



Paleontología

LAS CLAVES
DEL PASADO

Texto y fotos: Zain Belaústegui y Fernando Muñiz



A



B



C



D

Arriba, cuatro ejemplos de trazas actuales.

A: tejón norteamericano (*Taxidea taxus*) a la entrada de su madriguera en Saskatoon (Canadá).

B: erizos de mar (*Paracentrotus lividus*) perforando cubetas en la costa de Zumaia (Guipúzcoa).

C: rastros de insectos en una duna costera cerca de Chuí, en la frontera entre Brasil y Uruguay.

D: hembra de cangrejo violinista (*Uca tangeri*) moldeando bolitas de arena para alimentarse en el estuario del río Piedras (Huelva).

Ichnogenia: cómo identificar el paso a paso en la interacción organismo-sustrato

Las galerías fosilizadas de un crustáceo del Mioceno han permitido proponer un nuevo concepto científico y distinguir claramente entre el desarrollo de un organismo (ontogenia) y el de las trazas que deja (ichnogenia) su comportamiento excavador o perforador.



“Es un pequeño paso para un hombre, pero un gran salto para la Humanidad”. Esas fueron las célebres palabras que pronunció Neil Armstrong el 21 de julio de 1969 antes de que dejara las primeras huellas de un ser humano sobre la superficie lunar. Una de esas huellas fue inmortalizada en una mítica fotografía y dejó constancia directa de la actividad de los astronautas en nuestro satélite. Sobre la importancia de una huella, ya sea de un astronauta en la luna, o de neandertales, dinosaurios, cangrejos, gusanos, esponjas o plantas en la Tierra, dan buena fe los científicos que se dedican a la Icnología.

Esta disciplina científica (del griego *iknos*, “huella” y *logos*, “tratado”) se encarga de estudiar e interpretar la interacción de animales y plantas con el sustrato, a partir de uno o varios comportamientos. En este sentido, hay que diferenciar entre las estructuras de bioturbación, resultado de una interacción organismo-sustrato blando (madrigueras, huellas, rastros) y las estructuras de bioerosión, resultado de la interacción organismo-sustrato duro (perforaciones químicas y mecánicas o marcas de mordiscos en un hueso). Si son actuales se abordarán como estudios neoi-cnológicos y como paleoi-cnológicos si

Debajo, otros cuatro ejemplos de trazas fósiles (icnofósiles).

A: *Gylorithes variabilis* (Plioceno. Lepe, Huelva; escala: 5 cm).

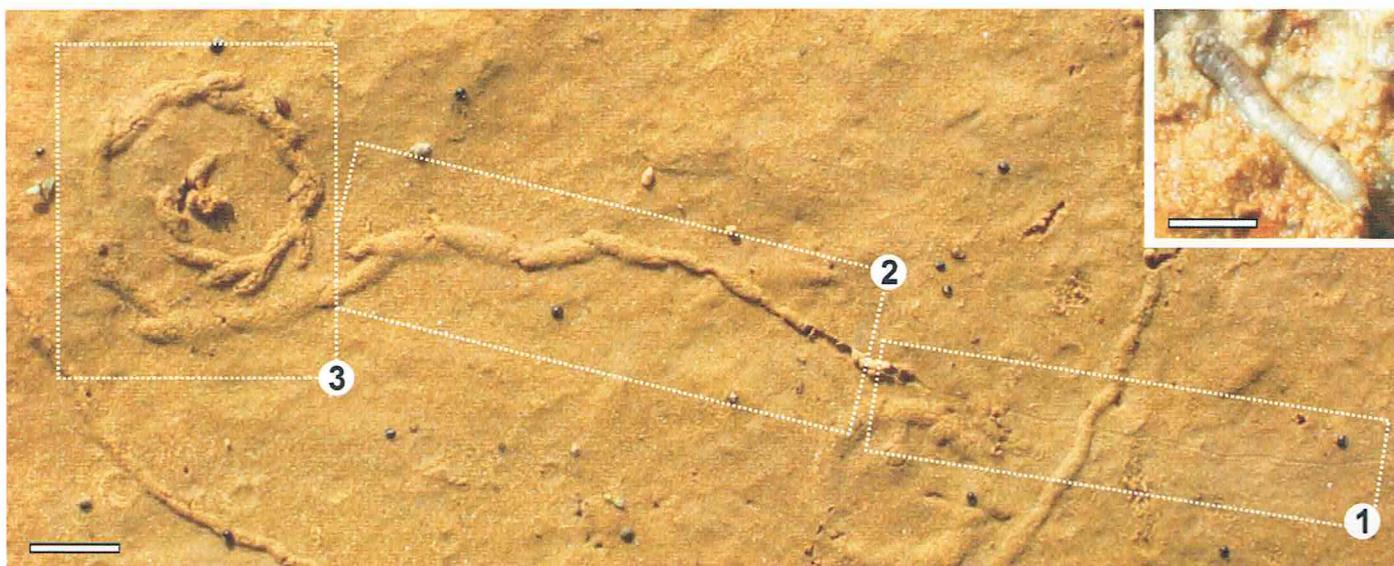
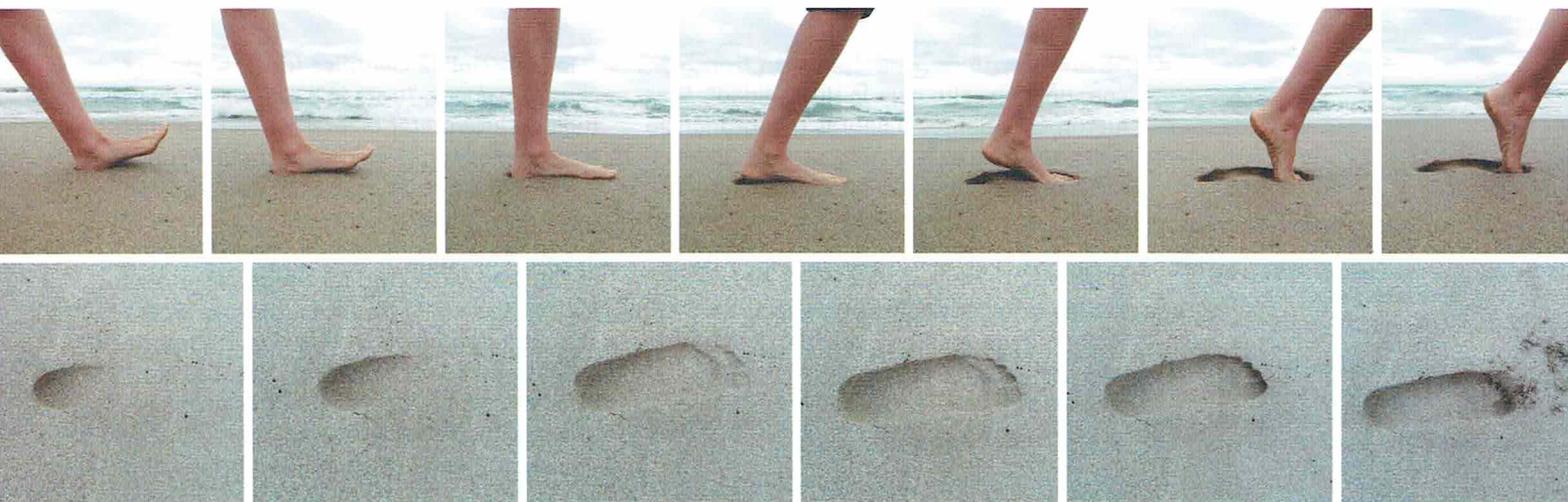
B: *Paleodictyon* (Eoceno. Fiscal, Huesca; escala: 1 cm).

C: *Sinusichnus sinuosus* (Mioceno. Alcalá de Guadaíra, Sevilla; escala: 5 cm).

D. huellas tridáctilas de un dinosaurio terópodo (Cretácico. Enciso, La Rioja).

Foto: Jordi Martinell.





En la parte de arriba, icnogenia de una pisa-da humana. Las fotos de la fila superior muestran la secuencia talón-planta-punta/dedos de un paso completo. Las fotos de la fila inferior desvelan los estadios icnogenéticos de esa misma huella.

En la parte de abajo, icnogenia de las estructuras de bioturbación producidas por la larva de una mosca del género *Symplecta* (escala: 1 cm), desde el estadio inicial (1) hasta el final (3). En la esquina superior derecha, detalle de la larva responsable (escala: 3 mm).

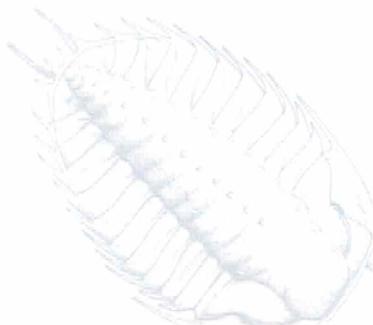
pertencen al registro fósil, es decir, si son icnofósiles o trazas fósiles. La icnología también estudia las denominadas estructuras de biodeposición (principalmente excrementos fósiles o coprolitos, pellets fecales y huevos) y de bioestratificación (estromatolitos y tapiques algales).

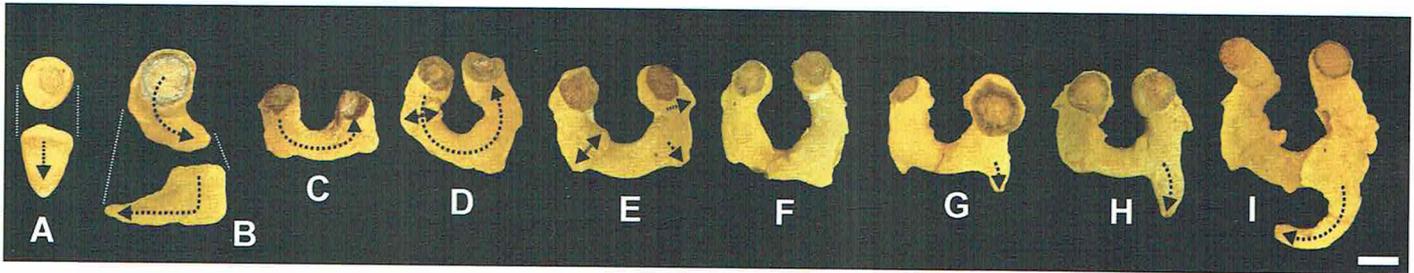
Como herramienta para interpretar ambientes del pasado, la icnología tiene una triple importancia. En primer lugar, la mayor parte de los icnofósiles se conservan *in situ* y rara vez sufren procesos de transporte, así que proporcionan una información directa y muy valiosa. En segundo lugar, reflejan el comportamiento de un animal que generalmente está ligado a las condiciones ambientales del área que ocupaba. Y, por último, las trazas fósiles son el único registro que tenemos de determinados organismos de cuerpo blando, como gusanos y holoturias, que no fosilizan con facilidad.

La icnología también puede ser muy útil para delimitar antiguas líneas costeras, como apoyo a la estratigrafía secuencial e incluso en la búsqueda de hidrocarburos, ya que muchas rocas sedimentarias intensamente bioturbadas, y por lo tanto más porosas, pueden albergar importantes bolsas de petróleo.

Icnogenia: un nuevo término

Cuando damos un paso, cada pie sigue una secuencia de movimientos (talón-planta-punta/dedos) que deja diferentes improntas si el sustrato es lo suficientemente blando (arena mojada o fango). Imaginemos que la impronta de cada movimiento queda fosilizada por separado y las encuentra un icnólogo. ¿Llegaría a deducir que pertenecen al mismo organismo? O, por el contrario, ¿pensará que al ser diferentes pertenecen a distintos organismos? La solución la tenemos en la icnoge-





Arriba, icnogenia completa de *Lepeichnus giberti* (escala: 1 cm), desde el estadio inicial (A) hasta el final (I).

A la derecha, madriguera fósil descrita como *Lepeichnus giberti*. Se desconoce el organismo responsable. Sobre fondo negro, vista superior (A) e inferior (B) del holotipo levógiro (escala: 1 cm). Sobre fondo gris, modelo digital en tres dimensiones de uno de los ejemplares estudiados (C y D).

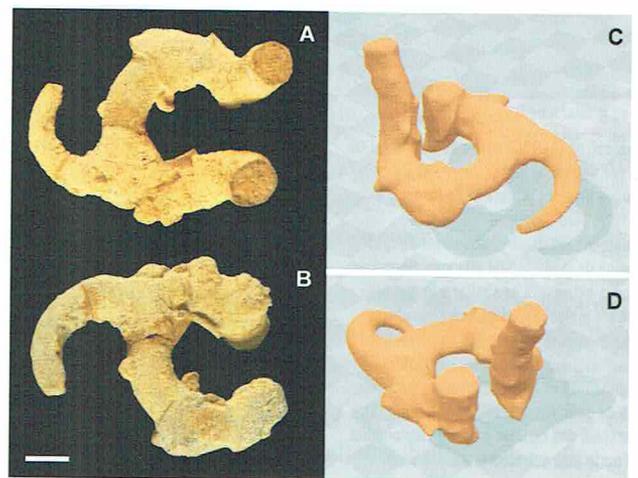
nia (del griego *iknos*, “traza” o “huella”, y *genos*, “origen” o “génesis”). El ejemplo anterior puede extrapolarse a cualquiera de las estructuras ya comentadas de bioturbación o bioerosión. Un hombre, un tejón, un cangrejo, un gusano, una almeja, un erizo de mar, cualquiera que interaccione con un sustrato blando o duro, lo hará mediante una secuencia continua de fases. Es precisamente el origen y desarrollo de estas fases lo que permite definir el nuevo concepto de “icnogenia”.

Ahora bien, hay que tener en cuenta otro factor tan importante como la ontogenia, es decir, el origen y desarrollo del propio organismo. En el caso de los humanos, el ciclo infancia, madurez, senectud; o, en el de una mosca, el de larva, pupa, adulto. La icnología puede deducir este desarrollo ontogénico a partir de trazas o huellas de idéntica morfología pero distinto tamaño. Muchos autores han recurrido erróneamente al término “ontogenia” para describir las fases de desarrollo de una estructura de bioturbación o bioerosión,

cuando en realidad se trataba de un caso de “icnogenia”.

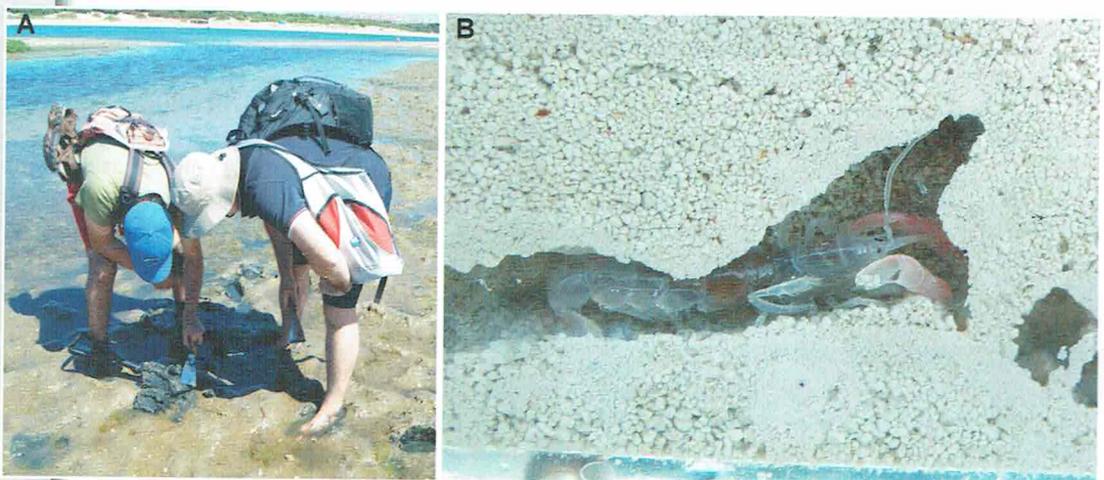
Dos posibles enfoques

Pero icnogenia y ontogenia pueden estar tanto relacionadas como inconexas. En el caso de que la icnogenia sea independiente de la ontogenia, la traza no viene determinada por la fase vital del organismo responsable. Un ejemplo ilustrativo volvería a ser el de la huella humana: salvo por el tamaño, la im-

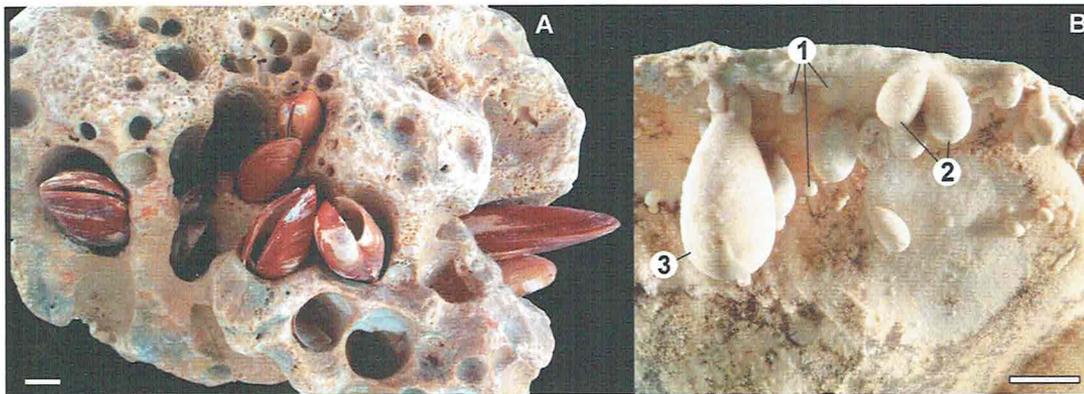


Neoicnología: experimentos para comprender el pasado

La neoicnología es una disciplina de gran importancia para entender e interpretar el registro fósil. Consiste en estudiar las trazas de vida que actualmente generan una gran variedad de organismos, tanto vertebrados como invertebrados, en todo tipo de ambientes, ya sean marinos o continentales. Ha de ser así, porque en la mayor parte de los casos la especie responsable no fosiliza dentro de la traza que genera, ni siquiera a su lado. Sólo si las comparamos con análogos actuales podemos tratar de interpretarlas correctamente. Los neoicnólogos experimentan en peceras y terrarios, hacen moldes con resina o yeso, capturan el movimiento de los seres vivos y elaboran etogramas sobre su comportamiento.



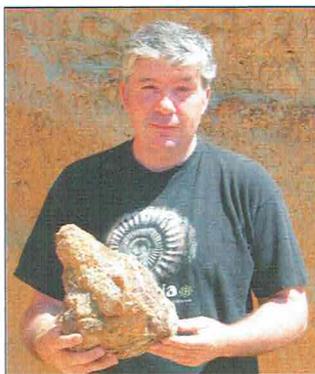
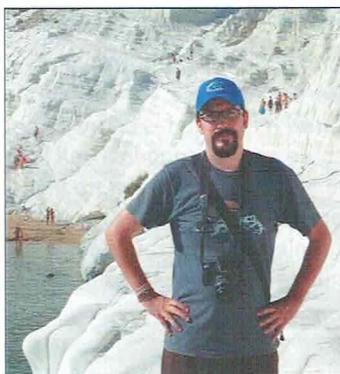
A la izquierda (A), los autores en el estuario del río Piedras (Huelva) durante un estudio neoicnológico. A la derecha (B), tanque de metacrilato en el que puede verse a un crustáceo decápodo de la familia Callinassidae excavando su madriguera (Isla de San Salvador, Bahamas).



A la izquierda (A), roca caliza actual colonizada por dátilos de mar (*Lithophaga lithophaga*), unos bivalvos perforadores (escala: 1 cm). Foto: Jordi Martinell.

A la derecha (B), *Gastrochaenolites dijugus* (Mioceno de la cuenca de Vilanova, Barcelona), cuya estructura es similar a la que producen los moluscos del género *Lithophaga*. El primer estadio (1) consiste en perforaciones hemisféricas de diámetro milimétrico. En el segundo (2) se desarrollan estructuras en forma de gota. Finalmente, en el tercero (3), se aprecian dos canales o sifones fusionados en la parte más estrecha (escala: 5 mm).

Zain Belaústegui (izquierda) en la Scala dei Turchi, un afloramiento del Plioceno inferior situado en la costa de Realmonte (Sicilia, Italia). Fernando Muñiz (derecha) con una vértebra fosilizada de cetáceo en Lepe (Huelva), un yacimiento también datado en el Plioceno.



Autores

Zain Belaústegui Barahona es geólogo y paleontólogo en la Universidad de Barcelona. Aunque sus investigaciones se centran en la icnología, también estudia la tafonomía de vertebrados e invertebrados, principalmente del Cenozoico. Es integrante del grupo de investigación Paleobiología del Neógeno Marino y profesor lector en la Facultad de Ciencias de la Tierra de dicha universidad.

Fernando Muñiz Guinea es geólogo y paleontólogo por la Universidad de Huelva. Sus principales líneas de investigación son la icnología, la paleoecología, la tafonomía de cetáceos y la geoarqueología. En la actualidad es profesor e investigador en tres facultades de la Universidad de Sevilla: Química, Educación y Geografía e Historia.

Agradecimientos A la memoria de nuestro amigo y colega Jordi M. de Gibert, como creador del término "icnogenia". El artículo original donde fue propuesto, y también era descrito el icnotaxón *Lepeichnus giberti*, contaba con M. Gabriela Mángano, Luis A. Buatois, Rosa Domènech y Jordi Martinell como coautores. Isabel González Neira tuvo una participación decisiva para obtener la secuencia de estadios icnogenéticos de la huella humana.

Dirección de contacto: Zain Belaústegui • Departamento de Dinámica de la Tierra y del Océano • Facultad de Ciencias de la Tierra • Universidad de Barcelona • c/ Martí Franquès, s/n • 08028 Barcelona • Correo electrónico: zbelaustegui@ub.edu

misma, es decir, las larvas siempre generarán un determinado tipo de traza de la misma manera, al igual que las pupas y también los adultos.

El punto de partida: *Lepeichnus giberti*

Descubierta en un yacimiento del Mioceno Superior en el término municipal de Lepe (Huelva), *Lepeichnus giberti* es una madriguera fósil con dos pozos verticales y paralelos que se conectan entre sí por un túnel horizontal y semicircular, del cual parte una galería en forma de gancho. Más allá de su novedosa morfología, lo excepcional de este icnofósil es que, por primera vez, han podido identificarse las distintas etapas de desarrollo, desde su origen hasta su estadio final. De esta manera, la descripción formal de *Lepeichnus giberti* permitió definir también "icnogenia" como neologismo científico.

En concreto, se han identificado hasta nueve estadios icnogenéticos diferentes y consecutivos dentro de *L. giberti*. Puesto que el patrón morfológico del estadio final es extremadamente regular y se repite siempre en los noventa ejemplares completos que se conocen, al margen de su tamaño, puede decirse que es un claro ejemplo de icnogenia independiente de la ontogenia de su productor.

Aunque no sabemos si existe un organismo actual que excave una madriguera con tales características, algunos de sus rasgos son comparables a las galerías de los upogébidos, unos crustáceos decápodos de los fondos marinos, de manera que han sido propuestos como posibles productores.

El futuro de la icnogenia

Más adelante, a medida que el término "icnogenia" se asiente entre icnólogos y paleontólogos, deberán afianzarse dos líneas básicas. La primera, tener un mayor control de cómo una traza actual o fósil es como es, y, por tanto, un mejor conocimiento de las diferentes fases del comportamiento excavador o perforador del organismo. La segunda sería simplificar en lo posible la taxonomía paleoicnológica. El objetivo es que cuando se identifiquen posibles estadios icnogenéticos de un icnofósil sólo se otorgue un nombre al estadio final, tal y como se ha hecho con *Lepeichnus giberti* y sus nueve fases. ✚

Cuaderno 387 · Mayo 2018 / 3'95 €
Revista decana de la prensa ambiental

Observación, Estudio y Defensa de la Naturaleza

Quercus

www.revistaquercus.es

**DELTA
DEL EBRO**
MOLUSCOS
INVASORES

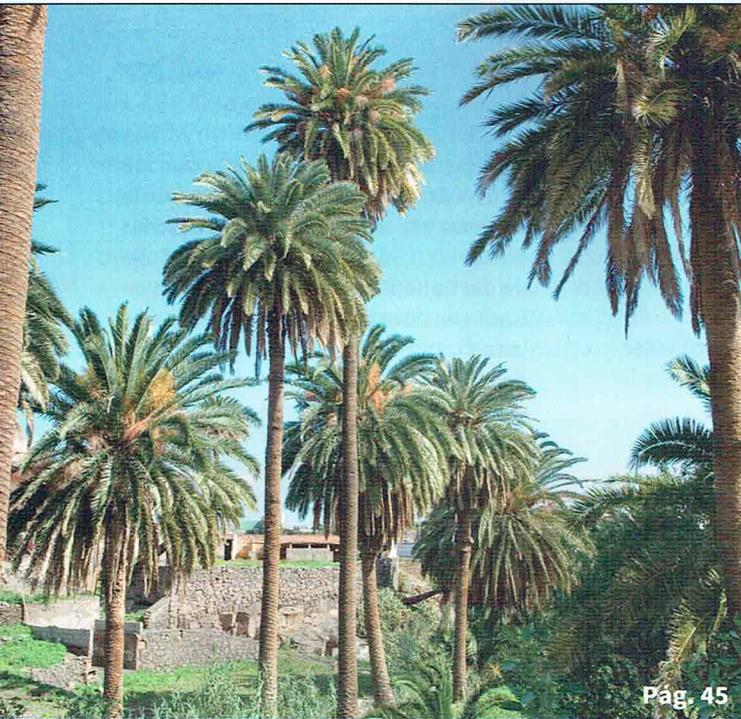
**PALMERA
CANARIA**
EMBLEMA
VEGETAL

CABAÑEROS
35 AÑOS DESPUÉS

LIFE BioDEHESA
GESTIÓN A LARGO PLAZO

CERCETA PARDILLA
repunte en Baleares





Pág. 45



Pág. 58



Pág. 80

ESTUDIO

- 18. Baleares, zona clave para la cerceta pardilla. Jordi Muntaner
- 22. Moluscos invasores en el Delta del Ebro. Joaquín López y Sergio Quiñonero
- 29. El futuro de la dehesa, en nuestras manos. Equipo LIFE bioDehesa
- 45. Biología, distribución y genética de la palmera canaria. Pedro Sosa y otros autores

CONSERVACIÓN

- 53. Al rescate de las "Autopistas Salvajes". WWF-España
- 56. 500 lobos muertos por casusas no naturales en 2017. A.M. Sánchez y otros autores
- 58. El mochuelo como emblema de la agricultura sostenible. Iván García
- 60. Réquiem por la vaquita marina en México. Francisco Márquez

OBSERVACIÓN

- 65. El Observatorio de Quercus: la naturaleza en Mayo
- 66. La prudente amapola triste. J. Ramón Gómez
- 68. Icnogenia: interacciones organismo-sustrato. Zain Belaústegui y Fernando Muñiz

TRIBUNAS

- 6. Pequeños mundos. Alejandro Martínez-Abraín
- 8. La utopía de conservar el paisaje como algo estático. Joan Mayol
- 10. Falacias naturalistas. Santos Casado
- 12. Phoracantha y Cabañeros. Benigno Varillas y otros autores
- 80. Agricultura sostenible para salvar al sisón. Manuel B. Morales y otros autores

Quercus
Revista de Observación, Estudio
y Defensa de la Naturaleza.
Fundada en 1981.



Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*).
Foto: Gerald A. DeBoer / Shutterstock.

EQUIPO DE REDACCIÓN

Director
Rafael Serra (rserra@revistaquercus.es)
Redactor-jefe
José Antonio Montero (jmontero@revistaquercus.es)
Diseño y coordinación
Miguel Miralles (mmiralles@revistaquercus.es)

Redacción
Apartado de Correos, 3084 · 28080 Madrid
redaccion@revistaquercus.es · Tel. 916 350 375



QUERCUS EN INTERNET
www.revistaquercus.es
www.facebook.com/revistaquercus
Twitter: @RevistaQuercus

Quercus es una revista independiente que sirve de medio de comunicación y expresión a personas y colectivos que se dedican al estudio y la defensa de la naturaleza. Hasta la fecha han publicado en ella más de 4.500 expertos en los diferentes campos de las ciencias naturales y el ecologismo. Quercus no es responsable de las opiniones de sus colaboradores, aunque sí lo es de titulares, entradas, sumarios, pies de foto y demás elementos de edición elaborados por su redacción.

Salvo en casos excepcionales y plenamente justificados, Quercus se abstiene de publicar fotos de nidos, huevos, pollos y madrigueras, para contribuir a evitar molestias a la fauna durante el periodo reproductor.
Precio por ejemplar: 3'95 €. Suscripción anual: 39'95 €.

PUBLICIDAD

Apartado de Correos, 13 · 28180 Madrid
Tel. 916 350 375 · publicidad@revistaquercus.es

EDITA

 Drosophila ediciones s.l.

Apartado de Correos, 13
28180 Madrid
info@drosophilaediciones.es

SUSCRIPCIONES

suscripciones@revistaquercus.es
Telf. 91 635 03 75 · Fax: 91 635 03 75
Apartado de Correos, 13 ·
28180 Madrid

LIBRERÍA Y NÚMEROS ATRASADOS

Linneo
Apartado de Correos, 13 · 28180 Madrid
Telf. 916 350 375 · libreria@linneo.es

Imprime: Asetec

Distribución

 Sociedad General Española de
Librería, S.A. · Avda. Valdelaparra,
29. Políg. Ind. Alcobendas ·
28108 Madrid · Telf. 91 657 69 00

Depósito legal: M-1778-82 / ISSN: 0212-0054

Impreso en España