo tanto tienen escasa aplicabilidad para los estudios con animales silvestres. Además no está muy claro si el aumento de la precisión de las medidas, comparándolas con métodos mucho más sencillos (ver abajo), compensa su coste y justifica el estrés provocado a los animales (61). A continuación analizaremos por lo tanto la aplicación de sencillos índices visuales para estimar las reservas de lípidos y grasas en las aves.

6.1 Lípidos

Los lípidos son la fuente primaria de “combustible” para actividades energéticamente costosas como el vuelo. Por esto, las medidas de grasa corporal son muy importantes por ejemplo en estudios de migración en las aves. Además, las reservas de grasa son cruciales durante el invierno

y la época reproductora y determinan en gran medida la supervivencia y el éxito de cría en muchas especies (62). Los métodos más accesibles se basan en la estimación visual de la grasa subcutánea. Dunn (63) y Moore & Kerlinger (64) la miden en la concavidad de la fúrcula, aplicando un índice con seis categorías. Salewski et al. (65) y Seewagen (62) parece confirmar que estos métodos son suficientemente fiables como para justificar su uso en estudios de campo. En el caso de muchas aves acuáticas, además, el perfil abdominal es también un indicador de las reservas de grasa, de forma que es posible categorizar a los individuos en función de la forma del su contorno (66). Un factor a tener en cuenta al usar estimaciones visuales es que la medida resultante es de tipo categórico y por lo tanto ha de ser analizada necesariamente mediante estadística no paramétrica. También hay que destacar la importancia de la experiencia de los observadores para la toma de este tipo de medidas, con el fin de minimizar la variabilidad que pueda haber entre ellos y que, de forma general, aumenta al aumentar de número de categorías utilizadas (11). Existen métodos más precisos de estimación del contenido de grasa, pero son invasivos e implican el sacrificio de los especímenes, y son por lo tanto de limitado interés para el etólogo. Modernas técnicas no invasivas (*Heavy Water Dilution*, *Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA)*, *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*) (67,68,69) son también muy fiables pero mantienen costes prohibitivos en muchos casos.

6.2 Grosor del paquete muscular pectoral

Gosler (70,71) propone medir la cantidad de reservas proteicas de un ave en función del grosor y la forma de sus músculos pectorales, que representan alrededor del 25–30% de la masa corporal total en aves voladoras. El índice, cualitativo, varía entre 0 y 2 y se basa en la prominencia de la quilla del esternón (0 = prominente, 1 = detectable, 2 = débilmente detectable) y la forma del paquete muscular (desde marcadamente cóncavo hasta convexo). Gosler (71), encuentra que este simple índice está correlacionado negativamente con el número de plumas cobertoras del ala que no son sustituidas durante la muda post–juvenil en los carboneros comunes. El número de estas plumas “persistentes” por lo tanto podría representar también un índice del déficit proteico que sufre el individuo, siendo por lo tanto un indicador válido de calidad. Sin embargo, este resultado ha de interpretarse con cautela porqué Carrascal et al. (72) no encontraron co-

relación entre masa muscular pectoral de los carboneros (medida con un aparato Krautkrämer ultrasónico) y la tasa diaria de crecimiento de plumas, inducida experimentalmente tras extracción de la quinta rémige primaria de cada ala. En este mismo trabajo, los investigadores encontraron también que los individuos más dominantes mantenían mayores reservas proteicas que los subordinados, un patrón que contrasta con lo observado para las reservas de lípidos, que generalmente son mayores en individuos de bajo rango jerárquico (e.g. Gosler ⁷³). Esto indica una diferencia en los procesos de almacenamiento de estos dos tipos de reservas, ya que los lípidos son generados y utilizados en el corto plazo, como respuesta a necesidades inmediatas, mientras que las proteínas se acumulan cuando hay acceso a recursos tróficos de alta calidad. Los dominantes monopolizan las mejores fuentes de comida y así consiguen mayores reservas proteicas, mientras que los subordinados, cuyo acceso al alimento es más limitado y menos predecible, acumulan reservas de grasa para poder hacer frente a períodos de baja disponibilidad trófica, pero incurriendo en los costes que esta estrategia conlleva (diminuida movilidad y consiguiente aumento del riesgo de depredación) (⁷²). Este trabajo pone claramente de manifiesto como reservas de diferentes tipos de cumplen diferentes funciones que han de tenerse en cuenta a la hora de evaluar la condición física individual.

7. Ptilocronología

La ptilocronología es el estudio de la tasa de crecimiento de las plumas mediante la anchura de sus barras, que están formadas por un acumulo de queratina depositado a lo largo de 24 horas (⁷⁴). Durante la noche se deposita una banda de color más claro que durante el día, provocando una alternancia de claro/oscuro que permite delimitar el crecimiento diario de la pluma. Está ampliamente demostrado que las barras más anchas se asocian con crecimiento más rápido y mejor condición nutricional (⁷⁵). El uso de las barras de crecimiento de las plumas de las aves ofrece la ventaja de poder valorar la condición física de un ave a lo largo de un período relativamente largo (correspondiente al tiempo de crecimiento de la plumas), contrariamente a muchos otros indicadores (ej. acumulación de lípidos) que pueden variar en tiempos muy cortos y por lo tanto estiman la condición corporal en un momento muy puntual.

La aplicación del método se basa generalmente en la extracción de una pluma del ave (normalmente una rectoriz que no afecte al vuelo de forma substancial) y la posterior recaptura del individuo cuando la pluma nueva está totalmente regenerada. El índice de condición se estimará a partir del grosor medio de 10 barras de crecimiento de la pluma nueva. El método permite hacer coincidir la medición con la época en la que interesa conocer el estado físico del ave, favoreciendo el trabajo del investigador. La ptilocronología no está exenta de problemas y limitaciones pero es una técnica poco invasiva que puede ser de gran utilidad. Para una revisión más extensa véase el artículo de Domènech & Senar (76).

8. Reflectancia del UV

Se asume que la coloración del plumaje de las aves es costosa y que por lo tanto es indicadora de la condición física individual porque sólo los individuos en mejores condiciones pueden mantener colores intensos (77,78,79,80). Varios estudios demuestran que los colores basados en el contenido en carotenoides (amarillo, naranja, rojo) se correlacionan con bajo grado de infección por parásitos (81,82) y con un sistema inmunitario eficiente (83,84). Sin embargo, las causas de las variaciones de colores “estructurales”, determinados por la reflectancia UV y ligadas a la microestructura de las plumas (azul, verde, violeta) son más controvertidas. En teoría, dado que la formación de las plumas es un proceso largo y fisiológicamente costoso, sólo los individuos en mejor condición pueden producir plumas con microestructura regular, que se traslada en colores más saturados. Jacot & Kempenaers (85) lo han demostrado en polluelos de herrerillo común (*Parus caeruleus*), donde los machos criados en polladas experimentalmente reducidas mostraban una mayor reflectancia UV de los colores azules del plumaje con respecto a los machos de polladas que habían sido aumentadas. Siefferman et al. (75) también encontraron que las plumas de la cola de urracas azulejo (*Aphelocoma coerulescens*) en mejor condición durante el crecimiento (medido por la anchura de la barra de crecimiento) tenían mayor croma UV que aquéllas de aves en peor condición, sugiriendo que la ornamentación es dependiente de la condición y podría transmitir información honesta sobre la calidad individual en ambos sexos.

Para detalles sobre las medidas de reflectancia UV véase por ejemplo Jacot & Kempenaers (85) y Siefferman et al. (75). Quesada & Senar (86) encontraron que no había diferencias en las medidas de brillo, croma (matiz) y tono tomadas directamente sobre el ave (*Parus major*) en el campo, o sobre plumas recogidas y llevadas después al laboratorio, demostrando que ambas técnicas son fiables.

9. Asimetría fluctuante

La asimetría fluctuante (AF) refleja desviaciones de la simetría perfecta que pueden provenir de la incapacidad de los individuos para llevar a cabo un desarrollo idéntico de los rasgos bilaterales en ambos lados del cuerpo. Mide la falta de homeostasis en el crecimiento que puede ser debida a factores genéticos o ambientales (87). Entre los genéticos están la pérdida de variación genética (87), la homocigosis, la selección direccional, la hibridación (88) y las mutaciones (89). Los factores ambientales pueden ser muy variados, y entre ellos se han considerado la densidad de población (90) y los parásitos (38). Inicialmente, AF ha sido propuesta para medidas a nivel de poblaciones de la inestabilidad del desarrollo (*Developmental Inestability*, o DI, entendida como la sensibilidad de un sistema en desarrollo a perturbaciones aleatorias). Sin embargo, AF es también considerada como una medida de calidad a nivel individual, dentro de las poblaciones.

Existen varios índices de AF (revisados por Cuervo, 91), pero en la mayoría de los casos en los que se estudia la asimetría a nivel individual se utiliza el valor absoluto de las diferencias del carácter en cuestión entre los dos lados del cuerpo. Sin embargo, existen algunos inconvenientes en relación a la medición de AF ligados, por ejemplo el hecho de que las variaciones que se registran son normalmente muy pequeñas (1% del tamaño del carácter), lo cual obliga a repetir las mediciones (idealmente con días de separación) para distinguir entre lo que es un error de la medida y la verdadera asimetría. También hay que tener en cuenta que las diferencias entre las mediciones del carácter del lado derecho e izquierdo, considerando el signo, deben mostrar una distribución de frecuencia normal entorno a una media de cero. Si esta condición no se cumple, podríamos encontrarnos en las siguientes circunstancias: i) las

unidades de medida son grandes en relación a la asimetría por lo que la distribución suele ser leptocúrtica (el pico de la distribución estrecho y colas largas). Este puede ser un problema menor, ya que algunos autores han demostrado que una distribución leptocúrtica puede reflejar una verdadera AF; ii) ha actuado la selección natural produciendo una mortalidad diferencial de los individuos. Como resultado la distribución es platicúrtica (también llamada antisimetría, en la que el pico es ancho y las colas cortas) o incluso bimodal. En este segundo supuesto, las medidas de asimetría no reflejarían una verdadera AF y no podrían considerarse un fiel indicador de calidad individual.

Dicho todo esto, hay que destacar que Knierim et al. (92) en una reciente revisión sobre los estudios que aplican la AF como índice de condición señalan que sólo una moderada proporción de estudios avala la correlación entre una elevada AF y una baja condición. Aunque AF sea sin duda una medida interesante de bienestar individual, permanecen muchas dudas acerca de su origen y de su sensibilidad a diferentes tipos de perturbaciones. Las muchas inconsistencias metodológicas que han marcado el estudio de AF suponen también un escollo a la hora de interpretar los datos disponibles, de forma que se recomienda cautela en el uso de este índice a la espera de ulteriores investigaciones.

10. Caracteres señal comportamentales

Como hemos visto anteriormente, individuos con mayor expresión de caracteres costosos, como la coloración roja debida a la presencia de carotenoides, pueden estar señalando su condición física a las hembras para conseguir un mayor número de cópulas. Se ha sugerido también que algunos tipos de comportamiento cumplen la misma función, especialmente si forman parte del cortejo sexual (e.g. Simmons, 93), y por lo tanto pueden ser utilizados para evaluar la condición física. Es importante, en este caso, validar preliminarmente las asunciones, evaluando por un lado el coste real del comportamiento y, por otro, correlacionando su frecuencia individual con otros índices fiables de condición física.

11. Carga parasitaria

Una baja condición física suele exponer a una mayor probabilidad de infección por parásitos, que a su vez debilitan ulteriormente el organismo^(94,95). La evaluación de la carga parasitaria individual debería por lo tanto proporcionar información relevante acerca del estado de salud. Sin embargo, el estudio del parasitismo en aves silvestres todavía tiene algunas limitaciones importantes. En primer lugar, el conocimiento taxonómico de los parásitos aviares es todavía muy incompleto Clayton & Moore⁽⁹⁴⁾ consideran que la mayoría de ellos todavía está por descubrir). En segundo lugar, no es fácil establecer los costes que un parásito impone a su hospedador. Dichos costes pueden incluir la pérdida de recursos directamente utilizados por el parásito, la competición con el parásito por los recursos, la energía empleada en las defensas (ej. respuesta inmune), el daño directo causado a los tejidos y la energía necesaria para repararlos, y las anomalías en el desarrollo. La dificultad en identificar estos costes puede derivar del hecho de que éstos son pequeños o tolerables, de forma que el hospedador no manifiesta signos aparentes de enfermedad. Además, incluso un alto coste puede pasar inadvertido por meras cuestiones metodológicas, si por ejemplo los datos son recogidos en un contexto o en un momento inadecuado, si los parámetros examinados no son los relevantes o si los efectos del parásito ocurren a una escala temporal más larga de la utilizada en el estudio⁽⁹⁶⁾. Otro problema radica en la acción de factores externos, como la depredación, que aumenta la mortandad de individuos infectados, enmascarando los efectos netos de los parásitos. Estudios recientes, además, están poniendo en evidencia unas complejas interrelaciones entre rasgos comportamentales y probabilidad de infección. Dunn et al.⁽⁹⁷⁾, por ejemplo, encontraron una correlación positiva entre la tasa de infección por malaria aviar (ver más abajo) y la capacidad de desarrollar técnicas de forrajeo innovadoras en machos de carboneros comunes. En las hembras, al contrario, la tasa de infección aumentaba en función de la actividad exploratoria. Determinar la relación causal en estas correlaciones, sin embargo, es difícil. Garamszegi et al.⁽⁹⁸⁾, tras un análisis filogenético de más de 90 especies, también sugieren que una mayor tasa de innovación expone los individuos a un mayor riesgo de infección, aunque no está claro si esto es una consecuencia directa del comportamiento o es debido a la heterogeneidad de los hábitat que ocupan

las especies oportunistas (y más innovadoras), que expone al contacto con un mayor número de parásitos. De cualquier forma, está claro que la infección por parásitos responde a un gran número de variables, que han de tenerse en cuenta a la hora de sacar conclusiones sobre la condición física individual.

El estudio del parasitismo en aves está experimentando un fuerte avance en estos últimos años, debido tanto al interés aplicado, como a las implicaciones evolutivas que comporta, por ejemplo en temas de selección sexual o co-evolución. Aun teniendo en cuenta las limitaciones que acabamos de exponer, puede resultar interesante reseñar brevemente los principales parásitos de las aves, que se pueden clasificar en los siguientes grandes grupos: virus, protozoos, helmintos y artrópodos.

Entre los virus más estudiados está Virus del Oeste del Nilo (*West Nile Virus*), que es transmitido por un mosquito, ampliamente distribuido en África, Asia, Oceanía y Sur de Europa y que ha sido introducido recientemente en Norte América ⁽⁹⁹⁾. Para detectarlo, se toman muestras de la cloaca, la pulpa vascular de las plumas de vuelo (rectrices y rémiges), del bazo y del riñón, a partir de carcasas fresca ⁽¹⁰⁰⁾. Los efectos de la infección son a menudo fatales en poblaciones de aves que no han estado en contacto previamente con este virus, que sin embargo muestra menos virulencia en poblaciones con las que ha co-evolucionado.

Entre los protozoos, destacan dos grandes grupos: el primero está representado por los géneros *Plasmodium*, *Haemoproteus* y *Leucocytozoon*, todos ellos parásitos de la sangre responsables de la malaria aviar ⁽¹⁰¹⁾. Los efectos varían en función de las especies, incluyendo síntomas evidentes durante las fases de elevada infección y ensanchamientos del bazo y del hígado. La mortandad puede ser elevada, pero los efectos patógenos de muchas especies es todavía poco conocido. Los métodos diagnósticos moleculares, basados en PCRs a partir de muestras sanguíneas, parecen ser bastante más fiables y precisos que los análisis al microscopio ⁽¹⁰¹⁾. El segundo gran grupo de protozoos es el de los coccidios, que son en su mayoría parásitos intracelulares del tejido intestinal de las aves. Destacan por importancia el género *Eimeria* e *Isospora* que pueden provocar severas infecciones con diarreas hemorrágicas debidas a su acción intestinal. El diagnóstico se suele llevar acabo localizando al microscopio los oocitos en muestras de excrementos ⁽¹⁰²⁾.

Entre los helmintos, los cestodos (gusanos planos) tienen una amplia distribución y afectan a un amplio abanico de hospedadores. La condición

física del individuo puede verse muy mermada por la infección de cestodos, que en algunos casos puede resultar fatal. El diagnóstico se realiza a partir del análisis microscópico de las heces, buscando los huevos o las proglótides de los adultos. Los nematodos (gusanos redondos) también son importantes parásitos aviares, que se clasifican habitualmente en función de la parte del cuerpo que afectan. Se conocen nematodos del aparato digestivo, entre los que cabe destacar al género *Capillaria* por su amplia distribución geográfica y sus negativos efectos sobre la salud del ave, y del aparato respiratorio, como por ejemplo *Syngamus trachea* que puede llegar a provocar obstrucciones traqueales parciales o incluso totales. La intensidad de la infección se puede detectar y cuantificar a partir de conteos de huevos en muestras fecales analizadas al microscopio.

Las aves también hospedan a artrópodos, que normalmente actúan como ectoparásitos, aunque algunas especies puedan afectar a nivel subcutáneo. El comportamiento de acicalamiento representa una defensa contra este tipo de parásitos. Cooper (1963) sugiere un simple método para el muestreo de los ectoparásitos, válido especialmente para aves pequeñas, que consiste en introducir el cuerpo del ave en un bolso de plástico dejando la cabeza fuera e introduciendo en el bolso un trozo de algodón embebido en etanol o cloroformo. Después de cinco minutos se recogen los parásitos en el fondo de la bolsa. Entre los artrópodos parásitos más comunes en las aves que pueden afectar la condición física individual están los malófagos, que se alimentan normalmente de las plumas, la piel o los productos de la piel, y las garrapatas, sobre todo de la familia Argasidae, importantes por su papel de transmisores de otras enfermedades. Los ectoparásitos más frecuentes, sin embargo, son los ácaros, especialmente los que se hospedan en las plumas y que son bastante bien tolerados por las aves.

Conclusiones

A la hora de elegir entre las diferentes medidas resumidas en esta revisión hay que tener en cuenta los objetivos específicos del trabajo ya que la información que proporcionan puede ser muy diferente. Mucha confusión en la literatura deriva del uso como sinónimos de términos como “condición física”, “estado de salud”, “calidad individual”, que produce la

falsa impresión de que los distintos índices proporcionen aproximadamente la misma información. Sin embargo, por ejemplo, las reservas de lípidos o la masa corporal varían rápidamente y son indicativos de la situación del ave en el corto plazo, mientras que medidas de asimetría fluctuante caracterizan al individuo en función de su correcto desarrollo y reflejan por lo tanto su calidad en el largo plazo. Conocer la repetibilidad en el tiempo de un índice de condición es clave en el diseño de la investigación. Horak et al. (104) encontraron en el verderón común (*Carduelis chloris*) moderada o alta repetibilidad a los 4–8 días en 17 índices de condición relacionados concentración de leucocitos, proteínas y triglicéridos sanguíneos, masa corporal, tasa metabólica basal y actividad locomotora, por lo que todos ellos serían adecuados para investigar en el corto plazo los efectos de tratamientos experimentales sobre la fisiología del ave. Sin embargo, sólo las variables relativas a los leucocitos, tasa metabólica basal y masa corporal mostraron elevada repetibilidad a los 4 meses, siendo por lo tanto válidas para explorar, por ejemplo, las relaciones entre calidad fenotípica y caracteres de estrategia vital.

Además, hay medidas del sistema inmune que pueden estar afectadas por la inversión materna en la condición física de su prole y por lo tanto no son muy relevantes si investigamos, por ejemplo, los compromisos (trade off) individuales entre condición física y otros parámetros fisio–morfológicos o comportamentales. Finalmente, cabe destacar la falta de acuerdo sobre el uso de la mayoría de las medidas, incluso las más utilizadas y contrastadas como la masa corporal, para la que hay controversia sobre la mejor manera de corregir por el tamaño estructural. Además, la aplicabilidad de los índices puede variar entre diferentes especies, por lo que sería importante validar el método en cada caso, algo que en la realidad ocurre con muy poca frecuencia. El estudio de la carga parasitaria puede ser útil, pero presenta importantes limitaciones debidas en parte a las lagunas en el conocimiento de los patógenos y las dificultades metodológicas del muestreo, y en parte por la gran cantidad de variables no relacionadas con la condición física que influyen sobre la probabilidad de infección. Frente a todas estas dificultades, es recomendable mantener cierta cautela en la interpretación de los resultados y, siempre que sea posible, combinar diferentes técnicas y averiguar la repetibilidad de los índices utilizados para obtener un mejor contraste de las hipótesis que estamos investigando.

Agradecimientos

Agradecemos a J. C. Senar los comentarios y sugerencias, que han contribuido a mejorar este artículo.

Referencias

1. Schmaljohann, H. & Naef-Daenzer, B. 2011. Body condition and wind support initiate the shift of migratory direction and timing of nocturnal departure in a songbird. *Journal of Animal Ecology* 80, 1115–1122.
2. Ekman, J., Eggers, S. & Griesser, M. 2002. Fighting to stay: the role of sibling rivalry for delayed dispersal. *Animal Behaviour* 64, 453–459.
3. Pruitt, J. N., Burghardt, G. M. & Riechert, S. E. 2012. Non-Conceptive Sexual Behavior in Spiders: A Form of Play Associated with Body Condition, Personality Type, and Male Intrasexual Selection. *Ethology* 118, 33–40.
4. Kim, S. Y., Noguera, J. C., Morales, J. & Velando, A. 2011. The evolution of multicomponent begging display in gull chicks: sibling competition and genetic variability. *Animal Behaviour* 82, 113–118.
5. Juola, F. A. & Searcy, W. A. 2011. Vocalizations reveal body condition and are associated with visual display traits in great frigatebird (*Fregata minor*). *Behavioral Ecology* 65, 2297–2303.
6. Cockburn, A. 1998. Evolution of helping behavior in cooperatively breeding birds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29, 141–177.
7. Bourke, A. F. G. 2011. *Principles of Social Evolution*. Oxford University Press, Oxford.
8. Hamilton, W. D. 1964. The genetical evolution of social behaviour I, II. *Journal of Theoretical Biology* 7, 1–52.
9. Canestrari, D., Marcos, J. M. & Baglione, V. 2011. Helpers at the nest compensate for reduced maternal investment in egg size in carrion crows. *Journal of Evolutionary Biology* 24, 1870–1878.
10. Valencia, J., Solis, E., Sorci, G. & de la Cruz, C. 2006. Positive correlation between helpers at nest and nestling immune response in a cooperative breeding bird. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 60, 399–404.
11. Brown, M. E. 1996. Assessing body condition in birds. *Current Ornithology* 13, 67–135.
12. Cheng, S. & Lamont, S. J. 1988. Genetic analysis of immunocompetence measures in a white leghorn chicken line. *Poultry Science* 67, 989–995.
13. Masello, J. F., Gustavo Choconi, R., Helmer, M., Kremberg, T., Lubjuhn, T. & Quillfeldt, P. 2009. Do leucocytes reflect condition in nestling burrowing parrots *Cyanoliseus patagonus* in the wild? *Comparative Biochemistry and*

- Physiology a–Molecular & Integrative Physiology* 152, 176–181.
14. Quillfeldt, P., Ruiz, G., Rivera, M. A. & Masello, J. F. 2008. Variability in leucocyte profiles in thin-billed prions *Pachyptila belcheri*. *Comparative Biochemistry and Physiology a–Molecular & Integrative Physiology* 150, 26–31.
 15. Acquarone, C., Cucco, M. & Malacarne, G. 2001. Body condition, immunocompetent organs, and blood parameters in the hooded crow. *Israel Journal of Zoology* 47, 287–294.
 16. Ewen, J. G., Thorogood, R., Karadas, F. & Cassey, P. 2008. Condition dependence of nestling mouth colour and the effect of supplementing carotenoids on parental behaviour in the hihi (*Notiomystis cincta*). *Oecologia* 157, 361–368.
 17. Smits, J. E., Bortolotti, G. R. & Tella, J. L. 1999. Simplifying the phytohaemagglutinin skin-testing technique in studies of avian immunocompetence. *Functional Ecology* 13, 567–572.
 18. Tella, J. L., Lemus, J. A., Carrete, M. & Blanco, G. 2008. The PHA Test Reflects Acquired T–Cell Mediated Immunocompetence in Birds. *Plos One* 3, e3295.
 19. Martin, L. B., Gilliam, J., Han, P., Lee, K. & Wikelski, M. 2005. Corticosterone suppresses cutaneous immune function in temperate but not tropical House Sparrows, *Passer domesticus*. *General and Comparative Endocrinology* 140, 126–135.
 20. Sarv, T. & Horak, P. 2009. Phytohaemagglutinin injection has a long-lasting effect on immune cells. *Journal of Avian Biology* 40, 569–571.
 21. Parmentier, H. K., Lammers, A., Hoekman, J. J., Reilingh, G. D., Zaanen, I. T. A. & Savelkoul, H. F. J. 2004. Different levels of natural antibodies in chickens divergently selected for specific antibody responses. *Developmental and Comparative Immunology* 28, 39–49.
 22. Matson, K. D., Ricklefs, R. E. & Klasing, K. C. 2005. A hemolysis–hemagglutination assay for characterizing constitutive innate humoral immunity in wild and domestic birds. *Developmental and Comparative Immunology* 29, 275–286.
 23. Millet, S., Bennett, J., Lee, K. A., Hau, M. & Klasing, K. C. 2007. Quantifying and comparing constitutive immunity across avian species. *Developmental and Comparative Immunology* 31, 188–201.
 24. Parsons, P. A. 1992. Fluctuating asymmetry – a biological monitor of environmental and genomic stress. *Heredity* 68, 361–364.
 25. Mostl, E. & Palme, R. 2002. Hormones as indicators of stress. *Domestic Animal Endocrinology* 23, 67–74.
 26. Guyton, A. C. 1971. *Tratado de fisiología médica*, 4 edn. Interamericana, Madrid.
 27. Tejada, P. A., Téllez, J. G. & Galindo, M. F. 1997. Técnicas de medición de estrés en aves. *Veterinaria México* 28, 345–351.
 28. Maule, A. G., Tripp, R. A., Kaattari, S. L. & Schreck, C. B. 1989. Stress alters immune function and disease resistance in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Journal of Endocrinology* 120, 135–142.

29. Boonstra, R., Hik, D., Singleton, G. R. & Tinnikov, A. 1998. The impact of predator-induced stress on the snowshoe hare cycle. *Ecological Monographs* 68, 371–394.
30. Soto-Gamboa, M., Gonzalez, S., Hayes, L. D. & Ebensperger, L. A. 2009. Validation of a Radioimmunoassay for Measuring Fecal Cortisol Metabolites in the Hystricomorph Rodent, *Octodon degus*. *Journal of Experimental Zoology Part a—Ecological Genetics and Physiology* 311A, 496–503.
31. Beuving, G. & Vonder, G. M. A. 1986. Comparison of the adrenal sensitivity to acth of laying hens with immobilization and plasma base-line levels of corticosterone. *General and Comparative Endocrinology* 62, 353–358.
32. Place, N. J. & Kenagy, G. J. 2000. Seasonal changes in plasma testosterone and glucocorticosteroids in free-living male yellow-pine chipmunks and the response to capture and handling. *Journal of Comparative Physiology B—Biochemical Systemic and Environmental Physiology* 170, 245–251.
33. Dehnhard, M., Schreer, A., Krone, O., Jewgenow, K., Krause, M. & Grossmann, R. 2003. Measurement of plasma corticosterone and fecal glucocorticoid metabolites in the chicken (*Gallus domesticus*), the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*), and the goshawk (*Accipiter gentilis*). *General and Comparative Endocrinology* 131, 345–352.
34. Wasser, S. K., Hunt, K. E., Brown, J. L., Cooper, K., Crockett, C. M., Bechert, U., Millspaugh, J. J., Larson, S. & Monfort, S. L. 2000. A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species. *General and Comparative Endocrinology* 120, 260–275.
35. Stoewe, M., Bugnyar, T., Schloegl, C., Heinrich, B., Kotschal, K. & Moestl, E. 2008. Corticosterone excretion patterns and affiliative behavior over development in ravens (*Corvus corax*). *Hormones and Behavior* 53, 208–216.
36. Revidatti, F. A., Fernandez, R. J., Terraes, J. C., Sandoval, G. L. & Esquivel de Luchi, P. 2001–2002. Modificaciones del peso corporal e indicadores de estrés en pollos parrilleros sometidos a inmovilización y volteo. *Revista Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 12/13, 11–14.
37. Bortolotti, G. R., Marchant, T. A., Blas, J. and German, T. 2008. Corticosterone in feathers is a long-term, integrated measure of avian stress physiology. *Functional Ecology* 22, 494–500.
38. Cuervo, J. J., Moller, A. P. & De Lope, F. 2007. Haematocrit is weakly related to condition in nestling Barn Swallows *Hirundo rustica*. *Ibis* 149, 128–134.
39. Sorci, G., Soler, J. J. & Moller, A. P. 1997. Reduced immunocompetence of nestlings in replacement clutches of the European magpie (*Pica pica*). *Proceedings of the Royal Society of London B* 264, 1593–1598.
40. Sanchez-Guzman, J. M., Villegas, A., Corbacho, C., Moran, R., Marzal, A. & Real, R. 2004. Response of the haematocrit to body condition changes in Northern Bald Ibis *Geronticus eremita*. *Comparative Biochemistry and Phy-*

- siology a–Molecular & Integrative Physiology* 139, 41–47.
41. Amat, J. A., Rendón, M. A., Ramírez, J. M., Hortas, F., Arroyo, G. M., Garrido, A., Rendón–Martos, M. & Pérez–Hurtado, A. 2009. Hematocrit is related to age but not to nutritional condition in greater flamingo chicks. *European Journal of Wildlife Research* 55, 179–182.
 42. Dawson, R. D. & Bortolotti, G. R. 1997. Variation in hematocrit and total plasma proteins of nestling American kestrels (*Falco sparverius*) in the wild. *Comparative Biochemistry and Physiology a–Physiology* 117, 383–390.
 43. Fair, J., Whitaker, S. & Pearson, B. 2007. Sources of variation in haematocrit in birds. *Ibis* 149, 535–552.
 44. Heylen, D. J. A. & Matthysen, E. 2008. Effect of tick parasitism on the health status of a passerine bird. *Functional Ecology* 22, 1099–1107.
 45. Sild, E. & Horak, P. 2009. Nitric oxide production: an easily measurable condition index for vertebrates. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63, 959–966.
 46. Villegas, A., Sanchez, J. M., Costillo, E. & Corbacho, C. 2002. Blood chemistry and haematocrit, of the black vulture (*Aegypius monachus*). *Comparative Biochemistry and Physiology a–Molecular and Integrative Physiology* 132, 489–497.
 47. Sanger, V. L., Burmeste, B. & Morrill, C. C. 1966. Serum alkaline phosphatase levels in avian osteopetrosis. *Avian Diseases* 10, 364–&.
 48. Tangredi, B. P. & Krook, L. P. 1999. Nutritional secondary hyperparathyroidism in free–living fledgling American crows (*Corvus brachyrhynchos brachyrhynchos*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 30, 94–99.
 49. Bide, R. W. 1972. Changes in plasma alkaline–phosphatase in avian erythroblastosis. *Avian Diseases* 16, 421–&.
 50. Teixeira, M. & Meleiro, C. H. A. 2008. A new method for analysis of plasma carotenoids in poultry. *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia* 60, 1399–1402.
 51. Martínez–Padilla, J., Mougeot, F., Webster, L. M. I., Perez–Rodriguez, L. & Piertney, S. B. 2010. Testing the interactive effects of testosterone and parasites on carotenoid–based ornamentation in a wild bird. *Journal of Evolutionary Biology* 23, 902–913.
 52. Navara, K. J. & Hill, G. E. 2003. Dietary carotenoid pigments and immune function in a songbird with extensive carotenoid–based plumage coloration. *Behavioral Ecology* 14, 909–916.
 53. Witter, M. S. & Cuthill, I. C. 1993. The ecological costs of avian fat storage. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 340, 73–92.
 54. Perez–Tris, J., Diaz, J. A. & Telleria, J. L. 2004. Loss of body mass under predation risk: cost of antipredatory behaviour or adaptive fit–for–escape? *Animal Behaviour* 67, 511–521.
 55. Senar, J. C., Domènech, J. & Uribe, F. 2002. Great tits (*Parus mayor*) reduce

- body mass in response to wing area reduction: a field experiment. *Behavioral Ecology* 13, 725–727.
56. Labocha, M. K. & Hayes, J. P. 2011. Morphometric indices of body condition in birds: a review. *Journal of Ornithology* 153, 1–22.
 57. Van der Meer, J. and Piersma, T. 1994.. Physiologically inspired regression models for estimating and predicting nutrient stores and their composition in birds. *Physiological Zoology* 67, 305–329.
 58. Green, A. J. 2001. Mass/length residuals: Measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology* 82, 1473–1483.
 59. Peig, J. & Green, A. J. 2009. New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. *Oikos* 118, 1883–1891.
 60. Schulte–Hostedde, A. I., Zinner, B., Millar, J. S. and Hickling, G. J.. 2005. Restitution of mass–size residuals: validating body condition indices. *Ecology* 86, 155–163.
 61. Conway, C. J., Eddleman, W. R. & Simpson, k. L. 1994. Evaluation of the lipid indices of the Wood Thrush. *Condor* 96, 783–790.
 62. Seewagen, C. L. 2008. An evaluation of condition indices and predictive models for noninvasive estimates of lipid mass of migrating Common Yellowthroats, Ovenbirds, and Swainson’s Thrushes. *Journal of Field Ornithology* 79, 80–86.
 63. Dunn, E. H. 2003. Recommendations for fat scoring. *North American Bird Bander* 28, 58–63.
 64. Moore, F. & Kerlinger, P. 1987. Stopover and fat deposition by North American wood–warblers (Parulinae) following spring migration over the gulf of Mexico. *Oecologia* 74, 47–54.
 65. Salewski, V., Kery, M., Herremans, M., Liechti, F. & Jenni, L. 2009. Estimating fat and protein fuel from fat and muscle scores in passerines. *Ibis* 151, 640–653.
 66. Owen, W. 1981. Abdominal profile – a condition index for wild geese in the field. *Journal of Wildlife Management* 45, 227–230.
 67. Karasov, W. H. & Pinshow, B. 1998. Changes in lean mass and in organs of nutrient assimilation in a long–distance passerine migrant at a springtime stopover site. *Physiol. Zool.* 71, 435–448.
 68. Korine, C., Daniel, S., van Tets, I. G., Yosef, R. & Pinshow, B. 2004. Measuring fat mass in small birds by dual–energy X–ray absorptiometry. *Physiol. Biochem. Zool.* 77, 522–529.
 69. Piersma, T. & Klaassen, M. 1999. Methods of studying the functional ecology of protein and organ dynamics in birds. In: Adams, N.J. & Slotow, R.H. (eds). *Proc. 22 Int. Ornithol. Congr., Durban, Johannesburg: BirdLife South Africa*. pp. 36–51.
 70. Gosler, A. G. 1991. On the use of greater cover moult and pectoral muscle as

- measures of condition in passerines with data for the Great Tit *Parus major*. *Bird Study* 38, 1–9.
71. Gosler, A. G. 2000. Assessing the heritability of body condition in birds. a challenge exemplified by the great tit *Parus major* L. (Aves). *Biological Journal of the Linnean Society* 71, 103–117.
 72. Carrascal, L.M., Senar, J.C., Mozetich, I., Uriba, F. & Doménech, J. 1998. Interactions among environmental stress, body condition, nutritional status, and dominance in great tits. *Auk* 115, 727–738.
 73. Gosler, A. G. 1996. Environmental and social determinants of winter fat storage in the great tit *Parus major*. *Journal of Animal Ecology* 65, 1–17.
 74. Brodin, A. 1993. Radio–Ptilochronology–tracing radioactively labeled food in feathers. *Ornis Scandinavica* 24, 167–173.
 75. Siefferman, L., Shawkey, M. D., Bowman, R. & Woolfenden, G. E. 2008. Juvenile coloration of Florida Scrub–Jays (*Aphelocoma coerulescens*) is sexually dichromatic and correlated with condition. *Journal of Ornithology* 149, 357–363.
 76. Doménech, J. & Senar, J. C. 1997. Medición de la condición física de las aves a través de la Ptilocronología. *Etologuía* 15, 37–44.
 77. Cotton, S., Fowler, K. & Pomiankowski, A. 2004. Do sexual ornaments demonstrate heightened condition–dependent expression as predicted by the handicap hypothesis? *Proceedings of the Royal Society B–Biological Sciences* 271, 771–783.
 78. Grafen, A. 1990. Biological signals as handicaps. *Journal of Theoretical Biology* 144, 517–546.
 79. Nur, N. & Hasson, O. 1984. Phenotypic plasticity and the handicap principle. *Journal of Theoretical Biology* 110, 275–297.
 80. Zahavi, A. 1977. Cost of Honesty– (Further remarks on handicap principle). *Journal of Theoretical Biology* 67, 603–605.
 81. Fitze, P. S., Clobert, J. & Richner, H. 2004. Life history consequences of juvenile development under parasitism. *Ecology* 85, 2018–2026.
 82. McGraw, K. J. & Hill, G. E. 2000. Differential effects of endoparasitism on the expression of carotenoid– and melanin–based ornamental coloration. *Proceedings of the Royal Society of London B* 267, 1525–1531.
 83. Blount, J. D., Metcalfe, N. B., Birkhead, T. R. & Surai, P. F. 2003. Carotenoid modulation of immune function and sexual attractiveness in zebra finches. *Science* 300, 125–127.
 84. Hill, G. E. 2002. *A red bird in a brown bag*. New York, Oxford University Press.
 85. Jacot, A. & Kempenaers, B. 2007. Effects of nestling condition on UV plumage traits in blue tits: an experimental approach. *Behavioral Ecology* 18, 34–40.
 86. Quesada, J. & Senar, J. C. 2006. Comparing plumage colour measurements obtained directly from live birds and from collected feathers: the case of the

- great tit *Parus major*. *Journal of Avian Biology* 37, 609–616.
87. Carbonell, R. & Telleria, J. L. 1999. Feather traits and ptilochronology as indicators of stress in Iberian Blackcaps *Sylvia atricapilla*. *Bird Study* 46, 243–248.
 88. Graham, J. H. & Felley, J. D. 1985. Genomic coadaptation and developmental stability within introgressed populations of enneacanthus–gloriosus and enneacanthus–obesus (Pisces, *Centrarchidae*). *Evolution* 39, 104–114.
 89. McKenzie, J. A. & Clarke, G. M. 1988. Diazinon resistance, fluctuating asymmetry and fitness in the Australian sheep blowfly, *Lucilia-cuprina*. *Genetics* 120, 213–220.
 90. Moller, A. P., Sanotra, G. S. & Vestergaard, K. S. 1995. Developmental stability in relation to population density and breed of chickens *Gallus gallus*. *Poultry Science* 74, 1761–1771.
 91. Cuervo, J. J. 2000. El estudio de la asimetría fluctuante. *EtoloGuía* 18, 27–60.
 92. Knierim, U., Van Dongen, S., Forkman, B., Tuytens, F. A. M., Spinka, M., Campo, J. L. & Weisengruber, G. E. 2007. Fluctuating asymmetry as an animal welfare indicator – A review of methodology and validity. *Physiology & Behavior* 92, 398–421.
 93. Simmons, R. 1988. Honest advertising, sexual selection, courtship display and body condition of polygynous male harriers. *Auk* 105, 303–307.
 94. Clayton, D. H. & Moore, J. 1997. *Host–parasite evolution: general principles and avian models*. Oxford University Press, Oxford.
 95. Dobson, A. 2001. *The Ecology of Wildlife Diseases*. Oxford University Press, Oxford..
 96. Wobeser, G. A. 2008. Parasitism: Costs and Effects. In: *Parasitic Diseases of Wild Birds*. (Atkinson, C. T., N. J. Thomas, and D. B. Hunter, ed). Blackwell Publishing, Ames, IA. pp. 3–9.
 97. Dunn, J. C., Cole, E. F. & Quinn, J. L. 2011. Personality and parasites: sex–dependent associations between avian malaria infection and multiple behavioural traits. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65, 1459–1471.
 98. Garamszegi, L. Z., Erritzøe, J. & Møller A. P. 2007. Feeding innovation and parasitism in birds. *Biological Journal of the Linnean Society* 90, 441–455.
 99. Zeller, H. G. & Schuffenecker, I. 2004. West Nile virus: An overview of its spread in Europe and the Mediterranean Basin in contrast to its spread in the Americas. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* 23, 147–156.
 100. Docherty, D. E., Long, R. R., Griffin, K. M. & Saito, E. K. 2004. Corvidae feather pulp and West Nile virus detection. *Emerging Infectious Diseases* 10, 907–909.
 101. Garamszegi, L. Z. 2010. The sensitivity of microscopy and PCR–based detection methods affecting estimates of prevalence of blood parasites in birds. *Journal of Parasitology* 96, 1197–1203.

102. Zucca, P. & Delogu, M. 2007. Parasitic diseases. Arthropods, Protozoa, Helminths. In: *Avian Medicine*, 2 edn. (Samour, J. H., ed). Elsevier Ltd, Edinburgh, UK.
103. Cooper, J. E. 2002. *Birds of prey: health and diseases*, 3 edn. Blackwell Science Ltd, Oxford.
104. Horak, P., Saks, L., Ots, I. & Kollist, H. 2002. Repeatability of condition indices in captive greenfinches *Carduelis chloris*. *Canadian Journal of Zoology* 80, 636–643.
105. Baglione, V., Marcos, J. M. & Canestrari, D. 2002. Cooperatively breeding groups of Carrion Crow (*Corvus corone corone*) in northern Spain. *Auk* 119, 790–799.
106. Baglione, V., Canestrari, D., Marcos, J. M. & Ekman, J. 2003. Kin selection in cooperative alliances of carrion crows. *Science* 300, 1947–1949.
107. Potti, J., Moreno, J., Merino, S., Frias, O. & Rodriguez, R. 1999. Environmental and genetic variation in the haematocrit of fledgling pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Oecologia* 120, 1–8.

Apéndice 1

Variación del hematocrito en la corneja negra *Corvus corone corone*

La población de estudio, ubicada en el norte de España (La Sobarriba, León, 42° 37' N, 5° 26' W), cría de forma cooperativa⁽¹⁰⁵⁾. La mayoría de los territorios (75% aproximadamente) está ocupado por grupos estables de hasta 9 individuos que incluyen a una pareja reproductora, los hijos que han retardado la dispersión natal y/o individuos inmigrantes, generalmente machos, que están emparentados con el reproductor del mismo sexo⁽¹⁰⁶⁾.

En 2007, 2009 y 2010 se recogieron 10–30 μ L de sangre de pollos voladeros ($n = 181$), pinchando la vena braquial con una aguja estéril y recogiendo la sangre en dos tubos capilares. En 2007 se obtuvo también sangre de adultos ($n = 21$) mediante el mismo procedimiento. Los tubos capilares se mantuvieron refrigerados a 4°C aproximadamente hasta llegar al laboratorio. Una vez allí, las muestras se centrifugaron a 12.000 rpm durante 3 minutos. Tras este procedimiento se calculó el porcentaje de eritrocitos sobre el volumen total de sangre. Los datos se analizaron con Modelos Lineales Mixtos (LMM, Genstat 12), correlacionando los valores de hematocrito con otros indicadores de condición física (ej. masa/tarso) y con variables ambientales que pueden influir sobre las condiciones de cría (tamaño de la pollada, número de ayudantes al nido). Los datos mostraron que las cornejas adultas mantenían valores de hematocrito más altos que los pollos voladeros (Wald statistic = 111,83; d.f.= 1; 177,5; $p < 0,001$; hematocrito medio de los adultos \pm SE = 45,07 \pm 1,01; pollos = 32,81 \pm 0,31), confirmando los resultados de otros estudios en aves, como por ejemplo en papamoscas cerrojillo *Ficedula hypoleuca*⁽¹⁰⁷⁾. Sin embargo, entre los pollos voladeros no se encontró ninguna correlación entre los valores de hematocrito y el índice de masa/tarso (Wald statistic = 0,31; d.f.= 1; 175,5; $p = 0,579$; figura 1), que es un indicador fiable de condición física en la corneja⁽¹⁰⁸⁾. Los datos respaldan por lo tanto la conclusión de Dawson & Bortolotti⁽⁴²⁾ y Cuervo et al.⁽³⁸⁾ acerca del escaso significado del hematocrito para evaluar

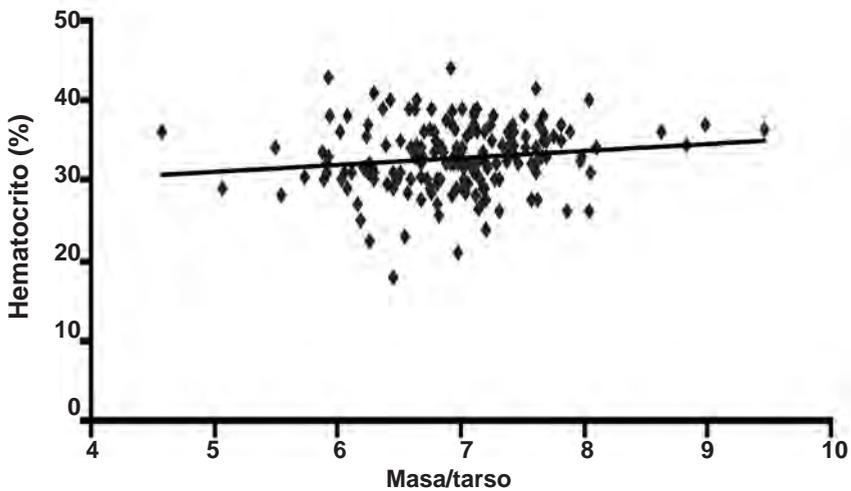


Figura 1. Correlación entre el hematocrito y la masa corregida con la medida del tarso en pollos de corneja negra.

la condición individual, que puede ser debido a su sensibilidad a una multitud de variables, tanto individuales como ambientales, que son muy difíciles de controlar ⁽⁴³⁾.

Reseña de Tesis Doctorales en Etología

Esta reseña incluye los resúmenes de algunas de las Tesis Doctorales defendidas en España en el curso 2010–2011, junto con otras no recogidas en años anteriores, con el fin de informar acerca del estado actual de la investigación etológica en nuestro país. Para mejorar esta sección de EtoloGuía, rogamos la colaboración de directores y doctorandos para que envíen el resumen de su trabajo al comité editorial (baglione@agro.uva.es).

Distribución, migración y conservación de las aves rapaces del orden Falconiformes en Cuba

Autor: Rodríguez Santana, F.

Directores: Viña Dávila, N. y López Iborra, G.

Curso: 2009–2010

Universidad de Alicante

Resumen

Mediante la creación de modelos de hábitats adecuados se modeló el área de ocupación (AO) de 13 rapaces cubanas a partir de la recopilación de la información existente sobre las preferencias ecológicas y la distribución de estas especies. Esta información luego fue expresada en términos de variables ambientales disponibles como capas referenciadas geográficamente a escala 1:100 000 de la totalidad del archipiélago cubano. El AO de cada especie se obtuvo a partir de la fusión de la información sobre las preferencias ecológicas con los valores de las variables ambientales. La precisión predictiva de los modelos fue evaluada a partir de la creación de una base de datos con presencias y ausencias de estas especies extraídas de la revisión de la bibliografía y trabajo de campo realizado en todo el país enfocado en el censo de estas especies. La creación de estos modelos permitió detectar vacíos en la conservación de las especies amenazadas e identificar las áreas claves más importantes para la conservación de las mismas. A partir de transectos y observaciones desde puntos con buena visibilidad realizados en las principales áreas de distribución del gavilán colilargo (*Accipiter gundlachi*) en Cuba, se obtuvieron 53 registros y se encontraron ocho sitios de nidificación de la especie. Estos ocho sitios fueron correctamente pronosticados por los modelos de hábitats adecuados. Se caracterizaron un total de 12 vuelos nupciales y/o territoriales de una pareja. Se reportan cinco tipos de vocalizaciones. En cada sitio de nidificación se encontraron como promedio 2,3 nidos, los cuales estaban relativamente cerca de asentamientos humanos. Se utilizaron recuperaciones de anillas de águilas pescadoras (*Pandion haliaetus*) anilladas en Canadá y Estados Unidos entre 1931 y 1998, datos de águilas rastrea-

das mediante telemetría satelital entre 1995 y 1999, y observaciones de individuos migrantes para documentar la magnitud de la migración de la población reproductiva de Norteamérica a través de Cuba mientras migran a través y hacia la cuenca del Caribe. Noventa y una de las 33.484 águilas anilladas en Canadá y Estados Unidos entre 1931 y 1998 fueron recuperadas en Cuba. Todas las recuperaciones fueron de aves anilladas al este del río Misisipi, aunque 19% de las aves fueron anilladas al oeste de este río. Casi la mitad de todas las aves recuperadas fueron cazadas con armas de fuego. Nuestros datos sugieren que cerca del 90% de todas las águilas que anidan en la vertiente este de los Estados Unidos vuelan sobre Cuba durante la migración otoñal. A partir de conteos de la migración realizados desde los observatorios de La Gran Piedra, situado 9 km tierra adentro, y desde Siboney, en la costa, se describe la magnitud y el ritmo de la migración otoñal del águila pescadora. Los conteos promedios en Siboney entre 2006 y 2008 duplicaron los conteos de otros observatorios de rapaces migratorias en Norteamérica conocidos por la concentración de esta especie durante el mismo período. Sugerimos que el movimiento de la mayor parte de la población de esta especie de Norteamérica a través de Cuba, su concentración a lo largo de líneas guía y la alimentación comunal en reservorios de agua, incentiva la conducta de formación de bandos en esta especie mientras está en Cuba, con bandadas observadas entre 2 y 92 individuos. Se describe la migración otoñal del gavián cola de tijera (*Elanoides forficatus*) a partir de conteos realizados en el Cabo de San Antonio, extremo occidental de Cuba, durante 2007 y en el observatorio de Siboney realizados entre 2006 y 2008. La mayor parte de la migración de la especie a través de Cuba cruza a través del occidente donde esta ave representa alrededor del 70% de las rapaces migratorias contadas, mientras una parte de la migración vuela a través del oriente de Cuba. El total de individuos avistados en el Cabo durante la migración otoñal de 2007 representan entre el 64% y el 92% de la población de esta especie en los Estados Unidos. Esto y el hecho de que esta especie es considerada en ese país como de especial atención hacen del Cabo de San Antonio un sitio privilegiado para el monitoreo de las tendencias poblacionales de esta especie y el estudio de su conducta migratoria. Se describe la migración del milano del Misisipi (*Ictinia mississippiensis*) hacia Cuba basado en los conteos otoñales desarrollados en el Cabo de San Antonio en 2007 y en Siboney en 2008. Se encontraron muy pocas evidencias de que la

especie migre hacia la península del Yucatán e islas del Caribe a través de Cuba, lo que sugiere que una población de la especie está invernando en Cuba. Reporto por primera vez la migración otoñal del azor de Cooper (*Accipiter cooperii*), aguilucho langostero (*Buteo swainsoni*), y del aguilucho cola corta (*Buteo brachyurus*) hacia Cuba. Los avistamientos realizados sugieren que estas especies son visitantes invernales casuales en Cuba. Todos los resultados obtenidos en este estudio fueron utilizados para la proposición de una estrategia para la conservación de las especies de rapaces amenazadas que se enfoca en cuatro cuestiones básicas: estudio y manejo de estas especies y sus hábitats, promoción de nueva legislación, mayor implementación de la legislación vigente y educación ambiental de la población. Para esto se proponen mecanismos que catalicen las estrategias propuestas, como son planes de recuperación de especies, planes de desarrollo comunitario a partir de los dividendos obtenidos de la conservación, declaración de áreas clave para la conservación de especies En Peligro Crítico y En Peligro y elaboración de los planes de manejo para estas áreas.

Análisis de la selección de hábitat del sisón común (*Tetrax tetrax*) a diferentes escalas espaciales: del nicho fundamental al nicho realizado

Autor: Delgado Lara, M. P.

Directores: Morales Prieto, M. B. y Traba Díaz, J.

Curso: 2008–2009

Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

La distribución espacial y la abundancia de las especies están influidas de manera paralela por una serie de factores físicos y variables bióticas que actúan a diferentes escalas espaciales. Así, a gran escala, los factores con mayor efecto son los abióticos, y más concretamente los climáticos, constituyendo el nicho fundamental. A escalas pequeñas y medias, entran en juego otros factores como la disponibilidad de hábitat, el clima local o las interacciones bióticas, que conforman el nicho realizado, el cual se define a través de la selección de hábitat. El presente trabajo se sitúa en este marco, aplicando los desarrollos conceptuales y metodológicos de la teoría de selección de hábitat y de nicho ecológico y sus efectos en el estudio de la dinámica y distribución de las especies a diferentes escalas espaciales, aplicados al estudio de un ave esteparia, el sisón común (*Tetrax tetrax*). Así, los análisis a escalas intermedias (paisaje) mostraron que los machos de sisón incluyeron en sus áreas de exhibición una mayor superficie de barbechos viejos y de barbechos jóvenes que lo esperable respecto de lo disponible. Esto indica que el sisón incluyó dentro de sus territorios sustratos de vegetación permanente o semi-permanentes, que le ofrecen refugio y alimento. Por otro lado, los territorios no presentaron una agregación espacial significativa, lo que indica que, en esta población, el sisón podría no formar *lek* como sistema de apareamiento, a pesar de que se cumplen ciertas condiciones propias del *lek* disperso (inclusión en los territorios de determinados sustratos que pueden potencialmente ser utilizados por las hembras). A continuación se analizó la relevancia de la

disponibilidad de alimento en este proceso de selección, poniendo de manifiesto la existencia de una mayor disponibilidad de grandes coleópteros (elemento importante de la dieta del sisón en periodo reproductor) dentro de los territorios de los machos que fuera de ellos. Los resultados indicaron por tanto que existe una selección positiva por parte de los machos de zonas con mayor disponibilidad de alimento para localizar sus territorios, lo que podría apuntar en esta población a la existencia de *lek* disperso o defensa de recursos. El siguiente capítulo abordó el análisis de selección de hábitat a escalas más pequeñas (microhábitat), analizando la importancia de la estructura de la vegetación en esta selección. Esta escala permite medir parámetros relacionados con factores que intervienen en diferentes compromisos ecológicos. Los resultados mostraron la existencia de una segregación sexual en la selección de microhábitat, pudiéndose relacionar con diferencias en las restricciones ecológicas asociadas a machos y a hembras. Así, se encontró que la estructura de la vegetación seleccionada por las hembras se relacionó con un compromiso entre el refugio y la visibilidad para la vigilancia. En el caso de los machos, esta selección estuvo principalmente relacionada con la necesidad de visibilidad para el cortejo y defensa del territorio. En ambos casos fue importante la disponibilidad de recursos tróficos. Una vez abordadas las escalas pequeña y media, se afrontaron las escalas mayores. En el siguiente capítulo se analizaron los tamaños poblacionales y sus tendencias en dos importantes poblaciones entre los años 2001 y 2007, relacionando estos con la gestión agraria de las zonas y con factores climáticos. Ambas poblaciones sufrieron regresión durante el período de muestreo, especialmente en Valdeterres (60%). La variación en la composición del hábitat no explicó la variación en el número de machos. En ambas poblaciones se detectó una influencia de la precipitación total en el período de octubre a mayo precedente. Los resultados sugieren que el Sisón común podría ser sensible a las tendencias de cambio climático en Europa. Por otro lado, diferentes simulaciones de escenarios demográficos sugirieron que la baja supervivencia de las hembras y la productividad podrían ser las causas inmediatas del declive de las poblaciones de Sisón común, lo que concuerda con su sensibilidad a las condiciones climáticas. La importancia de las variables a escalas locales y regionales puestas de manifiesto en los anteriores capítulos, lleva a plantearse la necesidad de determinar las variables que actúan a gran escala. En el último capítulo se abordó esto, definiendo las variables

climáticas que definen el nicho fundamental del sisón a escala europea, y comparando el grado de solapamiento y de segregación del mismo con el de una especie afín, la avutarda. Los resultados mostraron que el nicho climático del sisón está definido principalmente por variables relacionadas con la temperatura. Por su parte, el nicho de la avutarda común apareció esencialmente caracterizado por variables relacionadas con la producción primaria (e.g. precipitación, humedad edáfica) y, por tanto, con la disponibilidad de alimento. Secundariamente, estaría influido por variables relacionadas con la temperatura. Los resultados mostraron también la existencia de una segregación de nichos de ambas especies definida por el rango de temperaturas, sugiriendo la existencia de restricciones alométricas para la especie de menor tamaño. Se reveló también la tolerancia de una especie a los factores que resultaron limitantes para la otra. Las diferencias encontradas entre los nichos fundamentales del sisón común y la avutarda común, indicaron que sus respuestas y tendencias poblacionales futuras frente a escenarios de cambio climático podrían ser distintas. Esta tesis presenta unos resultados relevantes sobre los factores que afectan a la distribución y la dinámica poblacional del sisón a diferentes escalas, poniendo de manifiesto la vulnerabilidad de la especie a cambios en su hábitat y en las condiciones climáticas. Son por tanto de gran utilidad para el diseño de medidas de gestión que permitan su conservación.

Efectos ecológicos y de conservación de **la predecibilidad en los recursos tróficos:** carroñas y comunidades de vertebrados

Autor: Cortés Avizanda, A.

Directores: Donázar, J. A. y Carrete, M.

Curso: 2010–2011

Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

Esta tesis explora una nueva aproximación cuantitativa a la ecología de las comunidades de carroñeras. En particular aporta nuevos conocimientos acerca del efecto que la variabilidad en la distribución y abundancia de los recursos tróficos puede desempeñar en el funcionamiento de las poblaciones y las comunidades. Se utilizan como base los conocimientos previos descriptivos acerca de los gremios de carroñeros y su estructuración en torno a un ejemplo paradigmático de recurso trófico pulsado: las carroñas. En condiciones naturales las carroñas aparecen de manera impredecible en espacio y tiempo, y son explotados por multitud de especies desde bacterias hasta buitres. Sin embargo, las actividades humanas (incluidos los esfuerzos de gestión) pueden hacer previsible estos recursos y por lo tanto pueden afectar a la dinámica funcional de los gremios. En este sentido, y desde una perspectiva de conservación esta tesis descubre e identifica los efectos a este nivel de la existencia de muladares y proporciona directrices aplicables a su gestión. Los principales resultados de esta tesis se pueden agrupar en dos bloques interrelacionados: (1) *Efecto de la predecibilidad del recurso y su importancia en las relaciones intragremiales de las especies que lo explotan* – Se demuestra que la impredecibilidad de los recursos tróficos (en este caso las carroñas) tiene un papel clave en el desarrollo de procesos de facilitación intragremiales y el favorecimiento de la diversidad. Por otra parte, a través de un enfoque transcontinental se descubre como las aves carroñeras migrantes cambian sus patrones de distribución espacial entre las zonas de cría (en Europa) y las zonas de invernada (en África) de acuerdo con el grado de concentración de la comida. Así, el solapamiento de la dieta es mayor en Europa, donde



Bando de buitres leonados (*Gyps fulvus*) alrededor de una carroña.

los recursos son escasos y previsibles. La concentración de carroñas en unos pocos lugares promovida por las regulaciones sanitarias impuestas por la Unión Europea está provocando la co-ocurrencia de especies de carroñeros en los muladares, causando un gran solapamiento de sus dietas, que anteriormente estaban segregadas. Por último, sobre la base del análisis de observaciones realizadas en los muladares proponemos un diseño apropiado y el manejo adaptativo de los mismos. En este sentido se proporcionan directrices para gestionar la cantidad de alimento, y las horas y lugares de vertido. De este modo se evitaría la monopolización de los recursos por parte la especie dominante: el buitre leonado (*Gyps fulvus*), favoreciéndose a los carroñeros más amenazados y menos competitivos. (2) *Efectos de la predecibilidad del recurso sobre comunidades de especies no vinculadas con su explotación* – Se demuestra que la presencia de carroñas no es algo aislado en los ecosistemas. Se ha detectado que

el efecto de las carroñas puede permear a través de la cadena trófica, afectando a otros niveles tróficos. Así, la disponibilidad de carroñas de larga duración (como las que se encuentran en los muladares) en sistemas sin carroñeros especialistas (que rápidamente consumirían el recurso) promueve la concentración de carroñeros facultativos incrementando el riesgo de predación sobre los vertebrados que viven en los alrededores de estas áreas y/o modificando sus distribuciones espaciales. Por otro lado y más desde un punto de vista de conservación, en esta tesis se resalta que la concentración de carroñeros facultativos determina una mayor probabilidad de consumo de presas alternativas y nidos de aves que crían en el entorno de una carroña predecible. Por tanto, y de manera aplicada, se destaca que la ubicación de un muladar debe ser estudiada previamente. En suma, esta Tesis describe cómo la pérdida de impredecibilidad de un recurso pulsado provoca la pérdida de diversidad, de procesos de facilitación dentro del gremio y cambios en la distribución y dieta de las especies, favoreciendo a la especie 'especialista' y en nuestro caso con menos problemas de conservación. Visto desde un punto de vista opuesto el azar favorece la coexistencia de especies. Además, se demuestra cómo las carroñas tienen efectos a nivel de comunidad y ecosistema, llegando a permear a través de la red trófica hasta afectar a especies no vinculadas con la explotación de este recurso, tanto en su distribución espacial como en su riesgo de depredación.

Aplicación de trazadores intrínsecos al estudio de la ecología de aves acuáticas

Autor: Ramírez Benítez, F. J.

Directores: Jover Armengol, L. y Sanpera Trigueros, C.

Curso: 2009–2010

Universidad de Barcelona

Resumen

Existen diferentes temáticas dentro de la ecología aplicada en las que la importancia de un conocimiento preciso de los recursos tróficos consumidos por las poblaciones salvajes se pone de manifiesto. Por ejemplo, un conocimiento básico de la dieta de las poblaciones es fundamental a la hora de implantar medidas de gestión adecuadas, para interpretar correctamente los niveles de contaminantes detectados en las especies indicadoras y determinar así el grado de contaminación de los ecosistemas naturales o para investigar el flujo de materia y energía hacia la reproducción. La utilización de métodos clásicos a la hora de caracterizar la dieta de las poblaciones (análisis de contenidos estomacales, regurgitados, egagrópilas, observación directa) presenta ciertas limitaciones relacionadas con la obtención, persistencia, y digestibilidad diferencial de los distintos tipos de presas así como por el hecho de que proporcionan información puntual de dietas individuales. Estas limitaciones dificultan considerablemente la aplicabilidad de los resultados obtenidos a través de estas metodologías en los diferentes ámbitos de la ecología aplicada. Por ello, la utilización de determinados trazadores intrínsecos, como los isótopos estables, ha supuesto un gran avance en los estudios ecológicos ya que permiten obtener una información integrada en el tiempo de la dieta asimilada por los organismos a partir de un muestreo puntual. Este trabajo no solo destaca el inmenso potencial de las aproximaciones basadas en el uso de trazadores intrínsecos, sino que también pretende poner de manifiesto algunas de sus limitaciones y proponer alternativas que permitan mejorar su aplicabilidad. En este sentido, el trabajo consta de ocho casos prácticos donde se utilizan trazadores intrínsecos para abordar el estudio de diferentes aspectos de la ecología de las aves: estudios de ecología

Autor: Raul Ramos



Gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*), una de las especies del estudio.

trófica, de exposición a contaminantes y estrategias reproductivas. Dentro de los estudios de ecología trófica se proponen alternativas a las aproximaciones isotópicas clásicas basadas en la incorporación de los nichos isotópicos (espacio isotópico delimitado por especies que se alimentan de recursos particulares) a la hora de reconstruir la dieta de las poblaciones, en la utilización de herramientas novedosas (aproximaciones bayesianas) o en la incorporación de trazadores alternativos o complementarios (por ejemplo signaturas isotópicas alternativas). También se pone de manifiesto la utilidad de los trazadores intrínsecos (isótopos estables y ácidos grasos) a la hora de investigar la transferencia de contaminantes a lo largo de las cadenas tróficas y determinar así de una forma más precisa el estado de contaminación de los ecosistemas. Finalmente, se han utilizado aproximaciones basadas en el uso de isótopos estables y determinados parámetros bioquímicos a la hora de estudiar la transferencia de recursos (materia y energía) hacia la reproducción, poniendo de manifiesto las estrategias reproductivas propias de las especies. En particular, se ha estudiado la

inversión en reproducción por parte de los sexos así como la inversión de las hembras en la producción de la puesta. En este trabajo se presentan algunas mejoras o alternativas a las aproximaciones clásicas que esperamos ayuden a mejorar la aplicabilidad de estas metodologías así como el conocimiento de la biología de las especies.

Integración de estrategias de forrajeo, patrones espaciales de movimiento y éxito reproductor: implicaciones para la conservación de predadores aviares simpátricos

Autor: Terraube–Monich, J.

Directores: Arroyo López, B. y Mougeot, F.

Curso: 2009–2010

Universidad de Castilla–La Mancha

Resumen

Esta tesis se estructura en seis capítulos, cuyos objetivos son: (i) Biología de la reproducción del aguilucho papialbo (*Circus macrourus*) en el centro–norte de Kazajistán. Los nidos de esta especie se encontraron en una gran variedad de tipos de vegetación que se pueden agrupar en tres grandes categorías: hábitat estépicos, ribereños y agrícolas. Las densidades más altas de aguiluchos reproductores se observaron en los hábitats ribereños, pero el éxito de eclosión parecía ser menor, debido a una mayor tasa de depredación. La productividad (tamaño de pollada) era aparentemente menor en las zonas agrícolas que en los otros hábitats. Los individuos que crían en los hábitats agrícolas y estépicos eran más precoces, mientras que los individuos más tardíos criaban preferentemente en hábitats ribereños. (ii) Biología de la reproducción del aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) en el centro–norte de Kazajistán. Se comparan los datos obtenidos en esta población (en zonas de estepas naturales) con los parámetros reproductores de poblaciones de Europa occidental que crían en hábitats agrícolas y han sido relativamente bien estudiadas, discutiendo las implicaciones para la conservación de esta especie. (iii) Especialización de la dieta y eficacia de la búsqueda del alimento en aguiluchos cenizo y papialbo en simpatria, en condiciones variables de abundancia de topillos. Evaluamos si la eficacia de la búsqueda de alimento en el aguilucho papialbo, una rapaz especializada en la captura de micromamíferos, y la del aguilucho cenizo, un generalista trófico, difieren

en relación con las variaciones interanuales en la abundancia de topillos durante un periodo de 5 años. Nuestros resultados indican que los depredadores especialistas, como el aguilucho papialbo, que han desarrollado adaptaciones específicas o estrategias de reproducción particulares, son muy eficientes cuando su presa preferida es abundante, pero puede existir un coste a la especialización, al no ser suficientemente eficaces cuando su presa preferida es escasa. (iv) Factores que influyen en la variación de la dieta en un depredador generalista, el aguilucho cenizo, a través de su área de distribución. Compilamos datos de 30 estudios (en 41 zonas de 11 países) sobre la dieta de esta especie y analizamos los datos de dieta en relación con la latitud, longitud, composición del hábitat de la zona de estudio y unas estimas cualitativas de la abundancia de presas. Los resultados indican que las aves son la presa principal en la mayor parte del área de distribución del aguilucho cenizo, pero la diversidad de la dieta varía geográficamente, siendo mayor en poblaciones meridionales y orientales. La importancia relativa de cada tipo de presa en la dieta se explica principalmente por su abundancia local y el hábitat. El consumo de micromamíferos se asoció negativamente con la abundancia de presas alternativas. La abundancia de todos los grupos de presas excepto los micromamíferos disminuyó con la latitud, y esta disminución fue más acentuada en medios agrícolas. En conclusión, el aguilucho cenizo presenta una estrategia de forrajeo generalista en función de la abundancia local de presas y su disponibilidad (mediada por el hábitat), y su dieta en medios agrícolas del norte de Europa puede estar limitada por la disponibilidad de presas. (v) Migración y movimientos del aguilucho papialbo. Hemos identificado las áreas de invernada y las rutas migratorias de 10 aguiluchos papialbos capturados en el centro–norte de Kazajistán o en la India y equipados con emisores satélites. Analizamos las fechas de inicio de la migración, el uso de sitios de parada migratoria, la longitud y características de los movimientos de prospección pre–migratorios y pre–reproductivos, así como la dispersión reproductiva de esta especie, y calculamos estimas iniciales de supervivencia adulta. (vi) Efectos de la abundancia de presas, de la heterogeneidad del hábitat y de la fenología de cría en la reproducción: implicaciones para la conservación de una rapaz nómada Casi Amenazada, el aguilucho papialbo. El número de parejas reproductoras de aguilucho papialbo en el área de estudio durante el período 2006–2009 mostró una respuesta numérica alta frente a las

densidades de topillos. En un período más largo (13 años), la abundancia de aguiluchos papialbos fluctuaba fuertemente entre los años, posiblemente con un periodo de seis años. Las variaciones interanuales a escala regional aparecieron asincrónicas, destacando probables movimientos interanuales de individuos siguiendo las variaciones locales en la densidad de topillos. El éxito reproductor dependía claramente de la abundancia de topillos, pero también del período de inicio de la reproducción y del tipo de hábitat. Los patrones de costes detectados pueden ser la consecuencia de diferencias individuales en las estrategias de dispersión. Finalmente, se discuten las implicaciones de estos resultados para la conservación y las opciones de gestión con el objetivo de conservar la biodiversidad de las estepas naturales de Asia central.

Parasitismo, inmunidad, supervivencia y migración en el avión común (*Delichon urbicum* Linneo 1758)

Autor: Reviriego Martín, M. I.

Directores: De Lope Rebollo, F. y Marzal Reynolds, A.

Curso: 2009–2010

Universidad de Castilla–La Mancha

Resumen

El presente proyecto de Tesis Doctoral, aborda el estudio de la patogenicidad de los parásitos sanguíneos y el efecto que producen en algunas estrategias vitales de su hospedador, así como en la senescencia, dinámica migratoria y supervivencia. Además estudia el papel que juega el sistema inmune frente a la invasión parásita. Las estrategias vitales han sido seleccionadas evolutivamente para maximizar la eficacia biológica de los organismos. El parasitismo es la forma más comúnmente utilizada por los organismos para adquirir un recurso, llegando a reducir la eficacia biológica del hospedador y ejerciendo presiones selectivas sobre una gran variedad de rasgos del ciclo vital de los individuos parasitados (fecundidad, tiempo de reproducción y condición corporal, entre otros). A su vez, en este escenario se desarrollan interacciones antagonistas entre el hospedador, que trata de evitar o disminuir los costes de la infección parásita, y el parásito, que desarrolla armas cada vez más virulentas. Se ha demostrado que los costes de la inmunidad pudieran ser particularmente elevados en aquellas especies coloniales que sufren ataques virulentos de parásitos, como es el caso del avión común, lo que le convierte en el modelo ideal para llevar a cabo nuestro estudio. El trabajo ha sido desarrollado en la Residencia Universitaria de la Caja de Ahorro de Badajoz, donde existe una colonia de esta especie que lleva siendo controlada desde 1985. Se han realizados varios estudios para comprobar los niveles de patogenicidad de los parásitos y de qué manera ejercen presiones en el ciclo vital de su hospedador. Ante la diversidad de resultados obtenidos sobre este tema hace es imprescindible realizar estudios más exhaustivos, como el que proponemos. Por otra parte, las aves muestran diferencias intraespecíficas

en sus rutas migratorias, en sus áreas de reproducción y en los cuarteles invernales. Tales diferencias pueden tener consecuencias en el tamaño de la población debido a las diferencias en la tasa de supervivencia de los individuos. Las condiciones climáticas cambiantes y la distinta disposición de recursos en los hábitats invernales pueden producir efectos muy importantes sobre las poblaciones reproductoras. Investigamos cuáles son los orígenes invernales de nuestra especie, que aún son desconocidos, y analizamos cómo afecta la dinámica migradora a la fenología reproductora del avión común. Los objetivos concretos de esta tesis son: (i) comprobar la validez de la técnica inmunológica de fagocitosis *in vitro* en la especie de estudio y la efectividad de la actividad inmunológica de los heterófilos; (ii) determinar si existe relación entre la capacidad fagocítica de los heterófilos de los progenitores y su descendencia; (iii) verificar si la carga parásita de los progenitores influye en la respuesta inmunológica de la descendencia; (iv) analizar la relación existente entre la respuesta inmune y la carga parásita parental; (v) considerar, mediante el análisis de elementos traza de las plumas, si los individuos migradores proceden del mismo cuartel invernal; (vi) encontrar evidencias acerca de la coincidencia o no de poblaciones simpátricas de Badajoz en la misma área de muda; (vii) averiguar si existen diferencias según la edad y el sexo en la composición elemental de las plumas; (viii) analizar si la fecha de llegada se debe a la procedencia de diferentes áreas de muda; (ix) Investigar el efecto de las dobles infecciones parásitas en la eficacia biológica de los hospedadores; (x) estimar si las tasas de supervivencia están implicadas en el nivel de infestación por hemoparásitos; (xi) confirmar los efectos de la carga parásita en la expresión de la senescencia de sus hospedadores; (xii) evaluar el papel de los parásitos sanguíneos en la condición física y en la capacidad de supervivencia del avión común.

Hábitats antropogénicos y conservación de aves acuáticas migradoras: el papel **de los arrozales para la aguja colinegra** (*Limosa limosa*)

Autor: Santiago Quesada, F.

Directores: Masero Osorio, J. A. y Sánchez Guzmán, J. M.

Curso: 2009–2010

Universidad de Castilla–La Mancha

Resumen

Los limícolas son un grupo de aves con numerosas especies que recorren cada año miles de kilómetros entre sus áreas de reproducción e invernada. La pérdida de hábitat natural (zonas húmedas) en las rutas migratorias parece ser la principal causa de que numerosas especies de limícolas hayan disminuido considerablemente sus poblaciones durante las últimas décadas. El declive de una población de aves migradoras puede ser evitado o mitigado si ésta es capaz de responder a la pérdida de hábitat cambiando su ruta migratoria. Esta capacidad dependerá de cómo es transmitido el comportamiento migratorio y de la existencia de zonas alternativas. Varios hábitats antropogénicos pueden proveer áreas de alimentación alternativas o complementarias para las aves acuáticas. A escala global algunos de estos hábitats antropogénicos ocupan grandes extensiones, por lo que identificar y evaluar su papel como áreas alternativas es clave a la hora de elaborar estrategias de conservación para estas aves. Los campos de arroz, hábitats muy extendidos por todo el mundo y utilizados por numerosas poblaciones de aves acuáticas, han sido escasamente estudiados en este contexto, aún más en lo que respecta a los limícolas. La aguja colinegra (*Limosa limosa*) es un limícola migrador de largas distancias. La subespecie nominal, con áreas de cría en Europa occidental y cuarteles de invernada en el oeste de África, está sufriendo un alarmante declive poblacional. La subespecie *islandica* utiliza la ruta migratoria del Atlántico oriental, donde se incluye el oeste de la Península Ibérica y las costas atlánticas de África, y está experimentando

Autor: Domingo Rivera.



Aguja colinegra (*Limosa limosa*) forrageando en un arrozal.

un incremento poblacional. De particular importancia para esta especie parecen ser los campos de arroz de Guinea-Bissau como cuarteles de invernada de la aguja colinegra, donde comen mayoritariamente los granos de arroz que quedan tras la cosecha. En la Península Ibérica la aguja colinegra utiliza durante las migraciones zonas costeras estuarinas y zonas del interior. Estas últimas parecen estar adquiriendo un papel cada vez más importante, en especial los campos de arroz de Extremadura desde su aparición hace unos 40 años, ya que pueden haber contribuido a la reciente modificación de la migración de las poblaciones que usan la ruta del Atlántico Este. El objetivo general de la presente tesis es valorar este papel tomando como caso de estudio la aguja colinegra (*Limosa limosa*) y los arrozales de las Vegas Altas del Guadiana (Extremadura). Las principales conclusiones de nuestro estudio son: (i) gran cantidad de

especies de aves acuáticas dependen de los arrozales de Extremadura en algún momento de su ciclo anual, principalmente durante la invernada y la migración primaveral. Muchas de ellas presentan contingentes poblacionales que superan los niveles de importancia internacional (ej. la grulla común *Grus grus*, la cigüeñuela común *Himantopus himantopus*, la garcilla bueyera *Bubulcus ibis* y la aguja colinegra). Es necesario asignar una figura de protección adecuada para estos arrozales de las vegas altas del Guadiana; (ii) la aparición de estos arrozales en las últimas décadas podría haber contribuido a la modificación de la estrategia migradora de algunas especies de aves (ej. grulla común, aguja colinegra); (iii) a pesar de que la gran mayoría de las agujas que utilizan los arrozales de Extremadura pertenecen a la subespecie *limosa*, el contingente poblacional de la subespecie *islandica* que también los utiliza alcanza igualmente niveles de importancia internacional. Esto contrasta con la asunción de que ésta última utiliza esencialmente hábitats costeros durante su migración; (iv) los movimientos de las agujas colinegras indican que las principales áreas de parada migratoria del suroeste de la Península Ibérica podrían constituir una única unidad funcional, por lo que la pérdida o degradación de alguno de estos lugares podría poner en riesgo la viabilidad a largo plazo de esta especie. Más del 14% de la población europea de *Limosa limosa limosa* depende de estos arrozales durante su migración prenupcial, lo que los convierte en áreas clave para el desarrollo de estrategias adecuadas de conservación de la especie; (v) las hembras de aguja colinegra poseen una mayor eficiencia de asimilación que los machos alimentándose de semillas de arroz. La aguja colinegra es capaz de asimilar un 90% de la energía contenida en las semillas de arroz, siendo este valor de eficiencia de asimilación muy superior al utilizado como media general de eficiencia de asimilación de aves alimentándose de materia vegetal; (vi) en los arrozales el consumo de alimento durante el periodo de luz es suficiente para cubrir los requerimientos diarios de energía, incluyendo una alta deposición de energía para la migración; (vii) los patrones diarios de actividad de forrajeo de la aguja colinegra no parecen estar determinados por la actividad de las presas sobre las que depredan o por su disponibilidad a lo largo del día, sino más bien por ritmos circadianos internos ajenos a estos factores; (viii) la proximidad de las balsas de arroz a las zonas de dormitorio es un factor decisivo a la hora de la selección de aquellas como áreas de forrajeo; (ix) la presencia de tendidos eléctricos en la zona es otro importante

factor, siendo los lugares cercanos a estas infraestructuras evitados por las agujas; (x) el manejo de las balsas de arroz es un factor clave en la selección y uso del hábitat por la aguja colinegra, siendo las balsas que han sido fangueadas y mantienen abundante cantidad de agua en ellas las seleccionadas por esta especie tanto en sus actividades diarias de forrajeo como para el establecimiento de sus dormideros.

Factores ecológicos y mecanismos implicados en la variabilidad de la interacción entre un ectoparásito generalista (*Carnus hemapterus*) y sus hospedadores

Autor: Calero Torralbo, M. Á.

Directores: Valera Hernández, F. y Moreno Mañas, E.

Curso: 2010–2011

Universidad de Granada

Resumen

Los parásitos, debido a la intensidad de la interacción con sus hospedadores, son organismos especialmente sensibles a los procesos, selectivos o no, que controlan el grado de diferenciación y divergencia dentro y entre poblaciones de organismos. Los distintos factores y mecanismos que rigen los procesos de diversificación en parásitos generalistas han sido tradicionalmente ignorados en el estudio de la especiación y diferenciación genética en parásitos, en detrimento de sistemas más especializados. Esta tesis pretende ampliar la comprensión sobre la evolución y la ecología de los procesos de diversificación en parásitos generalistas. Con tal fin, nuestro trabajo se centra en el estudio del díptero ectoparásito *Carnus hemapterus*, sus hospedadores aviares y diversos aspectos del resultado de la interacción entre ellos mediante tres objetivos principales: (1) exploración y estudio de diversas características ecológicas (ciclo de vida, fenología de emergencia, sincronización parásito–hospedador) y comportamentales (selección de hospedador) de *Carnus hemapterus* y de la interacción de éstas con sus hospedadores y el ambiente que los circunda, con el fin de identificar factores clave y mecanismos implicados en la diversificación evolutiva de esta especie. (2) Estudio de la variación y plasticidad del ciclo de vida de este ectoparásito y sus consecuencias en la sincronización parásito–hospedador. Por último (3) examinar mediante análisis moleculares de ADN mitocondrial la estructura genética de *Carnus hemapterus*, con el fin de encontrar evidencias de procesos de divergencia

y diferenciación a diversas escalas geográficas. El seguimiento del ciclo de vida de *Carnus hemapterus* durante varios años ha permitido registrar la existencia de diapausa prolongada (dormancia de ciclo largo en la cual los individuos pierden una o más oportunidades de reproducirse) en este parásito. Esta estrategia ha podido surgir como respuesta a la fluctuación y variabilidad espaciotemporal de la distribución de los hospedadores a escala de nido y/o poblacional. Se investigó la selección de hospedador de este parásito en la Carraca Europea *Coracias garrulus*. Los resultados muestran que *Carnus hemapterus* selecciona preferentemente pollos con una mayor respuesta inmune y no emplumados, en detrimento de rasgos como el tamaño o la condición corporal. No obstante, la preferencia por pollos más sanos (mayor respuesta inmune) solo se mantiene cuando la densidad de parásitos dentro del nido es alta (mayor competencia intra-específica) y la condición física de la nidada es baja (mayor probabilidad de mortalidad dentro del nido). Esto sugiere una alta plasticidad en los criterios de selección de hospedador en este ectoparásito. En cuanto a la variación en la fenología de emergencia y sincronización parásito–hospedador en *Carnus hemapterus*, a nivel intraespecífico, usando la Carraca como hospedador, la fenología de emergencia de *Carnus hemapterus* varió entre años y tipos de nido. La sincronización parásito–hospedador en general fue baja y con valores muy fluctuantes entre años, debido a la variación de la fenología de emergencia de *Carnus*, puesto que la fenología reproductora de la Carraca no varió entre los años de estudio. Este efecto asimétrico de la variación interanual entre parásito y hospedador podría explicarse por la distinta intensidad con que afecta la variación ambiental a invertebrados heterotermos y vertebrados endotermos. Aunque nuestro estudio revela valores bajos de predecibilidad en la fenología reproductora y la tasa de reutilización de los nidos de Carraca entre años, el tiempo de reproducción de los hospedadores influye sobre la tasa de sincronización parásito–hospedador, lo que indica que la variación de la fenología de cría del hospedador tiene cierta influencia sobre la fenología de emergencia del parásito. A nivel interespecífico, nuestros resultados muestran una emergencia diferencial en el tiempo (emergencia alocrónica) asociada a tres hospedadores distintos habituales de nuestras latitudes (la Abubilla *Upupa epops*, el Mochuelo Europeo *Athene noctua* y la Carraca). Además, la distribución de la fenología de emergencia de los individuos asociados a Abubilla y Carraca están sincronizadas con la fenología reproductora de sus respectivos hospedadores, sugiriendo la existencia de fenotipos aislados

debido a las barreras temporales impuestas por las distintas fenologías reproductoras de los hospedadores estudiados. Para abordar el segundo objetivo de esta tesis se estudió el efecto de las variaciones ambientales en pupas de *Carnus hemapterus* en dormancia mediante dos aproximaciones experimentales distintas: (1) a través de la simulación de un cambio de hospedador más temprano del original y con un patrón de incubación distinto, y (2) mediante un experimento de translocación de parásitos en dos tipos de ambientes climatológicos distintos. Los resultados de ambos experimentos demuestran que el desarrollo y terminación de la diapausa son rasgos muy plásticos en *Carnus hemapterus* que pueden ser modificado por la temperatura de incubación impuesta por un hospedador más temprano o por los cambios ambientales en su entorno durante las fases finales de la diapausa. Por último, los marcadores mitocondriales revelaron una acusada estructura filogeográfica de las poblaciones de *Carnus hemapterus* a nivel continental. Diversos eventos geológicos durante el Pleistoceno han podido tener un papel relevante en la conformación de la estructura genética de este parásito a lo largo del área de distribución estudiada (Europa y Canadá). Estos resultados, junto con la correlación positiva entre distancia geográfica y genética encontrada, indican que esta especie es sensible a las barreras físicas y al aislamiento de sus poblaciones por la distancia a escalas geográficas amplias. A escala local, la población de *Carnus hemapterus* estudiada en Tabernas presenta una cierta diferenciación genética en simpatría asociada al periodo de emergencia del imago pero independiente del hospedador parasitado, lo que sugiere la existencia de una barrera temporal que impide el libre flujo genético en esta especie.

Ecología del águila-azor perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en su etapa preadulta: del nido a las áreas de dispersión

Autor: Caro Hidalgo, J.

Directores: Pleguezuelos Gómez, J. M. y Ontiveros Casado, D. M.

Curso: 2010–2011

Universidad de Granada

Resumen

Entender los requerimientos ecológicos de las especies amenazadas con el fin de obtener conclusiones aplicables a la conservación y gestión de las mismas, es una prioridad que se ha asentado en todos los países con tradición investigadora. El águila-azor perdicera es, sin duda, una de las rapaces mediterráneas que ha sufrido una mayor regresión poblacional en los últimos años y, en la mayoría de los casos, la acción humana parece ser la responsable de esta tendencia. Esta tesis doctoral se ha centrado en el estudio de algunos factores que pueden influir en el éxito reproductor de las parejas, así como en aspectos de la ecología de los jóvenes durante la etapa de dispersión juvenil. Específicamente los temas estudiados son: (i) Función de los nidos alternativos en rapaces. Nuestros resultados sugieren que la competencia interespecífica por el nido y el intento de disminuir la carga de ectoparásitos explicarían la existencia de nidos alternativos en los territorios del águila-azor perdicera en el área de estudio; (ii) Material verde en nidos de águila-azor perdicera. Encontramos una tendencia a que determinadas especies de árboles y matorral (sobre todo pino y encina) formen parte del material verde de los nidos de águila-azor perdicera, aunque sólo hallamos una selección positiva respecto a su disponibilidad en el caso del pino resinero (*Pinus pinaster*). Encontramos una relación significativa entre el porcentaje de pino resinero en los nidos, la presencia de larvas de dípteros parásitos y el éxito reproductor de las parejas de águila-azor perdicera, de forma que los nidos que tienen más pino resinero en su composición, presentan menos carga parasitaria de larvas del género



Autor: Lorenzo Pérez.

Águila azor-perdicera (*Aquila fasciata*) en el nido.

Protocalliphora, y una mayor productividad de pollos; (iii) Áreas de dispersión utilizadas por el águila-azor perdicera y el águila real (*Aquila chrysaetos*). Mostramos la existencia y características de las áreas de dispersión para ambas rapaces en el sur ibérico. Las cuadrículas con presencia de preadultos tienen mayor densidad de conejos y perdices, mayor presencia de cultivos arbóreos y heterogeneidad de hábitat que las cuadrículas con ausencia de preadultos (áreas de no dispersión). Las dos rapaces tienden a ocupar las mismas áreas de dispersión en el área de estudio, pero cuando esto no ocurre, la temperatura media anual y la pendiente parecen ser la razón. Las medidas de gestión para la conservación de la fracción juvenil de la población deben centrarse en la identificación y delimitación de las áreas de dispersión, y el mantenimiento de altas densidades de presas y heterogeneidad de hábitats en ellas; (iv) Dieta del águila-azor perdicera

en áreas de dispersión juvenil. El conejo es el componente principal de la dieta de los preadultos en las áreas de dispersión juvenil y es la única presa positivamente seleccionada en función de su disponibilidad en el área. Encontramos diferencias significativas en la frecuencia de aparición de las presas principales (conejo, perdiz y paloma) respecto a las poblaciones reproductoras próximas a las dos áreas de dispersión estudiadas, y una menor diversidad trófica en éstas últimas. Hallamos una relación positiva entre la abundancia de conejos y la presencia de preadultos en las áreas de dispersión juvenil; (v) Fenología del águila–azor perdicera y del águila real en áreas de dispersión. Los preadultos de la primera especie ocupan las áreas de dispersión juvenil del sur peninsular en el mes de agosto, después de abandonar los territorios de cría. A continuación se produce una disminución de la población, más acusada a partir de los meses de febrero y marzo. El águila real tiende a llegar a las áreas de dispersión más tarde, permaneciendo en ellas durante un periodo de tiempo más breve que el águila–azor perdicera.

Coloraciones de los huevos y del pico del estornino negro (*Sturnus unicolor*) en un contexto de selección sexual

Autor: Navarro Puig, C.

Director: Soler Cruz, J. J.

Curso: 2010–2011

Universidad de Granada

Resumen

Recientemente se ha sugerido que la coloración verde azulada de los huevos de algunas especies de aves podría funcionar como una señal sexual después del emparejamiento que reflejaría la condición fisiológica de la hembra en el momento de la puesta, y que los machos la utilizarían para ajustar su esfuerzo parental en la crianza de sus pollos (hipótesis SSEC). Esta hipótesis se basa en que la biliverdina, que es el pigmento responsable de esta coloración verde azulada de la cáscara del huevo, es un potente antioxidante. Por ello, solo aquellas hembras en buenas condiciones físicas y con reservas suficientes de antioxidantes, serán capaces de usar una mayor cantidad de pigmentos para exagerar aquella señal. Además, estas hembras más resistentes al estrés oxidativo, también podrían depositar mayor cantidad de antioxidantes en la yema del huevo, elementos que son fundamentales para el correcto desarrollo del embrión y afectan a la calidad fenotípica de los pollos. Algunos antioxidantes pigmentarios también participan en la expresión de otros caracteres de las aves, como es el color de las plumas y de los tejidos frescos. En este caso, la intensidad de la coloración de estos tejidos también indicaría la condición fisiológica de las aves. En este contexto teórico, y usando al estornino negro *Sturnus unicolor* como modelo, esta tesis doctoral trata de comprobar, por un lado, la hipótesis SSEC y, por otro, de explorar la posibilidad de que la coloración del pico de estas aves refleje la concentración de antioxidantes en sangre. Para comprobar la hipótesis SSEC hemos realizado tres aproximaciones experimentales. En un primer experimento aumentamos la carga alar de las hembras unas semanas antes de la puesta y esta manipulación afectó a la condición física durante la puesta, y a la intensidad de la coloración de

los huevos. En un segundo experimento utilizamos huevos artificiales coloreados con dos intensidades de color verde azulado que sustituyeron a los huevos naturales y demostramos un efecto del experimento en la tasa de cebas de los machos a pollos de distintas edades. En la última aproximación experimental, manipulamos el ambiente nutricional de algunos pollos de nidos experimentales mediante alimentación suplementaria y encontramos que las diferencias en respuesta inmunitaria entre pollos alimentados y no alimentados era menor en nidos donde se habían incubado huevos de color verde azulado más intenso. También hemos analizando el contenido en antioxidantes (carotenoides y vitamina A) en la yema de los huevos y hemos puesto de manifiesto una relación entre la coloración de éstos y la concentración de antioxidantes (*i.e.*, inversión maternal). Estos resultados indican que con el color verde azulado de los huevos las hembras de esta especie podrían señalar a los machos su condición fisiológica y la inversión maternal realizada en los huevos. También encontramos evidencias de que la coloración del pico de los machos y de las hembras de estornino puede ser utilizada para señalar–conocer el estado fisiológico de los estorninos. El pico de los estorninos es de color amarillo intenso durante el comienzo de la reproducción, y se va oscureciendo a medida que avanza la estación. Hemos constatado la existencia de diferencias sexuales tanto en su coloración como en su variación estacional. Además, el análisis de la concentración de antioxidantes en el plasma sanguíneo puso de manifiesto diferencias sexuales en el contenido de antioxidantes en plasma. Por tanto, la coloración del pico en los machos y en las hembras podría estar funcionando también como una señal indicadora de la calidad antioxidativa de los individuos. Todos estos resultados apoyan la existencia de caracteres sexuales en hembras de estornino negro. Los estudios de caracteres sexuales secundarios en hembras son bastante escasos y los resultados de esta tesis sugieren con fuerza que existen en el estornino negro.

Las bacterias como agentes modeladores de las estrategias vitales en aves

Autor: Peralta Sánchez, J. M.

Directores: Soler Cruz, J. J. y Martínez Bueno, M.

Curso: 2010–2011

Universidad de Granada

Resumen

Los efectos de los tipos de bacterias en la reproducción y evolución de las aves han sido escasamente investigados. La mayor parte de nuestro conocimiento proviene principalmente de la avicultura, donde las repercusiones económicas y de salud pública son muy importantes. En condiciones naturales, existen algunos indicios de efectos negativos de las bacterias sobre el embrión, como así lo demuestran algunos experimentos que al alterar la carga bacteriana de la superficie de los huevos, afectan a la eclosión de estos. Por ello, cualquier rasgo que disminuya la carga bacteriana podría verse favorecido por selección natural y fijado rápidamente en la población. En este contexto, algunos caracteres de estrategia vital relacionados con el comportamiento y la reproducción de este grupo de animales se han considerado funcionales, reduciendo la probabilidad de infección de huevos o pollos por bacterias oportunistas. El tipo de nido, el uso de plumas y plantas para forrar el nido o el comienzo de la incubación (con la puesta completa o no) podrían al menos parcialmente influir en la carga bacteriana de los nidos de las aves silvestres, y por tanto en la carga bacteriana de sus huevos. En esta tesis doctoral exploramos la asociación interespecífica entre la variación en la carga bacteriana de la superficie de las cáscaras de los huevos entre 24 especies de aves en la comarca de Guadix y las estrategias que estas especies siguen en sus nidos. En concreto, al principio y durante la incubación, estimamos la carga bacteriana y su crecimiento para cuatro tipos de bacterias: bacterias mesófilas totales (como una estima de la carga bacteriana total), y de tres tipos de microorganismos con conocida capacidad para penetrar el interior de los huevos: *Enterococcus*, *Staphylococcus* y *Enterobacteriaceae*. Una vez controlado el análisis por las diferencias significativas encontradas entre los



Muestreo de la carga bacteriana sobre la cáscara de un huevo.

diferentes años de estudio, encontramos, que las variaciones en la carga bacteriana de la superficie de los huevos y su crecimiento fueron menores dentro de la especie que entre especies, validando así el uso de la carga bacteriana y su crecimiento en análisis comparativos entre especies. El efecto significativo del año sugiere también una influencia ambiental en la carga y crecimiento de las bacterias en la superficie de los huevos. La variación interespecífica fue explicada por el tipo de nido, el material usado para forrarlos (plantas o plumas), y el comportamiento incubador, aunque la importancia de cada uno dependió del año de muestreo y del tipo bacteriano en cuestión.

Una vez controlada estadísticamente la variación interespecífica, la variación intraespecífica en carga de bacterias mesófilas totales y el crecimiento relativo de enterobacterias explicaron significativamente la variación en el éxito de eclosión, apareciendo relacionados negativamente. Sin embargo, el crecimiento de *Enterococcus* a lo largo de la incubación

estuvo positivamente relacionado con el éxito de eclosión. A nivel interespecífico, la carga bacteriana o su crecimiento no explicaron las diferencias en eclosión entre especies. Estos resultados sugieren que, aunque a nivel intraespecífico aquellos individuos con una mayor carga bacteriana sufren una mayor probabilidad de fallos de eclosión, cada especie podría estar adaptada a soportar la carga bacteriana típica de sus nidos.

Dado el papel que juega el material del nido en el ambiente bacteriano, exploramos en la golondrina común (*Hirundo rustica*) la relación entre: la carga bacteriana de los huevos, las plumas utilizadas para forrar los nidos y el éxito de eclosión. Existen evidencias que sugieren que el color de las plumas podría influir en la comunidad bacteriana de las mismas, y por ello hemos explorado experimentalmente la importancia de la elección del color de las plumas en el ambiente bacteriano del nido y su influencia en el éxito de eclosión. Encontramos que las golondrinas eligieron fundamentalmente plumas blancas para forrar sus nidos y que, además, los nidos experimentales con más plumas blancas al principio de la incubación experimentaron una menor probabilidad de que ocurrieran fallos en la eclosión. Además, el número de plumas estuvo negativamente relacionado con la carga bacteriana de la superficie de los huevos. Estos resultados sugieren que la preferencia de las golondrinas por plumas blancas para forrar sus nidos puede estar relacionada con un descenso en la carga bacteriana de la superficie de los huevos y un aumento en el éxito de eclosión.

Los visitantes del nido tales como los parásitos pueden actuar como vectores de bacterias, afectar las condiciones higiénicas de los nidos y, por tanto, influir en el ambiente bacteriano de estos. Nosotros comprobamos este escenario hipotético en el sistema de parasitismo de cría críalo (*Clamator glandarius*) – urraca (*Pica pica*). El críalo visita los nidos de su hospedador, la urraca, y frecuentemente daña o rompe alguno de los huevos del hospedador durante la puesta o visitas posteriores, lo cual podría favorecer la colonización de bacterias y su posterior crecimiento. De acuerdo con esta hipótesis, encontramos que la carga bacteriana de la superficie de los huevos de urraca fue mayor en nidos parasitados. Debido a que encontramos evidencias apoyando la asunción de que la carga bacteriana de los huevos de urraca está relacionada con la probabilidad de infección del embrión, estos resultados sugieren que el parasitismo de cría incrementa la probabilidad de infección bacteriana de los huevos de urraca. Además, comparaciones entre la carga bacteriana de huevos de urraca y críalo revelaron que i) la cáscara de los huevos de críalo adqui-

rieron menor densidad bacteriana que los de su hospedador al urraca, y que ii) la prevalencia de bacterias en huevos no eclosionados fue mayor para la urraca que para los críalos. Estas diferencias se pueden explicar porque los huevos parásitos, pero no los del hospedador, siempre experimentan el ambiente bacteriano de nidos parasitados. Por tanto, nuestros resultados sugieren que los huevos parásitos estarían mejor adaptados a ambientes con alto riesgo de contaminación bacteriana que los de su hospedador la urraca.

Nuestro estudio de la comunidad bacteriana en huevos de aves está limitado a técnicas dependientes de cultivo lo que implica algunas limitaciones a la hora de caracterizar las comunidades, ya que sólo una parte de las bacterias son cultivables. El uso de técnicas moleculares tiene grandes ventajas en este aspecto, pero se necesitan protocolos de laboratorio que dependen de las características del material muestreado. La identificación molecular de las bacterias de nuestras muestras de la superficie de huevos de aves silvestres necesita de protocolos apropiados para muestras con escasa carga bacteriana o con propiedades que dificultan ésta. Por ello, en esta tesis hemos puesto a punto protocolos de muestreo, extracción y purificación de DNA para este tipo de muestras. Presentamos una mejora del método de extracción de DNA mediante *Chelex 100* para muestras bacterianas obtenidas de la superficie de los huevos. Con las modificaciones propuestas el éxito de amplificación ha pasado de un 20% a un 100% de los métodos tradicionales o kits comerciales frente a casi el 100% que se obtuvieron con este nuevo método. El rendimiento de este método abre nuevas vías como método independiente de cultivo para el estudio de la comunidad bacteriana y su efecto en la reproducción de las aves.

En la presente tesis presentamos resultados indicadores de la influencia de los ambientes bacterianos sobre la reproducción de las aves, y sobre la evolución de estrategias vitales que de alguna forma permiten controlarlos y así reducir la probabilidad de contaminación bacteriana de los embriones. Serán necesarias nuevas investigaciones que permitan establecer relaciones causa–efecto en las relaciones que hemos encontrado, lo que sin duda abrirá nuevas y fascinantes cuestiones en biología evolutiva.

Ecología y conservación del pico mediano *Dendrocopos medius* en ambientes alterados y fragmentados

Autor: Ciudad Trilla, C.

Directores: Purroy Iraizoz, F. J. y Robles Díez, H.

Curso: 2010–2011

Universidad de León

Resumen

La fragmentación, pérdida y alteración de los hábitats naturales son responsables del declive de la mayor parte de las especies amenazadas del planeta. En esta tesis doctoral se analizan los efectos de la fragmentación, la pérdida y la alteración del hábitat sobre las aves forestales utilizando al pico mediano como especie modelo. Se evalúa cómo afectan estos procesos a la demografía, la dispersión, el uso del hábitat de los juveniles y los procesos de ocupación, colonización y extinción de los parches de hábitat del pico mediano (*i.e.* robledales viejos) en un área de aproximadamente 750 km² situada en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica. La reducción del tamaño de los parches de hábitat (asociada a procesos de pérdida y fragmentación) tuvo un fuerte efecto negativo sobre la ocupación, la colonización y el tamaño poblacional. Esto sugiere que la pérdida de hábitat vinculada a procesos de fragmentación puede tener serias consecuencias para la persistencia del pico mediano en la Cordillera Cantábrica. La reducción de la conectividad (asociada a la fragmentación) no tuvo una gran influencia en nuestra área de estudio, lo cual puede deberse a que el grado de aislamiento no es suficientemente importante o a que la matriz forestal puede mitigar en parte el efecto del distanciamiento entre parches, facilitando los desplazamientos de los individuos entre los parches de hábitat. La alteración del hábitat limita la distribución del pico mediano en la Cordillera Cantábrica, puesto que la degradación de su hábitat afectó a la ocupación de los parches y al uso del hábitat de los juveniles. Los robledales jóvenes más degradados (con un déficit de robles grandes) son evitados tanto por los adultos en el pe-



Hembra anillada de pico medianon (*Dendrocopos medius*) llevando alimento al nido en un robledal de la Cordillera Cantábrica.

riodo reproductor como por los juveniles en el periodo post-vuelo. Incluso considerando únicamente los robledales viejos, los más degradados (con menores densidades de robles grandes) tuvieron una menor probabilidad de ser ocupados. Además, los juveniles fueron más proclives a dispersarse fuera de los parches de baja calidad (más degradados), lo que sugiere que la dispersión es un mecanismo para escapar de condiciones adversas derivadas de la degradación del hábitat. Por otra parte, la atracción de coespecíficos puede ser un mecanismo comportamental que favorece el asentamiento de los juveniles en parches de hábitat adecuados para la cría, así como el éxito de emparejamiento de los machos territoriales. Los planes de gestión para la conservación del pico mediano deberían ir encaminados a: (i) preservar los parches grandes, (ii) incrementar el ta-

maño de los parches pequeños, y (iii) aumentar la calidad de los parches más degradados. Se indican valores de referencia sobre densidades de arbolado tanto para los territorios de los adultos como para las áreas de campeo de los juveniles durante el periodo post-vuelo. La baja influencia de la conectividad sugiere que en nuestra área de estudio no es necesario desarrollar medidas específicas para mejorar la conectividad, aunque sería recomendable el mantenimiento de una matriz forestal para facilitar el movimiento de los individuos entre parches. El mecanismo de atracción de coespecíficos podría emplearse como herramienta de conservación, utilizando vocalizaciones de pico mediano para atraer individuos a parches vacíos de alta calidad.

Patrones espacio-temporales de la colonización postincendio de las **aves de hábitats abiertos en paisajes mediterráneos**

Autor: López Zozaya, M. E.

Director: Brotons Alabau, L.

Curso: 2010–2011

Universidad de Lleida

Resumen

El fuego es una perturbación natural de los ecosistemas mediterráneos que durante miles de años ha contribuido a favorecer la dinámica paisajística. Algunos estudios sugieren que el régimen actual de incendios podría causar importantes cambios en la estructura de las comunidades. La capacidad de las especies para soportar o beneficiarse de perturbaciones depende de una serie de rasgos específicos que permiten la ocupación de las zonas afectadas. Un grupo de especies que parece beneficiarse de la presencia de zonas quemadas son las aves de hábitats abiertos, algunas de ellas con especial interés para la conservación. El objetivo de esta tesis ha sido identificar los factores determinantes de la colonización postincendio de las aves de hábitats abiertos. Para ello, se ha creado una base de datos con información avifaunística de todas las zonas quemadas en Cataluña (NE España) desde el año 2000 y se han utilizado datos del Atlas d'ocells nidificants de Catalunya 1999–2002, imágenes satélite Landsat, parámetros topográficos y cartografía de los usos del suelo y del inventario forestal nacional. Además, para estudiar el patrón espacial a escala regional se han utilizado dos índices de conectividad: el Índice Integral de Conectividad (IIC) y la Probabilidad de Conectividad (PC). Por último, se ha utilizado información ornitológica recogida siete años después de un incendio que afectó un bosque de pino laricio (*Pinus nigra*) para analizar el efecto en la comunidad de aves de la variabilidad en el patrón de regeneración postincendio. Los resultados mostraron una gran heterogeneidad temporal y espacial en los patrones de colonización postincendio de las



Autor: Lluís Gustamante

Aspecto de una zona afectada por un incendio ocurrido en el año 2003 que quemó 1.800 ha de matorral en la Granja d'Escarp (Cataluña, NE España). En el mismo año, únicamente 3 de los 14 incendios forestales que afectaron más de 50 ha de bosque supusieron el 76% de la zona quemada en Cataluña.

aves de hábitats abiertos. A escala temporal, nuestros resultados sugieren que procesos como la atracción de conoespecíficos contribuyen a explicar el retraso que se produce entre que una zona quemada es potencialmente buena para la colonización de especies de hábitats abiertos y el momento en el que tiene lugar la colonización. A escala espacial, se ha confirmado la importancia en el proceso de colonización postincendio de factores que actúan a diferentes niveles (regional y local), como la conectividad y la calidad del hábitat de la zona quemada y, en menor medida, el tamaño del incendio. Además, los cambios en el paisaje inducidos por la escasa capacidad regenerativa del pino laricio después del fuego, conducen al

mantenimiento a largo plazo del hábitat adecuado para las especies asociadas a hábitats abiertos. Por otra parte, se destaca la importancia del uso de índices de conectividad para predecir la respuesta en la distribución de estas especies a las perturbaciones. Por último, nuestros resultados sugieren que los cambios en los usos del suelo producidos en las últimas décadas del siglo XX, han provocado un cambio en los procesos ecológicos que actúan sobre los reservorios en las dinámicas de las especies de hábitats abiertos en la región mediterránea. Se ha pasado de un conjunto de hábitats abiertos relativamente estáticos (zonas agrícolas y prados) a un mosaico de hábitats donde los incendios juegan un doble papel; por una parte, los incendios crean el hábitat adecuado para la colonización de las especies de hábitats abiertos y, por otra parte, nuestros resultados indican que las zonas quemadas actúan como hábitat fuente, proporcionando individuos a los nuevos hábitats que sucesivamente aparecen en el paisaje.

Patrones, procesos y conservación de comunidades: aves acuáticas en una red **de humedales artificiales**

Autor: Sebastián González, E.

Directores: Botella Robles, F., Sánchez Zapata, J. A. y Hiraldo Cano, F.

Curso: 2010–2011

Universidad Miguel Hernández de Elche

Resumen

El estudio de las comunidades en la ecología ha adquirido más importancia en los últimos años, ya que permite una evaluación más general y precisa de los patrones de organización de las especies y sus procesos relacionados. En esta tesis se han estudiado los patrones de distribución de una comunidad de aves acuáticas que utiliza balsas de riego artificiales, los procesos detrás de los patrones, y las implicaciones para la conservación.

A medida que la destrucción de los humedales naturales avanza, varios estudios parecen indicar que los humedales artificiales pueden ser utilizados por las aves acuáticas como hábitat complementario. En este sentido, balsas de riego también parecen ser un importante hábitat alternativo para las aves acuáticas. El sistema de balsas de riego fue aprovechado por varias especies de aves. Siete especies utilizan los estanques para criar, y la abundancia de algunas de estas especies fue mayor en las balsas que en los humedales protegidos en la zona. Otras especies de aves se reproducen en las zonas húmedas cercanas, pero utilizan las balsas como un área complementaria de alimentación. Las balsas fueron utilizadas durante todo el año, pero hubo algunas diferencias estacionales en la composición de la comunidad. La comunidad era rica, pero la diversidad en general fue baja.

Las aves acuáticas que utilizan las balsas de riego se comportan como un metacomunidad en la que cada estanque podría asimilarse a un parche de hábitat individual. Se encontró que la distribución de las especies estaba relacionada con la configuración espacial de los estanques, con las características del hábitat y con la información proporcionada por especies heteroespecíficas. La importancia de cada variable no fue igual para todas



Una de las balsas artificiales incluidas en el estudio es colonizada por la aves.

las especies, pero se encontraron algunas pautas generales. Según la Teoría de la Biogeografía de Islas, tanto en el tamaño del parche y el grado de aislamiento son factores importantes que determinan la configuración de la comunidad. Los parches bien conectados y de gran tamaño fueron los más propensos a ser colonizados y tenían menores tasas de extinción.

La estructura del hábitat también influyó en el patrón de distribución de las especies. La presencia de diferentes tipos de vegetación, relacionados en última instancia con la disponibilidad de alimentos, fue una de las variables más importantes. Sin embargo, el diseño de construcción de los estanques (relacionado con el grado de naturalización y la pendiente de la orilla) fue, en general, la variable que tuvo un efecto mayor en la comunidad.

Las características estructurales y ambientales también influenciaron la presencia de un patrón anidado en la comunidad. La comunidad presentó un patrón anidado todos los años y estaciones, pero las causas que producían el patrón variaron en el tiempo, sobre todo entre estaciones. Por

lo tanto, los estudios que analizan anidamiento deberían tratar de incluir información sobre varios momentos en el tiempo.

Interacciones de facilitación entre las especies eran dominantes en la comunidad. Tanto las especies que usaban las balsas para reproducirse, como las que las usaban para alimentarse utilizaron la presencia de heteroespecíficos como indicadores de la calidad del hábitat y aparecieron juntas con más frecuencia de lo esperado por azar. Estos resultados parecen confirmar la hipótesis de atracción heteroespecífica, a pesar de que estos análisis se realizaron con los datos de observación y la relación causal debe ser confirmada con experimentos de manipulación.

La información sobre los procesos que subyacen a los patrones de distribución de la comunidad también puede ser útil para fines de conservación. Ya que la distribución de las especies depende de las características del hábitat, una correcta gestión de las balsas puede aumentar su valor como lugar de cría y alimentación para las aves acuáticas. También se evaluaron varios proyectos de gestión de la red de los humedales naturales y artificiales en el área de estudio. Desarrollamos un protocolo de evaluación de coste–eficiencia, que incluye información tanto sobre la biología de las especies como sobre el coste económico de los proyectos. Tratamos de encontrar un equilibrio entre sofisticación y funcionalidad. El protocolo dio prioridad a los proyectos de gestión que se ejecutaban en los humedales más importantes de la red.

Efectos de la contaminación acústica en cuatro especies de aves silvestres

Autor: Mendes, S.

Director: Peris Álvarez, S.

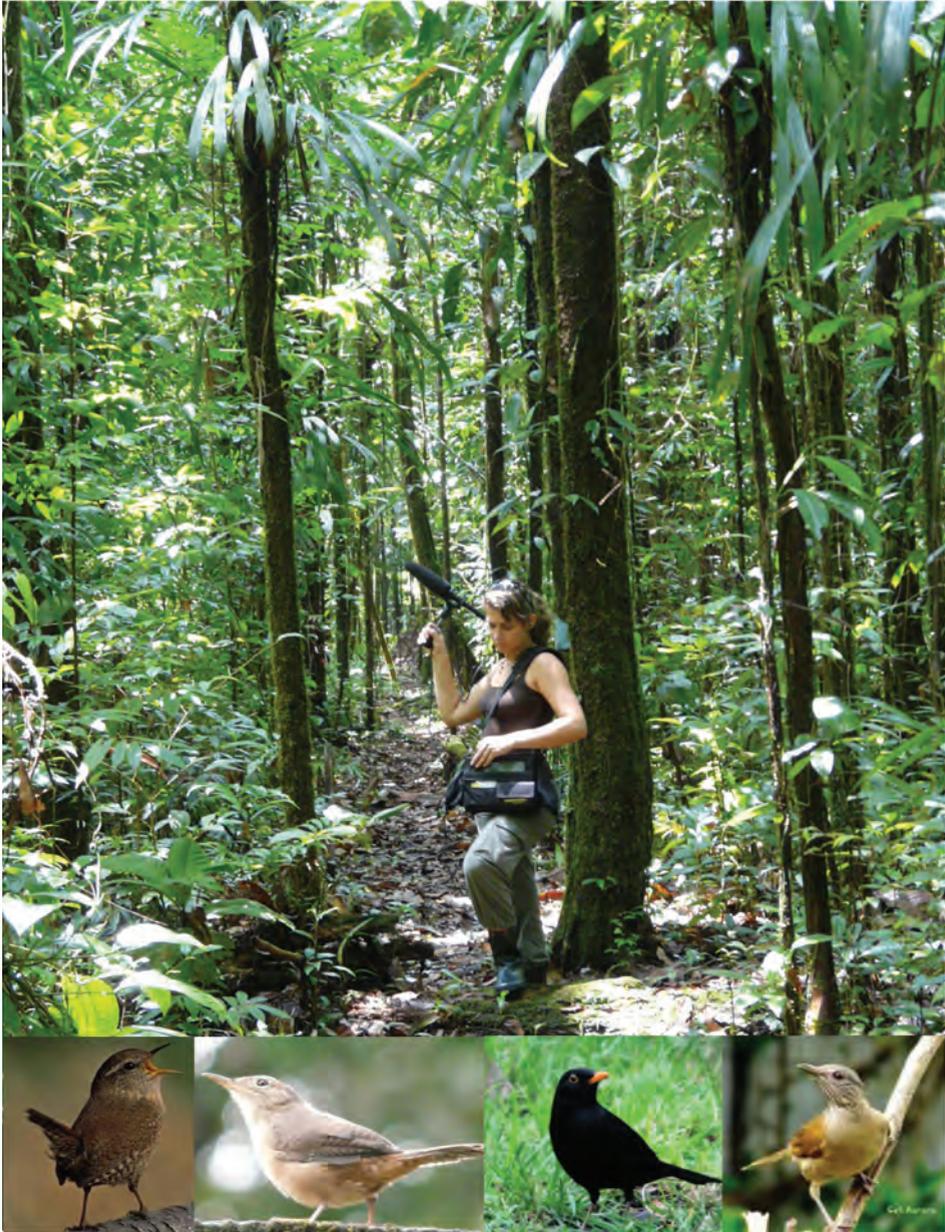
Curso: 2009–2010

Universidad de Salamanca

Resumen

El objetivo del trabajo es comprobar los efectos del ruido antropogénico sobre las aves por medio de la grabación de sus cantos reproductores en tres medios distintos: urbanos, peri-urbanos y rurales. La investigación se centra en dos especies del género *Turdus*; una europea, el mirlo común (*T. merula*) y otra neotropical, el zorzal sabiá (*T. leucomelas*); así como en dos del género *Troglodytes*; el chochín común (*T. troglodytes*) y el neotropical chercán (*T. musculus*). Las dos especies europeas son grabadas en la provincia de Salamanca (España), mientras las neotropicales lo fueron en Belém y sus alrededores (Pará, Brasil). Las fechas de muestreo se definen en función de la estación reproductora de las especies, de septiembre a noviembre en Brasil y de marzo a mayo en España. Todo el muestreo fue realizado en horarios de mayor actividad de canto de las especies (4:00 a 6:00 horas), y en general en las tres primeras horas después del amanecer, horario que permite mejores grabaciones, al emitir cantos más largos. Otras grabaciones fueron realizadas entre las 17:00–9:00 horas. En total, sumaron más de 800 horas de campo y en torno a 75 grabaciones por especie entre los tres medios y de hasta 20 minutos de duración. Sólo se realizan grabaciones en días sin lluvia y viento de velocidad inferior a 3m/seg., para evitar el exceso de ruido de fondo. Las grabaciones fueron tomadas a una distancia de 8–50 m, ajustando el receptor de señal de la grabadora a la distancia. Se eligieron como más importantes las grabaciones realizadas con mayor proximidad y tiempo de duración y sin mayores interferencias de otros tipos de ruido o superposición de cantos de otras especies de aves. Las condiciones de grabación fueron similares para todos los tipos de hábitat y no hubo pruebas para sospechar la existencia de diferencias en la calidad de grabación entre localidades. Las grabaciones fueron to-

madras con una grabadora digital Marantz PMD 671, configurada para el tipo PCM–48kHz–24 bits con el fin de obtener una señal de audio de alta calidad. Dicha grabadora fue elegida por tener una especificación técnica del rango dinámico equivalente al rango dinámico del medidor de nivel sonoro utilizado (94dB); baja distorsión armónica total (THD), apenas 0,03% de pérdida por entrada del micrófono XLR, grabación en formato de audio digital 24 bits. Fue utilizado un auricular Sennheiser para comprobar la entrada de señales de audio, y un micrófono unidireccional Sennheiser ME66 (con un adaptador K6 Sennheiser) y un protector de viento MZW 415. En todas estas zonas fueron medidos los niveles de ruido ambiental, tomados en cada punto donde se efectuó la grabación de la especie. Fueron marcadas las coordenadas geográficas de cada punto de grabación con el fin de comprobar que cada especie tiene su territorio demarcado, y que no se repitiera la grabación de un mismo individuo. Después del análisis efectuado sobre cuatro parámetros de vocalización (espectros de frecuencias, duración, energía y versatilidad) en las cuatro especies, y en función del nivel de ruido dentro de los tres hábitats (urbano, periurbano y rural), se comprueba que las cuatro especies modifican algunas señales en relación al ruido ambiental. Todas las especies presentan, al menos, dos variables alteradas y con relación positiva respecto a los niveles de presión sonora en cada hábitat. Esto sugiere que los niveles de ruido ambiental pueden tener un efecto detectable sobre la comunicación y que las especies son capaces de modificar sus vocalizaciones en función de las perturbaciones sonoras. Los cambios en las frecuencias máximas y entropía en relación a un hábitat ruidoso, son los parámetros que cambian para casi todas las especies, con excepción de *T. musculus*, que no efectúa cambios significativos en el parámetro frecuencia, aunque habría una tendencia al cambio. La evaluación del ruido en el rango de vocalización para cada especie, ha permitido conocer cuales son las bandas de frecuencias afectadas para cada una; concluyendo que no todas las especies responden de manera estandarizada a las perturbaciones a que están expuestas. Así, *T. troglodytes* presenta valores de entropía y frecuencias más altas y notas más cortas en ambientes ruidosos, pero solo frecuencias más altas en ambiente rural; mientras *T. musculus* presenta valores de entropía más altos y mayor duración de notas en los ambientes más ruidosos; de manera similar, *T. leucomelas* presenta un aumento de las frecuencias y entropía más alta en ambientes con mayores niveles de contaminación acústica. Por el contrario, el mirlo común presenta frecuencias más altas



Grabación de los cantos en el bosque neotropical y las cuatro especies de aves objeto del estudio.

y con menor entropía en los ambientes con mayor nivel de contaminación acústica. El estudio demuestra que las diferencias de respuesta entre una especie u otra, o bien en la misma especie entre hábitats distintos, se ven afectadas de distintas maneras, no obedeciendo a un patrón fijo. Estos efectos pueden poseer tanto efectos sinérgicos como antagónicos, y su contribución relativa al impacto sobre el ave varía entre hábitats y especies, siendo en general, la contaminación acústica más importante en espacios abiertos, y en las especies más sensibles acústicamente; cobrando más importancia en el género *Turdus* que en *Troglodytes*.

Ecología trófica y reproductora de tres especies de aves insectívoras en ecosistemas mediterráneos

Autor: Atiénzar Navarro, F.

Directores: Barba Campos, E. y Belda Pérez, E. J.

Curso: 2009–2010

Universidad de Valencia

Resumen

Las especies de aves paseriformes de la familia Paridae son unas de las más y mejor conocidas debido a su amplia distribución, nidificando en diferentes hábitats desde jardines a bosques, tanto en huecos naturales como en nidales artificiales. Por lo tanto, dichas especies son ideales para estudios comparativos a gran escala geográfica. A pesar de la gran cantidad de información existente sobre estas especies, no están muy claras las estrategias vitales que presentan bajo determinadas condiciones ecológicas. La presente tesis trata de lograr una mejor comprensión de cómo las aves están adaptadas a su ambiente. En concreto, se pretende investigar la existencia y las consecuencias de la escasez de comida en bosques mediterráneos perennifolios a través de un adecuado conocimiento de las limitaciones que afectan tanto al comportamiento de alimentación como al éxito reproductor. Para lograr los objetivos principales propuestos, los estudios se llevaron a cabo en tres ecosistemas mediterráneos: pinar (*Pinus halepensis*), encinar (*Quercus ilex*) y un campo de naranjos (*Citrus sinensis*). Para ello, se utilizó como especie modelo el carbonero común (*Parus major*), y en menor medida, el herrerillo capuchino (*Lophophanes cristatus*) y el carbonero garrapinos (*Periparus ater*). Los objetivos específicos perseguidos en esta tesis son los siguientes: (i) búsqueda de señales que desencadenan la reproducción: ¿cómo las aves usan dichas señales? Consecuencias del desajuste de la fenología de la reproducción con la fenología del alimento, (ii) ¿están las aves optimizando el tamaño de puesta dentro de la población?, (iii) identificación y descripción de los factores que afectan al comportamiento de alimentación, (iv) descripción de los lugares de nidificación mediante el estudio de la estructura de la



Pollo de carbonero común (*Parus major*) recién anillado.

vegetación: efectos sobre el éxito reproductor, (v) análisis de algunos mecanismos de coexistencia entre congéneres. Esta tesis muestra que el carbonero común utilizó como señal la temperatura ambiental para ajustar su reproducción con el momento de máxima abundancia de alimento en el medio. La estructura de la vegetación redujo la probabilidad de detección, por parte de los depredadores, de los nidos artificiales ocupados por dicha especie. La especie modificó su comportamiento de ceba a los pollos acorde a diversos factores ambientales (momento del día) e intrínsecos (número de pollos). Las hembras con plumaje muy vistoso redujeron la probabilidad de predación nidificando en zonas con vegetación muy densa. Por otra parte, se ha demostrado que la presencia del herrerillo capuchino en un encinar era debido a la presencia de ejemplares aislados o en pequeños grupos de pino blanco. Finalmente, la presencia de las tres

especies en un mismo bosque se explicaba por diferencias en el tamaño de presa, estructura de la vegetación o por el inicio del momento reproductor. Dado que los resultados expuestos en la presente tesis han sido recogidos utilizando nidales artificiales, algunos de esos resultados, y por tanto, las conclusiones extraídas, podrían no ser relevantes en poblaciones que nidifican en agujeros naturales debido a diferencias, por ejemplo, en la presión por predación.

Grupos sociales cooperativos de corneja negra (*Corvus corone*). Agregaciones no territoriales, comportamiento de vigilancia y compromiso entre las necesidades de pollos y adultos en el aprovisionamiento al nido

Autor: Vera, R.

Directores: Baglione, V. y Luque Larena, J. J.

Curso: 2009–2010

Universidad de Valladolid

Resumen

La investigación sobre la ecología y la evolución de la cría cooperativa en las aves se han centrado mayoritariamente en el análisis la aportación individual a los cuidados de los pollos de los ayudantes al nido. Sin embargo, en la mayoría de las especies cooperativas, los grupos sociales se mantienen unidos y estables durante todo el año, defendiendo el territorio y aprovechando sus recursos también fuera de la temporada de cría. La dinámica de este gregarismo, así como los costes y beneficios que conlleva han sido escasamente investigados. En esta tesis analizamos en primer lugar el comportamiento de los miembros del grupo durante el forrajeo, para contrastar la hipótesis de que los adultos del grupo social aumentan el comportamiento de vigilancia para proteger a sus hijos inexpertos, proporcionándoles una ventaja en términos de supervivencia comparado con los juveniles que dejan precozmente el territorio natal y rompen los lazos familiares (Hipótesis de la Vigilancia Nepotista). Mediante el uso de técnicas de radio-seguimiento, estudiamos también los patrones de movimiento de los miembros del grupo social fuera del territorio natal en invierno. Durante esta época las cornejas utilizan área comunales de forrajeo y dormideros comunales, donde quisimos averiguar si la cohesión del grupo se mantiene y que tipo de beneficios proporciona. Finalmente, la tesis aborda también un aspecto controvertido, relacionado directamente

Autor: D. Canestrari.



Cornejas negras (*Corvus corone*) cooperando en la cría.

con la reproducción cooperativa, es decir el comportamiento de las cebas falsas, en el que los individuos consumen al nido el alimento que en principio habían recogido para cebar a los pollos. Contrastamos la hipótesis de que este comportamiento es indicativo de la “función de señal” de la ayuda al nido frente a la alternativa, según la cual las cebas falsas son el resultado de un ajuste individual fino entre las necesidades de los pollos en el nido y el estado del cuidador.

Relaciones sociales y formación de grupos con reproducción cooperativa en la **corneja negra** (*Corvus corone corone*)

Autor: Chiarati, E.

Directores: Baglione, V. y Canestrari, D.

Curso: 2010–2011

Universidad de Valladolid

Resumen

La reproducción cooperativa se produce cuando además de la pareja de reproductores, otros individuos proveen cuidados a juveniles que no son sus descendientes directos. En las aves, los grupos cooperativos se forman principalmente por un retraso en la dispersión de los hijos, que ayudan a sus padres en la cría de nuevos pollos, posponiendo su propia reproducción. La explicación evolutiva de la reproducción cooperativa reside por lo tanto en identificar los factores subyacentes a la dispersión retrasada de los hijos y a su posterior decisión de ayudar en el nido. La hipótesis del “Nepotismo” o “Facilitación parental” propone que los hijos se quedan en el territorio natal por los beneficios que obtienen de la asociación prolongada con sus padres, como por ejemplo, un acceso preferencial a los recursos del territorio y la protección contra los depredadores. Respecto a la ayuda en el nido, la hipótesis del “Pago de tributo” sugiere que la ayuda representa una “renta” que los subordinados pagan a los reproductores dominantes para ser tolerados en el grupo. Esto implica que los dominantes puedan “castigar” los ayudantes que no contribuyen adecuadamente en la reproducción, o como se ha sugerido recientemente, que los mismos ayudantes puedan evitar el castigo mostrando comportamientos de sumisión. En esta tesis se evaluaron ambas hipótesis a partir del estudio de la dinámica social entre los miembros de grupos de corneja negra con reproducción cooperativa durante el acceso a una fuente experimental de alimento. Los grupos incluyeron dos tipos de ayudantes de cría, hijos de la pareja de reproductores que retrasan su dispersión hasta 4 años e inmigrantes provenientes de otros territorios. Los resultados mostraron



Autor: V. Baglione.

Pollos volanderos de corneja negra (*Corvus corone corone*).

que el acceso al alimento en los grupos estuvo regulado por jerarquías de dominancia lineales y estables durante toda la época reproductora y a través de los años. Los machos reproductores ocuparon las posiciones más dominantes en los grupos, seguidos por los inmigrantes machos y los hijos machos no dispersados, que a su vez dominaron sobre todas las hembras. De acuerdo con la hipótesis del nepotismo, los machos reproductores dominantes proporcionaron a sus hijos un acceso preferencial a los recursos alimenticios del territorio, (1) asociándose preferentemente con ellos para compartir el alimento y (2) atacando a los inmigrantes machos con más frecuencia e intensidad, lo que permitió a los hijos no dispersados pasar más tiempo alimentándose que los inmigrantes a pesar de su inferior rango de dominancia. Además, los machos reproductores fueron siempre los primeros en alimentarse del cebo experimental novedoso para las cornejas, seguidos por los inmigrantes machos, mientras que los hijos no dispersados y las hembras reproductoras fueron los últimos

en alimentarse. Los resultados mostraron que este orden de acceso al alimento no estuvo determinado por interferencia social, sino que reflejó los diferentes niveles individuales de neofobia. En grupos que fueron evaluados con dos cebos idénticos, los subordinados usaron únicamente el cebo que había sido anteriormente explotado por el macho reproductor dominante. Esto sugiere que el comportamiento exploratorio de los machos reproductores permite a los miembros subordinados del grupo superar su neofobia. De esta forma, los hijos no dispersados podrían beneficiarse de vivir con padres nepotistas obteniendo acceso a los recursos alimenticios del territorio sin incurrir en los riesgos de la exploración. Por último, no se encontraron evidencias que apoyen la hipótesis del pago de tributo en los grupos cooperativos. Contrariamente a las predicciones, ni el comportamiento agresivo de los reproductores dominantes ni el comportamiento de sumisión de los ayudantes se ajustaron a la contribución de los ayudantes en el nido. En cambio, al final de la temporada de cría, los machos reproductores redujeron su agresividad hacia los inmigrantes machos, que en consecuencia disminuyeron la frecuencia de comportamientos de sumisión e incrementaron el tiempo alimentándose junto con el macho dominante. La falta de ‚pago de tributo‘ en los grupos cooperativos de corneja negra podría derivar de la importante función como fuerza de trabajo de reserva que los ayudantes ‚perezosos‘ desempeñan en situaciones desfavorables, que permite prevenir una reducción del éxito reproductor del grupo.

Factores de riesgo implicados en el comportamiento agresivo del perro y del gato

Autor: Amat Grau, M.

Director: Manteca Vilanova, X.

Curso: 2010–2011

Universidad Autónoma de Barcelona

Resumen

El estudio de la agresividad canina y felina es importante por varios motivos. En primer lugar, los problemas de agresividad del perro y del gato son muy frecuentes y, al menos en los centros de referencia, son el principal problema de comportamiento. La agresividad del perro y del gato también es importante, porque constituye una de las principales causas de eutanasia y abandono de perros y gatos sanos. A las razones citadas anteriormente debemos añadir que la mayoría de los problemas de agresividad afectan negativamente al bienestar del animal ya que estimulan los centros nerviosos responsables del castigo, es decir, generan un estado afectivo negativo y, además, van acompañadas de una respuesta de estrés. El primer objetivo del trabajo era estudiar la epidemiología de los problemas de comportamiento del gato, incluyendo su prevalencia y los factores de riesgo relativos a la raza, sexo, estado reproductor, procedencia, acceso al exterior y número de gatos que conviven en un mismo domicilio. En este sentido se obtuvo que los problemas de agresividad y los problemas de eliminación inadecuada suponen la mayoría de las consultas de etología clínica felina recibidas en el Servicio de Etología de la Fundació Hospital Clínic Veterinari. Los problemas de agresividad entre gatos son más frecuentes que los problemas de agresividad hacia las personas. En relación a los problemas de agresividad hacia las personas, los miembros de la familia son el blanco más frecuente. Dentro de la categoría de problemas de eliminación inadecuada, los más frecuentes son los de micción inadecuada, seguidos por los problemas que afectan tanto a la micción como a la defecación y finalmente por los que afectan a la defecación. Los gatos de raza Persa presentan significativamente más problemas de eliminación

inadecuada que las otras razas. En la categoría de problemas de agresividad, los dos diagnósticos más comunes son la agresividad por falta de tolerancia a la manipulación y la agresividad por juego. En la categoría de problemas de eliminación inadecuada, el diagnóstico más común son los problemas de aversión a la bandeja. Estos resultados indican que el desconocimiento de los propietarios acerca del comportamiento normal del gato contribuye en muy buena medida al desarrollo de problemas de comportamiento en esta especie. Según la base de datos del Servicio de Etología, los gatos que proceden de tiendas, que no tienen acceso al exterior y que no conviven con otros gatos, presentan significativamente más problemas de comportamiento. El primero de estos resultados sugiere que una socialización deficiente es un factor importante en el desarrollo de los problemas de comportamiento del gato. Las gatas no castradas presentan más problemas de agresividad que las castradas. No hay diferencias entre machos y hembras en la prevalencia de problemas de comportamiento. Estos resultados indican que los factores hormonales desempeñan un papel diferente en la agresividad del gato y la del perro.

El segundo objetivo del trabajo era estudiar el estímulo desencadenante, el blanco alternativo, la postura corporal y los factores de riesgo de la agresividad redirigida del gato. Según nuestra base de datos, el 9% de los casos de comportamiento agresivo del gato analizados son compatibles con un diagnóstico de agresividad redirigida. Los sonidos intensos y las interacciones con otros gatos son los detonantes más comunes. Los propietarios y otros gatos de la vivienda son los blancos alternativos más frecuentes. En la mayoría de episodios de agresividad redirigida el gato adopta una postura defensiva. Los gatos que muestran agresividad redirigida no suelen tener acceso al exterior y presentan frecuentemente fobia a los ruidos. Estos resultados sugieren que el mecanismo responsable de la agresividad redirigida del gato está relacionado con la respuesta de miedo y estrés.

El tercer objetivo era estudiar la epidemiología del comportamiento agresivo de los perros de raza Cocker Spaniel Inglés, incluyendo su prevalencia y los factores de riesgo relativos al sexo, estado reproductor, procedencia y color de la capa. Según la base de datos del Servicio de Etología de la Fundació Hospital Clínic Veterinari, el Cocker Spaniel Inglés es la raza que presenta más problemas de agresividad. La agresividad hacia la familia es el problema que se presenta con más frecuencia en

esta raza. Los machos presentan significativamente más problemas de agresividad que las hembras y los individuos de capa dorada presentan más problemas de agresividad que los individuos de otras capas. Este último resultado sugiere que el Cocker Spaniel Inglés es un buen modelo para estudiar la relación entre el color de la capa y el temperamento en los animales.

El cuarto objetivo era caracterizar el comportamiento agresivo del Cocker Spaniel Inglés para determinar si esta raza presenta una mayor frecuencia de agresividad impulsiva que otras razas de perros. Al comparar una población de perros de raza Cocker Spaniel Inglés con una población de perros de otras razas, ambas con problemas de agresividad, se observa que la impulsividad es una característica más frecuente en la población de Cockers

El quinto objetivo era determinar la concentración sérica de serotonina en perros agresivos de raza Cocker Spaniel Inglés como posible mecanismo responsable de la impulsividad en la conducta agresiva de esta raza. La concentración sérica de serotonina es inferior en perros agresivos de raza Cocker Spaniel Inglés que en perros agresivos de otras razas. Los dos resultados anteriores indican que el Cocker Spaniel Inglés podría ser un buen modelo para estudiar los mecanismos fisiológicos responsables de la impulsividad

Aportaciones a la producción y gestión **sostenibles de la perdiz roja (*Alectoris rufa* Linnaeus 1758)** con particular referencia **al efecto del comportamiento paterno-filial** en la ontogénesis de los patrones anti-predatorios

Autor: Sánchez García-Abad, C.

Directores: Gaudioso Lacasa, R., Vicente y Alonso De La Varga, M. E.

Curso: 2010–2011

Universidad de León

Resumen

El primer protocolo tuvo por objeto analizar la evolución histórica, situación actual y problemática del sector de producción de aves de caza en España. Nos encontramos ante un sector avícola consolidado dentro de la ganadería española, con granjas distribuidas en la mayor parte del territorio y con un volumen de producción considerable que ocupa a un gran número de profesionales. No obstante, en las últimas décadas se ha confirmado la existencia de problemas genéticos, sanitarios, etológicos y ecológicos que debieran hacer reflexionar seriamente sobre la necesidad de promover una producción acorde con los requerimientos del sector y respetuosa con el medio ambiente. El segundo protocolo de la Tesis abordada el comportamiento de adopción, adaptación evolutiva dentro del comportamiento paterno-filial, mencionado frecuentemente por avicultores y cazadores pero no descrito científicamente hasta la fecha. Se confirmó que la adopción está ligada al comportamiento paterno-filial, dado que se expresa con mayor frecuencia en adultos que han incubado su pollada propia, pero también se observa en individuos que no han llegado a iniciar la incubación. Aunque en nuestro estudio no se midieron valores bioquímicos y hormonales de sangre periférica, pensamos que el estado hormonal propio de la incubación o bien causado por la presencia de perdigones ajenos podría explicar este comportamiento. En aquellas

perdices que tienen perdigones propios, la adopción sería el resultado de fallos en el reconocimiento de la pollada propia y no encontramos una razón clara que explique la observación de esta conducta en adultos solteros que no han llegado a incubar. Uno de los hallazgos más notables de esta Tesis Doctoral ha sido el desarrollo de nuevas herramientas de cría en cautividad, basadas en el comportamiento paterno-filial de la especie. En el tercer protocolo se ha demostrado que es posible modificar el comportamiento anti-predatorio de perdigones criados en grandes lotes (superiores a 400 animales) utilizando individuos adultos con experiencia anti-predatoria previa. Así, cuando se aplica un estímulo efectivo es posible que los adultos emitan una vocalización de alarma y que ésta induzca un comportamiento anti-predatorio adecuado en la pollada, muy parecido al que sucede en la naturaleza y distinta de la respuesta que se produce ante un ruido de origen indeterminado. Tras comparar el comportamiento de las polladas entrenadas y las no sometidas a ningún entrenamiento específico previo, se pudo comprobar que las polladas entrenadas expresaron respuestas anti-predatorias generalizadas, definidas, de mayor duración y que, dichas respuestas, se fueron consolidando a lo largo del período de entrenamiento propuesto (primer mes de vida). Aunque las polladas no entrenadas también expresaron comportamientos anti-predatorios, estos fueron en la mayoría de las ocasiones ciertamente desordenados y no generalizados. El aprendizaje social entre hermanos de camada que existe en muchas especies animales, no es suficiente para desarrollar un repertorio completo de patrones anti-predatorios, de ahí la importancia de los progenitores en las primeras etapas de la vida, en la que la transmisión social de conocimientos es fundamental para la supervivencia futura.

El estudio de la supervivencia y comportamiento en el campo de las perdices sometidas a dicho entrenamiento pre-suelta reveló diferencias significativas respecto a aquellas que no han sido sometidas a entrenamiento previo. En las perdices entrenadas, variables como la supervivencia, área de campeo y dispersión fueron más parecidas a las manifestadas por perdices criadas en el sistema semi-natural, alejándose por tanto de los valores habituales registrados en las perdices de granja. Además, se observó una menor incidencia de predación por rapaces, un grupo de predadores frente a los que las perdices fueron entrenadas utilizando modelos artificiales, lo cual sugiere que los estímulos que inducen miedo o aversión pueden retenerse en la memoria. Por el contrario, la principal



Autor: C. Sánchez García-Abad

Perdices rojas (*Alectoris rufa*) en una granja de cría.

causa de muerte fueron los carnívoros silvestres, predadores que no se incluyeron en el programa de entrenamiento previo. Aunque asumimos la necesidad de replicar los protocolos y profundizar en el conocimiento del programa de entrenamiento pre-suelta expuesto en esta Tesis Doctoral, los primeros resultados reflejan una mejora general en el comportamiento y rendimiento post-suelta de las perdices, lo cual confirma que la transmisión cultural del comportamiento anti-predatorio es posible en la perdiz roja criada en condiciones intensivas.

Por último, en el quinto protocolo de este trabajo se estudió la utilización de un modelo de bebedero que tiene en cuenta el comportamiento anti-predatorio de las especies de caza menor más importantes en España: perdiz roja, conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*, L.) y liebre ibérica (*Lepus granatensis*, Rosenhauer). Tras cuatro años de registro y análisis continuado durante los meses de verano (junio-septiembre) se pudo comprobar que la caza menor, grupo de especies diana del estudio, utilizó de forma continuada los bebederos, si bien otra fauna no cinegética,

principalmente aves, también hizo uso de los mismos. Resultó interesante constatar que la perdiz roja seleccionó en mayor medida los bebederos libres de cobertura vegetal, lo cual puede interpretarse como una estrategia anti-predatoria ya que durante el día los predadores aéreos son más activos y por tanto, saciarse en un bebedero despejado y con gran campo de visión sería más seguro. La presencia de predadores en los bebederos fue una constante durante todo el estudio pero una vez que se dispuso de vallado el número de visitas se redujo notablemente, sin ejercer dicho vallado ningún efecto negativo en la utilización de los bebederos por parte de la caza menor. Se pudo demostrar la presencia de predadores en los bebederos, si bien no fue posible determinar si dichos predadores acudían a beber o a intentar capturar alguna presa, motivo principal que induce a los gestores a colocar vallados de este tipo.

Lateralidad manual y especialización hemisférica en chimpancés (*Pan troglodytes*): evaluación observacional y experimental

Autor: Llorente Espino, M. Á.
Director: Mosquera Martínez, M.
Curso: 2010–2011
Universidad: Ramón Lull

Resumen

Las asimetrías funcionales manuales han sido ampliamente estudiadas en los primates no humanos y otras especies animales durante las últimas dos décadas. Resulta especialmente interesante observar si la especialización hemisférica cerebral, tan característica del ser humano, está o no presente y en qué grado dentro del reino animal. En chimpancés, encontramos pocos trabajos en los que se hayan evaluado las preferencias manuales en una única muestra desde un punto de vista observacional y experimental conjuntamente, y ninguno en ambientes intermedios (naturalizados). Nuestro objetivo ha sido comparar los patrones de preferencia manual en situaciones espontáneas y experimentales en una misma muestra de chimpancés y ver qué situaciones inciden sobre la dirección, intensidad y grado de asimetría individual versus poblacional en los individuos. En la fase observacional se estudiaron 53 comportamientos espontáneos unimanuales y bimanuales que hacían referencia a contextos tróficos, manipulativos–exploratorios, autodirigidos, posturales y sociales, entre otros. En la fase experimental evaluaron dos tareas: una unimanual (*simple reaching*: recogida de ítems pequeños de alimento con prensiones de precisión) y otra bimanual (*tube task*: extracción bimanual de alimento de un tubo). Durante la fase observacional se llevaron a cabo 2.226 sesiones (2005 a 2008: 33 meses). La fase experimental tuvo una duración total de 4 meses (2007). La muestra estaba formada por un grupo de 14 chimpancés (*Pan troglodytes*) alojados en el Centro de Recuperación de Primates de Fundación Mona (Girona). En ambas fases se utilizó un

muestreo focal con registro activado por transiciones. Globalmente, tanto durante la fase observacional como experimental, la mayor parte de la muestra presentó preferencias individuales laterales de manera significativa. Se compararon los índices de lateralidad para las cuatro condiciones de estudio: unimanual–espontáneo (UES), bimanual–espontáneo (BES), unimanual–experimental (UEX) y bimanual–experimental (BEX). No se encontraron diferencias en la dirección de las preferencias entre las cuatro condiciones aunque sí en la intensidad de la lateralización. De esta manera, la intensidad de la preferencia manual era mayor en las acciones bimanuales que en las unimanuales, y también en las tareas experimentales que en las espontáneas. El uso de instrumentos y el tipo de prensión también aumentaron la intensidad de las preferencias aunque no tuvieron ningún efecto sobre la dirección de éstas. Se detectó una asimetría diestra poblacional en las acciones bimanuales espontáneas aunque no en las experimentales. También se detectó una asimetría diestra a nivel poblacional al tener en cuenta todas las tareas conjuntamente. De esta manera, ha sido la primera ocasión que se evidencia que los chimpancés alojados en ambientes intermedios son diestros a nivel poblacional. En conclusión, los chimpancés exhibirían un patrón de lateralización homólogo al de los seres humanos, sobre todo en aquellas acciones que implican una complejidad en su ejecución (bimanualidad, instrumentalidad y precisión) y que son las más relevantes para entender el proceso de hominización conductual de este rasgo en *Homo sapiens*.

Implicaciones de la capacidad de movimiento en las arañas (Araneae) para la evolución adaptativa del tamaño y la forma según el sexo, hábitat y modo de vida

Autor: Corcobado Márquez, M. G.

Director: Moya Laraño, J.

Curso: 2010–2011

Universidad de Granada

Resumen

La habilidad de un organismo para moverse desempeña un papel fundamental en muchas de las actividades que debe realizar para cumplir sus funciones vitales. De este modo, podemos decir que la capacidad de movimiento puede incrementar la eficacia biológica de un individuo vía selección natural, aumentando la supervivencia y/o fecundidad de los organismos, o vía selección sexual, incrementando su éxito a la hora de obtener pareja. Cabría esperar, por tanto, que a lo largo de la evolución se hayan seleccionado tamaños y formas adaptadas a maximizar la capacidad de movimiento dependiendo del modo de vida de los organismos. Así, en taxones donde ambos sexos adoptan distinto modo de vida una vez alcanzado el estado adulto, como es el caso de muchas especies de arañas, la importancia de desarrollar morfologías adaptadas al movimiento va a depender del rol sexual y va a variar entre machos y hembras, originando patrones de dimorfismo sexual. En particular, los desplazamientos suelen aumentar la tasa de depredación. Como los costes del desplazamiento van a condicionar la elección entre dispersión y filopatría a la que los individuos deben enfrentarse, se deduce que la capacidad de locomoción de un individuo debe influir en su tendencia a la dispersión.

La mayoría de los estudios muestran una estrecha relación entre tamaño y/o forma y capacidad de locomoción, aunque la mayoría de los trabajos han utilizado la velocidad de escape como índice de capacidad de locomoción, mientras que otros aspectos tales como velocidad de



Autor: Eva de Mas

Dimorfismo sexual en el tamaño extremo en *Argiope lobata* (Theridiidae). Las hembras son gigantes (en relación al tamaño de los machos) y sedentarias mientras que los machos son enanos y adoptan un modo de vida errático una vez alcanzado el estado adulto. Al igual que ocurre en la mayoría de las arañas, en esta especie los machos son el sexo encargado de buscar pareja.

crucero apenas han sido investigados. Además, existe un número considerable de trabajos que han analizado cómo la capacidad de movimiento se relaciona con la supervivencia (selección natural), mientras que el papel de las habilidades locomotoras de los organismos sobre su éxito reproductivo (selección sexual) se ha estudiado mucho más raramente. Por último, existen modos de locomoción exclusivos de algunos grupos taxonómicos, como es el puenteo en las arañas —un tipo de locomoción aérea mediado por seda muy común en arañas que viven en la vegetación—, que han sido totalmente obviados en los estudio de ecología evolutiva. Todo ello a pesar de estar probablemente muy extendidos y de desempeñar por tanto un papel fundamental en la evolución de los rasgos de las especies que los emplean. A la vista de los antecedentes expuestos anteriormente, a lo largo de esta tesis se han estudiado algunas de las implicaciones ecológicas y/o evolutivas de la capacidad de movimiento, re-

lacionadas tanto con la selección natural como con la selección sexual. En particular, en este trabajo se evalúan implicaciones de la capacidad de movimiento en la selección de las morfologías más adecuadas dependientes del tipo de hábitat o modo de vida, la evolución del dimorfismo sexual en el tamaño (SSD, del inglés *Sexual Size Dimorphism*), la selección sexual por orden de llegada y la evolución de la sociabilidad en arañas. En el manuscrito I de esta tesis, a través de un estudio comparativo que incluyó una muestra de amplia diversidad filogenética y un amplio rango de tamaños, se estudió si la forma de las arañas podría haber evolucionado de acuerdo a las predicciones de la mecánica pendular, teniendo en cuenta que, desde un punto de vista biomecánico, el puenteo podría ser análogo al movimiento de un péndulo, mientras que andar sobre una superficie horizontal podría ser análogo al movimiento de un péndulo invertido. Se encontraron varias líneas de evidencia a favor de esta hipótesis. En primer lugar, de acuerdo con las predicciones de la mecánica pendular, las arañas que viven colgadas por sus patas tienen patas relativamente más largas que aquellas especies que viven en el suelo y habitualmente se desplazan soportando el peso del cuerpo sobre sus patas. Además, tener patas de mayor longitud permite a las arañas moverse a mayor velocidad durante el puenteo, mientras que estas mismas arañas corren sobre el suelo a velocidades relativamente menores. Por último, cuando estas arañas eran inducidas a correr sobre superficies horizontales se movían más lentamente que otras especies de similar tamaño pero que habitualmente se desplazan corriendo sobre el suelo y tienen por ello patas de menor longitud. En el manuscrito II de esta tesis desarrollamos un modelo biomecánico para investigar si las propiedades mecánicas de la seda (elasticidad y resistencia a la rotura) podían restringir el tamaño máximo a partir del cual el puenteo deja de ser un mecanismo de dispersión eficiente. Los resultados encontrados verificaron esta hipótesis, dado que se encontró que el diámetro mínimo de seda requerido para puentear de forma eficiente crece con la raíz cuadrada del peso de la araña, a una mayor tasa que el diámetro de la seda producida realmente por las glándulas del tipo “minor ampullate” —glándulas que producen el tipo de seda usada para puentear— dando lugar a un umbral de peso a partir del cual el puenteo deja de ser eficiente. En el manuscrito III de esta tesis introducimos una nueva hipótesis que podría explicar la evolución del SSD, la hipótesis del puenteo-gravedad (en inglés *Bridging-Gravity Hypothesis*), basada en

una selección para mantener un tamaño pequeño en los machos –sexo encargado de buscar pareja en la mayoría de las especies de araña – adecuado para puentear de forma eficiente, lo cual les supondría una ventaja en la búsqueda de pareja. Los resultados encontrados apoyaron esta hipótesis. Utilizando datos de machos y hembras de 13 especies de arañas pertenecientes a los dos clados que incluyen la mayoría de los casos de SSD extremo en arañas y aplicando el método comparativo, se encontró que el patrón de SSD explicó de forma significativa la variación en la tendencia a puentear entre machos y hembras, y que tanto la masa como el tamaño explicaron la tendencia a puentear en ambos sexos. Esta nueva hipótesis es compatible con otras propuestas con anterioridad como la hipótesis de la fecundidad, el modelo de mortalidad diferencial o la hipótesis de la gravedad. Sin embargo, esta nueva hipótesis tiene un poder explicativo mayor, dado que explica incluso las excepciones de especies con hembras gigantes que viven en hábitats elevados donde no se encuentra un patrón de SSD, dado que estas especies pertenecen a grupos taxonómicos en los que el mecanismo de dispersión mediante puenteo no ha evolucionado. En el manuscrito IV de esta tesis se analizó cómo la tendencia a puentear —un modo de locomoción habitualmente utilizado en la dispersión pre-apareamiento— así como la habilidad para puentear, cambiaba a lo largo de un gradiente de sociabilidad en arañas. Utilizando 7 especies del género *Anelosimus* con diferentes grados de sociabilidad se encontró que la tendencia a dispersarse mediante puenteo, así como la habilidad para puentear, al menos en machos, disminuían de forma continua al aumentar el nivel de sociabilidad. Además los resultados señalan que un acortamiento en la longitud relativa de la pata, que haría el puenteo menos eficiente, podría ser el mecanismo por el cual se produce la pérdida de habilidad para dispersarse mediante puenteo asociada a la evolución de la sociabilidad. La pérdida de habilidad para dispersarse en las arañas más sociales incrementaría los costes asociados a la dispersión, pudiendo actuar como un feedback positivo que en último término contribuiría al mantenimiento del máximo nivel de sociabilidad, una vez que éste es alcanzado. En el manuscrito V de esta tesis se midió la velocidad de crucero y la velocidad de escape en cercados conteniendo machos de *Lycosa tarantula* (Lycosidae). Destaca el hecho de que se encontró que la velocidad de crucero y la de escape no estaban correlacionadas, lo cual implica que los resultados obtenidos a partir de datos de velocidad de

escape sólo pueden interpretarse en el contexto de escapar de los depredadores —es decir, selección natural— pero no son válidos en otros contextos como el de la búsqueda de pareja —es decir, selección sexual. En contra de las predicciones de la mecánica pendular, la condición corporal se relacionó positiva y significativamente tanto con la velocidad de crucero como con la velocidad de escape. Dado que en esta población de *L. tarantula* las hembras se aparean preferentemente con los machos en mejor condición, y matan y consumen a los machos en peor condición, proponemos que la condición corporal podría actuar como un handicap, permitiendo a las hembras seleccionar los machos de mejor calidad para aparearse; es decir, aquellos machos que maduren en mejor condición, puesto que serían los únicos suficientemente fuertes como para soportar una carga extra de peso sin sufrir una reducción en la movilidad. En el manuscrito VI de esta tesis se realizó un experimento para estudiar la competencia por orden de llegada en la tarántula mediterránea (*L. tarantula*), una especie que en condiciones naturales exhibe moderado SSD sesgado hacia las hembras. Se midió la movilidad de los machos usando la técnica de captura–recaptura y se evaluó la selección sexual durante la búsqueda de pareja por medio de gradientes de selección sobre el tamaño, la condición corporal y la movilidad. Hubo una relación positiva entre condición corporal y velocidad promedio, resultado que está de acuerdo con la idea propuesta en el manuscrito anterior de esta tesis de la condición corporal actuando como un handicap dependiente de la calidad. Los gradientes de selección lineares evidenciaron selección direccional sobre condición corporal y movilidad, siendo la selección sobre la movilidad mucho más fuerte que sobre la condición. En conjunto, los resultados de la presente tesis resaltan el importante papel de la capacidad de locomoción de los organismos en el desarrollo de sus funciones vitales, y por tanto en su eficacia biológica. Así por ejemplo, en esta tesis se pone de manifiesto cómo la adaptación a puentear de forma eficiente puede explicar la evolución adaptativa de la forma y el tamaño de las arañas que pasan su vida colgadas de sus telas, y consiguientemente la evolución del SSD extremo, resultado de distintas presiones de selección actuando en machos y hembras. Otro de los resultados más novedosos de esta tesis es la pérdida progresiva de habilidad para cuentear asociada a la evolución de la sociabilidad, que a su vez podría actuar como un feedback positivo manteniendo el máximo nivel de sociabilidad una vez que éste se alcanza.

Adicionalmente, los resultados de este trabajo señalan la importancia de evaluar la competencia por orden de llegada en la naturaleza —que a menudo ha sido infravalorada en los estudios de selección sexual—, dado que puede desempeñar un papel relevante no sólo en especies con un patrón de SSD extremo tal como se había propuesto hasta la fecha, sino que también en especies caracterizadas por un SSD moderado, tales como la tarántula mediterránea estudiada en esta tesis. Dado que, como se ha puesto de manifiesto aquí, la capacidad de locomoción puede tener implicaciones ecológicas y evolutivas importantes, más allá de lo que se ha considerado hasta la fecha, en el futuro debería prestarse más atención a este rasgo, el cual se halla sujeto a las presiones tanto de la selección natural como de la selección sexual.

Dinámica espacial, selección de hábitat y patrones de actividad de la liebre ibérica (*Lepus granatensis* Rosenhauer, 1856) en un hábitat intervenido. el caso de la escombrera exterior de lignitos Meirama (A Coruña, NO España)

Autor: Jaramillo Fayad, J. C.

Director: Rey Salgado, J. M.

Curso: 2010–2011

Universidad de Santiago de Compostela

Resumen

La Liebre Ibérica (*Lepus granatensis*) es una de las principales especies cinegéticas en España, presenta una amplia distribución y poblaciones estables en casi la totalidad del territorio. En Galicia, en los últimos años, factores como la modificación del hábitat, el aumento en la presión de caza y la construcción de infraestructuras viales han venido afectando a muchas poblaciones, llevando a la especie a una reducción e inclusive desaparición en algunas zonas atlánticas de la comunidad. La acelerada modificación de los hábitats naturales, ha obligado a la especie a ocupar nuevos territorios, no existiendo actualmente información sobre la forma en la que el animal responde a estos nuevos medios. Es el caso de una población de Liebre Ibérica, que habita en la Escombrera Exterior del Yacimiento Minero de Meirama (A Coruña), zona sometida a un proceso de restauración vegetal. En este trabajo se pretende evaluar la dinámica espacial, el uso y selección de hábitat y los patrones de actividad de esta población de *Lepus granatensis*, bajo las condiciones particulares de la escombrera. Para tal fin, se radio–marcaron 8 ejemplares que fueron seguidos durante 18 meses, en jornadas de 18:00 a 08:00 horas, cada 10 días. Se registraron 1.671 rumbos que generaron 547 localizaciones y 595 registros de actividad. El nivel de actividad fue analizado por medio de una prueba *t* y una Anova de medidas repetidas, mostrando que la liebre

es netamente nocturna, con su más alto nivel de actividad entre 02:00 y 05:00 horas, presentando diferencias estadísticamente significativas en los niveles de actividad estacionales. Los resultados de rango de acción, área núcleo, solapamiento, uso y selección de hábitat fueron analizados por medio de: pruebas de Anova de medidas repetidas, rangos asignados de Wilcoxon, Chi-cuadrado, Bonferroni y *t*. Los análisis muestran que los terrenos restaurados con coníferas fueron seleccionados por las liebres por encima de los hábitats con características más cercanas a los naturales. El rango de acción descrito (24 ha) es inferior al encontrado en otros estudios, en la península ibérica. La heterogeneidad vegetal, la importante fuente de alimentación que representan los retoños de pinos y eucaliptos y la gran disponibilidad de encames, son la base para que en estos nuevos hábitats pueda mantenerse una población viable y estable de Liebre Ibérica.

Mamíferos carnívoros en un paisaje agrícola: distribución, selección de hábitat y patrones de movimiento

Autor: Pereira González, M. A.

Director: Rodríguez Blanco, A.

Curso: 2010–2011

Universidad de Granada

Resumen

El objetivo de esta tesis es estudiar la conducta del tejón, la gineta y el meloncillo en un agrosistema mediterráneo. En particular, analizamos su incidencia en un sistema de fragmentos, su selección de hábitat y su patrón de movimiento. En el capítulo 1 (Ocupación de parches por tres carnívoros de mediano tamaño en un paisaje agrícola) se caracteriza la estructura del paisaje en el agrosistema de la cuenca media del río Guadimar, se identifican los fragmentos forestales, hábitat que asumimos como preferido por las tres especies, y se determina la importancia relativa de los principales elementos del paisaje que afectan a la presencia o ausencia de cada especie en los fragmentos. En el capítulo 2 (Ecología espacial y comportamiento de la gineta y el meloncillo en un paisaje agrícola mediterráneo) se describen las características físicas, la ecología espacial y el comportamiento de ginetas y meloncillos adultos y residentes en una región seleccionada dentro del agrosistema. El capítulo 3 (Importancia de la conservación de los setos y la vegetación riparia para el meloncillo y la gineta en un agrosistema mediterráneo) aborda de forma específica la selección de hábitat por parte de ginetas y meloncillos adultos residentes, con énfasis en el papel de los setos y otros elementos lineales con vegetación arbustiva. Los capítulos 4 y 5 analizan los patrones de movimiento de ginetas y meloncillos adultos. En el capítulo 4 (Deconstruyendo las áreas de campeo: Patrón de movimiento de la gineta en un paisaje agrícola) se descompone el movimiento de un subconjunto de ginetas en sus unidades elementales y se estudian sus parámetros básicos en función de las características del entorno por el que se desplazan. Por último, en el capítulo 5 (Patrones de movimiento del meloncillo en dos paisajes

mediterráneos diferenciados) se estudian las diferencias en el patrón de movimiento del meloncillo en dos paisajes marcadamente diferenciados por su composición y estructura: el agrosistema del Guadiamar, y el Parque Nacional de Doñana.

Modelo eto–endocrinológico de la especie *Alouatta pigra* en Campeche, México: relaciones entre conservación del hábitat, niveles de cortisol y conducta social

Autor: Rangel Negrín, A.
Director: Duarte Dias, P. A.
Curso: 2010–2011
Universidad de Barcelona

Resumen

Esta tesis aborda el impacto de la perturbación del hábitat sobre el comportamiento social y el estrés en los monos aulladores negros (*Alouatta pigra*). En este sentido, nuestros conocimientos acerca de las respuestas



Un aullador negro (*Alouatta pigra*) en la selva del estado de Campeche, México.

conductuales y fisiológicas de esta especie a la perturbación ambiental representan acercamientos que deben ampliarse y profundizarse, ya que vivir en fragmentos puede afectar a los monos aulladores de diferentes maneras.

El objetivo de este trabajo es demostrar que el tipo de hábitat en que viven los monos aulladores negros afecta sus niveles de cortisol (como indicador endocrinológico de estrés) y su comportamiento social. En particular, con base en el estudio comparativo de grupos que viven en reservas (hábitat conservado) y otros que residen en fragmentos de selva (hábitat perturbado), se relacionaron estas tres variables en un modelo etoendocrinológico para los monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) que viven en el estado de Campeche. En esta investigación se comprobó que los grupos de monos aulladores negros que se encuentran en hábitat perturbado presentan concentraciones mayores de cortisol que los que habitan en reservas y que la participación en interacciones agonísticas parece modificar más fuertemente los niveles de cortisol que el tipo de hábitat en que viven los primates estudiados.

Ecología y comportamiento de ungulados en simpatria en un gabinete mediterráneo: interacciones entre especies nativas y exóticas de interés cinegético

Autor: Sicilia García, M.

Director: Cassinello Roldán, J.

Curso: 2010–2011

Universidad de Castilla–La Mancha

Resumen

La introducción de ungulados exóticos es una práctica común en ambientes mediterráneos. Sin embargo, sorprende el escaso número de estudios que abordan la ecología y el comportamiento de especies nativas y exóticas en condiciones de simpatria. Esta tesis pretende ampliar el conocimiento de las interacciones inter- e intraespecíficas en este tipo de comunidades, abordando aspectos relacionados con el uso de hábitat a una escala espacial del paisaje, así como determinados comportamientos implicados en las mismas. El estudio se llevó a cabo en una finca privada de caza situada en la provincia de Ciudad Real, donde una especie nativa (ciervo ibérico *Cervus elaphus hispanicus*) convive con dos exóticas (muflón europeo *Ovis orientalis musimon*, y arruí *Ammotragus lervia*) en un ambiente mediterráneo. Se ha estudiado el grado de solapamiento espaciotemporal y de nicho como medida de una potencial competencia interespecífica. En este sentido se espera competencia entre el ciervo y el muflón, explicada por un solapamiento en la selección de determinados recursos durante la época de escasez del verano, unido a una alta coincidencia espacio-temporal en los hábitats preferidos. Por el mismo motivo, también se espera competencia entre el arruí y el muflón, aunque la frecuencia de encuentros entre ambas especies es siempre relativamente alta, independientemente del tipo de hábitat. Por otra parte, y a un nivel intraespecífico, se han examinado los patrones de segregación sexual y las estrategias anti-depredatorias en las diferentes especies. De esta forma, la segregación sexual es más evidente en el ciervo que en el muflón, lo cual podría relacionarse con el mayor grado de dimorfismo sexual del primero.



El arruí (*Ammotragus lervia*) y el muflón (*Ovis orientalis musimon*), dos especies exóticas del ambiente mediterráneo de Castilla–La Mancha.

El hábitat explica parcialmente los patrones de segregación para las dos especies, aunque de forma más notable en el caso del ciervo. Las estrategias anti–depredatorias presentan variaciones tanto inter– como intraespecíficas: en el ciervo se basan en diferencias en los ritmos de actividad según el tipo de individuo y el estado reproductivo, mientras que en el arruí éstas están más relacionadas con el tamaño de grupo. En definitiva, el conocimiento de los patrones de solapamiento interespecífico y del comportamiento intraespecífico en especies de ungulados en simpatria aporta información útil para el manejo de sus poblaciones, así como para la toma de decisiones en relación a la gestión de especies exóticas.

Biología reproductora de la tortuga boba (*Caretta caretta* Linneo, 1758) en la isla de Boavista, archipiélago de Cabo Verde

Autor: Varo Cruz, N.

Director: López Jurado, L. F.

Curso: 2010 –2011

Universidad de Palma de Gran Canarias

Resumen

Este trabajo analiza diversos aspectos de la biología reproductora de la población nidificante de tortuga boba (*Caretta caretta*) en el archipiélago de Cabo Verde. El periodo de estudio incluye los años 1998–2004 y se desarrolló principalmente en la isla de Boavista.

La temporada de puesta tiene lugar entre los meses de junio a octubre. En el año 2004 se registraron 2.732 nidos en 3,1 km de playa. La anidación se extiende a otras zonas de la isla y a otras islas del archipiélago. Los resultados indican que podría tratarse de la mayor población nidificante de esta especie en África y la segunda mayor del Atlántico. El tamaño medio de estas hembras (76 cm de longitud recta del caparazón) es más pequeño que el de otras poblaciones atlánticas, pacíficas e índicas de la misma especie. La mayoría de las tortugas realizaron migraciones reproductoras cada dos años. Se registró un valor máximo de 6 nidos/hembra/temporada y el intervalo medio fue de 15 días. Los tamaños de las puestas fueron disminuyendo durante el transcurso de cada estación. El tiempo de incubación no se distribuyó uniformemente, siendo más duraderas las incubaciones de los nidos del principio y del final de cada temporada. La razón de sexos estimada para los neonatos fue 60–70% de hembras, aunque este porcentaje podría variar en años más fríos o más cálidos. El cangrejo fantasma (*Ocypode cursor*) fue el único predador natural encontrado en el área de estudio.

Los éxitos de eclosión y emergencia de los nidos variaron entre las playas estudiadas y se atribuyó a diferencias en la depredación y a las

características de cada una. La depredación humana se considera la principal amenaza para las diferentes especies de tortugas marinas presentes en el archipiélago. Los diferentes proyectos en los que se enmarcó este estudio fomentaron la participación ciudadana y desarrollaron diversas actividades de educación y sensibilización ambiental.

Mecanismos de producción y función adaptativa de los caracteres melánicos y **acromáticos del plumaje de las aves**

Autor: Galván, I.

Directores: Sanz Cid, J. J., Moreno Klemming, J. y Alonso Álvarez, C.

Curso: 2008–2009

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

El objetivo de esta tesis es el estudio de las causas próximas de los caracteres fenotípicos generados por la deposición de melaninas en el plumaje de las aves o por el contraste entre zonas con y sin pigmentos (caracteres acromáticos), así como determinar su funcionamiento en el contexto de algunas de sus causas últimas. Los resultados de experimentos realizados con el carbonero común (*Parus major*) y la perdiz roja (*Alectoris rufa*) mostraron que la plasticidad fenotípica de caracteres melánicos es determinada de forma importante por efectos ambientales relacionados con el estrés oxidativo, siendo el glutatión el antioxidante intracelular determinante de dicha expresión. Así, se encontró que el desarrollo de caracteres eumelánicos requiere bajos niveles de glutatión, lo que implica un coste de producción que debe ser compensado mediante recursos antioxidantes alternativos. Por el contrario, el desarrollo de caracteres feomelánicos se promueve bajo altos niveles de glutatión. Se propone por tanto que la evolución de caracteres eu- y feomelánicos tiene lugar bajo condiciones ambientales que generan altos y bajos niveles de estrés oxidativo, respectivamente. Esta influencia ambiental sobre los caracteres melánicos mediada por el estrés oxidativo tiene lugar de forma independiente al control genético mediado por algunas melanocortinas como la hormona estimuladora de los melanocitos (MSH).

Por otra parte, mediante la utilización de la golondrina común (*Hirundo rustica*) como modelo se demostró que sólo los individuos de alta calidad son capaces de depositar altas cantidades de melaninas en las plumas sin pagar un coste de depredación, y que los efectos de la senescencia no se observan en aquellos caracteres melánicos que están sometidos a selección sexual.

Autor: R. Palomo



Carbonero común (*Parus major*).

Por último, se observó que el plumaje acromático de la cabeza del carbonero común actúa como un amplificador de dominancia social al facilitar la percepción de las agresiones recibidas por los individuos, demostrándose por primera vez el funcionamiento de este tipo de señales en un contexto de reproducción. Un estudio comparativo realizado con especies del orden Pelecaniformes mostró la importancia de la conspicuidad de los caracteres acromáticos del plumaje en la evolución de exhibiciones estereotipadas, de forma que las exhibiciones más complejas son observadas en las especies menos conspicuas como compensación a la falta de conspicuidad.

Organización social y señalización del estatus de dominancia: el Lúgano como especie modelo

Autor: Camerino Lull, M.

Director: Senar, J. C.

Curso: 2009–2010

Universidad Autónoma de Barcelona–Museo de Ciencias Naturales de Barcelona

Resumen

Diversos trabajos han sugerido que las manchas del plumaje de color negro, basadas en melanina, se relacionan con la señalización del estatus social. En esta tesis se analiza esta función en el lúgano (*Carduelis spinus*), tomándolo como especie modelo.

En el primer capítulo se describe la organización social del lúgano, especie nómada y social, mediante estudios en libertad y en cautividad mostrando que el tamaño medio de los grupos estables de lúganos es de 5,2 individuos y que el tiempo necesario para alcanzar la estabilidad social es de 15–20 días.

El lúgano macho presenta una mancha de color negro de melanina en forma de babero, visible sobre el amarillo verdoso del pecho, con una gran variabilidad en el tamaño (0–66 mm²). Se detectó una correlación significativa entre el tamaño del babero y la dominancia, de manera que los lúganos de babero negro grande eran dominantes sobre los de babero pequeño. Esta correlación fue independiente de la edad. La distribución de frecuencias de tamaño de babero fue bimodal, lo que indica que sobre este carácter actúa una selección diversificadota o disruptiva, en la que los fenotipos extremos de la distribución tienen más ventajas que los intermedios.

Mediante un diseño experimental de elección entre individuos de babero grande y pequeño, con manipulación del tamaño del babero, se demostró que el babero negro en el lúgano no solo está correlacionado con la dominancia, sino que funciona como una verdadera señal estatus



Autor: J. C. Senar

Dos machos de Lúgano, uno con babero negro marcado y el otro sin babero. Los experimentos con manipulación del tamaño de la mancha han demostrado que este babero funciona como una señal de estatus social.

social. Los lúganos evitaban comer junto a individuos de babero grande (dominantes), tanto si estos baberos eran naturales como si eran agrandados artificialmente, pero no los evitaban cuando se les reducía el tamaño del babero, a pesar de mostrar comportamiento de dominantes. Esto demuestra que los lúganos prestan más atención al color del plumaje (señal) que al comportamiento, y que son capaces de reconocer la dominancia relativa de los otros individuos cuando se encuentran por primera vez, sin necesidad de realizar ningún comportamiento agonístico. De este modo pueden evitar confrontaciones con los dominantes.

En la Tesis también se muestra como tanto los animales dominantes como los subordinados obtienen ventajas de la señalización de estatus social: los dominantes porque al anunciar su estatus, muy a menudo no necesitan recurrir a enfrentamientos agonísticos para mantener su estatus y la preferencia de acceso a los recursos. En la Tesis se demuestra que en consecuencia, los dominantes tienen una tasa metabólica baja (menor coste energético). Para estos individuos dominantes es importante tener subordinados cerca, ya que así aumenta la tasa de vigilancia del grupo. No obstante, un coste de la dominancia es que estos individuos han de enfrentarse a otros individuos dominantes.

Los subordinados, por su parte están pendientes de la presencia de los dominantes, no tienen acceso preferencial a los recursos y esto se traduce en una mayor coste energético (tasa metabólica mayor). En contrapartida, y debido a que la mayoría de las interacciones agonísticas se producen entre dominantes, al señalar su bajo estatus social reciben menos agresiones de los dominantes. Esto les permite también beneficiarse de la vida en grupo.

Los costes y beneficios tanto para dominantes como para subordinados pueden explicar la distribución bimodal de las frecuencias en el tamaño del babero. Todo ello sugiere que ser dominante o subordinado son dos estrategias igualmente exitosas. Los lúganos de babero medio son los que tienen más costes sociales, ya que reciben muchas agresiones como los dominantes, pero no tienen ninguna ventaja, ya que tampoco disfrutan de un acceso preferencial frente a los subordinados.

Finalmente se demuestra que el babero negro del lúgano no funciona como ornamento sexual. Las hembras escogen como pareja a los machos con una mayor franja amarilla del ala, pero no escogen a los machos en función de su estatus de dominancia. El tamaño de la franja amarilla alar no está correlacionada con el tamaño del babero negro en el lúgano. Ambos caracteres son señales y las señales múltiples dentro de un mismo individuo pueden coexistir cuando cada una es seleccionada por un receptor distinto. Parece por tanto, que se han desarrollado por presiones selectivas diferentes: la franja amarilla del ala por selección sexual y el tamaño del babero negro por selección social.

El lúgano es por tanto una especie modelo en la que la señalización de estatus social cobra un importante sentido.



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, Ciudad Real, 2010

Siendo las 20.30 del 23 de septiembre de 2010, se reúnen en el Salón de Actos del IREC, durante el XIII Congreso Nacional y Iberoamericano de Etología de la SEE, en Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria de la Sociedad Española de Etología, presididos por Juan Carranza, en presencia del Vicepresidente Juan Moreno y del Secretario Juan Carlos 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 de los cargos de Presidente, Vicepresidente y vocales, 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 2010.
7. Revisión de las cuotas
8. 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

Juan Carranza explica que la idea inicial de realizar documentales sobre Etología ha concluido con 12 documentales, que en la actualidad se están emitiendo por TVE2. Sigue gestionando la solicitud de subvenciones para continuar con este proyecto.

Informa Carranza que se ha realizado una nueva página web que ha mejorado mucho la imagen que se ofrecía hasta ahora de la Sociedad.

Manuel Soler comenta que sería interesante incluir en la página web las principales líneas de Investigación que llevan a término los socios de la SEE. Juan Carlos Senar contesta que actualmente ya aparecen en la web los grupos de Investigación. Soler insiste en que quizás sería mejor que aparecieran las líneas de Investigación.

Se hace mención del concurso de fotografía que realizó la Sociedad con motivo del 25 aniversario de su fundación. Los tres ganadores del concurso aparecen nominados en la web de la Sociedad y sus fotografías están disponibles en Internet. Se comenta que según la normativa del concurso, éstas podrán ser utilizadas para actividades propias de la Sociedad.

Comenta Juan Carranza que ha sido editado el libro *Estudios sobre comportamiento animal* para conmemorar los 25 años de la SEE, que incluye los 40 artículos que han sido publicados en la revista *Quercus*. Para su realización se contactó con los autores y se les propuso hacer una revisión de los textos y mandar fotos para ilustrar sus artículos. Este libro se enviará a los socios de forma gratuita. Según comenta Juan Carranza la publicación de este libro supondrá a la Sociedad un coste aproximado de 5.000€ que se tendrá que tener en cuenta en el presente presupuesto del año. El socio Eularico Fernández pregunta si se puede vender este libro para compensar en la medida de la posible el coste de su publicación. Senar le recuerda que la Sociedad no tiene ánimo de lucro y por lo tanto no está autorizada para facturar la venta de ningún producto.

Juan Carranza comenta que para contribuir a la enseñanza de la Etología se realizará un Máster de Etología interuniversitario. Esta idea se empezó a proponer hace dos años pero no pudo realizarse. Ahora se reemprende este proyecto que se promueve en nombre de la SEE, y que cuenta con la ayuda de la Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, la Universidad de Córdoba y con la colaboración de Luis Arias de Reyna para su gestión.

Interviene Luís Arias de Reyna y comenta que el Máster ya ha comenzado, que hasta el momento hay 40 personas inscritas y que hay una gran

demanda; se prevé que continuará en esta línea. Luis Arias comenta que sería interesante que los socios dieran su opinión sobre el Máster y que se decidiera si se requiere una normativa sobre el mismo. A este punto Juan Carranza propone enviar a los socios los futuros proyectos de Másteres para que los socios puedan dar su opinión.

El socio Eularico Fernández pregunta si la Junta tiene la potestad de decidir sobre el punto anterior. Juan Carranza contesta que sí.

Colmenares interviene para pedir una explicación de porque la SEE colabora en la realización del Máster conjuntamente con la Universidad de Córdoba. Juan Carranza contesta que hasta el momento éste ha sido el único proyecto de Máster que ha tenido éxito y por supuesto que cuenta con el apoyo de la SEE y anima a presentar otros proyectos; si estos prosperan y la SEE los considera interesantes por supuesto que también les dará soporte. Colmenares contesta que tiene intención de presentar un Máster al Secretario de la Sociedad para que la Junta lo valore.

Juan Carranza informa que la negociación con la Dirección General de Medio Natural de Andalucía para coordinar conjuntamente con la SEE un proyecto sobre el cambio climático y comportamiento animal, debido a la situación económica actual, queda en espera. En el momento oportuno se seguirá con esta línea de conversaciones.

3) Informe del Secretario

Juan Carlos Senar informa que la revista *Etologuía* está en estos momentos en maquetación y está previsto que salga editada en breve. Comenta Senar que este volumen de la revista ha sido subvencionado por la Universidad de Extremadura, que financia su impresión, y el Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Sede de la Sociedad, que se hará cargo de los gastos de distribución. También solicita un nuevo editor por que Paco Valera ha dejado su cargo al haber sido elegido Director de EEZA Juan Carranza propone solicitar por correo electrónico un nuevo editor.

Manuel Soler pregunta por el Índice de Impacto de la revista *Acta Ethologica*. Juan Carlos Senar contesta que ha pasado de 0,65 a 1,00.

Juan Carlos Senar recuerda que para evitar que las altas a la Sociedad en las fechas previas a los Congresos, se conviertan en un puro trámite para conseguir un beneficio económico, que a su vez suponga un déficit económico que deban asumir otros socios y los organizadores de los Congresos, se ha llevado a cabo la idea que ya se presento en el an-

terior Congreso: para acudir a los Congresos con los beneficios de socio se debe tener al menos dos años de antigüedad o pagar dos años en el momento de la inscripción.

Joan Carlos Senar informa que este año no ha podido asistir ningún representante de la SEE a la reunión de la European Societies for Behavioural Biology. Senar comenta que este evento no está directamente en la línea de interés de la SEE. No obstante, sería interesante que si algún socio asiste por interés personal envíe información de dicha reunión a la Sede de la SEE.

Se pide insistentemente que los socios envíen sus correos electrónicos a la Sede y que posteriormente recuerden la importancia de mantenerlos actualizados.

Senar informa sobre la composición actual de la Sociedad en comparación con el año 2008 que se realizó el anterior Congreso.

Los ingresos de las cuotas de 2010 ha sido de 14.060€.

- Los socios deudores de 2010 son 34 con 1.425 € de deuda
- Los socios morosos de 2009 son 18 con 726 € de deuda
- Los socios morosos de 2008 son 15 con 651 € de deuda
- Los socios morosos de 2007 son 14 con 465 € de deuda

Ello supone un total de 3.267 € de deuda. Estos socios, deberían darse de baja por falta de pago a los dos años, pero últimamente se mantienen como socios durante cierto tiempo más, ya que en el futuro, si su situación cambia, pueden recuperarse. No obstante, los socios que no tienen sus cuotas al corriente, no reciben las publicaciones, por lo que no suponen a la Sociedad más coste que el de la información, que casi siempre es a través de correo electrónico.

Juan Carlos Senar lee el listado de socios a ratificar:

- 1100 Macias Sánchez, Alberto
- 1001 Macias Sánchez, Elena
- 1102 Sainz Barriain, MArta
- 1103 Torné i Noguera, Anna
- 1104 Pérez Bassols Aznares, Juan Luis
- 1105 Vera Gómez, Ruben
- 1106 Sicilia García, Marisa
- 1107 Boro Díaz, Rafael
- 1108 Huebra Oriola, Miryam
- 1109 Nogueroles de la Obra, Concepción
- 1110 Sanmartín Villar, Iago
- 1111 Extremera Valverde, Cristina
- 1112 Sánchez Hernández, Julia Alejandra
- 1113 Ruiz de Castañeda Blum, Rafael
- 1114 Elvira Rodrigo, Paz
- 1115 González Braojos, Sonia
- 1116 Rey Lazurtegui, Julia
- 1117 Rodríguez Aurrekoetxea, Ane
- 1118 Ortega Sagalerva, Alba
- 1119 Aurrekoetxea Bilbao, Isabel
- 1120 Navarro Castilla, Álvaro
- 1121 Sánchez Tojar, Alfredo Luis
- 1122 Peralta Sánchez, Juan Manuel
- 1123 Rodríguez Ruíz, Juan

4) Informe del Tesorero

Fernando Mateos, tesorero de la SEE presente el balance de 2008-2009 y el presupuesto para el 2010. Estos quedan aprobados por unanimidad. Todos estos documentos quedan a disposición de los socios.

5) Recuento de votos a Presidente y Vicepresidente

De los votos recibidos en la Sede se contabilizan: 18 votos afirmativos para Juan Carranza como Presidente de la SEE y 18 votos afirmativos para Juan Moreno como Vicepresidente.

La candidatura de Ane Rodríguez Aurrekoetxea como vocal por el país vasco, fue presentada fuera de plazo. Se presenta a la Asamblea para su votación, y está es aceptada por unanimidad.

La Asamblea ratifica estos cargos, y a Juan Carlos Senar como Secretario, y a Fernando Mateos como Tesorero.

6) Candidaturas y elección de Sede para el próximo Congreso de la SEE para el año 2012

Carranza presenta a Tomás Redondo como candidato para organizar el próximo Congreso de la Sociedad en el 2012, en la Estación Biológica de Doñana. Cede la palabra a éste, el cual explica su propuesta. Posteriormente en la Asamblea se vota y se aprueba por unanimidad esta candidatura.

7) Actualización de cuotas

El Secretario y Tesorero informan de que el presupuesto de gastos de funcionamiento de la Sociedad para el año 2010 asciende a 17.116 €. Estos gastos distribuidos entre los 359 socios suponen un gasto medio por socio de 48€. Sin embargo, si el Museo de Ciencias Naturales de Barcelona continua subvencionando a la SEE como hasta ahora, con un montante de 4.300 €, los gastos de la Sociedad serán de 12.816 € con un coste medio por socio de 36 €.

Teniendo en cuenta que los socios estudiantes son 75, con una cuota reducida de 25 €, éstos suponen un déficit anual, en el peor escenario de 23 € por socio estudiante, o de 11 €, con la ayuda del Museo. Esta cantidad de momento todavía puede ser asumida por la Sociedad sin incrementar las cuotas, gracias al soporte de los socios numerarios, ya que estos pagan una cuota ligeramente superior al coste y son 279, o sea un número muy superior al de de socios estudiantes.

El resultado negativo del balance del año 2009 se debe principalmente a algunos gastos extraordinarios como: Premios del concurso de fotografía, página web, y también al constante incremento de socios con impagos, y que se deben ir persiguiendo durante todo el año.

Por todo ello se decide que este año no se van a aumentar las cuotas.

Sin más temas a tratar, se levanta la sesión a las 22.45 horas, de lo cual como Secretario doy fe.

Juan Carlos Senar
Secretario

V. B. Juan Carranza
Presidente

V. B. Juan Moreno
Vicepresidente

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 de 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:

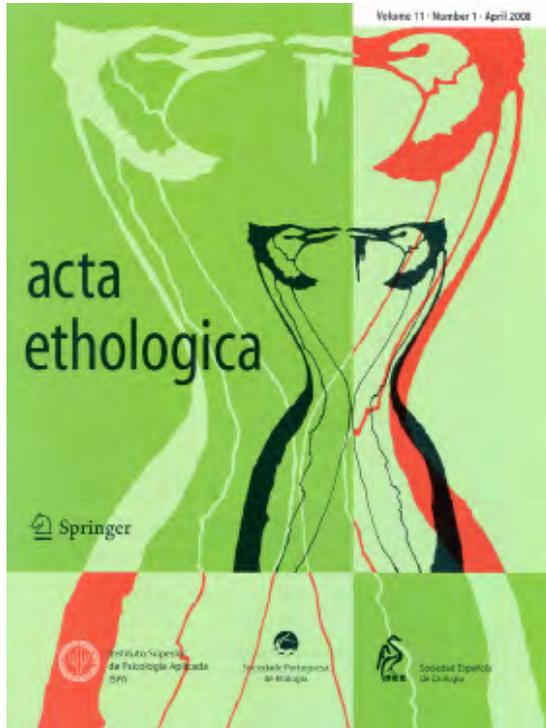
1. Arroyo, M.L. 2000. Understanding ethology. *Nature* 345: 25–28.
2. Darwin, C. 1859. *On the origin of species by means of natural selection*. J. Murray: London.

No existe ninguna limitación en la extensión de los artículos. Es deseable 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 actualmente un **Índice de Impacto de 1,35**.

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 de Barcelona, Parc de la Ciutadella, Psg. Picasso s/n., 08003 Barcelona
Tel: 34-93-2562217