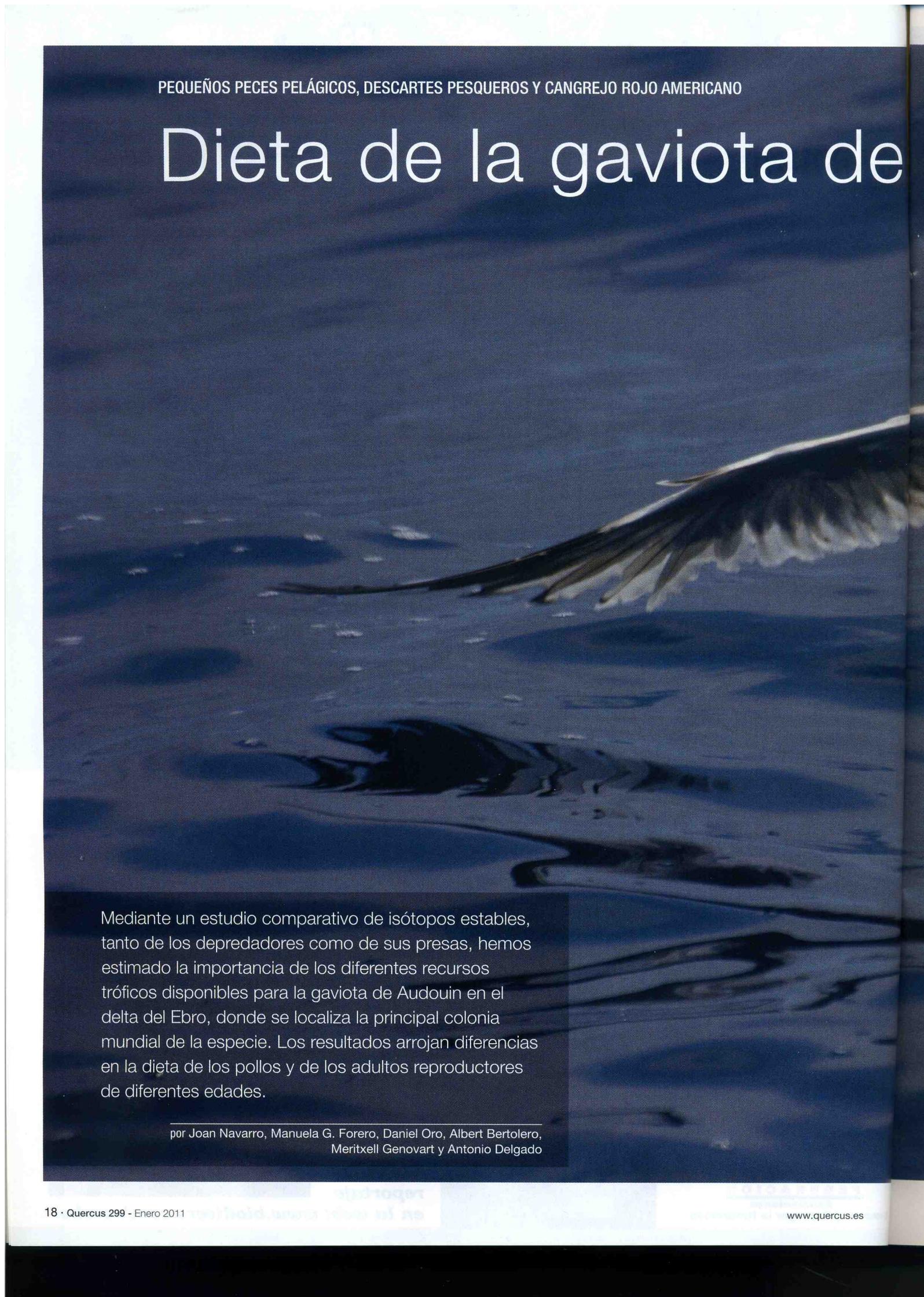


PEQUEÑOS PECES PELÁGICOS, DESCARTES PESQUEROS Y CANGREJO ROJO AMERICANO

# Dieta de la gaviota de



Mediante un estudio comparativo de isótopos estables, tanto de los depredadores como de sus presas, hemos estimado la importancia de los diferentes recursos tróficos disponibles para la gaviota de Audouin en el delta del Ebro, donde se localiza la principal colonia mundial de la especie. Los resultados arrojan diferencias en la dieta de los pollos y de los adultos reproductores de diferentes edades.

por Joan Navarro, Manuela G. Forero, Daniel Oro, Albert Bertolero, Meritxell Genovart y Antonio Delgado

# Audouin en el delta del Ebro



En pleno vuelo, este adulto de gaviota de Audouin logra capturar una presa procedente de los descartes de un barco pesquero (foto: Pep Arcos).



Grupo de gaviotas de Audouin perteneciente a la colonia asentada en la punta de La Banya, en el extremo oriental del delta del Ebro (foto: Pep Arcos).

La disponibilidad de alimento es uno de los principales factores que condicionan las tasas de crecimiento de muchas poblaciones animales. El aumento artificial de los recursos tróficos como resultado de la actividad humana —descartes pesqueros, residuos orgánicos en basureros, aumento de presas de origen exótico— ha provocado cambios en los hábitos alimenticios de muchas especies oportunistas, lo que se ha saldado con un aumento de sus poblaciones. Esta situación es especialmente relevante para los depredadores oportunistas como, por ejemplo, multitud de aves marinas (1, 2). Sin embargo, no todos los recursos tróficos disponibles ofrecen un mismo valor nutritivo y a menudo se desconoce el uso diferencial que hacen de ellos los diferentes grupos de población: pollos y adultos o machos y hembras.

La gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) es una especie endémica del Mediterráneo que durante los años setenta estaba considerada como una de las aves marinas más amenazadas del mundo. Pero en las últimas décadas ha registrado una espectacular recuperación, no sólo como resultado de las medidas de conservación aplicadas en sus colonias de cría, sino posiblemente también debido al consumo de descartes pesqueros (3). A pesar de considerarse

una especialista en la captura de pequeños peces pelágicos, como la sardina o el boquerón, la gaviota de Audouin es capaz de explotar de manera eficiente tanto los descartes pesqueros como distintas presas de origen terrestre (4). Sin embargo, la información acerca de la importancia real de estos alimentos “alternativos” es escasa y poco precisa. Aunque tenemos conocimientos ge-



Cangrejo rojo americano, especie exótica e invasora que se ha convertido en un nuevo recurso alimenticio para las gaviotas de Audouin (foto: Albert Bertolero).

nerales sobre su ecología trófica, aún se desconoce el uso diferencial que los diferentes grupos de población (adultos, pollos, machos y hembras) hacen de los recursos disponibles. Las presas potenciales de la gaviota de Audouin tienen diferente origen (marino o terrestre), están generadas por las actividades humanas (descartes pesqueros, restos orgánicos) o les resultan accesibles de forma natural (pequeños peces pelágicos). Sin embargo, es evidente que todas ellas difieren en cuanto a su valor nutritivo.

Por ello, podemos predecir que individuos con diferentes necesidades nutricionales (hembras durante la incubación) o experiencia en la búsqueda y captura de alimento (adultos más o menos experimentados), van a aprovechar de forma diferente estos recursos. En tal contexto, los valores de los isótopos de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y de nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ) presentes en la sangre de la gaviota de Audouin aportan pistas interesantes que permiten trazar y cuantificar el origen de las diferentes fuentes en su dieta.



Gaviota de Audouin en vuelo. Puede apreciarse la anilla de plástico que lleva en la pata derecha, cuyo código alfanumérico permite identificarla a distancia (foto: Pep Arcos).

### Seguimiento a largo plazo y análisis de isótopos estables

En el delta del Ebro (Tarragona) la gaviota de Audouin viene siendo objeto de programas de marcaje y seguimiento desde hace más de veinte años. La información generada a lo largo de este periodo sobre identificación de individuos, junto con la medición de isótopos estables ( $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ ), nos permite analizar a escala individual la dieta de estas gaviotas (5). Dicha metodología tiene un gran potencial cuando se combina la información isotópica de los depredadores y de sus presas para el cálculo de modelos de mezcla isotópica (del inglés *Isotopic Mixing Model*), los cuales nos permiten estimar el consumo proporcional de cada una de las presas (Cuadro 1).

La colonia de gaviota de Audouin asentada en el delta del Ebro alberga entre 12.000 y 15.000 parejas reproductoras, lo que representa el 60% de la población mundial de la especie, y se localiza concretamente en una zona de reserva conocida como Punta de la Banyà. Establecimos tres tipos de recursos tróficos potenciales: los pequeños peces pelágicos (anchoas, sardinas y similares) que han sido sus presas tradicionales y dos recursos alternativos de origen humano, los descartes pesqueros (muy abundantes en las aguas inmediatas al delta del Ebro) y el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*), ampliamente distribuido por los arrozales que cubren la mayoría de la superficie deltaica.

Durante el trabajo de campo, llevado a cabo a lo largo del año 2003, extrajimos una pequeña cantidad de sangre a las gaviotas para analizar su contenido isotópico. Tomamos muestras de pollos volantes y de

diferentes adultos reproductores de ambos sexos, muchos de ellos de edad conocida gracias a que fueron anillados cuando eran pollos. Sabíamos que estos adultos tenían entre 4 y 17 años de edad. Los valores de referencia de las presas potenciales fueron tomados a partir de datos publicados previamente (4) y mediante el muestreo de cangrejos rojos americanos en los arrozales próximos a la colonia de cría.

#### Cuadro 1

### Modelos de mezcla isotópica

El nombre de esta herramienta estadística es una traducción directa del inglés (*Isotopic Mixing Models*) y permite estimar la dieta de un consumidor a partir de la combinación de los valores isotópicos de alguno de sus tejidos (sangre, plumas, pelo o músculo) y los correspondientes a sus presas potenciales. En la actualidad existen diferentes programas (SIAR, IsoSource, IsoError, IsoCon) disponibles en Internet de manera gratuita, lo que facilita su uso en trabajos sobre ecología trófica.

En nuestro caso optamos por utilizar el modelo SIAR (*Stable Isotope Analyses in R*), basado en estadística bayesiana y, al parecer, el más preciso, ya que permite establecer intervalos de credibilidad de los resultados. En cuanto a las muestras, optamos por analizar la composición isotópica de nitrógeno y carbono en sangre, ya que integra la información de la dieta en un periodo previo de entre tres y cuatro semanas.

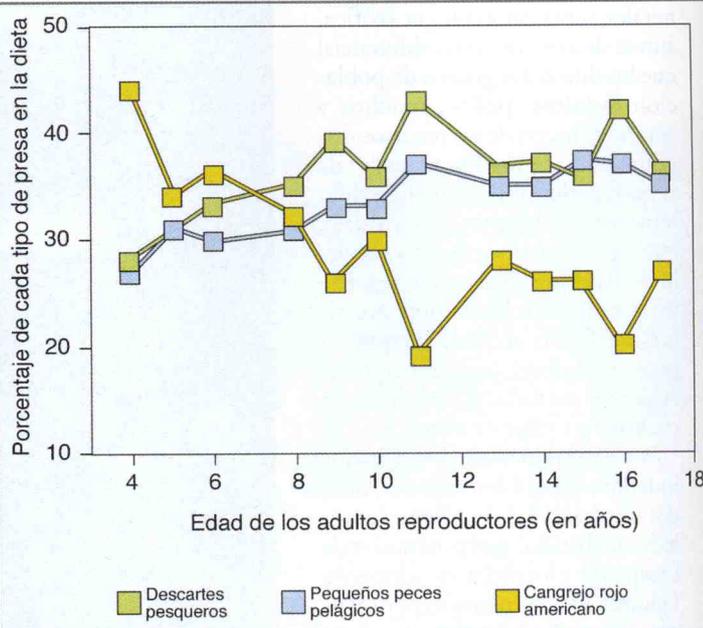
#### Hemeroteca

- Quercus 290 · Abril 2010  
Ref. 5301290 / 3'90 €  
· Nueva colonia de gaviota de Audouin en las islas de Alhucemas. Isabel Afán y otros autores.
- Quercus 228 · Febrero 2005  
Ref. 5301228 / 3'90 €  
· Malos tiempos para la gaviota de Audouin en Columbretes. Blanca Sarzo y otros autores.
- Quercus 221 · Julio 2004  
Ref. 5301221 / 3'90 €  
· Iniciativas para mejorar la situación de la gaviota de Audouin en Cataluña. Emma Guinart y otros autores.
- Quercus 136 · Junio 1997  
Ref. 5301136 / 3'90 €  
· Aves marinas y descartes pesqueros en el delta del Ebro. Daniel Oro.

Insertamos un boletín de pedidos en la página 77.

**Cuadro 2**  
**Diferencias en la dieta**  
**entre gaviotas adultas**  
**de distintas edades**

Diferente contribución de cada uno de los tres recursos tróficos (pequeños peces pelágicos, descartes pesqueros y cangrejo rojo americano) en la dieta de los adultos reproductores de gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) según la edad de los individuos. Como puede apreciarse, los adultos de entre 4 y 10 años consumieron los tres recursos de igual manera. En cambio, los adultos de mayor edad (entre 11 y 17 años) se alimentaron principalmente de pequeños peces pelágicos y descartes pesqueros.



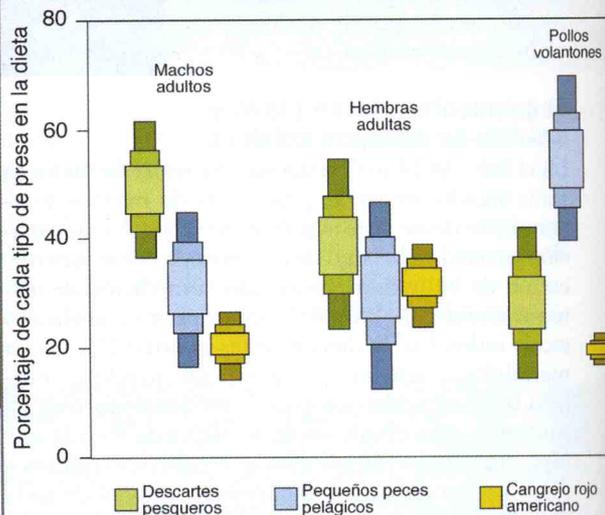
Gaviota de Audouin picoteando restos orgánicos en una playa (foto: José Luis Gómez de Francisco).

**Tipo de alimento según el sexo y la edad de las gaviotas**

Nuestros datos (6) muestran que los adultos reproductores jóvenes (entre 4 y 10 años) incluyeron en su dieta los tres grupos de presas analizadas en igual proporción. Sin embargo, los adultos de mayor edad (entre 11 y 17 años) consumieron principalmente pequeños peces pelágicos y descartes pesqueros (Cuadro 2). Además, los valores isotópicos de carbono indican que los adultos jóvenes incluyeron en su dieta recursos presentes en ambientes continentales (principalmente en los arrozales) y pensamos que este resultado podría estar relacionado con su menor habilidad y eficacia en la caza. Por lo tanto, los adultos jóvenes optarían por incluir en su dieta al cangrejo rojo americano, una especie mucho más fácil de atrapar que las presas pelágicas y los descartes pesqueros.

Así pues, el cangrejo rojo americano parece perfilarse como un recurso alternativo que puede sustituir a las otras presas y permite a los individuos menos experimentados reproducirse de manera satisfactoria (7).

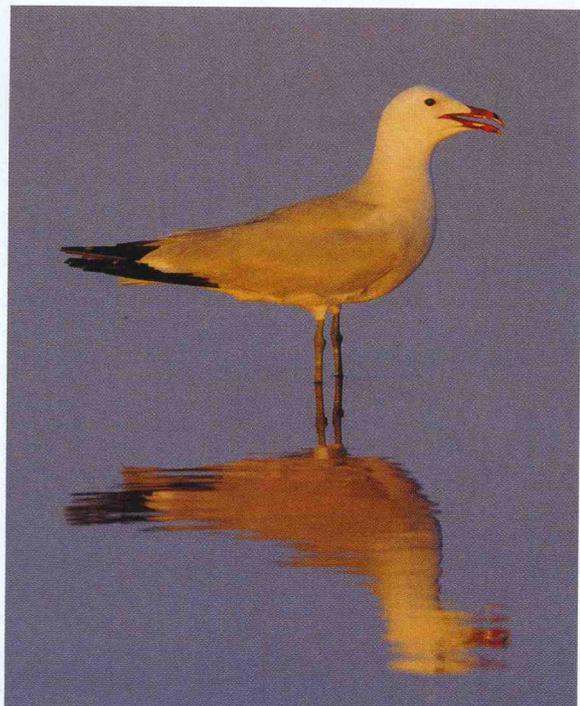
**Cuadro 3**  
**Dieta de machos, hembras y pollos volantones**



La proporción de cangrejo rojo americano (mostaza) en la dieta de las hembras reproductoras de gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) fue mayor que en los machos, que se alimentaron principalmente de descartes pesqueros (verde). También puede observarse que, a diferencia de los adultos, la dieta de los pollos volantones estuvo compuesta principalmente por pequeños peces pelágicos (azul).

En cambio, los reproductores de mayor edad, mucho más habilidosos y competentes, explotaron presas de mayor calidad, como los pequeños peces pelágicos.

Los análisis isotópicos mostraron que las hembras reproductoras, durante el periodo de formación del huevo, incluyeron en su dieta una mayor proporción de cangrejo rojo americano que los machos (Cuadro 3). Esta diferencia podría estar relacionada con la existencia de diferentes requerimientos nutricionales, en particular en la fase de formación del huevo, cuando las



tión sobre especies invasoras (cangrejo rojo americano) y la sobrepesca (descartes pesqueros), pueden llegar a tener sobre las especies de depredadores integrantes de estos ecosistemas. ✎

**Gaviota de Audouin posada en uno de los arrozales del delta del Ebro, donde abundan los cangrejos rojos americanos (foto: Juan Bécares).**

#### Bibliografía

- (1) Oro, D. y otros autores (2004). Influence of food availability on demography and local population dynamics in a long-lived seabird. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Science*, 271: 387-396.
- (2) Tablado, Z. y otros autores (2010). The paradox of the long-term positive effects of a North American crayfish on a European community of predators. *Conservation Biology* (en prensa).
- (3) Oro, D.; Jover, L. y Ruiz, X. (1996). Influence of trawling activity on the breeding ecology of a threatened seabird, Audouin's Gull *Larus audouinii*. *Marine Ecology Progress Series*, 139: 19-29.
- (4) Navarro, J. y otros autores (2009). Seasonal changes in the diet of a critically endangered seabird and the importance of trawling discards. *Marine Biology*, 156: 2.571-2.578.
- (5) Forero, M.G. (2008). Isótopos estables como integradores de la vida. *Etología*, 21: 1-30 (disponible en: [http://webs.uvigo.es/c04/webc04/etologia/pdfs/Etologia\\_Vol.21\\_%282008%29-web.pdf](http://webs.uvigo.es/c04/webc04/etologia/pdfs/Etologia_Vol.21_%282008%29-web.pdf))
- (6) Navarro, J. y otros autores (2010). Age and sexual differences in the exploitation of two anthropogenic food resources for an opportunistic seabird. *Marine Biology* (en prensa).
- (7) Oro, D.; Jover, L. y Ruiz, X. (1996). Influence of trawling activity on the breeding ecology of a threatened seabird, Audouin's gull *Larus audouinii*. *Marine Ecology Progress Series*, 139: 19-29.
- (8) Williams, T.D. (2005). Mechanisms underlying the costs of egg production. *Bioscience*, 55: 39-48.
- (9) Pedrocchi, V.; Oro, D. y González-Solis, J. (1996). Differences between diet of adult and chick Audouin's Gulls *Larus audouinii* at the Chafarinas Islands, SW Mediterranean. *Ornis Fennica*, 73: 124-130.
- (10) Lloret, J. y otros autores (2004). Impact of freshwater input and wind on landings of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in shelf waters surrounding the Ebro (Ebro) River delta (north-western Mediterranean). *Fisheries Oceanography*, 13: 102-110.

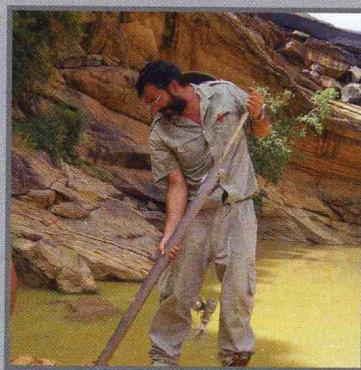
hembras, además de lípidos y proteínas, necesitan una gran cantidad de carotenos (8), micronutriente que el cangrejo rojo americano ofrece en altas concentraciones. Por esta razón, a pesar de que el contenido nutricional de los crustáceos es mucho menor que el de los peces, la gran disponibilidad de cangrejos y su elevado contenido en carotenos podría llegar a beneficiar a las hembras que consumen este recurso.

En el caso de los pollos, los modelos isotópicos mostraron que su dieta estaba compuesta principalmente por pequeños peces pelágicos (9), mientras que la proporción de descartes y cangrejos americanos fue muy baja (Figura 3). Ya sabíamos por estudios anteriores que los adultos de gaviota de Audouin alimentan a sus pollos principalmente con boquerones y sardinas (10), seguramente debido su alto contenido nutritivo frente a los peces demersales y el cangrejo rojo americano.

#### Cierta flexibilidad en la dieta

En conclusión, nuestro estudio confirma que la gaviota de Audouin es capaz de explotar no sólo su principal recurso, los peces pelágicos de pequeño tamaño, sino también los que han hecho accesibles la actividad humana, como los descartes pesqueros y el cangrejo rojo americano. Además, mediante el uso combinado de información proveniente del seguimiento a largo plazo de la población de gaviota de Audouin en el delta del Ebro, que permitió determinar la edad de los adultos, conjuntamente con el análisis de isótopos estables, descubrimos que la edad de los individuos tuvo un efecto importante en el tipo de recurso consumido.

De manera similar, también hemos encontrado que las necesidades nutricionales de machos y hembras o de adultos y pollos en crecimiento, tienen su reflejo en la dieta. Estos resultados sobre diferenciación trófica a escala intraespecífica y el papel de las presas de origen humano, ponen de manifiesto la enorme complejidad de las repercusiones que las medidas de ges-



#### Autores

**Joan Navarro Bernabé** es investigador postdoctoral (programa Juan de la Cierva del Ministerio de Ciencia e Innovación) en el Instituto de Ciencias del Mar (CSIC) de Barcelona, donde estudia diferentes aspectos del funcionamiento y la estructura del ecosistema marino, con especial atención a los depredadores.

**Manuela González Forero** es investigadora en la Estación Biológica de Doñana (CSIC), con sede en Sevilla. Muchas de sus investigaciones se centran en la ecología trófica de aves marinas y los isótopos estables.

**Daniel Oro de Rivas** es profesor de investigación del CSIC en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (ImedeA-CSIC-UIB), situado en Mallorca, donde dirige el grupo de Ecología de Poblaciones, que se ocupa de los vertebrados con problemas de conservación.

**Albert Bertolero Badenes** es doctor en Biología por la Universidad de Doñana y ha desarrollado la mayor parte de su actividad investigadora en el delta del Ebro, donde se interesa por las aves acuáticas y los quelonios amenazados.

**Meritxell Genovart Millet** es investigadora postdoctoral en el ImedeA (CSIC-UIB), donde trabaja en ecología, genética y demografía de poblaciones, sobre todo en su faceta aplicada a la Biología de la Conservación.

**Antonio Delgado Huertas** es investigador científico del CSIC en el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (Granada). Investiga en biogeoquímica de los isótopos estables con un enfoque pluridisciplinar, capaz de conectar la trazabilidad isotópica del sistema Tierra (Atmósfera-Hidrosfera-Biosfera-Geosfera).

#### Agradecimientos

A todo el personal de Parque Natural del Delta del Ebro y a todos sus voluntarios, en especial a Mario G. Domínguez, que nos han ayudado en las labores logísticas, incluido el anillamiento de las gaviotas durante años. Laura Cardador y Steve Votier nos hicieron valiosas recomendaciones para el presente artículo y para el trabajo original publicado en *Marine Biology*. Arsenio Granados, del Laboratorio de Biogeoquímica de Isótopos Estables (IACT-CSIC), nos prestó su ayuda en los análisis isotópicos. La financiación provino del Gobierno Español (Proyectos REN2002-00450 y CGL2006-04325/BOS) y de la Junta de Andalucía (Proyecto P06-RNM-02362).

#### Dirección de contacto:

Joan Navarro · Instituto de Ciencias del Mar (CSIC) · Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49 · 08003 Barcelona · Correo electrónico: joan@icm.csic.es