

Gestación de la Tierra
Tardígrados, más allá de la vida
Peces, hombres y científicos

Canis lupus signatus
Las aves en las pinturas rupestres

Sumario

¿Por qué hablar de manos cuando en realidad son patas?	3
Gestación de la Tierra	4
Tardígrados, más allá de la vida	9
Pesca y Biodiversidad: una relación entre peces, hombres y científicos.....	15
Salmónidos, desvelando misterios de los ríos.....	23
Agricultura, gestión de la vida. Finca Experimental La Higuera	29
Lobos para recuperar la biodiversidad	36
Breves de investigación	42
Tesis del MNCN	45
Las aves en las pinturas rupestres	58
¿Un director del Museo de Ciencias Naturales personaje literario de fama internacional?	64
Fauna Secreta	69
Nuevos ejemplares	72
El museo investiga Open Fab Lab, una ventana a la investigación en el MNCN	73
El museo es cosa de adultos	77
Inspiraciencia	80
Naturaka, un panda muy Chu-Lin.....	81

Editorial

Ya está aquí el número nuevo de nuestra revista digital NaturalMente y, como siempre, cargada de interesantes reportajes y noticias para acercar la ciencia a nuestro público. En este número podremos conocer **cómo se formó el planeta** en el que habitamos, una historia espectacular contada por el eminente geólogo José López-Ruiz. De la mano de Noemí Guil conoceremos en profundidad a los **tardígrados** u ositos de agua, unos misteriosos organismos microscópicos que han poblado todo nuestro planeta. Viajaremos a las profundidades marinas para conocer **el impacto de la pesca sobre la biodiversidad** marina gracias a los conocimientos de Ángel Garvía y conoceremos el estudio de más de 30 años de duración desarrollado por el ecólogo del Museo Javier Lobón-Cerviá sobre los **salmónidos del Río Esva** en Asturias. Xiomara Cantera también nos acercará a uno de los animales más bonitos y polémicos de nuestro país, el último gran depredador junto al ser humano, el **lobo ibérico**. También Carlos Lacasta responsable de la **Finca Experimental La Higuera** dependiente del MNCN nos presenta los resultados más interesantes de la investigación de larga duración que se desarrolla allí sobre agricultura ecológica con el fin de hacerla sostenible y rentable económicamente.

Y eso no es todo. A cualquiera que le hablen de pinturas rupestres imagina los bisontes y otros grandes mamíferos tan conocidos pero ¿qué hay de las aves? **Las pinturas rupestres sobre aves** son escasas pero no inexistentes como nos muestra Carmen Martínez en su reportaje sobre las pinturas de la cueva de La Janda. Soraya Peña de Camus nos introduce en la vida de un peculiar personaje que estuvo al frente del Museo en sus primeros años de andadura, **D. José Clavijo y Fajardo** y encontraran también en nuestras páginas información sobre distintas actividades y exposiciones del Museo como la intervención de Joan Fontcuberta **Fauna Secreta** en nuestras salas que nos explica Cristina Cánovas. También les presentamos la nueva actividad **El Museo Investiga Open Fab Lab** donde nuestros visitantes pueden conocer la diversidad de las tijeretas, y la actividad **Comete el Museo** que nos presenta su artífice, Óscar Menéndez y que está dedicada a nuestro público menos habitual, el adulto. Si con todo esto no tienen bastante no se pierdan tampoco el artículo de Cristina Cánovas sobre la **antropomorfización**, nuestra secciones de **Breves de investigación**, **Nuevos ejemplares** y **Tesis doctorales** para conocer la actividad científica que desarrolla el Museo y acepten la invitación de Pilar López-García Gallo y Luis Barrera para volver a ver a un **panda muy Chu -Lin**, el panda más famoso de España. ¡Que lo disfruten!

Santiago Merino, director del MNCN

Accede a los anteriores números de NaturalMente

NaturalMente nº1

NaturalMente nº2

NaturalMente nº3

NaturalMente nº4

NaturalMente nº5

NaturalMente nº6

NaturalMente nº7

NaturalMente nº8

Ilustración de la posible colisión de la luna y la tierra / Rufus Gefangenen





¿Por qué hablar de manos cuando en realidad son patas?

El otro día, caminando por la calle escuché: “como no te portes bien, hoy no te doy tus juguetes”. Pensé, con ternura, pobre niño, hoy se queda sin jugar. No fue poca mi sorpresa al girarme y ver que a quién se dirigía la mujer no era a un niño, sino a un pobre perro que miraba atónito a su dueña.

Este comportamiento es muy frecuente en el ser humano y se conoce como antropomorfización. Consiste en la atribución de rasgos, características, cualidades y motivaciones propias de los humanos a seres no humanos, especialmente a los animales.

No sólo humanizamos a los animales en nuestra vida cotidiana, también es un recurso habitual en el cine o la literatura (*Dumbo*, *Bambi*, etc.) e incluso en la divulgación de la ciencia. Cuanto mayor es la semejanza emocional o física que percibimos en los animales, más fácil nos resulta identificarnos con ellos y desarrollar un sentimiento de empatía.

Por este motivo el antropomorfismo se aprovecha muchas veces para convencer de la importancia de conservar la biodiversidad y proteger el medio ambiente. Si tras el conocimiento hay una cierta afectividad, la implicación y la interacción de la gente es mayor. De ahí que sea más fácil encontrar financiación para programas de conservación de especies como el lince o el oso panda que de un escarabajo o un molusco.

Sin embargo, esto no siempre es positivo. De hecho es un recurso que provoca escepticismo, por no decir rechazo, entre muchos científicos que opinan que utilizar la antropomorfización para explicar

“La percepción humanizada del comportamiento animal nos impide deleitarnos con la naturaleza, apasionante por sí misma”



el comportamiento animal provoca que la mezcla indiscriminada de ciencia y fantasía dificulte la comprensión de la realidad y distorsione el trabajo de los investigadores en aras de la divulgación.

Sin ir más lejos, hace poco fue viral una imagen en las redes sociales en la que el fotógrafo Evan Switzer había inmortalizado una escena en la que se veía a un canguro macho ‘abrazando’ a una hembra muerta, todo ello ante la atenta mirada de la cría. Los titulares no se **hicieron esperar**: “Canguro abraza a su compañera muerta”, “El dolor de una familia de can-

guros” y un sinfín de epígrafes parecidos. Este es un claro ejemplo de cómo la humanización desvirtúa la realidad de un comportamiento que dista mucho de ser un último adiós. Expertos en la materia salieron al paso de esta errónea versión antropomórfica del amor verdadero entre canguros, explicando que la intención del macho era la de aparearse con la hembra muerta; es más, es frecuente entre estos marsupiales una persecución a las hembras tan persistente y agresiva que puede llegar a matarlas.

Aunque la humanización es un comportamiento muy humano, sobre todo a la hora de divulgar la ciencia y el conocimiento, es muy importante encontrar el equilibrio entre la accesibilidad, creatividad e imaginación y el rigor científico.

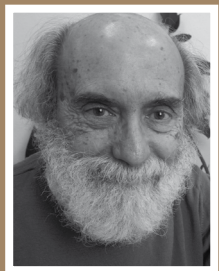
No debemos olvidar que la ciencia aporta objetividad ante los planteamientos puramente emocionales de los que nos dejamos llevar y que muchas veces disfrazan la realidad. Nuestras amadas mascotas no tienen piernas sino patas, y no necesitan zapatos para caminar. La percepción humanizada del comportamiento animal nos impide deleitarnos con la naturaleza, apasionante por sí misma.

En Naturalmente intentamos que divulgación y motivación sean los dos sustantivos que acompañen a la ciencia y que el lector tenga una mirada objetiva ante las maravillas del mundo natural que le rodea. Esperemos que disfruten de este número ■

Cristina Cánovas
@cristinacanova3



Gestación de la Tierra



José
López-Ruiz

La Tierra NASA/
GSFC/Reto Stöckli,
Nazmi El Saleous,
and Marit Jentoft-
Nilsen





Como si de un embarazo se tratara el geólogo José López-Ruiz nos cuenta las fases por las que atravesó el Sistema Solar que desembocaron en el nacimiento de ocho planetas entre los que se encuentra la Tierra. Os presentamos una breve historia de cómo se gestó este minúsculo punto del universo que es además el barco en el que viajamos todos.

Como no existe registro de las primeras etapas de formación del Sistema Solar, para establecer el proceso de formación de los planetas es preciso recurrir a otras fuentes de información. Las dos fuentes más importantes proceden de las observaciones astronómicas y de los meteoritos. La observación de estrellas semejantes al Sol muestra que muchas de ellas están rodeadas de un disco de gas que contiene pequeñas partículas de polvo cósmico. Estos discos tienen un radio similar al del sistema planetario del Sol y contienen al menos su misma masa. Los meteoritos están constituidos, como la Tierra, por silicatos y metales, pero como proceden de cuerpos mucho más pequeños que nuestro planeta, han sido poco activos desde el punto de vista geológico y en consecuencia proporcionan información sobre los procesos pre-planetarios, así como de las etapas iniciales de los procesos planetarios. Dicho de otra forma, los meteoritos representan una especie de yacimiento arqueológico, en el que se han preservado los **detritus** que se formaron en los primeros pocos millones de años del Sistema Solar.

“Existe un amplio consenso en aceptar que el Sol y los planetas se han formado a partir de una nube interestelar madura”

La nebulosa de Helix que está situada en la constelación de Acuario/ NASA, ESA, and C.R. O'Dell (Vanderbilt University).



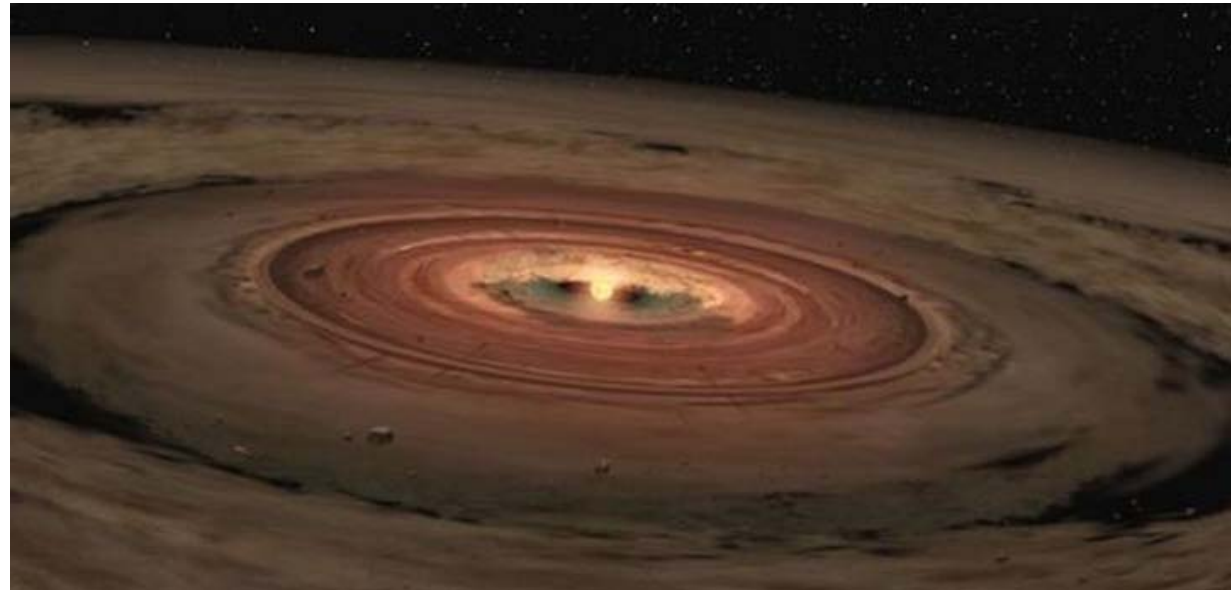
A partir de la información que suministran las dos fuentes citadas, más la que procede de la composición química e isotópica de los planetas terrestres, se han podido realizar, con la ayuda de potentes sistemas informáticos, complejas simulaciones del proceso de formación de los planetas y por ende de la Tierra.



“La masa de gas y polvo cósmico que no se concentró en el protosol formó un disco alrededor de este, a partir del que posteriormente se formaron los planetas”

Aunque determinados aspectos del proceso son todavía mal comprendidos, existe un amplio consenso en aceptar que el Sol y los planetas se han formado a partir de una nube interestelar madura, que contenía, además de hidrógeno y helio, moléculas orgánicas, partículas sólidas de hielo, óxidos de metales e incluso elementos de elevada masa atómica. Esta nube, a la que se le denomina nube molecular o **nebulosa solar**, se individualizó de la que se extiende por todo el Universo y se contrajo debido al colapso gravitacional de una porción de la misma inusualmente densa o provocado por la explosión de una supernova.

Recientemente se ha sugerido que la individualización de la nube molecular del medio interestelar tuvo lugar unos 30 millones de años (Ma) antes del nacimiento del Sistema Solar. Como veremos más adelante, este periodo (al que podríamos denominar por analogía con la gestación de la vida humana estadio embrionario y fetal del Sistema Solar) es sorprendentemente largo, ya que el de la acreción y diferenciación de la Tierra requirió aproximadamente 100 Ma. Por otra parte, este prolongado tiempo de in-



Protosol rodeado de un disco de gas y polvo, a partir del que se originó la Tierra y los demás planetas / NASA-JPL-Caltech

cubación puede indicar que el Sol nació en una nube molecular gigante, ya que las relativamente reducidas nubes que se generan en las inmediaciones del Sol se forman, producen sus estrellas y se dispersan en unos pocos millones de años.

Cualquiera que fuera la causa del colapso o contracción de la nebulosa, el discreto momento angular de la esfera gaseosa que se formó provocó el que la mayor parte de su masa se concentrara en el centro, formando el protosol. El resto de la masa de gas y polvo cósmico que no se concentró en el protosol formó un disco alrededor de este, a partir del que posteriormente se formarán los planetas.

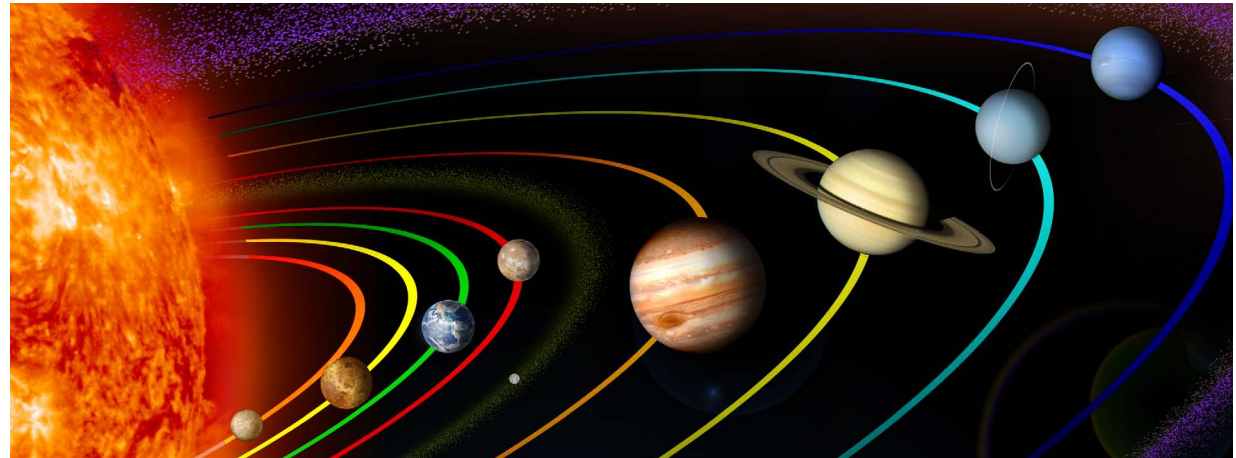
El modelo de formación de los planetas establece que el proceso tuvo lugar en tres estadios. En el primer estadio las partículas de polvo de tamaño micrométrico tienden a sedimentarse hacia el plano central del disco y a acrecer por inestabilidad gravitatoria o por colisión, formando sólidos denominados planetésimos. La masa inicial de estos cuerpos es de 10^{18-21} gramos y sus dimensiones están comprendidas entre 10-100 km. En el segundo estadio las colisiones entre planetésimos lleva al crecimiento de embriones planetarios (esto es, de cuerpos de tamaño comprendido entre la Luna y Marte). Al final de este estadio el sistema está constituido por unas



“Los meteoritos representan una especie de yacimiento arqueológico, en el que se han preservado los detritus que se formaron durante los primeros millones de años del Sistema Solar”

pocas docenas de embriones de tamaño comparable, inmersos en un enjambre de planetésimos, cuya masa total es aproximadamente comparable a la masa total de los embriones. Las simulaciones realizadas sugieren que los embriones se forman en <1 Ma a 1 UA. En el estadio final de la acreción el efecto gravitatorio de los planetésimos comienza a desvanecerse, puesto que su número decrece considerablemente y los embriones planetarios comienzan a perturbarse cuando coinciden sus órbitas. En este escenario el crecimiento de los planetas se produce por colisión entre embriones y en menor medida por acreción de los planetésimos residuales. Este último estadio tiene lugar en ~ 100 Ma.

A diferencia de los dos primeros estadios, en los que la acreción estuvo dominada por pequeños cuerpos, el último estadio se caracterizó por grandes y violentas colisiones entre embriones, algunas de las cuales pudieron dar lugar a intensos procesos de vaporización y de fusión. Cuando se alcanzan temperaturas lo suficientemente altas para fundir no solo los metales



Representación del Sistema Solar de Image editor tema Solar de Image editor

sino también los silicatos, se forman océanos de magma, en los que por diferencia de densidad se separan la fase silicatada y la fase metálica. Esta importante diferenciación, que han experimentado todos los planetas terrestres, dió lugar a la formación en el protoplaneta de un manto silicatado por una parte y de un núcleo metálico por otra. En la Tierra, dadas sus dimensiones, la formación del núcleo implicó el transporte de la fase metálica a través de la fase silicatada casi 3000 km.

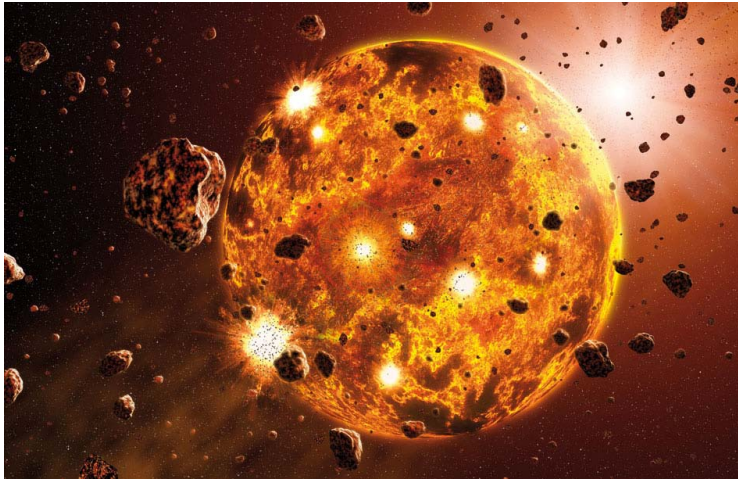
La elevada velocidad de las colisiones del último estadio produjo también la erosión y fragmentación de los embriones y la expulsión al exterior de una importante cantidad de materia. Esto generó la reducción del tamaño de los planetas más interiores como p. ej. Mercurio, ya que las colisiones violentas fueron más frecuen-

“Los planetas terrestres como Mercurio y Marte están formados por silicatos y metales, los gaseosos como Júpiter y Neptuno están constituidos por hielo, gases y núcleos rocosos”

tes cerca del Sol, y la formación de nuevos cuerpos, como p. ej. la Luna, por la re-acreción de una parte de la materia arrojada.

Como la temperatura del disco protoplanetario cerca del protosol era mucho más elevada que en su parte más exterior, en las zonas más interiores condensaron las fases de más alta temperatura, como los silicatos y los óxidos de



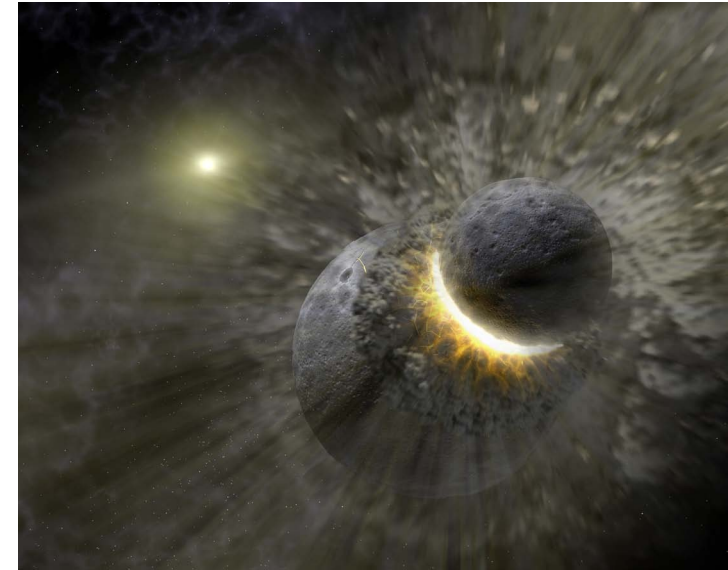


En los dos primeros estadios, el proceso de acreción estuvo dominado por pequeños cuerpos, mientras que el último estadio se caracterizó por grandes y violentas colisiones entre embriones planetarios. En Brandon 2011

metales, mientras que en las zonas más alejadas lo hicieron las fases más volátiles. Esto explica la existencia de planetas terrestres (Mercurio, Venus, Tierra y Marte), constituidos esencialmente por silicatos y metales, en la parte interior del Sistema Solar, y la de planetas gaseosos (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno), constituidos fundamentalmente por hielo y gases y núcleos rocosos, en las zonas más exteriores del Sistema, así como la sistemática disminución de la densidad de los planetas al aumentar su distancia al Sol.

En resumen, el proceso de gestación de la Tierra comenzó con la formación de los planetésimos, que se generaron por agregación de las partículas de polvo que se fueron sedimentando en el plano

“Se acepta la edad absoluta de 4567 Ma para definir la del origen del Sistema Solar y para marcar el “tiempo cero” de todos los sucesos que han tenido lugar en la evolución de los diferentes cuerpos que lo integran”



Impacto de dos protoplanetas/ NASA

central del disco protoplanetario que se formó alrededor del protosol. Continuó con la colisión de estos planetésimos para dar lugar a la formación de embriones del tamaño de la Luna – Mercurio y finalizó, después de una larga etapa de varias decenas de millones de años, en la que se produjeron violentas colisiones entre embriones, con la formación de un núcleo metálico por una parte y la generación de la Luna por otra.

En cuanto a la edad de este evento, la datación de las inclusiones ricas en Ca y Al (denominadas CAIs), presentes en algunos meteoritos primitivos, proporciona una edad absoluta de 4567 Ma. Como la composición de estas inclusiones es similar a la que se supone que tendría el primer

condensado de la nebulosa solar y su edad es la más antigua conocida entre los materiales que se formaron en el Sistema Solar, se acepta esta edad para definir la del origen del Sistema Solar y para marcar el “tiempo cero” de todos los sucesos que han tenido lugar en la evolución de los diferentes cuerpos que integran el Sistema Solar.

Se asume que las CAIs se formaron en regiones de la nebulosa muy cercanas al protosol, en las que la temperatura ambiente era superior a los 1350 K. Subsecuentemente fueron dispersadas hacia regiones más exteriores del disco protoplanetario e incorporadas a los cuerpos de los que derivaron los meteoritos condriticos ■

Más información en la Misión Génesis de la NASA

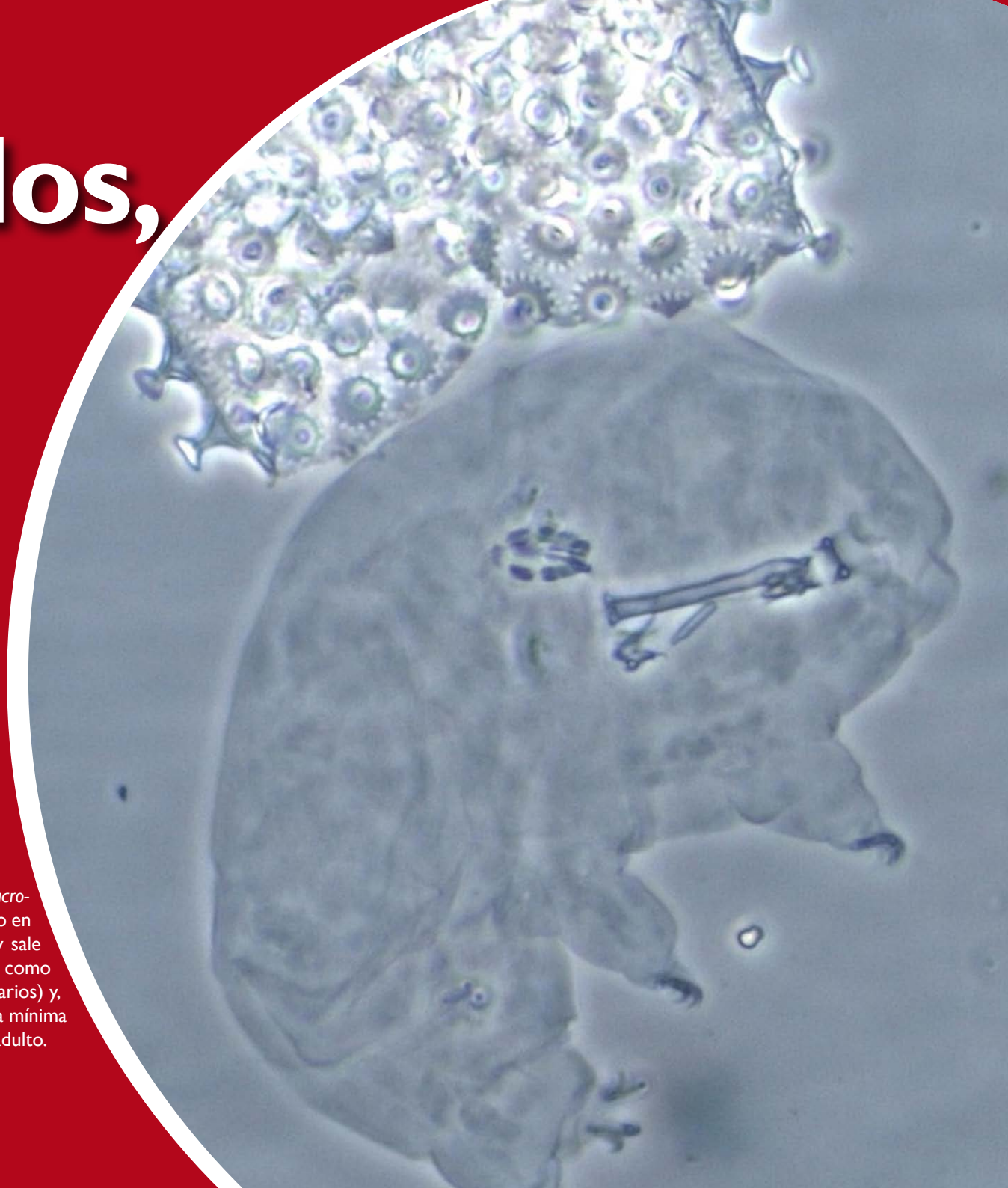


Tardígrados, más allá de la vida



Noemí Guil
López

Cría de tardígrado de la especie *Macrobiotus hufelandi* justo en el momento en que ha roto la cáscara del huevo y sale de éste. Las crías de tardígrado son como los adultos (no tienen estadios larvarios) y, en casos contados, presentan alguna mínima diferencia morfológica respecto al adulto.



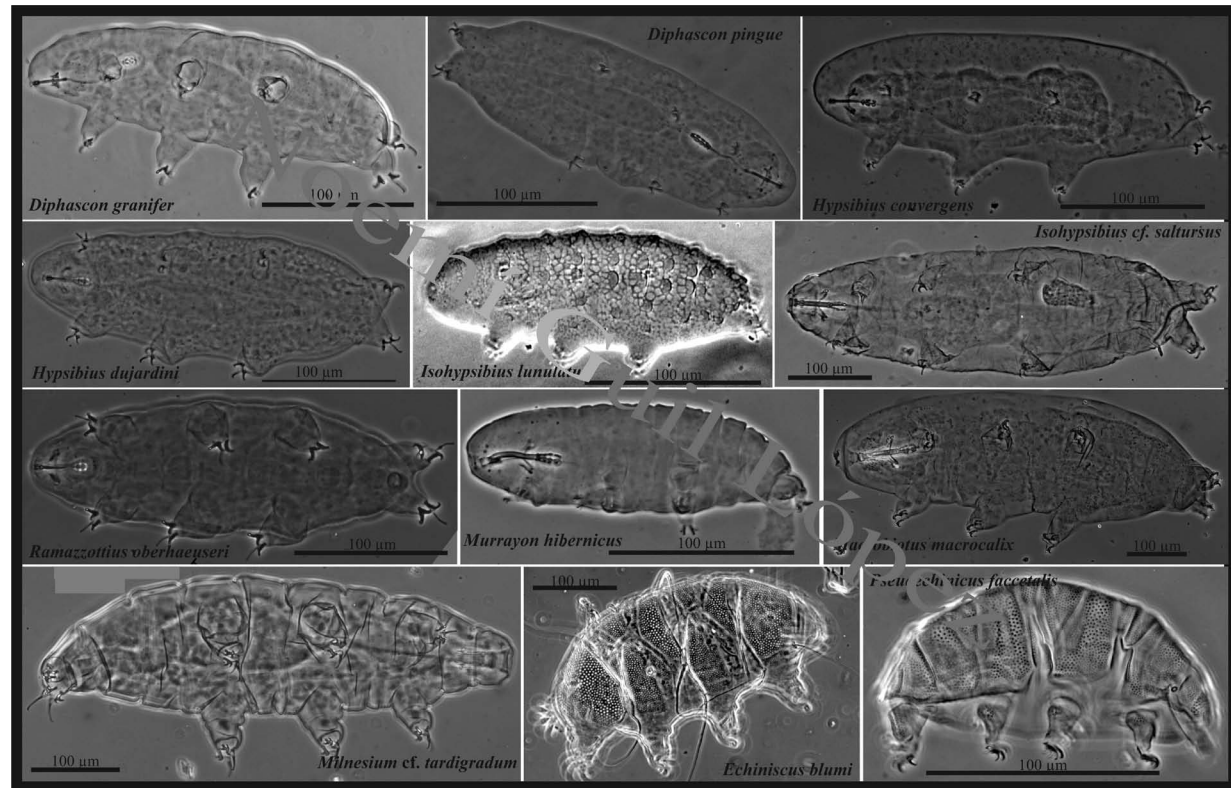


Son organismos extremadamente resistentes, capaces de sobrevivir en estado de latencia a condiciones ambientales extremas. Están presentes en todos los rincones del planeta y sin embargo no los ves. Son los tardígrados, un filo tan extenso como poco conocido que podría ayudarnos a mejorar el funcionamiento de los suelos, afrontar cuestiones evolutivas, desarrollar aplicaciones en biomedicina y entender los procesos de envejecimiento

La característica principal que define la vida hoy en día es la capacidad de los seres vivos de metabolizar, de mantener la actividad mínima para la supervivencia. Por ello, cuando no detectamos metabolismo en un organismo, lo consideramos muerto. Sin embargo, como tantas veces ocurre en la naturaleza, nada es tan simple, y como tantas veces en ciencia, no todo es siempre lo que parece. Existen organismos con la capacidad de entrar en estados de latencia durante los cuales no somos capaces de medir su metabolismo; sin embargo, son estados desde los que esos organismos son capaces de retornar a la actividad, a lo que consideramos vida. No se trata de un 'zombie', ni de un retorno de la muerte, como pudiera parecer, sino de una limitación tecnológica de los seres humanos para medir ciertos umbrales mínimos de metabolismo. Tal es el caso de los tardígrados u 'ositos de agua'. Estos animales son capaces de entrar en un estado de latencia, que llamamos criptobiosis, cuando las condiciones del entorno no les son favorables, y durante el cual pueden soportar condiciones ambientales extremas. En las últimas semanas, los tardígra-

dos han sido noticia destacada, ya que un grupo de investigadores japoneses han retornado a la actividad vital a unos tardígrados desde la criptobiosis en que estaban, después de permanecer congelados durante más de tres décadas. Es el récord de permanencia en estado de latencia en el laboratorio y su posterior retorno a la actividad, logrando incluso criarlos en cautividad.

Los tardígrados son animales microscópicos, cuyo tamaño medio apenas llega al medio mi-



Parte de la biodiversidad de tardígrados que hemos encontrado en la Sierra de Guadarrama.

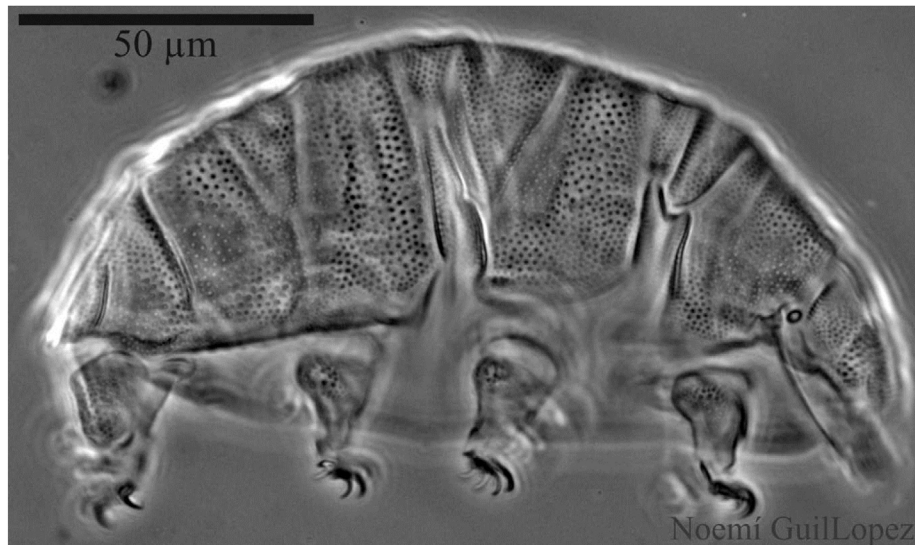


“Las cerca de 1.200 especies descritas hasta la fecha se pueden encontrar por todo el globo terráqueo, desde los Polos hasta el Ecuador, y desde los picos más altos hasta las fosas oceánicas más profundas”

límetro, lo que hace imprescindible el uso de instrumentos que amplifiquen su tamaño, como lupas binoculares, para poder observarlos. El grupo entero (que conforma el filo Tardigrada, el equivalente al grupo que incluye a todos los vertebrados) parece que tiene en los artrópodos (insectos y crustáceos) y los onicóforos (los ‘gusanos aterciopelados’) sus parientes más cercanos, aunque también pudieran relacionarse con los nematodos (otro grupo de gusanos, también microscópicos). Las cerca de 1.200 especies descritas hasta la fecha se pueden encontrar



Tardígrado dulceacuícola de la especie *Dactylobiotus parthenogeneticus*, que se encuentra mudando la cutícula (cubierta exterior, denominada exoesqueleto en los invertebrados), sincronizando la puesta de huevos a esta muda para que estos queden protegidos por la cutícula vieja.

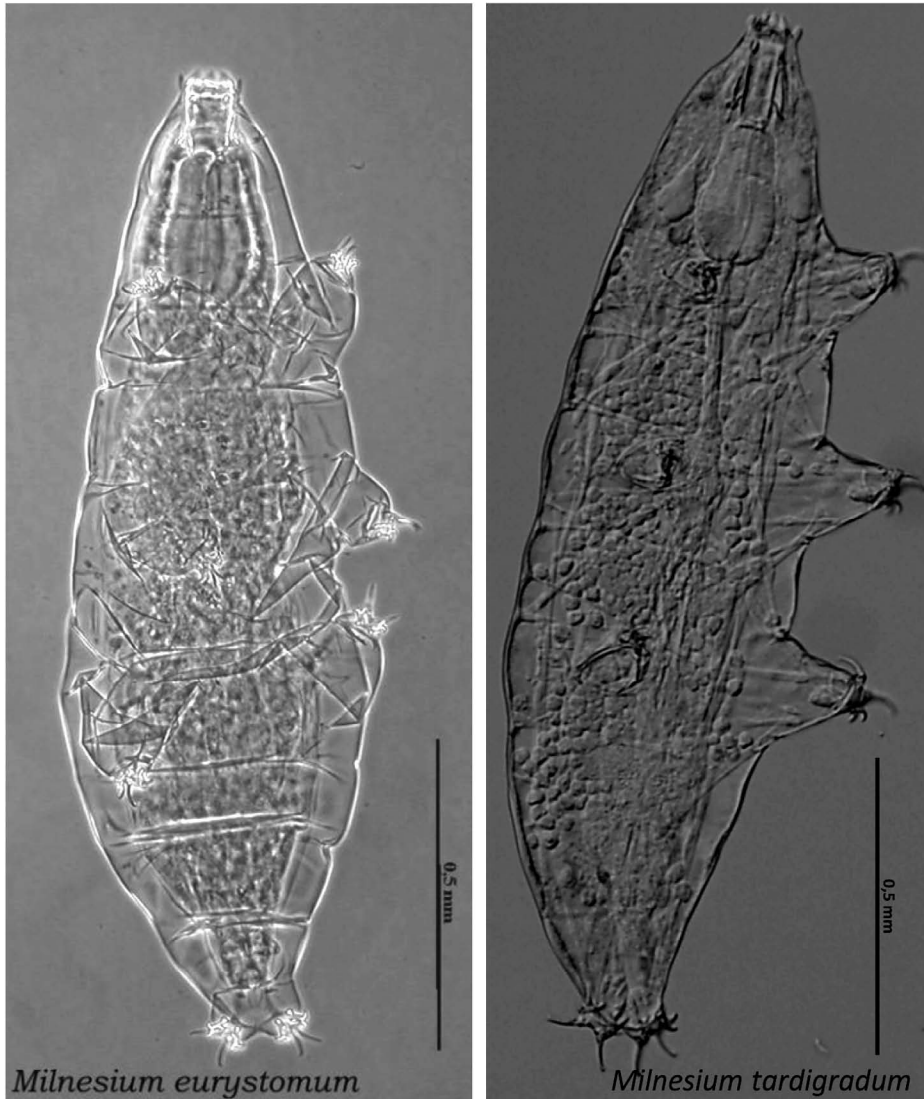


Tardígrado terrestre de la especie *Pseudechiniscus facettalis* de interés evolutivo en cuestiones de especiación y dispersión.

por todo el globo terráqueo, desde los Polos hasta el Ecuador, y desde los picos más altos (como el Everest) hasta las fosas oceánicas más profundas, y en todo tipo de ambientes, tanto marinos, como terrestres y dulceacuícolas. Sin embargo, necesitan estar siempre rodeados de una fina capa de agua para estar activos, pues no cuentan con un aparato respiratorio; realizan el intercambio gaseoso a través de la cutícula (la cubierta exterior de su cuerpo) por medio del agua. Aunque no tienen sistema respiratorio ni circulatorio (el movimiento de las células internas lo realizan cuando se desplazan), sí cuentan con los aparatos nervioso, excretor o reproductor, entre otros, que encontramos en la mayoría de los animales. Los tardígrados tienen un cuerpo cilíndrico, que consta de una cabeza con distintos órganos sensoriales, incluidas unas manchas oculares (pareci-

“No es que los tardígrados mueran y retornen a la vida sino que tenemos una limitación tecnológica para medir los umbrales mínimos de su metabolismo”





Especies del género *Milnesium* (*Milnesium eurytomum* y *Milnesium tardigradum*) de interés en el estudio de especies cosmopolitas con dispersión ilimitada, similar al de virus y bacterias, así como objeto de estudio para determinar las sustancias involucradas en la criptobiosis.

“En estado de criptobiosis son capaces de soportar temperaturas extremas, desde los 150 a los $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, niveles letales para los seres humanos de rayos X y radiación ultravioleta y altísimas presiones atmosféricas”

das a nuestros ojos) y una boca, y un tronco, en el que se encuentran cuatro pares de patas que terminan en unas uñas. Las dos patas posteriores les valen para sujetarse al sustrato en que se encuentren, mientras que las otras seis les sirve para moverse (mediante una especie de gateo) y/o para palpar lo que hay a su alrededor.

Como ya he comentado, los tardígrados son especialmente interesantes y llamativos por la capacidad que tienen de entrar en criptobiosis, ya que soportan condiciones extremas (forman parte de los llamados organismos extremófilos), estando entre los más resistentes. En ese estado los tardígrados son capaces de soportar temperaturas extremas, desde los $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (casi la temperatura para hornear una pizza) hasta el cero absoluto (que corresponde a algo menos de $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, muy por debajo de las temperaturas que se encuentran en los Polos, donde el récord, registrado en la Antártida, es de $90\text{ }^{\circ}\text{C}$), niveles letales para los seres humanos de rayos X y radiación ultravioleta, presiones hasta seis veces la presión que hay a 10.000 metros de profundidad en el océano (1.000 veces la presión atmosférica), e incluso condiciones extraterrestres. En un experimento realizado por la ESA (Agencia Estatal Europea, en inglés *European Spatial Agency*), se expuso a los tardígrados a las condiciones existentes fuera de la nave espacial, y sobrevivieron no sólo los tardígrados que se encontraban en criptobiosis, sino también varios de los que estaban activos. En una segunda fase de este experimento, esos mismos tardígrados se bajaron de nuevo a la Tierra y pudieron vivir en cautividad con éxito, e incluso, se reprodujeron y tuvieron una progenie totalmente normal. Cualquier otro organismo sin esta extraordinaria capacidad de los tardígrados (por supuesto, incluidos los humanos), hubiese muerto al ser expuesto al vacío existente en el



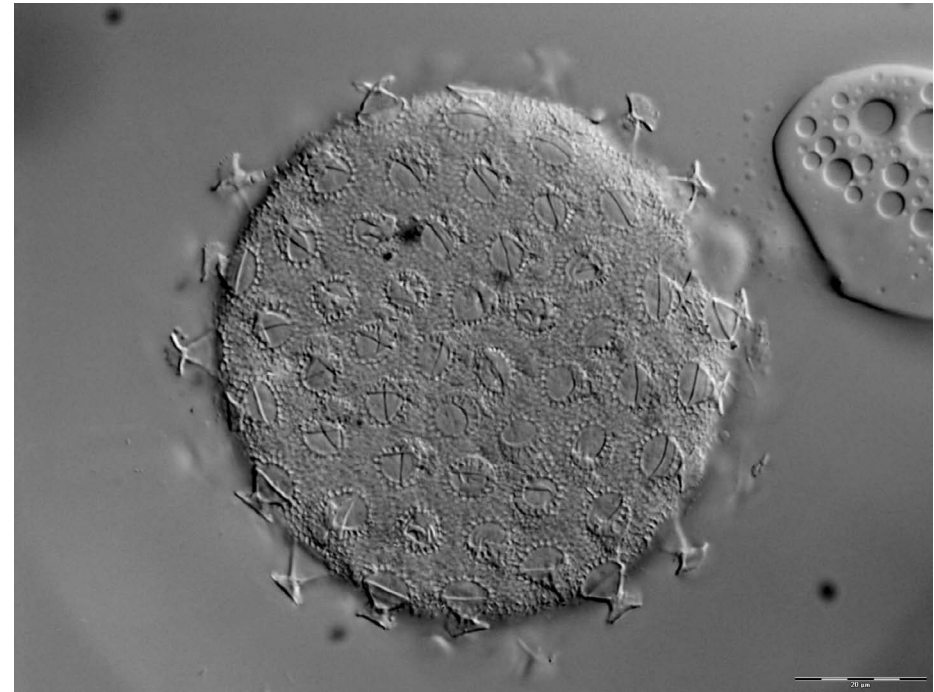


espacio exterior, por los rayos cósmicos o por las bajas temperaturas, y, en cualquier caso, su descendencia, de sobrevivir, hubiese presentado mutaciones y enfermedades letales.

A pesar de esta lista impresionante de récords en cuanto a la supervivencia, estos y otros aspectos de los tardígrados, incluso los más básicos, son muy poco conocidos o totalmente desconocidos. Como ocurre en otros muchos organismos, el estudio de la biodiversidad global de los ositos de agua se encuentra bajo mínimos, con toda probabilidad el número de especies descritas está por debajo del 10% respecto a su biodiversidad total. Este hecho repercute inevitablemente en la percepción que tenemos de su papel e importancia en los distintos ecosistemas. Aún así, hemos descubierto recientemente su distribución en los distintos ambientes según los grupos tróficos (por ejemplo, los carnívoros o los herbívoros), su biodiversidad relativa (relacionada con la calidad del ambiente), y su relación e interacción con los nematodos edáficos, que son organismos fundamentales en el funcionamiento y la salud de los suelos (afectándonos directamente por su repercusión en la agricultura). En este sentido, los tardígrados actúan como 'superdepredadores' sobre los nematodos carnívoros y así regulan toda la cadena trófica de los nematodos. La importancia de este descubrimiento es su repercusión en la evaluación que hacemos de los suelos y su salud, y el posible uso de los tardígrados en el control de plagas (ya que algunos nematodos son patógenos de plantas hortícolas, como el tomate).

“Durante la criptobiosis los tardígrados no envejecen, es lo que se conoce como el ‘efecto bella durmiente’, hecho que parece estar relacionado con un proceso de reparación del ADN”

En un aspecto evolutivo, los tardígrados, debido a su tamaño microscópico y a la criptobiosis, presentan características biológicas más parecidas a las bacterias y los virus (como por ejemplo, los estados de latencia o la dispersión pasiva geográficamente ilimitada, mediante el viento, agua u otros organismos), aunque genealógicamente están emparentados con el resto de los animales. Esta ubicación ecológico-funcional y filogenética los hace organismos ideales para plantear cuestiones evolutivas.



Huevo perteneciente a la especie *Macrobiotus hufelandi*, con ornamentos en la superficie, que les permite quedar enganchados al sustrato y así poder desarrollarse en el medio.

Más allá de estas aplicaciones ecológicas y evolutivas, las posibles aplicaciones de los procesos y las sustancias implicadas en la biología de los tardígrados son muchas y variadas. Un ejemplo es el estudio y la caracterización de los materiales que forman la cutícula de los tardígrados (la cubierta exterior que se conoce como exoesqueleto -esqueleto exterior- en los animales invertebrados), que podría dar lugar al desarrollo de distintos materiales de gran resistencia y flexibilidad si-

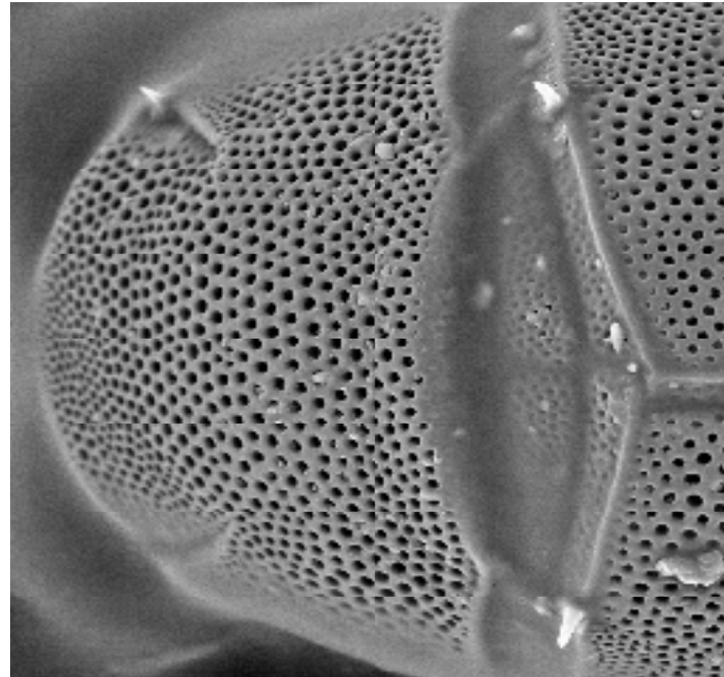




“La caracterización de los materiales que forman la cutícula de los tardígrados podría dar lugar al desarrollo de materiales de gran resistencia y flexibilidad simultáneamente”

multáneamente. En un aspecto relacionado con nuestras vidas, hay gran cantidad de aplicaciones potenciales en Biomedicina, asociadas a los procesos y sustancias implicadas en la criptobiosis. Tal es el caso de los trasplantes de órganos, ya que dichas sustancias mantienen las células y los tejidos intactos a pesar de las condiciones del entorno (como la congelación o la desecación), y podrían ser utilizadas para mantener de forma ilimitada en el tiempo los órganos para trasplantes.

De una forma más hipotética, de cara al futuro, hay investigadores que han planteado su uso en viajes espaciales de larga distancia. Más aún, durante la criptobiosis los tardígrados no envejecen, es lo que se conoce como el ‘efecto bella durmiente’; hecho que parece estar relacionado con un proceso de reparación del ADN de los tardígrados cuando éstos “despiertan” de la criptobiosis. Las posibles aplicaciones para el entendimiento y tratamiento de nuestro propio envejecimiento son obvias. Finalmente, estos mismos procesos de reparación del ADN y sustancias



implicadas durante la inducción y retorno de la criptobiosis nos podrían ayudar a entender y tratar distintos cánceres. Durante mucho tiempo el estudio de la criptobiosis se abordó desde el aspecto celular, llegando, incluso, a mantener células humanas en criptobiosis durante cinco días. Sin embargo, la complejidad de los procesos implicados, así como la cantidad de sustancias aún no descritas que intervienen, han hecho que en el último lustro se cambie radicalmente la manera de abordar el estudio de la criptobiosis a un punto de vista molecular, implicando, por ahora, la genómica y la proteómica (el estudio global del ADN y su traducción a proteínas).

“La biología de los tardígrados es interesante por la apertura de miras y explosión de conocimiento que nos provoca y, a largo plazo puede mejorar nuestra calidad de vida”

Detalle de los poros de la cutícula de un ejemplar de la especie *Echiniscus blumi*, por donde realizan el intercambio gaseoso a través de la fina capa de agua que los rodea cuando están activos.

La biología de los tardígrados no sólo es interesante por la apertura de miras y explosión de conocimiento que nos provoca. Los nuevos planteamientos exceden de los estereotipos marcados por las generalidades establecidas a partir del estudio de unos pocos grupos de organismos, y su conocimiento abriría un mundo de aplicaciones para mejorar nuestra calidad de vida a largo plazo. Una mayor inversión económica y de esfuerzo en su estudio redundaría en avances en múltiples aspectos, como se ha expuesto en este artículo, deparándonos sorpresas y descubrimientos que aún no podemos ni imaginar, pero que ansiamos encontrar ■



Pesca y una relación entre peces, hombres y científicos

Biodiversidad:



Ángel Garvía

Banco de peces / Ángel Garvía

La relación entre peces y hombres viene de muy largo y abarca diferentes aspectos: investigación, nutrición, salud, ocio... pero parece razonable suponer que la primera fue una relación alimenticia. Posiblemente, ante la existencia de un recurso nutricional adicional como el pescado, éste fue incorporado a la dieta en aquellas poblaciones de homínidos asentadas en entornos fluviales o costeros cuyos miembros empezaron a desarrollar técnicas de pesca

Miles de años después de la aparición de los primeros pescadores, el hombre sigue alimentándose de peces. Esta relación alimenticia lejos de desaparecer se ha incrementado exponencialmente. Hoy el pescado aporta la proteína diaria necesaria en la dieta de 3.000 millones de personas en el mundo y continúa siendo uno de los productos alimenticios básicos más comercializados mundialmente. De 1960 a 2012 el consumo per cápita de pescado subió de 10 a 19 kg y la producción mundial de pesca de captura marina y continental pasó de 33,9 a 91,3 millones de toneladas según el informe *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014* de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).

El hombre ha obtenido el pescado del medio natural mediante técnicas de pesca artesanales o industriales. Las artesanales utilizan sistemas pesqueros tradicionales, generalmente con escaso desarrollo tecnológico y un encaje sostenible con moderado impacto medioambiental. Las industriales emplean la tecnología más avanzada, mueven enormes volúmenes de capturas y

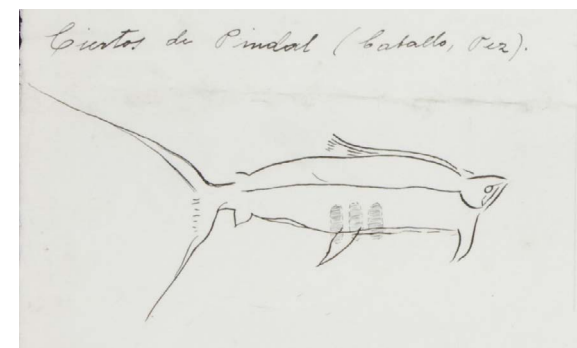
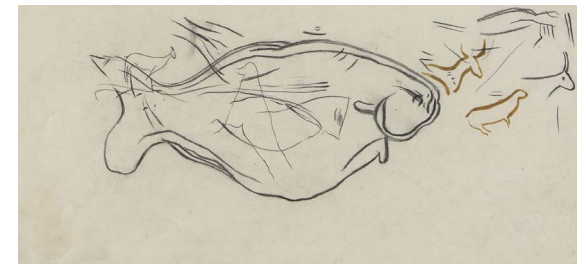
tienen un gran impacto medioambiental. Y aquí es donde aparecen los problemas, y los científicos ya que la repercusión de la pesca industrial en la biodiversidad acuática es objeto de investigación actualmente.

“Un estudio publicado en Science en 2006 apuntaba que, de no modificar la tendencia actual, los recursos de las grandes zonas pesqueras se habrán agotado en torno al 2048”

Los océanos constituyen seguramente la última gran reserva de vida silvestre del planeta, y la ictiofauna (la fauna de peces) es un componente importante al ser el grupo más numeroso de vertebrados. Casi la mitad de los vertebrados descritos son peces.

Se conocen algo más de 33.000 especies de peces, de las cuales unas 15.000 son dulceacuícolas, un número similar marinas y aproximadamen-

te 3.000 propias de aguas salobres o diadromas (realizan migraciones río-mar para reproducirse). Los datos llaman la atención, pues el agua salada y salobre suponen alrededor del 97% del volumen existente en el planeta, mientras el agua dulce superficial utilizable, la que forma lagos, pantanos y ríos, apenas llega al 0,01%. Y es que los hábitats dulceacuícolas están más estudiados y, en términos relativos, se conoce mejor la ictiofauna continental que la marina.



Representaciones de peces se encuentran en el arte rupestre, junto a escenas de caza, como las encontradas en la cueva de la Pileta arriba (Juan Cabré Aguiló, Sig. ACN80A/002/0035/), y del Pindal, abajo (Juan Cabré Aguiló, Sig. ACN90B/003/01413). Archivo MNCN



Gran parte de la biodiversidad marina está aún por descubrir, pero es posible que al ritmo actual los científicos no tengan tiempo de hacerlo. La pérdida de biodiversidad es significativamente mayor, y más rápida, en ecosistemas oceánicos que en terrestres. Aunque no es el único factor, la presión pesquera contribuye a ello. Sin duda la pesca ilegal agrava la situación en los ecosistemas marinos, pero ya solo las elevadas cuotas de pesca legal suponen una amenaza para ciertas especies. Un **informe de 2015** de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**) señala a la sobrepesca como una de los principales peligros para las más de 90 especies de peces marinos europeos amenazadas de extinción. En el último siglo las poblaciones de los grandes peces depredadores, como atunes y tiburones, ha disminuido entre un 75% y un 90%.

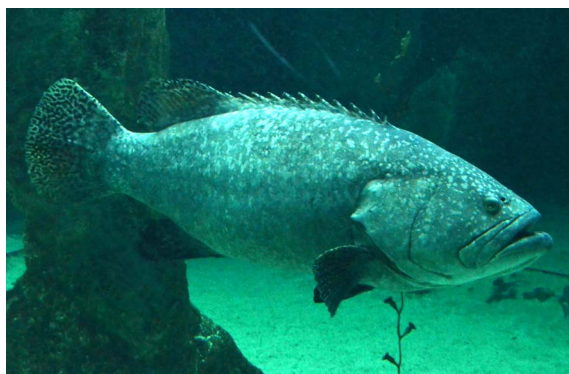
Hasta ahora hemos hablado de la repercusión en la biodiversidad, pero existe una enorme repercusión social. Pesca y acuicultura no son sólo una fuente directa de alimento,

De arriba abajo:

El paiche, *Arapaima* spp., uno de los peces de agua dulce más grandes, es objeto de pesca comercial y está incluido en el apéndice II de CITES. / Ángel Garvía

Los esturiones, protegidos por el convenio CITES, son peces anádromos que remontan los ríos para desovar. / Victoria Gaitán

La IUCN tiene un grupo de estudio especializado en grandes lábridos y meros, como el de la fotografía. / Ángel Garvía



también son el medio de vida de cientos de millones de personas; un sector primario que, según FAO, en 2012 originó 58,3 millones de empleos. El comercio pesquero es especialmente importante en países en desarrollo; hay zonas donde representa más de la mitad del valor total de los productos básicos comercializados. El colapso de los ecosistemas oceánicos alteraría severamente la economía global.

“Gran parte de la biodiversidad marina está aún por descubrir y puede que permanezca así porque la pérdida de biodiversidad es significativamente mayor, y más rápida, en ecosistemas oceánicos”

Es evidente que la disminución en la biodiversidad en ictiofauna marina implicará en algún momento la disminución de las cifras de capturas. Los informes de FAO y WWF (una de las organizaciones de conservación de la naturaleza más importantes del mundo) lo confirman. Cada vez se sobreexplotan más peces: en 1974 se estimó que el 90% de las poblaciones evaluadas de peces marinos se pescaba en niveles biológicamente sostenibles; en 2011 ese porcentaje disminuyó al 71,2 %. Y cada vez quedan menos caladeros productivos que explotar: de las po-





blaciones evaluadas en 2011, sólo el 9,9 % estaban subexplotadas; el resto estaban plenamente explotadas (61,3 %) o sobreexplotadas (29%).

El informe **Living Blue Planet** analiza 5.829 poblaciones de 1.234 especies de peces, casi el

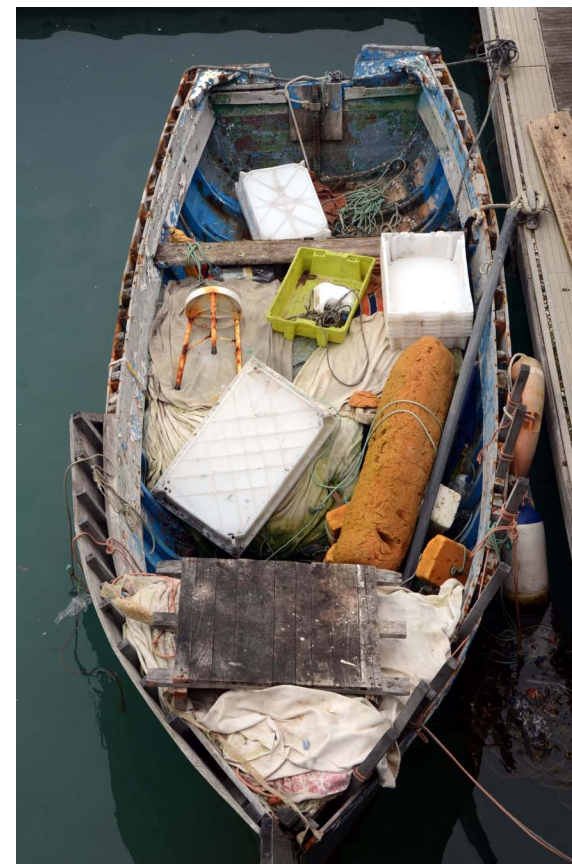


Pesca del tiburón martillo / Belén Gómez Martín

“Las artes de pesca tradicionales tienen un escaso desarrollo tecnológico con moderado impacto medioambiental, las industriales mueven enormes volúmenes de capturas y tienen un gran impacto”

doble que estudios anteriores. Según WWF es la foto más clara y actual jamás obtenida sobre la salud de los océanos, y muestra que en una sola generación el hombre ha sido capaz de capturar peces más rápido de lo que pueden reproducirse y dañar gravemente el océano. El informe es claro: “las poblaciones de peces clave para la seguridad alimentaria humana están disminuyendo de forma preocupante en todo el mundo, con algunas de ellas en riesgo de colapso”. De continuar con el ritmo y técnicas actuales de pesca terminaremos conjuntamente con la biodiversidad acuática y el recurso económico-alimenticio. En las últimas cuatro décadas las poblaciones de peces cruciales para la alimentación y el empleo del sector pesquero han descendido un 50%.

El hombre, que siempre ha considerado que puede pescar tanto como quiera, tiene que asimilar que eso se ha acabado, que para la sostenibilidad de la pesca es imprescindible una ordenación del recurso natural. Y aquí es



Barca con aperos de pesca artesanal / José Luis Bello

donde son necesarios los científicos. Alertando cuando hay especies sobreexplotadas y proponiendo medidas de recuperación y protección. Proporcionando recomendaciones para establecer cuotas razonables de pesca. Realizando estudios como la **Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN**, que son utilizados por organismos de control, como





Piscifactoría de truchas / Ángel Garvía

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres,) para regular el comercio internacional de especies de interés pesquero amenazadas.

Pero para que este asesoramiento sea efectivo debe ser aplicado por las autoridades. En 2012, WWF afirmó que las decisiones administrativas sobre pesca sólo se habían ajustado a las recomendaciones científicas en un 13% de los casos, lo que llevó a establecer cuotas un 45% como media superior a lo aconsejado. Continuamos pescando demasiado, la producción mundial de pesca de captura de 93,7 millones de toneladas registrada en 2011 fue la segunda más alta de



Puerto pesquero / José Luis Bello

“La pesca y acuicultura tienen una enorme repercusión social. No son sólo una fuente directa de alimento, según la FAO también originaron 58,3 millones de empleos en 2012”

la historia.

Se dice que el pesimista es un realista informado y en este tema hay motivos de sobra para aplicar este dicho, pero no podemos ser totalmente catastróficos. La buena noticia es que hay soluciones. El informe “Living Blue Planet”

también deja claro que mucho del daño causado aún pueden revertirse. Se puede cambiar el rumbo y aprender a vivir dentro de límites sostenibles. El **Código de Conducta para la Pesca Responsable**, elaborado por FAO en 1995, aporta el marco necesario para desarrollar una pesca y acuicultura sostenibles, diseñando planes de acción internacional, estrategias y directrices técnicas. Y parece funcionar, si se aplica. Un reciente **estudio internacional liderado por Marta Coll**, investigadora del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), analizó en el periodo 1990-2003 las capturas de 53 zonas y demuestra que reducir la presión pesquera produce resultados beneficiosos en un plazo de tiempo no demasiado largo. Aplicando reco-





Tiburones en una lonja de pescado / Ismael Sánchez

recomendaciones de FAO se recuperaron poblaciones de especies de gran tamaño, como atunes o bacalao, que tienen un mayor nivel trófico y valor comercial.

Ya en 2006 un estudio publicado en la revista *Science* apuntaba que de no modificar la tendencia actual los recursos de las grandes zonas pesqueras se habrán agotado en torno al 2048. La propia FAO califica la situación actual como insostenible a medio-corto plazo, pero reconoce avances como los Órganos Regionales de Pesca, que facilitan trabajos coordinados entre países, o la elaboración de políticas pesqueras

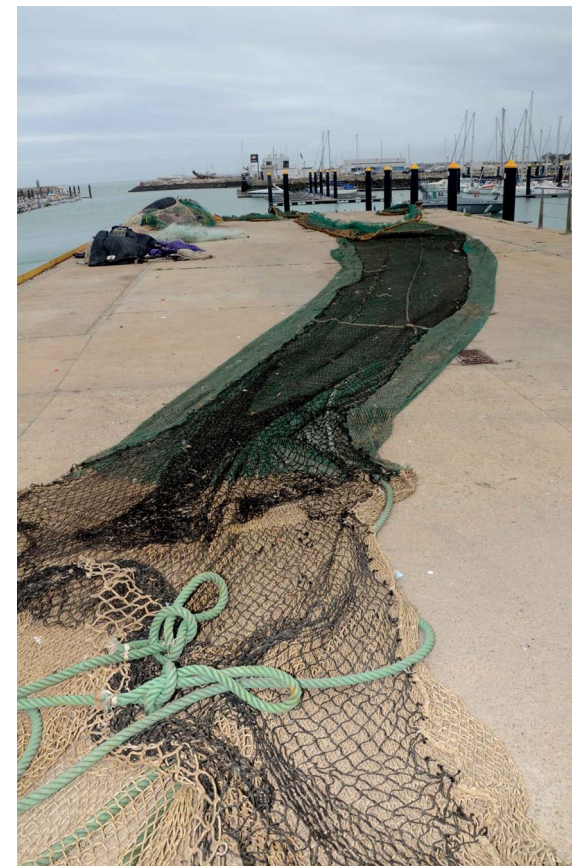
“La buena noticia es que hay soluciones. El Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO aporta el marco para desarrollar una pesca y acuicultura sostenibles y, si se aplica, funciona”

“La acuicultura supone un avance para conseguir peces para el consumo humano de manera sostenible. De 3 millones de toneladas de pescado producidos en 1970, se ha pasado a más de 66 en 2012”

adaptadas al Código FAO, como la propuesta en 2014 por la Unión Europea, que incluye capturas limitadas para todas las especies de interés comercial en el año 2020. Adecuadamente aplicada puede resultar crucial. La transposición en España de esta legislación parece ir en ese sentido.

Pero, además de los gobernantes, el consumidor también decide al comprar pescado. Es igualmente importante concienciar al consumidor del impacto ambiental y social de sus decisiones diarias. En 2015, el Año Europeo del Desarrollo, WWF presentó una campaña, cofinanciada por la Unión Europea (UE), el mayor importador de pescado y marisco del mundo, para potenciar productos marinos de fuentes sostenibles. Hay otras iniciativas, como declarar el 21 de noviembre Día de la Pesca o la app para móvil, *AppliFish*, que permite saber si el pescado que pensamos comprar es una especie protegida.

El consumidor ya empieza a tener al alcance productos marinos sostenibles, recono-



Redes de pesca / José Luis Bello

cibles gracias al distintivo de organismos de acreditación y certificación como MSC (*Marine Stewardship Council*) o ASC (*Aquaculture Stewardship Council*). Más de 500 en 27 países, procedentes de las 50 flotas pesqueras ya acreditadas como sostenibles. Aún son minoritarios y hay quien critica los criterios de certificación



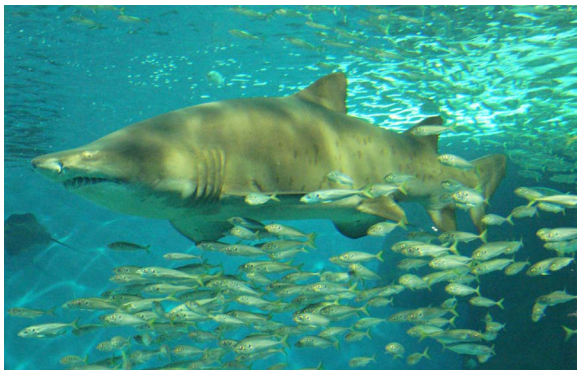


Foto de un tiburón nadando entre peces: Los grandes depredadores marinos, como los tiburones, están entre las especies más afectadas por la sobrepesca / Ángel Garvía

por ser demasiado blandos, pero sin duda es un avance. Que la explotación sostenible alivia la presión pesquera y contribuye a asegurar la viabilidad del sector, lo avalan estudios científicos. El citado de Coll demuestra además que la pesca sostenible es rentable. Donde se ha aplicado el Código FAO los recursos pesqueros han mejorado y se logran capturas de mejor calidad en menos tiempo del esperado.

Además, en paralelo se ha producido un gran avance en el otro sistema de obtener peces para consumo humano: producirlos en ambientes controlados mediante la acuicultura, que en el caso de peces se denomina piscicultura. Desde mediados del siglo XIX no ha parado de crecer: de los alrededor de 3 millones de toneladas de pescado producidos en 1970, se ha pasado a más de 66 en 2012. Aunque la tendencia se ha moderado, la acuicultura es hoy probablemente el

“La humanidad no puede permitirse colapsar el sistema, cuando más personas que nunca dependen de la pesca y la acuicultura para obtener alimento e ingreso económico”

sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento. FAO espera que no tarde en representar el 50% del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial. En 2013 superó el 43% y prevé que alcance el 62% en 2030.

Sin embargo, y pese a lo positivo de acciones de este tipo, mucho camino queda todavía por recorrer. Hay que acelerar más para llegar a tiempo. La humanidad no puede permitirse colapsar el sistema, cuando más personas que nunca dependen de la pesca y la acuicultura para obtener alimento e ingreso económico. Como dice WWF, los peces proporcionan al hombre una de las últimas oportunidades para demostrarse a sí mismo que es una especie racional, capaz de encontrar la solución: integrar todas las partes implicadas en una explotación pesquera sostenible, que asegure las necesidades socio-económicas de las comunidades pesqueras y la conservación de la biodiversidad oceánica para beneficio de próximas generaciones. Lo que FAO ha dado en denominar el “crecimiento azul” de la pesca y la acuicultura ■

SOCIEDAD DE AMIGOS DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

VENTAJAS de los amigos:

- Acceso gratuito a las exposiciones del Museo.
- Reciben información de las actividades que se realizan para el público en el Museo.
- Entrada gratuita a más de los treinta museos integrados en la FEAM <http://www.feam.es/>
- Obtienen un 10 % de descuento en los artículos que se venden en la tienda-librería del Museo.
- Disfrutan de importantes descuentos al inscribirse en las excursiones, los cursos, etc.

REQUISITOS para ser "Amigo":

- * Rellena una ficha de inscripción
- * Entrega dos fotografías tamaño carnet
- * Abona la cuota anual:
- * 30 € para los mayores de 18 años
- * 12 € para los menores

Para más información:
<http://www.sam.mncn.csic.es>
 mncn104@mncn.csic.es
 De lunes a viernes de 10 a 14 h. en el Museo
 C/.: José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid
 Teléfono: 914 111 328. Ext.: 1117.



¿Quieres
recibir
naturalmente
revistamuseonacionaldecienciasnaturales
en tu **correo?**



Si quieres que te enviemos un aviso de la publicación de los próximos números de la revista del MNCN escríbenos a:

naturalmente@mncn.csic.es

con la palabra 'Alta' en el asunto y recibirás un correo electrónico cada vez que salga un número nuevo de la revista.

A través de ese correo también puedes enviarnos tus dudas y sugerencias para mejorar la revista.



Salmónidos, desvelando misterios de los ríos

Texto y fotos



Xiomara Cantera Arranz
@xma_ft



| Vista del río Esva cerca de la desembocadura de La Viella



El investigador Javier Lobón-Cerviá estudió las poblaciones de salmónidos del río Esva, en Asturias, durante los últimos 30 años, la mayor investigación espacio-temporal de poblaciones de vertebrados realizado hasta la fecha. Os contamos el muestreo que cierra esta campaña de tres décadas y algunos de sus resultados

Entre la neblina de la mañana se cuelan los primeros rayos de sol, mientras dos hombres caminan por el río Chaballos, contracorriente, recogiendo peces con una red. Sin hacer ningún esfuerzo aparente, consiguen que se acerquen a ellos y se dejen atrapar. En medio de un bosque de alisos, robles y castaños, con rocas cubiertas de musgo entre las que se esconden tritones, ranas o salamandras, asisto a algo que parece magia. Como flautistas de Hamelin salidos de un cuento donde los roedores se han convertido en peces y una pérgola terminada en un aro metálico sustituye a la flauta, atraen a truchas y anguilas con las que poco a poco van llenando un barreño.

No me sorprende que hace treinta años los paisanos de esta zona del noroeste asturiano sospecharan que esta suerte de magos se estaba llevando sus peces, dejando el río muerto.

Estamos a finales de septiembre y acompaño a los encargados del muestreo que pone fin a una larga investigación, en el corazón del concejo de Valdés. A lo largo de un día y medio, los tres biólogos a los que acompaño se disponen a determinar cuántas truchas hay en los nueve tramos de los tres afluentes del río Esva que conforman el área de estudio elegida por el investigador del MNCN Lobón-Cerviá.

El objetivo de sacar a los peces es del de contarlos, medirlos y pesarlos antes de devolverlos al mismo lugar del que fueron extraídos. Este equipo lleva más de una década estudiando ríos de toda España, bien para investigadores, comunidades autónomas o empresas privadas. Están perfectamente coordinados y con un simple silbido saben si pueden dar por finalizado un

“Este es el estudio más completo en términos espacio-temporales que se ha realizado hasta la fecha en España con poblaciones de vertebrados”



Los ‘magos del río’, a punto de comenzar el muestreo en el río La Viella.





operativo de captura dentro de un muestreo, volver a por un barreño que ya se contabilizó o salir corriendo hacia el río para echar una mano ante una situación inesperada. Trabajan actualmente para la empresa leonesa de gestión ambiental *Icthios*, que lleva años recorriendo los ríos de la península ibérica para saber qué peces y cuántos hay en nuestros cursos de aguas. Su labor hace posible que conozcamos las es-

“Muestrear los ríos hace posible que conozcamos nuestro sistema fluvial y permite tomar medidas para conservar y gestionar los ecosistemas de los ríos”

vertebrados. Su trabajo de recogida y análisis de datos ha permitido que hoy sepan el efecto de cualquier cambio, por pequeños que sea, sobre las poblaciones de salmónidos –trucha común, *Salmo trutta*, y salmón atlántico, *Salmo salar*,– en estos ríos.

Durante los diez primeros años marcaron a cientos de truchas permitiendo un acercamiento hacia sus estrategias reproductivas. “Llegué a la



Se utiliza la pesca eléctrica para capturar a los peces, de ahí pasan a un contenedor y, después de contarlos y medirlos, se devuelven al río

pecies de nuestro sistema fluvial y permite a los responsables tomar medidas para conservar y gestionar los ecosistemas de los ríos en buenas condiciones.

Apostándolo todo a una carta

Lobón-Cerviá fue quien inició la pesca eléctrica en España con fines científicos, una metodología que permite cuantificar las poblaciones de peces que hay en un río y analizar sus movi-

mientos. “Quería saber cómo, cuándo y cuánto varía el número de peces y el tamaño de sus poblaciones o por qué hay ríos, o zonas concretas de un mismo curso fluvial, más productivos que otros”.

Esas fueron algunas de las cuestiones que llevaron a este investigador a iniciar un estudio que, a día de hoy, es el más completo en términos espacio-temporales que se ha realizado hasta la fecha en España con poblaciones de

conclusión de que la supervivencia de los alevines no depende ni del tamaño, ni del número de las hembras reproductoras, sino de condicionantes ambientales relacionados con el caudal del río”, explica Lobón-Cerviá. Otra de las conclusiones de este largo estudio es que el paradigma de la densidad-dependencia no funciona: ni las poblaciones son estables en el tiempo ni la densidad-dependencia regula el número de peces de la población.





Mantener la investigación en marcha tres décadas, con el esfuerzo personal que ha supuesto, ha dado sus frutos, ya que durante este tiempo se han podido recopilar millones de datos en cuatro afluentes del Esva: el Choudral, el Chaballos, La Viella y Castañedo. Seleccionaron tramos de unos cien metros que formaban una muestra real de la heterogeneidad ambiental de la cuenca.

“La pesca eléctrica no es complicada, pero entraña cierto peligro y requiere seguir la metodología disciplinadamente para no cometer errores”

en la zona seleccionada. A partir de ahí se aplican modelos matemáticos para determinar el número real de ejemplares existente.

Una vez que se han tomado los datos los animales se depositan de nuevo en el tramo del río de donde fueron sacados. Con este sistema de estudio la mortalidad de la muestra es extremadamente baja, calculan que puede rondar el 0,001%, es decir, uno de cada mil.



Los peces depositan en agua con anestésico, se miden, en el centro hay un salmón, *Salmo salar*, y se toman los datos.

Los ingenios de la pesca eléctrica

Como si de un engranaje mecánico perfectamente engrasado se tratara, los muestreadores trabajan con la seguridad de quién lleva años realizando una labor que han logrado sistematizar hasta el más mínimo detalle. La pesca eléctrica no es complicada, pero entraña cierto peligro y requiere seguir la metodología disciplinadamente para no cometer errores, ya que el riesgo de un buen calambrazo siempre está ahí. Un motor de gasolina y un trans-

formador hacen posible que la corriente eléctrica llegue a través de un cable a unas pértigas que emiten una potencia que debe estar correctamente regulada en función de las características del tramo que se vaya a muestrear. Si uno mete la mano en el río y se acerca al aro metálico que remata la pértiga siente la corriente como un suave cosquilleo.

Se hacen tres capturas sucesivas a lo largo de todo el tramo para asegurar que se recogen, si no todos, la mayor parte de los peces que haya

Teorías contra corriente

La verdad es que tanto si hablas con las gentes de la zona como si lo haces con los biólogos encargados de hacer los muestreos, te transmiten que su percepción es la de que cada año hay menos peces. Pero los datos recopilados dicen cosas distintas. Desde que empezaron a analizarlos, esta investigación no solo ha generado un profundo conocimiento sobre el funcionamiento de las poblaciones, sino debates en torno a teorías





El sol se cuela entre los árboles a primera hora de la mañana en una de las áreas de muestreo.

científicas que se asumían como ciertas, pero que no se cumplen en el caso de esta cuenca.

Uno de los paradigmas clásicos sobre la regulación de las poblaciones animales es la teoría de la denso-dependencia. Se fundamenta en que las poblaciones animales fluctúan en el tiempo y que ese equilibrio lo controlan mecanismos endógenos de regulación. Según esta teoría el número de individuos de una población aumenta hasta alcanzar un tope a partir del cual la población se regula reduciendo su nivel reproductivo. Por el contrario, si la población disminuye, el sistema reproductivo forzaría un aumento hasta volver a un cierto equilibrio.

Las investigaciones de esta cuenca dicen que estas poblaciones de peces no viven en equilibrio, muy al contrario, son extremadamente

“Las conclusiones de este estudio podrían explicar por qué muchas especies que han sufrido elevadas tasas de mortalidad no se han extinguido ni en los ríos ni en el mar”



Los biólogos recorren el curso del río capturando las truchas, salmones y angulas.

inestables. “Tras treinta años estudiando este problema he podido demostrar que el tamaño de la población de salmónidos de la cuenca del Esva no está relacionado con el número de reproductores sino sencillamente con las condiciones del caudal del río durante el periodo larvario”, prosigue Lobón-Cerviá.

¡Pero ojo, no se trata de cuanto más mejor!, nos advierte el investigador. La relación entre el caudal y el éxito reproductivo define curvas parabólicas de manera que tan malo es un año seco en el que el caudal sea muy bajo como un año lluvioso en el que el caudal sea excesivamente grande porque el exceso de corriente les arrastrará.

Las conclusiones de este estudio podrían explicar cómo es posible que muchas especies que

han sufrido elevadas tasas de mortalidad no se hayan extinguido ni en los ríos ni en el mar. Se calcula que con la presión pesquera mueren entre 1.000 y 5.000 veces más ejemplares que sin ella. Entonces, ¿cómo es posible que siga habiendo merluzas en el mar? ¿Qué pasa con el bacalao? Siguiendo incluso las predicciones más optimistas de los años setenta, las poblaciones de estas especies deberían haberse extinguido hace tiempo, pues la presión pesquera que sufren es inmensa. La cuenca del Esva nos da pistas de por qué se mantienen esas poblaciones, ya que los resultados se pueden extrapolar al océano que, al fin y al cabo, es un conjunto de ríos unidos (corrientes) por los que transitan peces adecuados a su tamaño. Más información en [Revista Quercus](#). ■



Firma para que se amplíe el Museo Nacional de Ciencias Naturales

Una **propuesta ciudadana** publicada en **change.org**

El Museo Nacional de Ciencias Naturales es, además de un centro de investigación dependiente del CSIC, uno de los museos de historia natural más importantes del planeta y uno de los primeros que se fundó en el mundo.

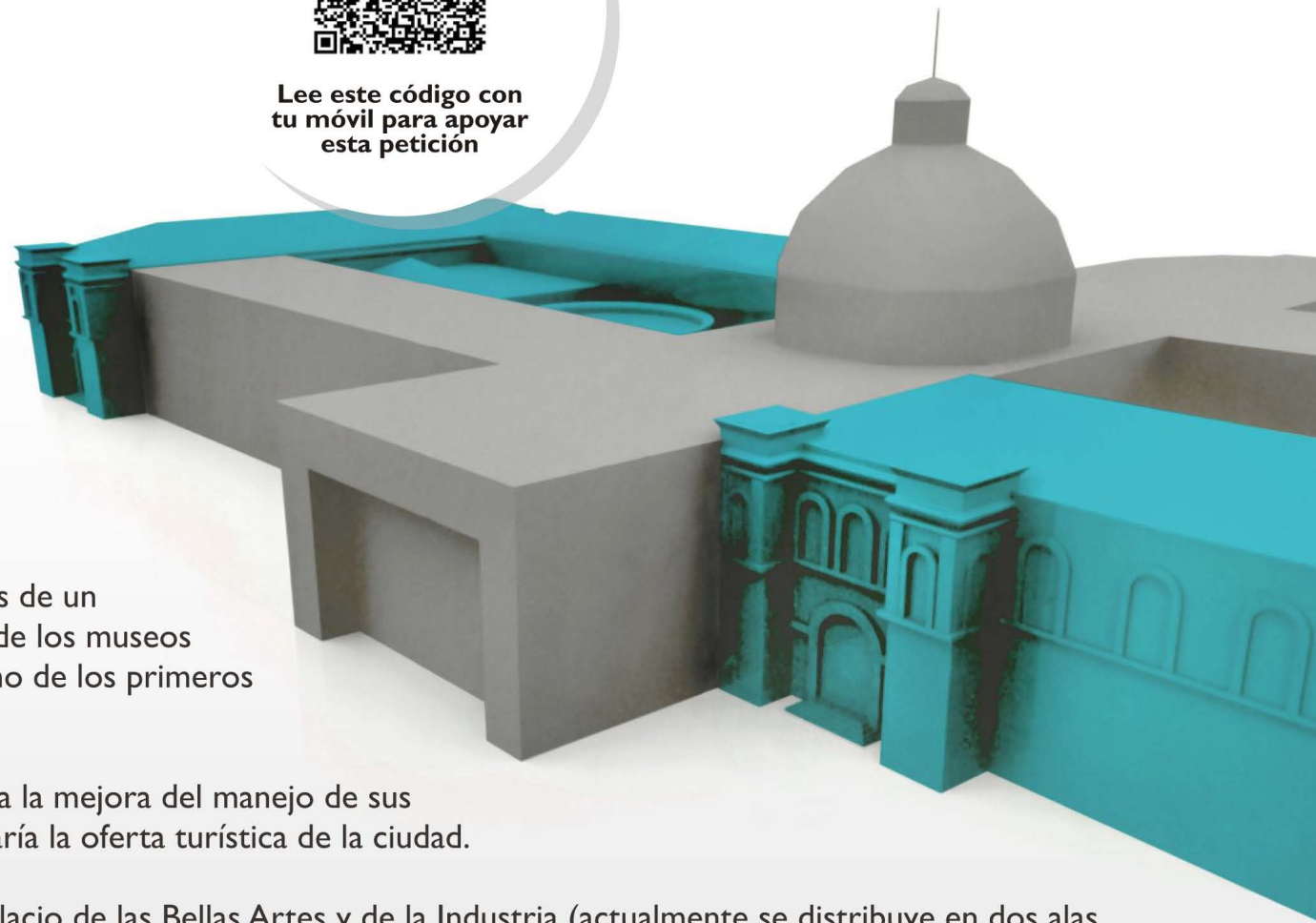
La ampliación de su espacio expositivo contribuiría a la mejora del manejo de sus colecciones, estimularía el trabajo científico y ampliaría la oferta turística de la ciudad.

Que el MNCN ocupe la totalidad del edificio del Palacio de las Bellas Artes y de la Industria (actualmente se distribuye en dos alas inconexas) sería un impulso para que la ciencia sea uno de los pilares de nuestra sociedad porque es una forma de promover una ciudadanía más educada, más orgullosa de su patrimonio y más rica intelectualmente.

El Museo se nos queda pequeño, a los ciudadanos también. Actúa.



Lee este código con tu móvil para apoyar esta petición



Agricultura, gestión de la **vida**

Finca experimental
La Higuera

Texto y fotos:



Carlos
Lacasta

Vista panorámica de La Higuera, en Santa Olalla, Toledo



Ubicada en Castilla la Mancha, en la finca experimental *La Higuera* llevan más de cuarenta años analizando el funcionamiento del sistema agrario. Estas cuatro décadas han permitido a los responsables analizar con ejemplos prácticos cómo mejorar la agricultura evitando la pérdida de calidad del suelo y mejorando la producción de alimentos en zonas semiáridas. En estas líneas Carlos Lacasta, actual responsable de la finca, nos resume algunas de las conclusiones más destacadas.

Introducción

Puede resultar contradictorio, en estos momentos, unir vida con agricultura ya que el cultivo de alimentos ha sido una de las principales causas de la crisis ambiental que sufren los entornos naturales y agrícolas del mundo. Los criterios reduccionistas que han imperado en los últimos 60 años en la producción de alimentos, donde el manejo se ha supeditado a la productividad, han ignorado la complejidad del funcionamiento de los agrosistemas y la importancia de su sostenibilidad (Foto 1).

La agricultura llamada convencional que se realiza ahora en el mundo es producto de la 'Revolución verde de los años 50 impulsada por el agrónomo estadounidense Norman Borlaug que, con ayuda de organizaciones agrícolas internacionales y con las perspectivas optimistas respecto a la erradicación del hambre y la desnutrición en los países subdesarrollados, generó un incremento de la productividad por el efecto de las nuevas variedades de plantas y el uso de

fertilizantes químicos y de biocidas (herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc.). Este aumento de

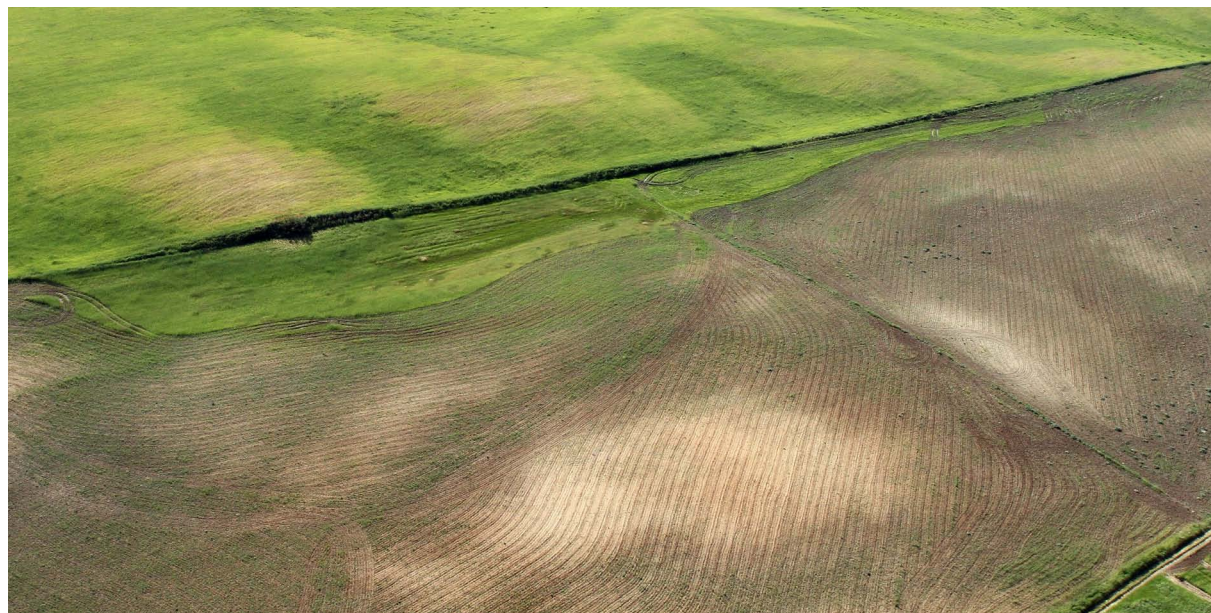


Foto 1.- Cuando el suelo se pierde por un mal manejo, la productividad vegetal disminuye. En estos momentos alrededor del 20% del suelo agrícola, de los ambientes semiáridos españoles, deberían ser retirados de su uso agrícola ya que su productividad no cubre los costes económicos y su continuidad agrava su degradación.

la productividad no fue tan beneficioso en los ambientes menos favorecidos como los áridos y semiáridos, los suelos ácidos o los lugares muy cálidos.

Brown (1997) en un estudio sobre los principales cereales en el mundo ponía de manifiesto que en muchos países habían llegado a su techo productivo, concluyendo que "Un país puede mejorar rápidamente sus cosechas de cereales, hasta que alcanza ciertos límites ambientales y después ninguna cantidad de dinero, ingenio o fertilizante, logrará mejorar la producción". Tanto Francia como China fueron capaces de cua-





duplicar el rendimiento de sus cereales en los últimos 50 años, pero EE.UU., con toda su capacidad tecnológica, disponibilidad de fertilizantes y conocimientos agronómicos, no fue capaz de equiparar estos logros y en los últimos 10 años no ha conseguido mejorar los rendimientos”. El caso español fue parecido al de Estados Unidos pero con un retraso de unos diez años y la estabilización se produjo a finales de los 80. (Fig. 1).

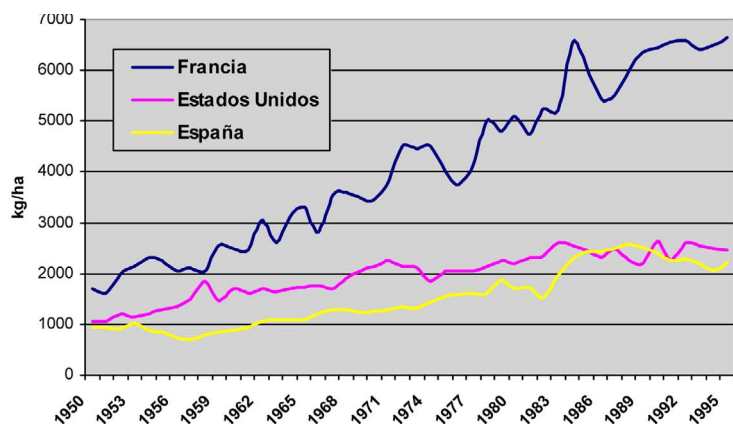


Foto 2.- El modelo de agricultura que se desarrolla en la finca La Higuera, favorece la biodiversidad, controla la erosión del suelo, disminuye la contaminación por nitratos, mantiene los niveles de carbono en el suelo, es sostenible y económica y energéticamente viable.

“Un país puede mejorar rápidamente sus cosechas de cereales, hasta que alcanza ciertos límites ambientales y después ninguna cantidad de dinero, ingenio o fertilizante, logrará mejorar la producción”

Figura 1.- Evolución de los rendimientos de trigo en Francia, EE.UU. y España, medias móviles de tres años, donde se aprecia que mientras en Francia se han cuadruplicado los rendimientos, en Estados Unidos y España se duplicaron y estabilizaron en la década de los 80, también se observa el retraso en España de unos diez años, en la aplicación total del modelo productivo de la revolución verde.

Pero hay otra forma de hacer agricultura, que es la que se desarrolla en la finca experimental *La Higuera* perteneciente al MNCN-CSIC, donde se preserva la biodiversidad; se mantiene la fertilidad del suelo; se conservan y mejoran las cualidades físicas, químicas y biológicas de la tierra; se reciclan los subproductos agrícolas; se conserva la energía; se respetan los principios ecológicos de la diversidad e interdependencia, adapta el manejo a las interacciones de los suelos con las condiciones meteorológicas cambiantes del clima mediterráneo, los cultivos y los organismos edáficos y aéreos, y se sustituye la nutrición con agroquímicos por la de la gestión de la biología del suelo. En la finca experimental *La Higuera* se hace agricultura ecológica y, sobre todo, se usan los conocimientos de la ciencia para hacerla sostenible y económicamente rentable (Foto 2).

El suelo es la base de la gestión de los agrosistemas

El subsistema edáfico se caracteriza por tener una alta diversidad estructural y funcional que le convierte en uno de los más complejos que existen en la naturaleza. Desde el punto de vista de su manejo, se puede considerar como un sistema casi aislado. Esto quiere decir que las mejoras que se logren introducir en los suelos de nuestros cultivos no repercutirán en lo que ocurra en el suelo del agricultor vecino. Además, el suelo ha sido definido como un criptosistema, es decir, sus elementos estructurales y pautas de funcionamiento no son fáciles de conocer y manejar, puesto que no pueden observarse directamente.





Fotos 3 y 4.- El aporte de los subproductos de la cosecha al suelo e incorporados con una labor en un suelo húmedo y con temperatura, permite la actividad biológica de los suelos y el reciclado de nutrientes para las plantas.

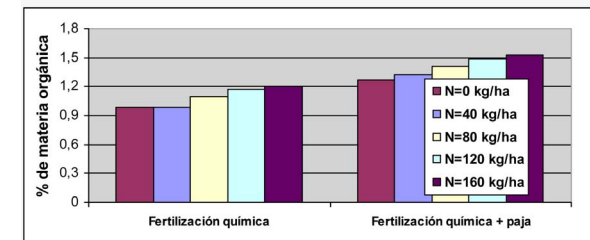
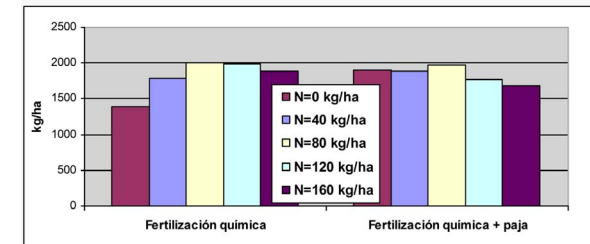
A pesar de ello, pueden aprovecharse sus características como sistema aislado con alta diversidad para mantener su capacidad de autorregulación (Bello *et al.*, 2008).

Para que este subsistema funcione, debe contar con energía (carbono), agua, aire y temperatura apropiada para que se mantenga la vida. Las condiciones óptimas para la actividad biológica de los suelos requieren que el agua se encuentre en su capacidad máxima para que permita su abastecimiento, en esta situación habrá suficientes macroporos para disponer de aire. La temperatura edáfica debe mantenerse en el entorno de 25°C. Asimismo debe haber suficiente materia orgánica (Foto 3 y 4) y (Cuadro 1). La actividad biológica de los suelos irá disminuyendo a medida que los valores se aparten del óptimo, hasta prácticamente detenerse cuando la falta de alguno de ellos se produzca.

En los ambientes mediterráneos estas condiciones para la vida edáfica son más fáciles de conseguir que en ambientes más fríos o más húmedos. El agricultor puede facilitar las condiciones de los microorganismos del suelo dejando los máximos residuos posibles (restos de poda o material vegetal) como fuente de energía; aplicando rotaciones en los cultivos que permitan la gestión del agua en los períodos en que los otros tres condicionantes (temperatura, aire y energía) se encuentren presentes en el subsistema edáfico.

Los organismos del suelo aportan una serie de servicios fundamentales para la sostenibilidad de los ecosistemas. Son el principal agente del ciclo de los nutrientes y regulan la dinámica de la materia orgánica, modifican su estructura material, mejoran la cantidad y eficacia de la adquisición de nutrientes de la vegetación así como su salud.

“La producción de alimentos se ha basado solo en la productividad, ignorando la complejidad del funcionamiento de los agrosistemas y la importancia de su sostenibilidad”



Cuadro 1.- Efecto de la incorporación de la paja de cereal sobre los rendimientos de trigo y la materia orgánica del suelo con diferentes dosis de fertilizante nitrogenado en una rotación sorgo-trigo-cebada (media 30 años). Hay un techo de producción de 2.000 kg/ha con una fertilización nitrogenada de 80 kg/ha, pero si se deja toda la paja de todos los cultivos de la rotación no es necesario aplicar nitrógeno mineral al sistema y además mejora la calidad del suelo al aumentar la materia orgánica.

Estos servicios son decisivos para el funcionamiento de los agrosistemas. Por ello es necesario conocer cómo las perturbaciones que provocan las diferentes labores que se aplican en la preparación de la siembra de los cultivos afectan a los microorganismos. En los estudios realizados en la finca “La Higuera” y después de 30 años de ser sometido el suelo a diferentes manejos, se observó que hay una relación inversa entre el aire suministrado al suelo y la materia orgánica, la biomasa microbiana y elementos minerales solubles (Fig. 2 y 3). Las labores profundas con volteo, que introducen mucho aire en el suelo, provocan un aumento momentáneo de la actividad biológica producida por microorga-

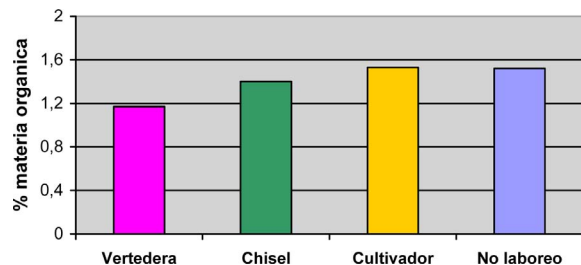


Figura 2.- Tras treinta años sometiendo a la materia orgánica en el suelo a diferentes manejos, se observa como el laboreo con volteo del suelo, que introducir mucho aire en edafosistema, disminuye la materia orgánica del suelo al favorecer a los microorganismos oportunistas, frente a los residentes.

“En La Higuera se hace agricultura ecológica y, sobre todo, se usan los conocimientos de la ciencia para hacerla sostenible y económicamente rentable”

nismos oportunistas que presentan altas tasas de reproducción, en perjuicio de los otros residentes con menor capacidad de multiplicación (Lacasta 2011).

Los microorganismos que viven en la rizosfera (área del suelo inmediata a las raíces) facilitan la nutrición de la plantas, estableciendo una relación mutualista ya que aceleran la solubilización de nutrientes de la fracción mineral del suelo, o de la materia orgánica descompuesta o también, como sucede con ciertas bacterias, fijan el nitrógeno atmosférico. A veces la asociación con microorganismos es más estrecha que la que se establece en la rizosfera. Así, por ejemplo, las bacterias fijadoras de nitrógeno viven en el interior de las células de la raíz de las leguminosas y los hongos micorrízicos se asocian con los sistemas radiculares aumen-

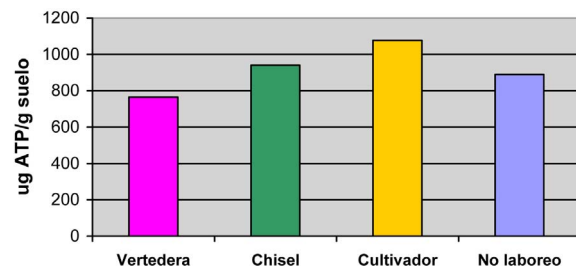


Fig. 3.- Biomasa microbiana en un suelo sometido a diferentes laboreos, donde se aprecia que la disminución de materia orgánica por una aireación excesiva perjudica la vida en el suelo.



Foto 5.- La fijación simbiótica se basa en la asociación de bacterias del genero *Rhizobium* con la mayoría de las plantas de la familia de las leguminosas. La fijación simbiótica de nitrógeno en el mundo, duplica al obtenido de forma industrial y en los agrosistemas mediterráneos del secano puede sustituir sin disminución importante de la productividad a todo el nitrógeno industrial.

tando la superficie de absorción y facilitando la nutrición. Tanto las bacterias como los hongos simbióticos reciben de las plantas el carbono en forma de carbohidratos. Esta ventaja de poder recibir el carbono directamente de las plantas les libra de la competencia con los otros organismos del suelo en la búsqueda de los nutrientes.

De todos los elementos que necesita la vida, el nitrógeno es, después del agua, el principal factor limitante para el desarrollo de las plantas. Cualitativamente, forma parte de moléculas tan importantes para la actividad biológica como son los ácidos nucleicos, donde se asienta la información genética, o las proteínas y enzimas, componentes estructurales fundamentales en la organización de la materia viva.

Globalmente, la fijación biológica de nitrógeno aporta la mayor parte del nitrógeno fijado a los ecosistemas terrestres. A partir de la demostra-



ción a finales del siglo XIX de que las leguminosas intervienen en la fijación de nitrógeno, se generalizó su uso en la rotación con otros cultivos hasta nuestros días (Foto 5).

La asociación de bacterias del genero *Rhizobium* con la mayoría de plantas de la familia de las leguminosas, provoca la formación de un nuevo órgano que se llama nódulo y que se localiza en las raíces de la planta. Es en el nódulo donde se lleva a cabo la fijación de nitrógeno atmosférico. Los nódulos activos en la fijación muestran un color rosado debido a la presencia de leghemoglobina, sustancia responsable de conservar un microambiente anaeróbico para la fijación del nitrógeno atmosférico (Foto 7). La disponibilidad de los nutrientes esenciales para la leguminosas como el fósforo, molibdeno y calcio son indispensables para la síntesis de la leghemog-



Foto 6.- La asociación de cultivos de leguminosas y gramíneas representa un buen ejemplo de sinergia, la leguminosa aporta el nitrógeno al sistema a través de la fijación bacteriana en tanto que la gramínea, en base a su alta susceptibilidad de ser colonizada por los hongos arbusculares, favorece a las micorrizas.



Foto 7.- En la planta de la izquierda se produce fijación de nitrógeno atmosférico, hay nódulos y muchas raíces, porque en el suelo no hay nitrógeno (Agricultura ecológica). La planta de la derecha se desarrolla en un medio con nitrógeno (Agricultura convencional), el sistema radicular es menor ya que no tiene que explorar el suelo para encontrarlo y no se produce fijación de nitrógeno atmosférico, ausencia de nódulos.

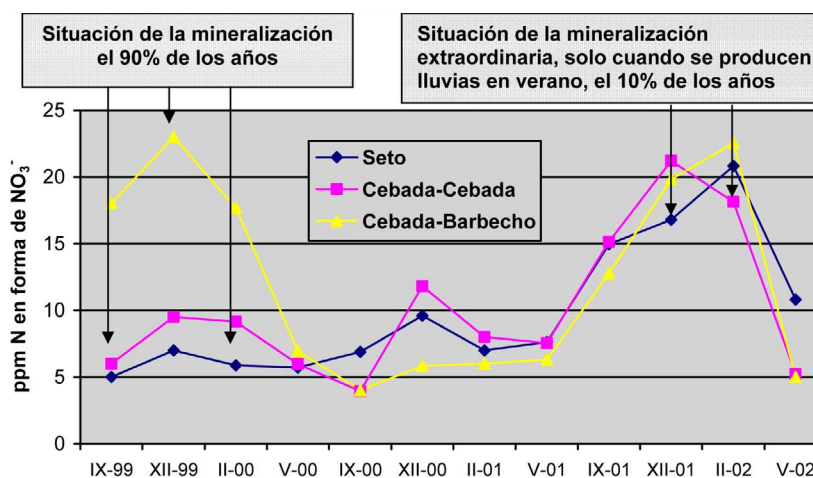


Figura 4.- Evolución de la mineralización de la materia orgánica en tres situaciones diferentes. Cuando se dan las condiciones ambientales como temperatura y humedad del suelo, la mineralización de la materia orgánica del suelo homogeniza todos los tratamientos y el nitrógeno disponible para el cultivo o plantas del año siguiente es prácticamente el mismo. El consumo estará en función de la biomasa producida, en el caso de la zona natural es menor que en los manejos agrícolas.

lobina. De hecho se ha observado un efecto de sinergia entre micorrizas y *Rhizobium* (Foto 6), ya que las micorrizas ayudan a las leguminosas a absorber fósforo, mejorando su eficiencia fotosintética y la fijación biológica de nitrógeno.

En los sistemas naturales de ambientes semiáridos los procesos de inmovilización del nitrógeno son superiores a los de mineralización. Al haber un piso vegetal continuo, hay menos humedad y aire en el suelo que en los agrosistemas donde las labores y las rotaciones favorecen tanto la aireación como la gestión de humedad en los momentos propicios de temperaturas adecuadas para la activación microbiana. Sólo cuando se producen lluvias en verano, en las zonas naturales, donde el piso herbáceo es poco activo, la mineralización será superior a la inmovilización lo que se traducirá en un aumento del desarrollo vegetal al año siguiente.





“Denominado fenosistema, el subsistema aéreo es abierto y tiene una estructura más simple que el suelo y se puede observar directamente por lo que es mucho más fácil de gestionar que el edáfico”

Un proceso parecido ocurre con el cultivo continuo de cereal, por lo que sólo en aquellos ambientes semiáridos donde las precipitaciones de otoño se adelantan o bien el frío llega más tarde será económicamente viable, ya que si no el aumento de la actividad microbiana en primavera inmovilizará la mayor parte del nitrógeno presente en el sistema y provocará una disminución de la productividad. Esta menor productividad tanto de las zonas naturales como de cultivo continuo de cereal, hace que los suelos sometidos a estos usos tengan más materia orgánica, pero el objetivo de la agricultura es conseguir el equilibrio entre productividad y sostenibilidad del sistema.

Denominado fenosistema, el subsistema aéreo es abierto y tiene una estructura más simple. Se puede observar directamente por lo que es mucho más fácil de gestionar que el edáfico. Su capacidad de autorregulación depende de las actividades que se realicen en su entorno. Es necesario aislar el sistema a través de las prácticas agrícolas, la introducción de setos, agroforestación, rotación de cultivos, cultivos intercalados o

Prácticas de manejo en el subsistema aéreo que mejoran la vida, la productividad y la sostenibilidad de los agrosistemas de ambientes semiáridos



Las rotaciones de cultivo, para la gestión de la fertilidad, la flora arvense acompañante y los organismos del suelo y aéreos.



Cultivar en líneas agrupadas, permite aumentar actividad biológica del suelo, mejorar la fotosíntesis y controlar hierbas.



Dejar todos los residuos de poda y acompañarlo de una cubierta vegetal, aumenta la biodiversidad, evita la erosión del suelo y mejora la fertilidad.



Labores verticales sin alterar el perfil del suelo, facilitan que penetren las raíces y mejora la actividad biológica del suelo.



Mantener las lindes con vegetación y mejorarla con la introducción del piso arbustivo y arbóreo, para aumentar la biodiversidad.



La biodiversidad es la base de la sostenibilidad.

multicultivo y cubiertas vegetales en los cultivos leñosos que favorezcan la diversificación, la bio-

diversidad y el establecimiento de fronteras en el espacio ■



Lobos

para recuperar la

biodiversidad



Imagen de un lobo ibérico, *Canis lupus signatus*, captada con una cámara de foto-trampeo / Fernando Palacios



Xiomara Cantera
@xma_ft



El lobo es un animal que levanta pasiones, se organiza en manadas que establecen relaciones complejas y en nuestra sociedad se convirtió en un símbolo de la conservación ambiental gracias al trabajo de personas como Félix Rodríguez de la Fuente. En los años 60 su situación era crítica y mejoró, pero 40 años después sigue sin haber una línea clara de actuación para la conservación de este superdepredador.

Un animal social

Está en la cúspide de la pirámide nutricional o trófica y en su papel de **superdepredador** solo tiene un competidor, el hombre. Es un animal

social que vive vinculado a un grupo o manada, base de su estructura. Vive inmerso en una organización social compleja en la que se establecen relaciones de dominación y sumisión basadas en una jerarquía estricta. Las manadas



Imagen de una loba en período de cría obtenida mediante foto-trampeo./ Fernando Palacios

“Como superdepredador el lobo es el encargado de regular las poblaciones de ungulados salvajes como jabalíes, corzos o gamos en la península ibérica”

están formadas por una pareja reproductora o alfa y sus descendientes. Los alfa son los miembros más experimentados, los que mejor conocen los recursos disponibles y los encargados de dirigir la manada y mantener la cohesión del grupo.

Los lobos establecen así relaciones muy estrechas con papeles perfectamente reglamentados donde cada miembro se beneficia del desarrollo de actividades como la caza, el cuidado parental o la defensa de sus recursos. Actúan como una familia y, si es necesario, los miembros de una manada se defenderán entre sí con la vida.

En el caso del lobo ibérico, *Canis lupus signatus*, las manadas suelen estar formadas por unos seis miembros. La pareja alfa, y entre dos y cuatro cachorros y subadultos que permanecen con la manada entre uno y dos años. A partir de ese momento se convierten en cazadores solitarios que se reúnen con el grupo en la época de cría, entre abril y junio, para colaborar en la tarea de sacar adelante a los más pequeños. Con el tiempo hembras y machos solitarios se terminan emparejando formando un nuevo grupo que luchará por los recursos necesarios para sobrevivir.

¿Los malos de la película?

Son amados y odiados a partes iguales y es que, de alguna manera, son los perros que *Homo sapiens* nunca logró domesticar. El temor y el odio al lobo está grabado en el ADN de nuestra sociedad. Son los malos de gran parte





de los cuentos infantiles, el animal que todos los niños temen, y ser el protagonista de nuestras pesadillas infantiles, como ocurre con serpientes, arañas y otros bichos, es un 'San Benito' del que es difícil despojarse. Pero esta percepción que se tiene de los lobos está, como casi todo en los cuentos, muy alejada de la realidad ya que juegan un papel crucial en nuestros ecosiste-



Todas las ilustraciones son de Mauricio Antón (@MAntonPaleoart)

M. Antón 2014

“El acercamiento inusual a los rebaños se produce cuando, para sobrevivir, no les queda otro remedio que acercarse al terreno del hombre”



Lobos salvajes jugando en la nieve / José Antonio de la Fuente

mas, una función que va mucho más allá de la de ser un animal bonito al que poder contemplar.

Para que un ecosistema funcione es tan necesario que haya una buena cobertura vegetal de la que se alimenten los herbívoros como la presencia de depredadores que regulen sus poblaciones y este es el papel de los lobos en los bosques ibéricos. Papel que, cada vez más, parecemos empeñados en hacer nosotros.

El lobo debería regular las poblaciones de ungulados silvestres como jabalíes, gamos, ciervos, cabra montés o corzos que, si no tienen depredadores naturales, pueden llegar a esquilmar la flora. Se trata de un tema complejo que toca los intereses de colectivos muy distintos.

Por un lado hay asociaciones conservacionistas que luchan porque se tomen medidas para

su conservación, por otro, hay cazadores que ansían las mismas presas o al propio lobo como trofeo y por último están los ganaderos que se ven obligados a lidiar con su presencia, una presencia que, en ocasiones, choca directamente con sus intereses pero, ¿hasta qué punto los lobos perjudican a los ganaderos?

Es cierto que a veces los lobos atacan al ganado pero, pese a su elevado efecto mediático, son eso, puntuales. Según datos de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Comunidad de Castilla y León, en 2014 se documentaron 970 ataques de lobos al ganado. En principio, son ataques que la administración está obligada a reparar, aunque a veces el recorrido burocrático necesario desalienta a los dueños de la res muerta que acaban teniendo que soportar la pérdida económica solos.





“Si disminuyen su área de distribución y el tamaño de sus poblaciones la supervivencia de este animal, imprescindible para mantener la salud de nuestros ecosistemas, es más que improbable”

Pero en condiciones normales los lobos no suelen acercarse a áreas donde el hombre está presente, no en vano es su principal enemigo. El acercamiento inusual a los rebaños se produce cuando las manadas no encuentran qué comer, cuando para sobrevivir no les queda otro remedio que acercarse al terreno del hombre. En los espacios donde aún sobreviven hay



presión para aumentar las áreas de pasto para el ganado. La gestión forestal, en la que solo prima la prevención de incendios y la producción de madera, hace que los bosques pierdan su productividad primaria (en los pinares se elimina el matorral), dejando sin alimento a los ungulados salvajes (corzos, jabalís, cabras monteses, etc) que serían las presas naturales de los lobos. En este contexto, al que hay que añadir la mortalidad que provoca la caza deportiva, las presas cada vez escasean más y el lobo acaba buscando comida entre animales domésticos donde además encuentra nuevas razas de ganado vacuno (limusina, charoleza, frisona, etc.) que, frente a lo que hacen las razas autóctonas (retinta o avileña negra, morucha, pirenai-



Una vaca se enfrenta a un lobo para defender a su ternero / José Antonio de la Fuente

“Hay una iniciativa que propone elaborar un censo independiente con la colaboración ciudadana y de los actores implicados que quieran participar”

ca, etc.), dejan a los terneros pastando solos convirtiéndolos en presas muy fáciles.

Frente a esta situación, hay extensas áreas de la Península donde el lobo ni está ni se le espera. Allí los ungulados salvajes crecen sin control y al entrar en contacto con la cabaña ganadera, actúan como vector transmisor de enfermedades. Según la Junta de Extremadura, el año pasado se tuvieron que sacrificar 7.526 reses por un brote de tuberculosis bovina, cada vez más extendida por el aumento de jabalís y ciervos en la región. Comparando los datos ¿hasta qué punto es cierto que los lobos perjudican a los ganaderos?



M. ANTÓN
2014

El hombre como superdepredador

Hay áreas de la Península en las que hay tal cantidad de ciervos que incluso en los Parques Nacionales se programan batidas de caza para reducir su número. Son lugares en los que ya no quedan lobos que regulen el crecimiento desmedido de estas poblaciones y es el hombre quien asume ese papel, es el hombre quien actúa como superdepredador del ecosistema y al hacerlo introduce intereses que estropean la ecuación.

“Cuando el hombre actúa como superdepredador del ecosistema introduce intereses que estropean la ecuación”

Igual que le ocurre a especies como el lince ibérico, los lobos se enfrentan al problema de la reducción de su variabilidad genética. Se calcula que alrededor de los años 60 las poblaciones de lobo ibérico descendieron tanto que alcanzaron la **situación de cuello de botella**. Si disminuyen su área de distribución y el tamaño de sus poblaciones la supervivencia de este animal imprescindible para mantener la salud de nuestros ecosistemas es más que improbable.

Sin embargo, pese a que goza del máximo nivel de protección según la normativa de la Unión Europea, en cada región se aplican unas normas diferentes para la gestión del lobo. Mientras en Portugal está estrictamente protegido, al cruzar la frontera pueden cazarlo. **La ley sobre patrimonio Natural y de la Biodiversidad 2007** cataloga al lobo como “especie de interés comunitario que requiere una protección estricta”, pero en el anexo cinco de esa misma ley excluye a los lobos que viven al norte del río Duero. En 2015 la Junta de Castilla y León estableció que entre septiembre de 2015 y febrero de 2016 se podían cazar un total de **143 lobos** de las áreas cinegéticas de la comunidad situadas al norte del río Duero. Esta regulación no tiene en cuenta ni el furtivismo, ni la estructura social de las manadas, ni el problema genético al que se enfrenta la especie ni el número real de individuos vivos, ya que no se dispone de un censo contrastado.

Los cupos tampoco tienen en cuenta que en una misma batida varios cazadores pueden to-

“Para mantener un ecosistema y las especies que lo habitan, la caza no debería ser una herramienta de conservación sino que la gestión debería estar encaminada a proteger los espacios naturales de manera integral”

parse con lobos y acabar matando varios ejemplares en una sola mañana. Además, igual que cuando se cazan corzos, los cazadores buscan el mayor trofeo, la presa más grande que suele ser el macho alfa de una manada. Al desaparecer uno de los líderes del grupo la manada queda desestructurada y las posibilidades de



Imagen nocturna de un lobo obtenida mediante fototrampeo./ Fernando Palacios





“Si desaparece uno de los líderes del grupo la manada queda desestructurada y las posibilidades de sobrevivir de todos sus miembros se reducen considerablemente”

sobrevivir de todos sus miembros se reducen considerablemente.

Para mantener un ecosistema y las especies que lo habitan, la caza no debería ser una herramienta de conservación sino que la gestión debería estar encaminada a proteger los espacios naturales de manera integral, protegiendo a las especies y su equilibrio natural, es decir, dejar que creciera una cobertura vegetal natural que albergara herbívoros de varios tamaños con lobos que regularan sus poblaciones, pero lo que se está haciendo es convertir al ser humano en el depredador de los grandes herbívoros y, lamentablemente, también del lobo.

¿Cuántos lobos quedan?

Canis lupus signatus es una especie emblemática de la península ibérica y, sin embargo, nadie sabe cuántos ejemplares sobreviven en nuestras montañas. Para proteger un hábitat el primer paso es conocerlo pero las cifras que se manejan sobre el lobo están en entredicho. El último censo elaborado por la Junta de Castilla y León entre 2012 y 2013 arrojó

un resultado de 179 manadas en esa comunidad.

La administración calcula que cada grupo de lobos detectado está compuesto por entre 9 y 10 miembros pero según los datos científicos las manadas de lobos en la Península raramente llegan a tener 6. Esta diferencia en las cifras hace suponer que los resultados del censo son excesivamente optimistas sobre el aumento del número de lobos en la última década. Se da también la paradoja de que los encargados de elaborar los censos de lobos son los mismos que establecen los cupos de caza, documentan los ataques y se enfrentan a los ganaderos si han perdido reses, con el consiguiente desgaste político. Por eso han surgido voces que denuncian la manipulación de las cifras.

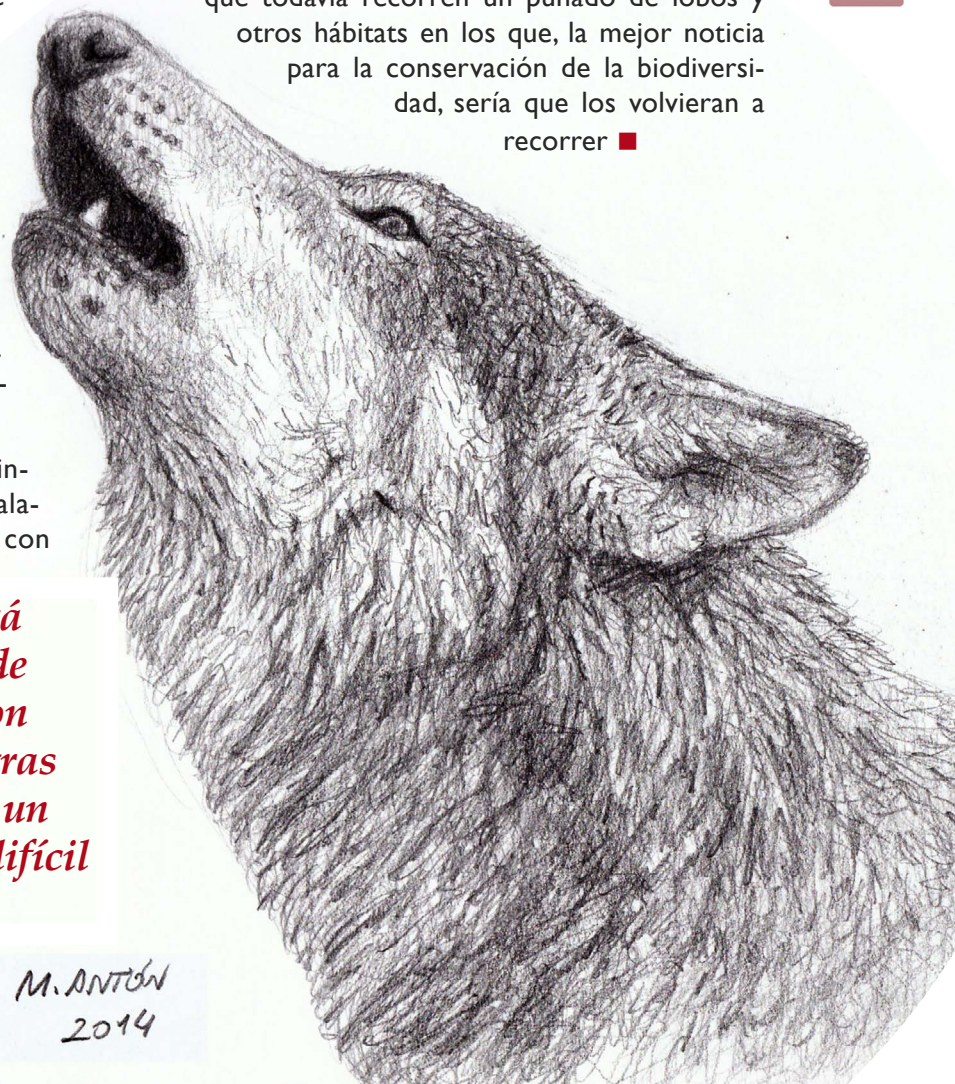
Hay una iniciativa liderada por el investigador del MNCN Fernando Palacios, que propone, igual que se hace con

otras muchas especies, elaborar un censo independiente con la colaboración ciudadana y de los actores implicados que quieran participar.

El objetivo del censo no es solo contar el número de lobos que habitan nuestras montañas, sino analizar el estado natural de los hábitats que todavía recorren un puñado de lobos y otros hábitats en los que, la mejor noticia para la conservación de la biodiversidad, sería que los volvieran a recorrer ■

“El temor al lobo está grabado en el ADN de nuestra sociedad. Son protagonista de nuestras pesadillas infantiles, un ‘san Benito’ del que es difícil despojarse”

M. ANTON
2014



Breves de Investigación

En esta sección encontrarás resúmenes breves de algunos de los artículos de investigación que han publicado los investigadores del MNCN.

Ante el cambio climático, el número de árboles nuevos disminuye pero los que ya están establecidos crecen más

Tras estudiar el comportamiento de cinco especies dominantes de árboles en áreas mediterráneas de montaña, han comprobado que existe una compensación entre la supervivencia de los nuevos ejemplares y el crecimiento de los ya existentes. Los resultados del estudio sugieren que, para hacer frente al cambio climático, las poblaciones de árboles inician un proceso de estabilización de la demografía en las primeras etapas del crecimiento.

Raquel Benavides, R., Escudero, A., Coll L., Ferrandis, P., Gouriveau, F., Hódar, J.A., Ogaya, R., Rabasag, S.G., Granda, E., Santamaría, B.P., Martínez-Vilalta, J., Zamorae, R., Espelta, J.M., Peñuelas, J.M. y Valladares, F. (2015) *Survival vs. growth trade-off in early recruitment challenges global warming impacts on Mediterranean mountain trees. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics.*



Un investigador del MNCN gana el concurso de fotografía de la BES

El estudiante predoctoral Roberto García-Roa ha ganado el premio de fotografía de la British Ecological Society con esta imagen de una lagartija colilarga, *Psammotromus algirus*, saliendo del huevo. La foto, titulada *Nacimiento*, es el resultado de muchas horas de observación, estudio y cuidados.

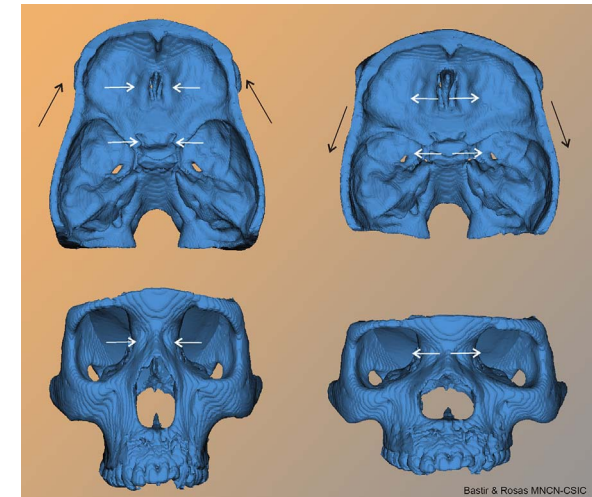


La evolución de la cara humana está estrechamente ligada a la del cerebro

La evolución de la cara humana está estrechamente vinculada con la evolución del cerebro y esta relación es mucho más compleja de lo que se pensaba hasta ahora. Esta es una

de las principales conclusiones a las que ha llegado un estudio que ha analizado la relación entre la base del cráneo y el rostro en todo el género *Homo*.

Bastir, M., Rosas, A. *Cranial base topology and basic trends in the facial evolution of Homo. Journal of Human Evolution* (2015).



Urgen a proteger a las náyades para evitar la desaparición de los hábitats fluviales

Las especies invasoras, las modificaciones en los cursos de agua con presas y azudes, el abuso de los fertilizantes, el cambio climático o la desaparición de los bancos de peces son algunas de las amenazas a las que se enfrentan las náyades o almejas de agua dulce. Así lo aseguran investigadores de 26 países europeos que han elaborado el primer estudio exhaustivo sobre la situación de estos animales imprescindibles para mantener los ecosistemas acuáticos.



Manuel Lopes-Limam, et al. (2015) **Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges.** *Biological Review*, 2015. DOI: 10.1111/brv.12244



Descubren dos nuevas especies de gusanos marinos en el litoral atlántico de la Península

Describen dos nuevas especies de gusanos marinos en la Ría de Arousa. *Hoploplana elisabelloi* y *Armatoplana celta* son las dos nuevas especies que incrementan el conocimiento de la diversidad del orden de los Policlados en la península Ibérica.

Noreña, C., Rodríguez, J., Pérez, J. y Almon, B. (2015) **New Acotylea (Polycladida, Platyhelminthes) from the east coast of the North Atlantic Ocean with special mention of the Iberian littoral.** *Zootaxa*.



Tres investigadores del MNCN entre los más citados de 2015

Miguel Bastos Araújo, Jorge Miguel Lobo y Fernando Valladares son los tres investigadores que Thomson & Reuters ha destacado entre los más citados durante el año 2015. La relación recientemente publicada recoge el 1% de los científicos más citados del panorama internacional por campo científico y año. Estos tres científicos estudian temas relacionados con la ecología y el medio ambiente, categoría en la que la entidad ha destacado un total de 142 investigadores de todo el mundo.

La apariencia más femenina de las aves juveniles reduce las diferencias sexuales en adultos

En muchas especies animales, incluidas las aves, machos y hembras muestran una apariencia o fenotipo externo diferente debido a que los distin-

tos intereses de cada sexo durante la reproducción promueven diferencias en atributos como el color del plumaje. Pero el mejor fenotipo para la reproducción no es siempre el mejor fenotipo para la supervivencia, y prueba de ello es que los juveniles de muchas especies son más parecidos a las hembras adultas que a los machos adultos. Han analizado si el fenotipo en edades juveniles puede suponer un freno en el dimorfismo sexual en la edad adulta.

López-Rull, I., Vergara, PI, Martínez-Padilla, J. y Fargallo, J.A. (2015) **Early constraints in sexual dimorphism: survival benefits of feminized phenotypes.** *Journal of Evolutionary Biology*.



Según nos desplazamos hacia el norte el comportamiento de las aves urbanas cambia menos

Han descubierto que las diferencias entre aves que viven en entornos urbanos y rurales disminuyen a medida que nos desplazamos hacia el norte. Este estudio a gran escala, que incluye el análisis de 54 especies, concluye que el efecto



que provocan los hábitats urbanos en el comportamiento de las aves es equivalente al desplazamiento de casi 4.000 km hacia el norte.

Møller, A.P., Díaz, M., Grim, T., Dvorská, A., Flensted-Jensen, E., Ibáñez-Alamo, J.D., Jokimäki, J., Mänd, R., Markó, G., Szymański, P. y Tryjanowski, P. 2015. *Effects of urbanization on animal phenology: A continental study of paired urban and rural avian populations.* *Climate Research*



Reaparece el cigarrón de La Mancha, una especie que se creía extinta

Dos investigadores acaban de encontrar una especie de cigarrón de cuya supervivencia se tenía dudas desde 1890. *Roeseliana oporina* es el nombre que Ignacio Bolívar le dio en 1887, cuando fue encontrado por primera vez. Esta especie pertenece a la familia de los tetigónidos (Tettigoniidae) y dentro de ésta al género *Roeseliana*, que normalmente habita en entornos húmedos y más fríos que el centro peninsular.

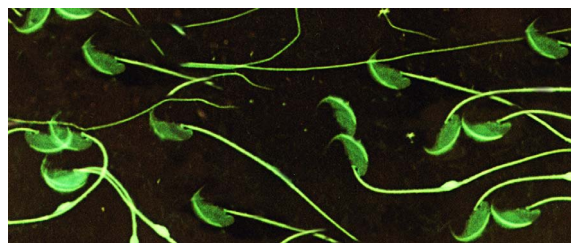
Gutiérrez-Rodríguez, J. y García-París, M. (2016) *Rediscovery of the ghost Bush-cricket Roeseliana oporina (Orthoptera:Tettigoniidae) in Central Spain.* *Journal of Insect Conservation*.



Demasiada competencia empeora la calidad del semen

Evidencian por primera vez cómo, en ratones, la competencia espermática influye en la fragmentación del ADN. Según el artículo, publicado en *Proceedings of the Royal Society*, los daños que provoca la fragmentación pueden reducir las tasas de fecundación, evitar que los embriones lleguen a desarrollarse, aumentar la mortalidad de las crías o producir mutaciones responsables de enfermedades genéticas posteriores.

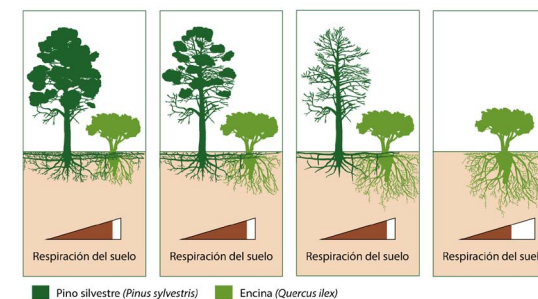
Javier del Barco-Trillo, Olga García-Álvarez, Ana Josefa Soler, Maximiliano Tourmente, José Julián Garde, Eduardo R. S. Roldan, (2016) *A cost for high levels of sperm competition in rodents: increased sperm DNA fragmentation.* *Proceedings of the Royal Society of London*.



Descubren cómo la sustitución de pinares por encinares que provoca el cambio climático afecta a la respiración del suelo

Analizan cómo el decaimiento de los bosques de pino silvestre afecta a la cantidad de CO₂ que el suelo emite a través de su respiración. Según los datos el suelo repara en poco tiempo los daños que sufre por el decaimiento de la especie y, si es sustituida por encinas, los suelos emiten casi un 36% menos de CO₂.

Barba, J., Curiel Yuste, J., Poyatos, R., Janssens I.A. y Lloret, F. (2016) *Strong resilience of soil respiration components to drought-induced die-off resulting in forest secondary succession.* *Oecologia*.



Instan a mejorar los planes de reforestación para lograr bosques multifuncionales

Han comprobado la importancia de mantener la diversidad local para que los bosques sean multifuncionales. El estudio, que acaba de publicarse en la revista *PNAS*, evidencia la importancia de conservar el paisaje y su biodiversidad evitando la homogeneización de los bosques con planes de reforestación que solo incluyen especies pensando en un solo objetivo, por ejemplo su capacidad de producir madera.

Fons van der Plas, *et al.* (2016) *Biotic homogenization can decrease landscape-scale forest multifunctionality.* *PNAS*.



Tesis Doctorales del MNCN

Distribución, composición y génesis (biótica / abiótica) de los espeleotemas de las cuevas volcánicas de la isla Terceira (Azores, Portugal)

Raquel Daza

Directora: María Angeles Bustillo

Universidad Complutense de Madrid

Septiembre 2015

La Tesis Doctoral se centra en estudiar la distribución, composición y génesis de los espeleotemas de tres cuevas volcánicas en la isla Terceira: Branca Opala, Galeria da Queimada (tubos volcánicos), y Algar do Carvão (sima volcánica). Están localizadas en la misma unidad geológica (Zona Basáltica Fisural). Se diferencian por su génesis (tubos volcánicos o simas), morfología (pocos metros de longitud a varios centenares), profundidad (tubos volcánicos cercanos a la superficie 0.5-2m) y la sima de 125m de profundidad), y edad (Branca Opala 6600 años, Algar do Carvão 1700-3200 años y Galeria da Queimada 4500 años).

Se estudia una gran diversidad de espeleotemas: subacuáticos e inactivos (estromatolitos en Branca Opala) y subaéreo y activos (estalactitas, estalagmitas, coladas, microgours, recubrimientos, etc. en Algar da Carvão y además estalactitas asociadas a raíces en Galeria da Queimada).

Todos los espeleotemas estan formados únicamente por minerales no cristalinos: ópalo-A, óxido/hidróxidos de Fe, alófana y óxidos de Mn. Los es-

peleotemas opalinos de Branca Opala y Algar do Carvão no coexisten con otros minerales, planteándose la hipótesis de una influencia hidrotermal. En cambio, los espeleotemas de Galeria da Queimada reúnen alofana y óxido/hidróxidos de Fe y Mn procedentes de los Andisoles que cubren la cueva. En esta cueva existe una distribución mineralógica preferencial de sus espeleotemas: espeleotemas alofánicos concentrados en la galería izquierda y bajo vegetación arbustiva y espeleotemas rojos y negros en la galería derecha y bajo campos de pasto. Todos los espeleotemas

muestran evidencias de origen biogénico (marcas y moldes de bacterias filamentosas, biofilms, exopolisacáridos y otros microorganismos no identificados) siendo muy diferentes entre sí.

En Branca Opala los espeleotemas se interpretan como estromatolitos opalinos debido a su estructura interna microlaminada y a las formas filamentosas identificadas. Todos se formaron en ambiente subacuático y se contaminaron periódicamente por detriticos siliciclásticos finos de la cueva, dando láminas más pardas ricas en Al y con menor proporción de agua que las blancas. En la sima de Algar do Carvão, los espeleotemas opalinos principalmente son inorgánicos porque las evidencias de origen biogénico son escasas. En Ga-



Raquel Daza en la cueva objeto del estudio. / Roberto F. García





leria da Queimada, las rootsicles están formadas por la alternancia anillos inorgánicos (compactos) y anillos orgánicos (porosos). La gran cantidad de bacterias filamentosas más o menos mineralizadas localizadas en los anillos porosos y en el centro (mezcladas con los productos de putrefacción de la raíz), indica un rol bacteriano importante en la formación de las rootsicles. La influencia bacteriana es muy importante en los estromatolitos opalinos (Branca Opala), moderada en las rootsicles (Galeria da Queimada), y muy pequeña en la sima de Algar do Carvão, donde predomina la precipitación inorgánica.

El origen de la sílice capaz de generar espeleotemas opalinos de Branca Opala y Algar da Carvão, es diferente. La fuente hidrotermal local sugerida para la intensa silicificación que engloba Branca Opala no ha podido validarse a partir de las señales geoquímicas, ya que los elementos mayores, menores y tierras raras están asociados a los terrígenos volcanoclásticos que están presentes en las fases opalinas. Para Algar do Carvão se propone que la influencia hidrotermal en la fuente de la sílice es consecuencia de los procesos de ebullición que suceden en la parte superior de los sistemas geotérmicos, donde existe una transferencia de gases ácidos al vapor resultante. Este acidificado puede condensarse en las aguas subterráneas superficiales, acidificándolas. Estas, disolverían los minerales de las rocas volcánicas adyacentes provocando su fuerte enriquecimiento en sílice, y al salir a la cueva sufrirían cambios de CO_2 y pH precipitando la sílice formando espeleotemas.

El papel del estrés oxidativo durante el desarrollo en los compromisos de historia de vida: un estudio en el diamante mandarín (*Taeniopygia guttata*)

Ana Ángela Romero-Haro

Director: Carlos Alonso Álvarez

Instituto de Investigación en Recursos Cienéticos (IREC) y Universidad de Castilla La Mancha

Diciembre de 2015

Los rasgos de historia de vida son características que un individuo manifiesta desde el nacimiento hasta la muerte y que están estrechamente ligadas a la reproducción y la supervivencia. Su expresión puede estar afectada por factores internos del individuo, es decir, por 'limitaciones' y 'compromisos'. Una limitación es un impedimento en la expresión de un carácter, mientras que en un compromiso la expresión de un rasgo impide la manifestación de otro. La base de estos compromisos sería el uso alternativo de recursos limitantes, pero también el daño provocado en un rasgo por la expresión de otro o ciertas señales bioquímicas que no promuevan la expresión de ambos simultáneamente. Aunque se ha señalado al estrés oxidativo como mecanismo implicado en este contexto, existen pocos trabajos longitudinales que estudien su papel en diferentes compromisos durante toda la vida.

En esta tesis hemos estudiado el papel del estrés oxidativo sufrido durante el desarrollo en diferentes compromisos vitales en una población de



Diamante mandarín, *Taeniopygia guttata*.

La hembra está a la izquierda y el macho a la derecha. / Lorenzo Pérez Rodríguez.

diamante mandarín en condiciones de cautividad realizando varias manipulaciones experimentales. Durante el crecimiento se disminuyeron los niveles del antioxidante glutatión. La mayoría de las consecuencias fueron apreciables solo a edad adulta y promoverían una reproducción temprana: las hembras tuvieron mayor peso y condición física y, en ambos sexos, unos picos más rojos (señal sexual). Antes de la cópula se manipuló la inversión reproductiva de los machos estableciéndolos en ambientes con hembras o solo con machos. El estrés oxidativo temprano que sufrieron estos machos no afectó directamente a su inversión, pero el experimentado por el compañero de jaula produjo cambios fisiológicos y morfológicos en ellos. Más adelante, el esfuerzo reproductor de nuestras aves fue manipulado durante la cría de sus pollos aumentando o disminuyendo el tamaño de las nidadas. Las consecuencias fueron sorprendentemente





positivas para aquellos individuos cuyo nivel de estrés coincidía entre el desarrollo y la reproducción, aunque ambos ambientes fueran desfavorables. Aquellos que sufrieron una disminución del nivel de glutatión durante el desarrollo y un aumento del esfuerzo reproductor mostraron unos eritrocitos más resistentes a una hemólisis experimentada bajo estrés oxidativo. Además, los resultados también muestran que cualquier inversión en obtención de pareja puede tener efectos a largo plazo e incluirse en el coste oxidativo de la reproducción. Por último, se detectaron profundas diferencias entre sexos al afrontar los desafíos oxidativos.

La conclusión global es que la disminución de un único antioxidante durante el desarrollo puede influenciar la historia de vida de un individuo. El glutatión ha demostrado ser una molécula con un importante papel programador del fenotipo a largo plazo.

En esta tesis se presenta, además, un trabajo de revisión bibliográfico sobre el coste oxidativo de la reproducción. Existen múltiples causas, mayormente metodológicas, que podrían explicar los resultados contradictorios de los trabajos experimentales actuales. Pero no podemos descartar que la reproducción pudiera disminuir el daño oxidativo en determinadas circunstancias mediante un proceso de hormesis (compensación) y/o por utilización de macromoléculas oxidadas y acumuladas para usarlas en la reproducción. Diferentes resultados encontrados en esta tesis apoyarían estas hipótesis.

Caracterización molecular de los parásitos que infectan Lagartos y su influencia sobre los ornamentos de color

Rodrigo Megía-Palma

Directores: Santiago Merino y Javier Martínez

Universidad Complutense de Madrid

Enero de 2016

La selección natural ha favorecido a lo largo de la evolución la presencia de rasgos y comportamientos exagerados en las distintas especies donde la reproducción es sexual. El mantenimiento de esa exageración de formas y colores viene, contra intuitivamente, condicionado por el hecho de que estos caracteres sexuales son costosos de producir y mantener ya sea por la energía que le supone al cuerpo producirlas, porque estén asociados a una mayor susceptibilidad a la depredación o porque estén unidos a costes de mantenimiento de territorios y enfrentamientos con otros individuos. Son, en este sentido, indicadores de la calidad genética de un individuo para permanecer vivo y con un aporte energético óptimo a pesar de los costes que le pueda acarrear portar un ornamento exagerado siguiendo el razonamiento expuesto por Amotz Zahavi en 1975. Por tanto, el sexo que determina que estos rasgos sean o no heredados a la siguiente generación es normalmente el femenino ya que mediante el mecanismo de la selección sexual estos rasgos se seleccionan favoreciéndose su permanencia. En este sentido, algunos de los costes asociados al mantenimiento de estos

rasgos son determinados por las enfermedades. En este caso los parásitos (protozoos, virus, bacterias, garrapatas, gusanos...) son los responsables de que la expresión de algunos caracteres sexuales esté condicionada. Por tanto, en 1982 los ecólogos evolutivos Bill Hamilton y Marlen Zuk postularon que los individuos ornamentados podrán comunicar mediante el grado de expresión de un ornamento su capacidad de evitar o soportar infecciones parasitarias.

En esta tesis doctoral, por tanto, para testar la hipótesis de Hamilton & Zuk hemos empleado un modelo de estudio menos conocido en las inte-

Machos de las distintas especies de lagarto estudiadas en esta tesis mostrando sus ornamentos sexuales amarillos y azules. De arriba a abajo: Lagarto verdinegro en Segovia. Lagarto tizón en Canarias. Lagartija de valla en California. / Rodrigo Megía Palma





Protozoos apicomplejos encontrados en la sangre o las heces de lagartos. De izquierda a derecha los géneros *Schellackia*, *Isozona* y *Karyolysus*. / Rodrigo Megía Palma

raciones parásito-hospedador pero de alta importancia ecológica. Los reptiles. Hemos explorado las posibles relaciones entre la expresión de ornamentos basados en melaninas (de síntesis endógena y asociados al estatus oxidativo del individuo) y otros basados en carotenoides (con posible efecto antioxidante y de necesaria obtención del medio a través de la dieta). Para ello hemos querido comparar entre distintos modelos y por tanto hemos estudiado desde poblaciones canarias del lagarto tizón, *Gallotia galloti*, a poblaciones peninsulares de lagarto verdinegro, *Lacerta schreiberi*, y a poblaciones californianas del lagarto de valla, *Sceloporus occidentalis*. En estos estudios correlacionales hemos podido comprobar cómo al estudiar distintos parásitos que producen infecciones agudas (como los ectoparásitos) y algunas crónicas (como los endoparásitos) pudimos encontrar algunos resultados comparables entre los distintos sistemas y hemos podido elaborar algunas hipótesis novedosas sobre qué nos cuentan sobre los individuos (y sobre procesos evolutivos) los ornamentos sexuales de las lagartijas.

Como colofón, los estudios enmarcados en esta tesis doctoral han permitido utilizar algunos

de los parásitos más comúnmente encontrados en reptiles de todo el mundo para realizar estudios filogenéticos relevantes desde un punto de vista taxonómico y evolutivo sobre uno de los grupos de parásitos menos conocidos. **La tesis se puede consultar en la Biblioteca del MNCN-CSIC.**

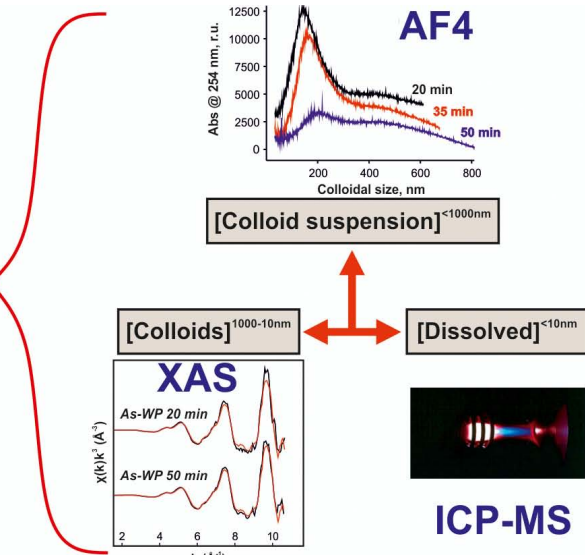
Aplicación combinada de técnicas estroscópicas y de separación para la caracterización y la especiación de elementos tóxicos en vectores coloidales de interés geoquímico

Miguel Ángel Gómez González
Directores: Francisco Laborda García y y Fernando Garrido Colmenero
Enero 2016



Imagen esquemática de los ensayos de simulación de lluvias llevados a cabo en la zona de Guadalix, junto con los principales resultados obtenidos representados gráficamente / Miguel Ángel Gómez González

Los residuos producidos en fundiciones y diversas actividades mineras que, en ocasiones, quedan acumulados en la superficie del suelo son uno de los focos principales de contaminación del sistema suelo-agua por metales y metaloides. Las precipitaciones y la erosión de dichos residuos pueden conducir a la dispersión de dichos metal(oid)es de distintas maneras. Una forma de movilización no suficientemente estudiada es la inducida por asociación de los metal(oid)es a partículas coloidales. Con el fin de proteger la degradación del sistema suelo-agua es necesario disponer de modelos que permitan prevenir los efectos de este proceso dinámico. Sin embargo, los modelos actuales no alcanzan el nivel de eficacia deseable debido un conocimiento limita-





do sobre la asociación de elementos tóxicos a coloides y su papel como vectores de especies contaminantes. El escaso desarrollo de técnicas analíticas apropiadas añade una dificultad extra al estudio de estos procesos naturales.

En esta Tesis Doctoral se ha examinado la dispersión de arsénico y otros metales tóxicos desde dos zonas contaminadas por arsénico como consecuencia de antiguas explotaciones mineras en la Comunidad Autónoma de Madrid (España): La mina 'El Verdugal' en Guadalix de la Sierra que presenta residuos de procesamiento ricos en escorodita $[\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ ($[\text{As}] = 19 \text{ g kg}^{-1}$) y la mina 'Mónica' en Bustarviejo que contiene residuos principalmente compuestos por arsenopirita $[\text{FeAsS}]$ ($[\text{As}] = 0.2 \text{ g kg}^{-1}$). Para ello, se ha diseñado una estrategia analítica basada en el análisis complementario de la mineralogía de suelos y sedimentos así como de su fracción coloidal dispersable con tamaño menor de 1000 nm. Esta estrategia se basa en la combinación de técnicas de análisis tales como: (1) Fraccionamiento en flujo por campo de flujo asimétrico acoplado a plasma de acoplamiento inductivo con espectrómetro de masas (AF4-ICP-MS) y detección de partículas individuales mediante espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (SP-ICP-MS), con las que se obtiene la distribución por tamaños de la fracción coloidal y de los metal(oid)es asociados, así como (2) Espectroscopía de absorción de rayos X (XAS) sobre la transición electrónica 'K' del arsénico y del hierro, que ofrece información relativa a la especiación química directa de dichos elementos en fase sólida.

De manera complementaria, se evaluó la presencia y distribución de talio en los mismos escenarios estudiados. El talio es un metal que presenta una mayor toxicidad que otros elementos como arsénico, mercurio, cadmio o plomo, para la mayor parte de los organismos vivos. Por lo tanto, resulta fundamental conocer los mecanismos geoquímicos que operan en su movilización desde fuentes naturales hasta su acumulación en los suelos. La aplicación de la microscopía electrónica de barrido en combinación con la espectrometría de dispersión de energía de rayos X y la catodoluminiscencia (SEM-EDS-CL) permitió estudiar la distribución de talio en suelos afectados por residuos mineros, así como evaluar el papel de los coloides y otras fases minerales en la retención y el transporte del talio dentro del sistema suelo-agua.

Los andrógenos de la yema como moduladores de los compromisos de las estrategias vitales en el estornino negro (*Sturnus unicolor*)

Jaime Muriel

Director: Diego Gil y Lorenzo Pérez-Rodríguez

Universidad Complutense de Madrid

Enero 2016

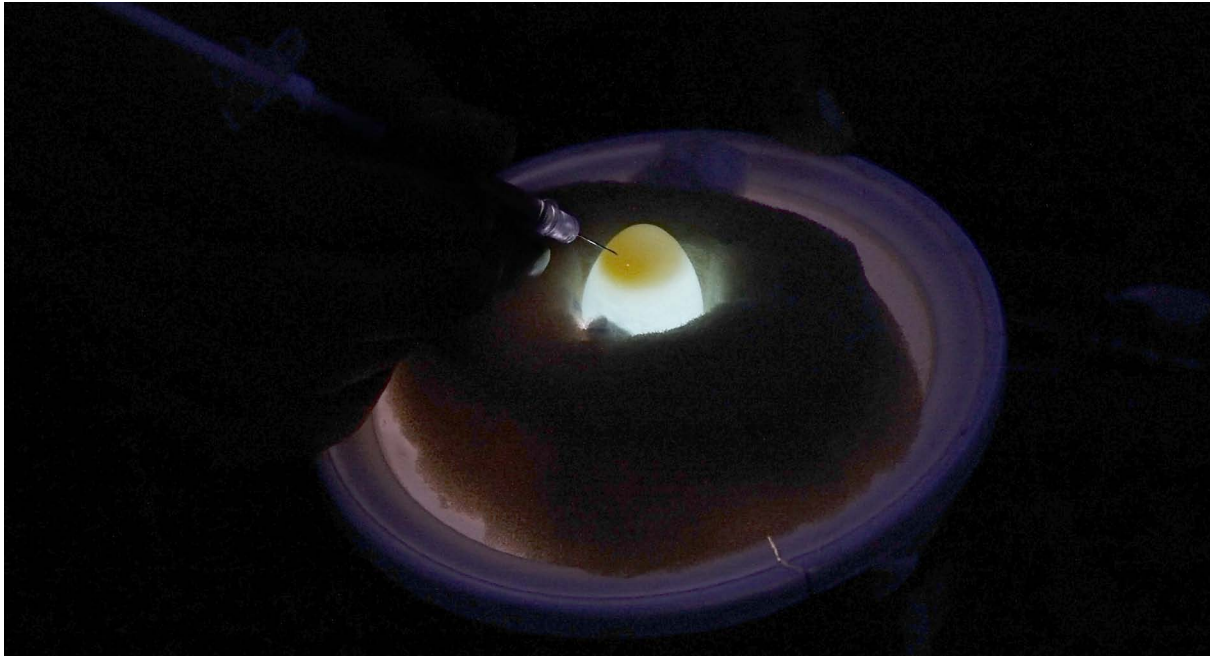
Los efectos maternos pueden intervenir en diversos procesos ecológicos y evolutivos, mejorando la adaptación de la descendencia a un ambiente cambiante. En aves, las madres pueden

amortiguar el impacto de la heterogeneidad ambiental en la progenie mediante las hormonas que depositan en la yema del huevo. Aunque diversos estudios han mostrado que los andrógenos de la yema pueden beneficiar ciertos aspectos del desarrollo temprano de los pollos, altos niveles podrían conllevar costes para el individuo, como una inmunosupresión derivada, por ejemplo, del compromiso entre crecimiento y respuesta inmune. Aunque la mayor parte de los estudios realizados hasta ahora se han centrado en los efectos de estos andrógenos de origen materno sobre el desarrollo temprano del individuo, dichos efectos podrían tener también consecuencias a largo plazo, alterando el fenotipo y la eficacia biológica del individuo adulto.

Para evaluar apropiadamente el papel de los andrógenos de la yema como moduladores de los compromisos de las estrategias vitales, debemos considerar que sus efectos pueden variar en función de factores como el sexo del embrión, la fase del desarrollo, el tipo de andrógeno en cuestión, su dosis o el contexto ambiental en que se desenvuelve el individuo. En esta Tesis Doctoral, empleando como modelo de estudio al estornino negro, *Sturnus unicolor*, manipulamos la concentración de andrógenos en yema en una población natural de la especie con el objeto de analizar el balance entre costes y beneficios durante el desarrollo temprano, así como los efectos sobre la estrategia vital de los individuos a lo largo de su vida.

Encontramos que los dos andrógenos más abundantes en la yema de huevo en aves, testosterona (T) y androstenediona (A4), afectaron a distintos





Inyección de andrógenos en la yema de un huevo de estornino negro. Al poner el huevo en posición vertical la yema migra a la parte superior, donde se logra visualizar mediante la proyección de luz desde el extremo opuesto. /Lorenzo Pérez-Rodríguez.

rasgos del pollo durante el desarrollo en el nido y que sus efectos no son aditivos. Estos andrógenos ejercen efectos dependientes de la dosis bastante complejos durante el desarrollo temprano, que pueden ser tanto lineales como no lineales en función del rasgo de que se trate. Esto sugiere que unos niveles altos de andrógenos en la yema no siempre resultan beneficiosos para el individuo, sino que el balance entre costes y beneficios de dichas hormonas depende enormemente de su concentración. Por otro lado, un incremento en los niveles de andrógenos en la yema tuvo un

efecto inmunosupresor dependiente del sexo del pollo, afectando negativamente tanto a componentes del eje innato como adaptativo del sistema inmunitario en machos, pero no en hembras. Además, el efecto de los andrógenos de la yema en el desarrollo previo y posterior a la eclosión fue dependiente del contexto ambiental: mayores niveles de andrógenos aceleraron el desarrollo embrionario y mejoraron la respuesta inmune adaptativa en puestas tempranas, pero redujeron la supervivencia en el nido y dicha respuesta inmune en puestas realizadas al final de la estación, cuan-

do las condiciones ambientales son más duras. Finalmente, los niveles de andrógenos en la yema no sólo afectaron al desarrollo y estado del pollo en el nido, sino que también tuvieron influencia a largo plazo sobre ciertos rasgos de su estrategia vital, de nuevo dependiendo del sexo del individuo. Así, un incremento en los niveles de andrógenos del huevo se tradujo en un mayor desarrollo de las plumas ornamentales de la garganta, pero afectó negativamente la función inmunitaria celular; la tasa de supervivencia y el éxito reproductor en machos de puestas tardías. En hembras, en cambio, un incremento en la concentración de andrógenos en la yema no afectó a la supervivencia adulta, pero disminuyó el número de huevos puestos e incrementó su tamaño, lo que contribuyó a un efecto transgeneracional de los andrógenos maternos, aumentando el tamaño de los descendientes en la F1.

En resumen, nuestros resultados apoyan papel relevante de los efectos maternos mediados por hormonas en la plasticidad fenotípica de los individuos. Las variaciones en los niveles de andrógenos en la yema se traducen en efectos a corto y largo plazo en rasgos de la estrategia vital de los individuos que, en última instancia, tienen un impacto detectable en su eficacia biológica. Por tanto, esta Tesis Doctoral confirma la implicación de los andrógenos de origen materno en el desempeño de la descendencia, apoyando su papel mediador en los procesos adaptativos.



Ecosistemas microbianos endolíticos en nódulos superficiales de halita del desierto hiperárido de Atacama: microclima, microhábitat y biodiversidad.

Sergio Valea Peces

Directores: María Asunción de los Rios Murillo y Jacek Wierzchos

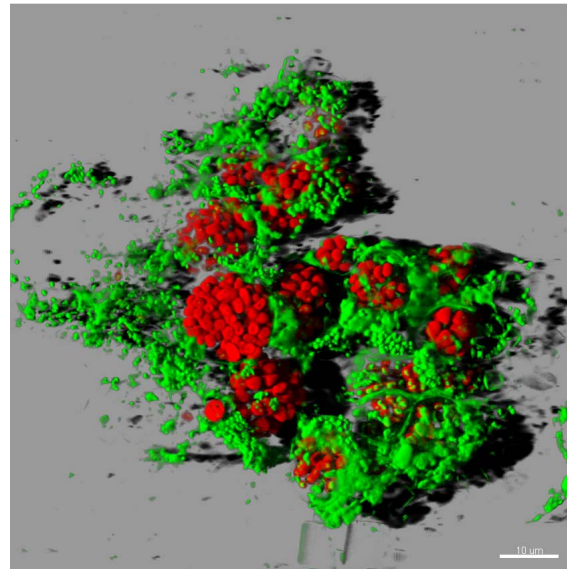
Museo Nacional de Ciencias Naturales y Universidad Complutense de Madrid

Enero 2016

El Desierto de Atacama, situado en el Norte de Chile, está considerado como el desierto más seco y más antiguo de la Tierra. Su denominado Núcleo Hiperárido constituye uno de los ambientes más extremos de nuestro planeta no solo debido a la falta de precipitaciones y las elevadas tasas de evaporación sino también a causa de la intensa radiación solar, sobre todo UV, la amplia oscilación diaria de la temperatura y la humedad relativa del aire, y la presencia en los suelos de elevadas cantidades de sales y oxidantes inorgánicos que configuran un escenario de oligotrofia extrema e imponen severas limitaciones para establecimiento y supervivencia de organismos vivos. A pesar de estos condicionantes aparentemente incompatibles con la vida, y que configuran al Desierto de Atacama como un análogo ambiental de Marte, destaca por su singularidad la presencia de colonización microbiana endolítica en nódulos superficiales de halita situados en diferentes salares fósiles del Núcleo Hiperárido de Atacama. Estas rocas, constituyen un microhábitat endolítico único que permite el

establecimiento de comunidades de microorganismos basadas en la fotosíntesis en lugares que han llegado a ser catalogados como el límite seco para la vida fotosintética en la Tierra.

El objetivo principal de esta tesis doctoral ha consistido en realizar una detallada caracterización de las comunidades microbianas endolíticas presentes en los nódulos superficiales de halita ofreciendo una descripción de su ecología bajo tres aproximaciones metodológicas diferentes



Nódulos de halita del Desierto de Atacama; sección transversal de un nódulo de halita con colonización microbiana endolítica (banda oscura); Reconstrucción 3D mediante microscopía confocal de un agregado celular compuesto por cianobacterias (señal roja) estrechamente asociadas a bacterias y arqueas heterótrofas (señal en verde).”

pero complementarias que han permitido entender el entorno físico en el que se encuentra la microbiota que coloniza los nódulos, analizar el microhábitat y el entramado de relaciones que establecen los microorganismos a la escala a la que llevan a cabo sus actividades y un análisis de la diversidad procariota que compone este ecosistema microbiano.

Los resultados obtenidos en este estudio han mostrado que, a diferencia de otros ecosistemas líticos, los nódulos de halita no sólo actúan a modo de refugio sino que el sustrato, a través de sus propiedades higroscópicas (delicuescencia) y estructurales (microporosidad), desempeña un papel activo en la captación y retención de agua procedente de la humedad del aire. A su vez, la morfología de los nódulos y su capacidad para filtrar la radiación UV permitiendo el paso de radiación fotosintéticamente activa, facilitan la colonización del interior de los nódulos por comunidades de microorganismos basadas en la fotosíntesis. Estas propiedades configuran a los nódulos superficiales de halita como un hábitat potencial para la búsqueda de indicios de vida en Marte.

La colonización microbiana presente en el interior de los nódulos se organiza en forma de agregados celulares que se disponen en los espacios entre los cristales de halita. Estos agregados se encuentran compuestos por un posible nuevo género de cianobacteria, como productor primario, y distintas agrupaciones de bacterias y arqueas heterótrofas todos ellos asociados de



forma estrecha y embebidos en una matriz de sustancias poliméricas extracelulares (EPS) dentro de la cual se producen las interacciones bióticas y abióticas. Los análisis acerca de la diversidad procariota parecen indicar la elevada presión selectiva de este microhábitat, que muestra características de un ambiente extremadamente seco y un ambiente extremadamente hipersalino, haciendo de los nódulos de halita un microecosistema excepcional y altamente especializado.

El estudio comparado de la colonización de nódulos procedentes de cuatro localizaciones diferentes ha permitido detectar diferencias a nivel microclimático en el entorno de los nódulos entre localidades que han podido ser vinculadas a las variaciones en el comportamiento microclimático en el interior de los nódulos, a las diferencias en la estructura porosa y a las variaciones en la estructura de comunidad microbiana.

Wildlife in a human-dominated world: impacts of anthropogenic landscape changes on birds and mammals in Spain

Aurora Torres

Director: Juan Carlos Alonso

Universidad Autónoma de Madrid

Febrero 2016

Desde mediados del s. XX y con mayor intensidad en las últimas décadas, están teniendo lugar procesos de cambio en el paisaje y en el clima a una velocidad sin precedentes. Estos proce-

sos ejercen fuertes presiones sobre la fauna, las comunidades y los ecosistemas y abren nuevas incógnitas sobre su capacidad de respuesta. En las últimas décadas, el conocimiento de cada uno de estos procesos ha experimentado notables avances. Sin embargo, son muchos aún los interrogantes sobre (i) los efectos de las infraestructuras a gran escala, (ii) las relaciones teóricas y empíricas entre distintos procesos de cambio y (iii) la contribución de los cambios ambientales en paisajes agrícolas – más allá de la intensificación agrícola – al declive de la biodiversidad asociada a estos medios. En esta tesis doctoral se abordan estas cuestiones mediante estudios que abordan distintas escalas y emplean aproximaciones orientadas a especies y a patrones, y de los que se derivan medidas concretas en apoyo de la conservación y la planificación.

La tesis comienza con un enfoque orientado a una especie emblemática de medios agrícolas, la

avutarda común, *Otis tarda*. Analizamos los efectos de la construcción de una autopista sobre una población del centro peninsular y detectamos un claro comportamiento elusivo y un acusado descenso poblacional en la zona de impacto. A raíz de este trabajo era imperativo avanzar en el estudio de la importancia de los efectos negativos de estas y otras infraestructuras en las poblaciones animales de los paisajes agrícolas.

En el siguiente trabajo mostramos por primera vez un análisis de la proximidad a las infraestructuras europeas de transporte, revelando su omnipresencia y su potencial para influir negativamente sobre las poblaciones de animales salvajes. Destacando el caso de España, estimamos que el área de influencia de las infraestructuras (*road-effect zone*) cubre algo más del territorio nacional en el caso de aves y prácticamente la totalidad del territorio en el caso de mamíferos. Además, las zonas agrícolas resultaron ser los

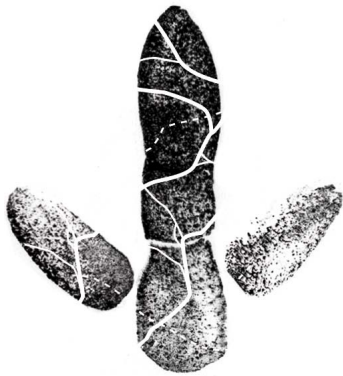


Ilustración de paisajes agrícolas / María Pinilla





Huella de lince ibérico,
Lynx pardinus



Huella de avutarda,
Otis tarda

hábitats más expuestos tanto a vías de comunicación como a edificaciones.

Uno de los efectos más ampliamente reconocidos de las infraestructuras es la fragmentación del paisaje. Se asume normalmente que los patrones de fragmentación del paisaje están muy correlacionados con otros motores de cambio ambiental como la dispersión urbanística. Sin embargo, en el siguiente trabajo concluimos que la relación dispersión-fragmentación no es predominante, varía a través del espacio y con la escala. Por lo tanto, la evaluación del impacto de

usos intensivos del suelo debe informar de ambos aspectos empleando distintos indicadores.

A la luz de estas ideas, desarrollamos un experimento en la España peninsular en el que medimos los cambios en intensificación agrícola, fragmentación del paisaje, dispersión urbanística y clima de 1956 a 2001 en cuarenta paisajes agrícolas. Concluimos que existe un retraso en la respuesta de las comunidades de aves, de tal forma que la riqueza actual de especies se explica mejor por predictores del pasado tanto de paisaje (principalmente dispersión urbanística) como de clima. Por tanto, las decisiones referentes a la conservación en paisajes agrícolas basadas en cómo responden las especies a valores actuales del ambiente y centradas exclusivamente en la intensificación agrícola son probablemente insuficientes para evitar la pérdida de especies en el futuro.

Programas de divulgación científica, experiencias educativas para democratizar la ciencia en museos. Los programas públicos del MNCN-CSIC (1990-2015)

Pilar López García-Gallo

Directora: M^a Rosario Limón Mendizábal
Universidad Complutense de Madrid

Febrero 2016

En la actual sociedad del conocimiento en la que los ciudadanos pueden disponer de un acceso casi ilimitado e inmediato de la información, y procesar y transmitir esta información influye determinadamente en la actividad de las perso-



nas tanto en el desarrollo de su economía como en el ocio y en la vida pública, el compromiso de los museos de historia natural es hacer más accesibles sus fondos de colección y mostrar a la sociedad el trabajo de los científicos. Esta labor se realiza a través de sus exposiciones pero se hace más completa, cercana y evidente para el público cuando se realiza además, a través del diseño y puesta en práctica de diferentes actividades, que cada día se desarrollan en este tipo de centros, de manera específica, en función de los intereses y características de los diferentes tipos de público. En esta investigación se describen y analizan las principales actividades desarrolladas con el objetivo de divulgar la ciencia, durante más de 25 años en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, MNCN-CSIC.

Estas actividades se han ido agrupando y consolidando en un programa educativo de divulgación científica. El objetivo a largo plazo es que estas actividades reviertan en dinamizar la institución,



acercar la ciencia a los ciudadanos en función de las diferentes tipologías del público, fomentar la creación de nuevas vocaciones científicas entre los ciudadanos más jóvenes y fidelizar al visitante adulto. El reto para el futuro es mantener una programación sostenible que capte el interés y la implicación de los visitantes y la incorporación paulatina de nuevos públicos.

Community dynamics of stabilized dune xerophytic shrubs

Sergio Chozas Vinuesa

Directores: Joaquín Hortal y Otilia Correia

Universidade de Lisboa

Febrero 2016

Los matorrales xerofíticos de las dunas consolidadas del suroeste de la península ibérica se encuentran gravemente amenazados y poseen un elevado número de especies endémicas, raras y en peligro. Estas comunidades están sometidas a fuertes estreses ambientales y en ellas se han descritos numerosas interacciones bióticas, convirtiéndolas en un objeto de estudio ideal para analizar las dinámicas sucesionales y espaciales de las comunidades vegetales.

En primer lugar se estudiaron los factores que determinan la composición y distribución de las comunidades arbustivas de las dunas del estuario del Tajo y la península de Setúbal (Portugal) a escalas local, de paisaje y regional. La distribución de estas comunidades está influida por factores tanto locales como regionales. Se encontró un gradiente sucesional entre las comunidades dominadas

por *Stauracanthus genistoides* y las de *Ulex australis*, que responde a variables edáficas locales, y otro entre las comunidades de *Stauracanthus genistoides* y las de *Juniperus navicularis*, que responde a los gradientes de aridez regional y a la perturbación agrícola local. Estos cambios sucesionales conllevan alteraciones en la riqueza de especies y la diversidad de grupos y características funcionales, así como cambios en varias características funcionales clave a lo largo de las sucesiones.

Posteriormente, se estudió la distribución y el nicho realizado de las tres especies del género *Stauracanthus* (*S. boivinii*, *S. genistoides* y *S. spectabilis*) para determinar la importancia de factores ambientales y restricciones biogeográficas sobre la distribución de estas especies clave de las sucesiones estudiadas. Las tres especies responden de manera muy similar a cuatro factores principales: estacionalidad de las precipitaciones, amplitud térmica diaria y anual y temperatura media en invierno. Esto indica que factores biogeográficos y



cambios de preferencia edáfica son los principales responsables de la diversificación de *Stauracanthus* y la distribución actual de sus especies.

Finalmente, analizamos la influencia de la adecuación para las especies clave y otros factores ambientales sobre las sucesiones previamente identificadas a lo largo de todo el suroeste de la península ibérica. Encontramos una coherencia remarcable de la sucesión, aunque las comunidades responden de forma diferente a los gradientes ambientales en cada una de las diferentes regiones donde aparecen. Por eso sugerimos que la importancia relativa de los factores responsables de las alteraciones sucesionales depende, por un lado, tanto de procesos históricos como del nivel de idoneidad de las condiciones locales para las especies clave de estas comunidades. Pero además está condicionada al mismo tiempo por mecanismos intrínsecos de las comunidades, lo que se traduce en un elevado grado de homogeneidad entre los diferentes estados sucesionales en las distintas regiones. Estos resultados nos llevan a proponer la implementación de estrategias de conservación dinámicas, que aseguren el funcionamiento natural de estas comunidades y garanticen sus dinámicas sucesionales.

Protocolos de Conservación y Restauración aplicables a la Colección de Aves y Mamíferos Naturalizados del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC)

Rita Gil Macarrón

Directores: Luís Castelo Sardina, Sonia



Santos Gómez, Carlos Pereira Prado
Universidad Complutense de Madrid.

15 de diciembre 2015

A pesar del gran valor que albergan las colecciones del MNCN-CSIC, tanto desde un punto artístico como científico, han sufrido los numerosos avatares que la institución ha tenido a lo largo de la historia, y consecuencia de ello es que se han ocasionado pérdidas de ejemplares y daños diversos. Además, los ejemplares destinados a exposición poseen una estructura compleja y gran variedad de materiales diferentes en su constitución, lo que origina problemas técnicos para conservar íntegramente su morfología. Otro problema es la falta de espacio del edificio central del MNCN-CSIC.

Esta tesis se planteó como objetivos:

- Investigar las características físicas y las metodologías y materiales aplicados en la configuración de las piezas que conforman la colección de Aves y Mamíferos del MNCN y establecer pautas de conservación y recuperación de las mismas.
- Recopilar información sobre diversas formas y técnicas de preparación y naturalización de las piezas, a fin de conocer la naturaleza de los especímenes y los criterios de elaboración empleados en las diferentes épocas; de este modo, podrán determinarse las posibles patologías que pudieran padecer los ejemplares.



Tres plumas de guacamayo. La del centro es real, las de los lados son imitaciones en resinas plásticas realizadas por Rita Gil Macarrón

- Generar pautas de intervención, aplicando procedimientos de restauración ya existentes por una parte, pero también implementando otros nuevos, ya que algunos tratamientos están aún por estudiarse y deben ser desarrollados, debido a la complejidad de este tipo de bienes culturales.

Como principales resultados de la misma hay que señalar que es fundamental para documentar un espécimen, datarlo y, por lo tanto, entender cómo debe ser intervenido, respetando principalmente su historicidad. El conocimiento de la morfología, comportamientos y “hábitos” de aves y mamíferos es vital a la hora de conservar e intervenir un animal montado, evitando una mala intervención restauradora.

La documentación detallada de las restauraciones debe abarcar también el estado inicial de las piezas, los productos de conservación, las

pinturas utilizadas, los pegamentos, etc. Hasta el momento ha sido insuficiente en la mayoría de las restauraciones realizadas hasta la fecha en el MNCN-CSIC.

Al restaurar un ejemplar, eliminar las restauraciones previas, como se ha hecho, sin la documentación oportuna, significa la pérdida de historicidad del ejemplar y complica enormemente su restauración.

Así mismo, el conocimiento de los materiales constituyentes de las naturalizaciones es uno de los aspectos más importantes. Debe conocerse su naturaleza para entender su comportamiento frente a los agentes de deterioro y, de este modo, acometer de manera adecuada tareas de conservación. En este sentido, hay que tener en cuenta cómo están trabajados diversos materiales orgánicos en otros sectores como por ejemplo los etnográficos, ya que algunos tratamientos empleados en dichas colecciones podrán tomarse como ejemplo en las piezas naturalizadas.

Todas las tareas de restauración deben cumplir en la medida de lo posible los principios básicos contemplados para cualquier operación de este tipo: reversibilidad (retratibilidad), compatibilidad y en lo posible reconocibilidad.

Por otra parte, frente al tipo de intervenciones que frecuentemente se han puesto en práctica en el MNCN-CSIC, incluso en época reciente, plantear intervenciones respetuosas con el original que ya se están llevando a cabo en otros museos del mundo.



Distribución y estructura de las comunidades de escarabeidos coprófagos (Coleoptera, Scarabaeoidea) a lo largo de gradientes de altitud

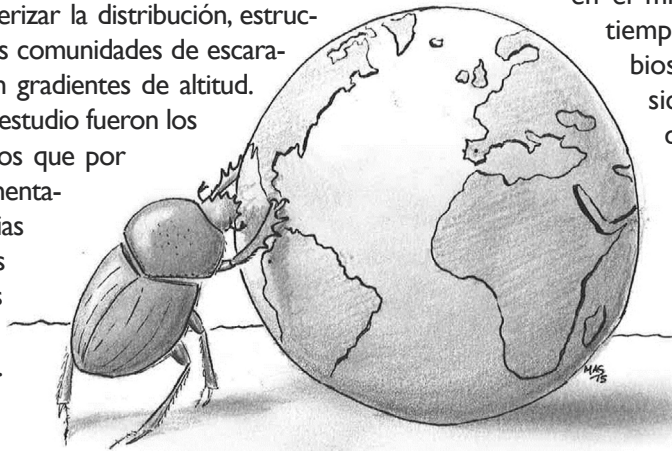
Verónica R. Espinoza Zaruma

Director: Joaquín Hortal y Francisco J. Cabrero Sañudo

Universidad Complutense de Madrid

Enero 2016

Una pregunta clave en Ecología y Biogeografía es determinar cómo se organizan las especies en el espacio y el tiempo. Factores como las condiciones climáticas, el hábitat, la disponibilidad de recurso y/o la interacción con otras especies determinan las distribución y diversidad de las especies así como la estructura y composición de las comunidades. Estudiar los ecosistemas de montaña es como realizar un experimento natural de la respuesta de las comunidades y sus ecosistemas a los cambios de diversidad de especies en cortas distancias espaciales. El objetivo de la tesis fue caracterizar la distribución, estructura y fenología de las comunidades de escarabeidos coprófagos en gradientes de altitud. Para ello el grupo de estudio fueron los escarabajos coprófagos que por sus hábitos de alimentación desempeñan varias funciones ecológicas y son considerados como indicadores de calidad de ambiente. Estudiamos dos gradientes de altitud en



distintas zonas geográficas: a) zona mediterránea-templada en la sierra de Guadarrama (Madrid, España) y b) zona tropical en las estribaciones orientales de la cordillera de los Andes (Napo, Ecuador).

Consideramos las relaciones fenológicas tanto a nivel de especie como de comunidad de los escarabajos coprófagos en función de dos factores: elevación y estacionalidad. En la sierra de Guadarrama se registraron 70 especies de los tres grupos de Scarabaeoidea Paleárticos (39 Scarabaeidae, 5 Geotrupidae y 26 Aphodiidae). A nivel de especie las respuestas fenológicas presentaron variaciones en abundancia de manera discontinua a lo largo del gradiente en función de la estación. Las especies responden ante la altitud y la temperatura en función de si son generalistas o especialistas para uno o ambos factores encontrándose cuatro tipos de respuestas a los dos factores.

A nivel de comunidad mediante redes de co-ocurrencia (cuando las especies aparecen a la vez en el mismo espacio geográfico y tiempo) se estudiaron los cambios fenológicos en la composición y estructura a lo largo del gradiente de Guadarrama. Se obtuvieron seis módulos bien definidos fenológica y espacialmente. El nivel de estructuración espacial de estos módulos varía a lo largo del año presentándose una estratificación

vertical durante primavera, menor en otoño, seguidas de una desestructuración parcial en verano y completa en invierno. La desestructuración vertical está asociada a las condiciones climáticas severas que limitan la actividad a algunas especies generalistas distribuidas en todo el gradiente.

Por último, en Napo Ecuador se colectaron 2215 individuos pertenecientes a 14 géneros y 54 especies de la familia Scarabaeidae. El gradiente presenta varios picos locales de riqueza que generaron distintas estructuras anidadas. Estas estructuras desaparecen cuando se divide el gradiente altitudinal en bandas altitudinales, lo que permite identificar el recambio de especies con la elevación. Con el análisis de modularidad se identificó redes de co-ocurrencia con modularidad significativa tanto a nivel de localidad como a nivel de trampa.

En conclusión, las respuestas fenológicas de los escarabeidos coprófagos son diferentes a nivel de especies y comunidades. Pequeñas variaciones dentro de cada tipo de respuesta fenológica pueden dar lugar a diferentes estrategias de adaptación a los cambios: moverse, adaptarse o extinción local. Además, encontramos que el efecto puro de la temperatura en modelos de abundancia y factores ambientales fue bajo. Esto implica que las variaciones de temperatura tienen un impacto independiente, limitado a nivel de especie, asociado a variaciones de hábitat y estacionales. A pesar de ello, los ensamblajes de especies si se estratifican verticalmente, siguiendo las variaciones de temperatura a lo largo del año.



Variabilidad de la concentración de radón-222 como gas trazador de procesos geodinámicos en ambientes subterráneos

Miriam Álvarez Gallego

Directores: Sergio Sánchez Moral, Ángel Fernández Cortés y Soledad Cuezva

Universidad de Alcalá

Febrero 2016

En la presente Tesis Doctoral se ha realizado un estudio centrado en el radón (^{222}Rn) como gas trazador de diferentes procesos geodinámicos en ambientes subterráneos. Se han muestreado y analizado 8 cavidades subterráneas diferentes (Castañar de Ibor, Altamira, El Sidrón, El Pindal, Rull, Ardales, Ojo Guareña y la cueva Pintada de Gáldar), aunque son mayoría los resultados obtenidos en los estudios realizados en la cueva de Castañar de Ibor (Cáceres). Este enclave subterráneo es idóneo para el seguimiento del gas radón ya que presenta las mayores concentraciones de radón descritas hasta la fecha en España ($> 30 \text{ kBq/m}^3$), así como una marcada estacionalidad. El periodo de estudio se ha centrado entre los años 2011 a 2013, aunque se incluyen series de datos obtenidos hasta 2015.

El radón se caracteriza por ser un isótopo radiactivo per-

teneciente a los gases nobles con reactividad nula. Tales características intrínsecas le otorgan el potencial de gas trazador al no verse influenciado por acciones de naturaleza biológica, siendo de gran utilidad en el análisis de los flujos de intercambio de gases entre los 3 subsistemas (atmósfera exterior-suelo-cavidad subterránea) que constituyen el soporte de los ecosistemas kársticos. A lo largo de la Tesis se han analizado en detalle los factores que favorecen la acumulación de radón en el suelo y en las cavidades, entre los que destacan: 1) la lixiviación de elementos radiactivos desde la roca encajante al interior de la cavidad por acción de las aguas meteóricas, 2)



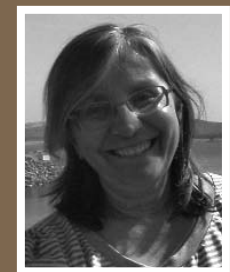
Cueva de Castañar de Ibor, Cáceres./ Miriam Álvarez

la relación de densidades del aire de la atmósfera subterránea y la externa, y 3) las variaciones de humedad y fenómenos de condensación que experimentan el suelo externo y el sistema poroso de la superficie de las rocas del interior de la cueva que provocan el aislamiento de las cavidad subterráneas.

Además, se han analizado los procesos asociados a la desgasificación (difusión versus advección) mediante el uso de series temporales y mapas espacio-temporales de las condiciones termohigrométricas y de las concentraciones de CO_2 en los 3 subsistemas (atmósfera exterior-suelo-cavidad). Asimismo, se incluye un estudio acerca del comportamiento de las cavidades subterráneas como sumideros de metano (CH_4) asociado a un alto grado de ionización del aire subterráneo en todas las cavidades muestreadas y su posible relación con la acumulación de gas radón en dichos ambientes subterráneos. Finalmente, en la cueva de Castañar de Ibor, se ha llevado un exhaustivo control y seguimiento de la concentración de radón y su evolución espacial y temporal con el fin de determinar las dosis efectivas que están recibiendo los trabajadores (guías e investigadores) y visitantes ocasionales (turistas), detectando así posibles desviaciones de los valores de referencia que no se ajusten a las recomendaciones y legislación en la materia. Como resultado se han determinado los tiempos máximos, dosis efectivas recibidas y recorridos óptimos en la cueva en cada momento del año.



Las aves en las pinturas rupestres



Carmen
Martínez
@cmlchao

Las representaciones de ciervos, bisontes, caballos, uros y otros mamíferos que encontramos en las pinturas rupestres nos sobrecogen pero, ¿qué hay de las aves? ¿dónde estaban los pájaros en la prehistoria? Las figuras de aves en el arte cuaternario europeo son algo excepcional. Sin embargo, en el sur de la península ibérica hay una cueva donde las aves adquieren un gran protagonismo, hasta el punto de que podemos reconocer una veintena de especies diferentes.

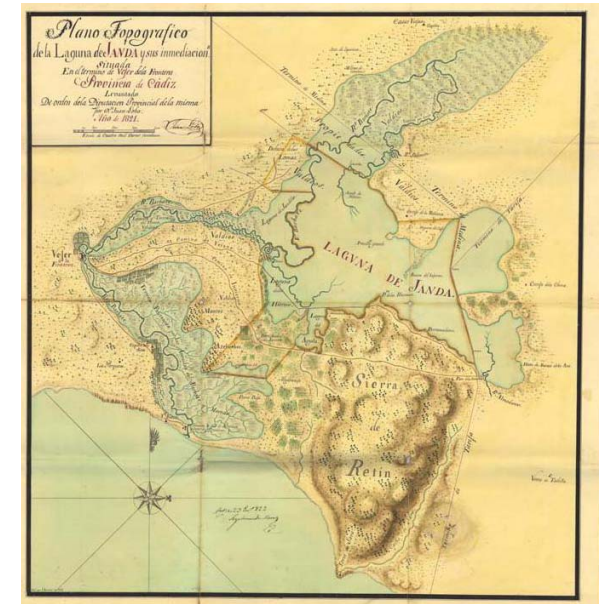
Nuestra fascinación por la naturaleza es innata. Los hombres han contemplado la belleza y la furia de los animales a lo largo de miles de años; han observado cómo se movían, cómo peleaban, cómo se alimentaban, cómo se reproducían... y desde la prehistoria quisieron atrapar su espíritu pintándolos en las cuevas que ocupaban. Los mamíferos, especialmente los grandes herbívoros, eran el motivo preferido de aquellos humanos que habitaban en Europa. Curiosamente, las aves apenas aparecen en las pinturas rupestres.

O eso se pensaba hasta el descubrimiento oficial en 1913 del Tajo de las Figuras, un abrigo rocoso cercano a Benalup, a orillas de la laguna gaditana de La Janda. El arqueólogo Juan Cabré y el geólogo Eduardo Hernández-Pacheco visitaron la cueva inmediatamente para confirmar el hallazgo y en 1914 iniciaron los estudios de campo. Pero no fueron los únicos, ya que ese mismo año viajarían hasta la cueva el abad francés Henry Breuil acompañado por el coronel británico Willoughby Verner, un gran aficionado

a la ornitología; posteriormente se incorporaría el profesor inglés Miles C. Burkitt.

Resulta comprensible el interés que despertó el hallazgo de esta cueva, calificada por Juan Cabré, autor de la lámina que ilustra la portada, como uno de los monumentos de arte primitivo más interesantes que se conocen en España. Y así es por muchos motivos, entre ellos la singularidad de ilustrar de modo magnífico las aves que vivían en el humedal más importante de la península ibérica. Hablamos en pasado porque esta espectacular laguna fue arrasada por los vientos del desarrollismo agrícola de la década de los sesenta del pasado siglo, en los que se acometió su desecación definitiva.

“La laguna de La Janda, a caballo entre el continente europeo y el africano, era una zona clave para la migración de numerosas especies de aves”



Plano Topográfico de la Laguna de La Janda. Autor: Juan de Lobo (1821).

El complejo lacustre de La Janda se ubica en una depresión tectónica próxima a la costa, en el Campo de Gibraltar (Cádiz). Originalmente diversos ríos vertían sus aguas en esta cuenca: en años muy lluviosos estos ríos se desbordaban y se formaba un único humedal de más de 5.000 hectáreas, generalmente poco profundo y con un carácter temporal; en la época seca, este gran humedal se convertía en un rosario de lagunas, la mayor de las cuales era La Janda, con una extensión próxima a las 4.000 hectáreas.

Rodeando la laguna existen diversas sierras -en torno a los 300 m de altitud- en las que las





Avoceta común, *Recurvirostra avosetta* / Ferrán Pestaña.

“Podemos retroceder unos cuantos miles de años y evocar cómo los hombres del final del Neolítico podrían otear la avifauna de la laguna”



Correlimos, *Calidris* sp., un tipo de ave limícola/ [Wikipedia](#)

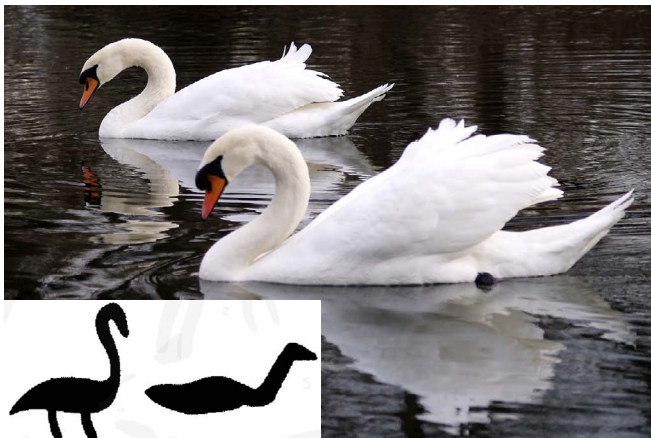
areniscas del Eoceno se han erosionado formando cuevas y abrigos rocosos. Y es en este paisaje donde se localiza el Tajo de las Figuras: el enclave de arte rupestre más importante del sur de la península ibérica. Es una cueva que se interna en la roca hasta una profundidad de ocho metros y cuyo acceso no resulta fácil. En el mismo peñón en el que se ubica esta cueva, pero a mayor altura, hay un abrigo al que denominan cueva del Arco cuyas paredes también están decoradas con figuras de aves.

En la importancia ornitológica de la laguna de La Janda juega un papel fundamental su estratégica posición, a caballo entre el continente europeo y el africano, lo que la convierte en una zona clave para la migración de numerosas especies. Desde el siglo XVIII y hasta bien entrado el siglo XX, han sido muchos los viajeros y naturalistas que han transitado por estas lagunas maravillados por la



Avutarda común, *Otis tarda* / Carlos Palacín





Cisne común, *Cygnus olor* / Ferran Turmo Gort.

exuberancia de su avifauna y algunos han escrito vibrantes relatos con sus impresiones.

Con un poco de imaginación podemos retroceder unos cuantos miles de años y evocar a aquellos hombres del Neolítico asomados al balcón que ofrecía la cueva del Tajo de las Figuras. Desde este privilegiado mirador podrían otear la avifauna de la laguna. En primavera, contemplarían las numerosas aves que nidificaban entre la vegetación palustre o a la orilla del rico humedal. A finales del estío, se recrearían con la arribada de cientos de miles de aves de diferentes especies, que recalarían en este fértil territorio para recuperar fuerzas antes de acometer el salto definitivo a sus cuarteles de invierno en África. Incluso en esa estación tan inclemente, disfrutarían de la vecindad de ánsares, patos, zampullines, somormujos, agachadizas, pollas de agua y otras muchas especies que elegirían este humedal como lugar idóneo para pasar el invierno.

“Las pinturas de aves de la Janda son casos únicos, claros y evidentes de representación de estos animales en la pintura rupestre de la Península y prueban cómo las aves ya fascinaban a nuestros antepasados”



Águila real, *Aquila chrysaetos* / José Garrigues



Flamenco común, *Phoenicopterus roseus* / Skeeze





Cigüeña blanca, *Ciconia ciconia* / **Amaianos** .

Pero La Janda no sólo sería un paraíso para las aves acuáticas. También acogería otras muchas especies que poblarían los llanos que rodeaban las lagunas, como sisones, avutardas, alcaravanes, codornices, chorlitos, etc. Numerosas aves forestales se cobijarían en los alcornoques y acebuchales de las laderas de las sierras, al igual que distintas aves rupícolas como buitres y águilas colonizarían los grandes roquedos esculpidos por la erosión.

Esta rica biodiversidad explicaría que más de un tercio de los 507 dibujos que aparecen en la Cueva del Tajo de las Figuras sean aves, de acuerdo con los calcos del abad francés Henry Breuil y las identificaciones del ornitólogo británico Willoughby Verner. En estos 178 dibujos podemos encontrar aves en diferentes posturas y actitudes, lo que ilustra hasta qué punto los autores de las pinturas estaban familiarizados con ellas. Las po-

“La cueva del Tajo de las Figuras ofrece una magnífica representación pictórica de las aves que vivían en el humedal más importante de la península ibérica”

demos observar quietas, caminando y, en ocasiones, nadando o en pleno vuelo.

Entre las aves identificadas figuran ocho grullas, de las que llaman la atención dos parejas que parecen estar copulando. Aunque actualmente la grulla no cría en España, a finales del siglo XVIII los cazadores y naturalistas británicos Abel Chapman y Walter J. Buck describían cómo esta especie aún anidaba entre los carrizos. Las avutardas también debían ser abundantes en aquella época en el entorno lagunar, ya que se han contabilizado 28 individuos, entre los que se pueden distinguir claramente a varias hembras seguidas de sus pollitos y a dos machos pavoneándose.

Otras aves que aparecen en las pinturas son: 8 flamencos; 1 espátula; 2 cigüeñas; 25 ánseres; 25 patos; 7 cisnes, alguno de ellos nadando; 1 polla de agua; 9 aves limícolas sin identificar; 4 ibis o zarapi-



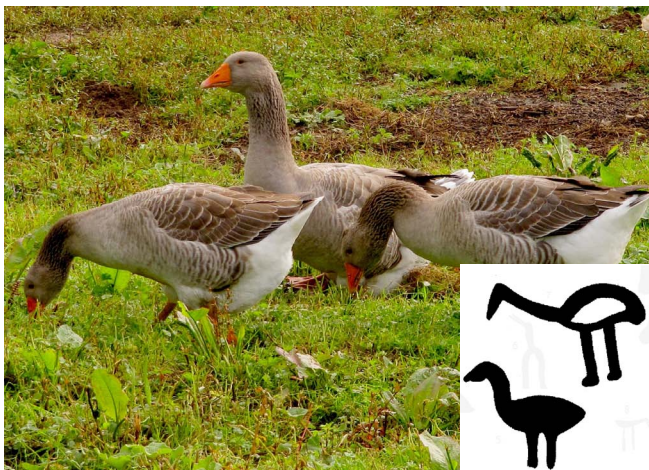
Grulla común, *Grus grus* / **Francisco Montero**

tos; 1 agachadiza; 1 avoceta; 3 grandes rapaces que podrían ser águilas; 1 buitres; 3 cornejas; 2 perdices y 1 faisán. Además de las aves, en el techo aparecen unas figuras de color amarillo que Juan Cabré y Eduardo Hernández-Pacheco interpretan como nidos con huevos.

Los animales, desde muy antiguo, han constituido referencias simbólicas para el ser humano. El hombre prehistórico era capaz de aprehender la imagen del animal, estuviera vivo o muerto, moviéndose o quieto, y plasmarla después en las paredes oscuras y ásperas de la cueva. Llama la atención el dilatado inventario iconográfico de mamíferos en el arte cuaternario europeo, que contrasta con la escasísima representación de las aves.

Es muy probable que la relación entre los mamíferos y el hombre haya sido mucho más estrecha y de ahí se haya derivado un conocimien-



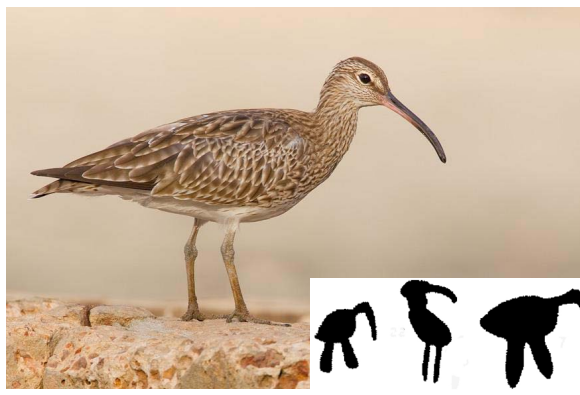


Ánsar común, *Anser anser* / Pixabairis

to más íntimo de este grupo. Los mamíferos han sido un recurso alimenticio, pero también un peligro directo para el hombre, a diferencia de las aves que nunca han representado una amenaza ni han competido con él por las mismas presas.

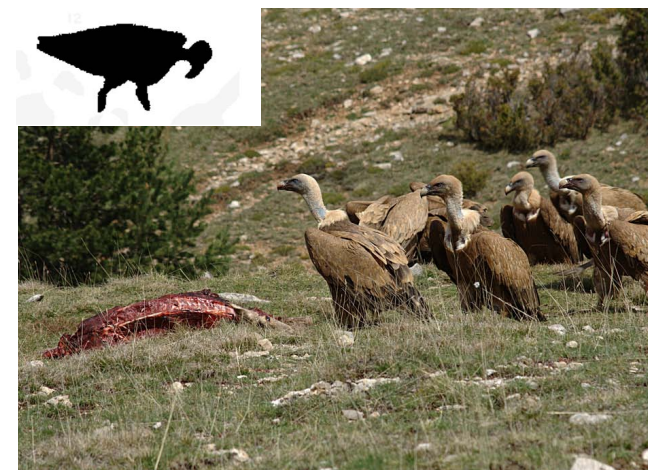


Izquierda Morito, *Plegadis falcinellus* de Ferrán Pestaña. Derecha Zarapito trinador, *Numenius phaeopus* / Paul Cools.



“Los autores de las pinturas de la cueva del Tajo de las Figuras estaban familiarizados con las aves que dibujaban ya que las representaban en diferentes posturas y actitudes”

Aunque su significado está sujeto a diferentes interpretaciones, las pinturas de estos abrigos muestran unos rasgos específicos y su estilo es diferente al resto de obras de la prehistoria reciente de la península ibérica. Las pinturas de aves de la Janda son casos únicos, claros y evidentes de representación de estos animales en la pintura rupestre de la Península y se localizan únicamente en cinco cavidades:



Buitres leonados, *Gyps fulvus* / Marlo Modesto Mata

Tajo de las Figuras, Arco, Las Palomas I, Mediano y Navafría. Se piensa que estos refugios pudieron ser santuarios decorados con imágenes de un alto valor simbólico, que se inspirarían en los ciclos de la naturaleza que acontecían en la laguna, en los bosques, en las estepas y en las sierras que rodeaban la Janda.

Gran parte de este patrimonio lo custodia el MNCN en su Archivo, en forma de calcos y láminas que reproducen fielmente las pinturas rupestres. Este tesoro artístico, que estará expuesto hasta finales de mayo en el MNCN, lo conocemos gracias al excelente trabajo realizado por la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas (CIPP) creada en 1912, que marcó un hito en la historia de la ciencia en nuestro país. Lamentablemente, el inicio de la guerra civil española en 1936 marcó el ocaso de las tareas de esta comisión ■



**¿Un Director
del Museo de
Ciencias Naturales
personaje
de literario
fama
internacional?**



Soraya Peña
de Camus



Retrato de José Clavijo y Fajardo (1726-1806).
Copia realizada por Antonio Pereira Pacheco y Ruiz

José Clavijo y Fajardo vivió en una España en la que se promovían las ciencias y la cultura. Fue periodista, naturalista, defensor y divulgador de la ciencia y durante mucho tiempo fue vicedirector del Real Gabinete de Historia Natural, que es como en su época se llamaba el MNCN. Pero no fueron estos méritos los que le convirtieron en un personaje famoso, protagonista de numerosas obras de teatro de proyección internacional. ¿Cuál fue la historia que inspiró a Goethe y a Beaumarchais entre otros?

Ocurrió en el siglo XVIII. Y nuestro personaje era José Clavijo y Fajardo, un ilustrado canario, nacido en 1726 en Lanzarote en el seno de una familia acomodada. Había abandonado las islas a los 19 años y su primer puesto lo ocupó en la Secretaría del Ministerio de Marina, en Ceuta y después en Rota. A partir de 1749 fijó su residencia en Madrid donde estableció buenas relaciones en la Corte y trabó amistad con el marqués de Grimaldi, ministro que se convertiría en su protector. En 1763 fue nombrado oficial del Archivo de la Secretaría de Estado y desde un año antes publicaba el semanario *El Pensador* en el que criticaba las costumbres atávicas y conservadoras de la sociedad de su época.

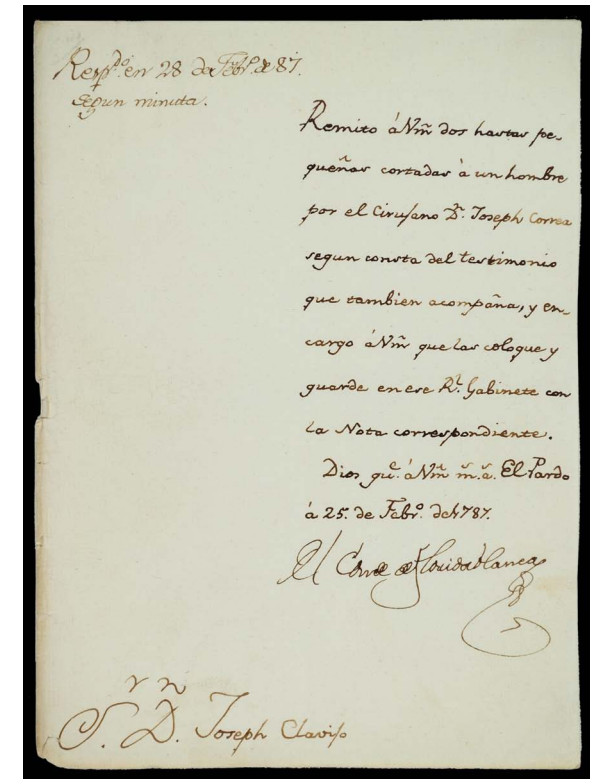
Sus relaciones con el Real Gabinete de Historia Natural, que es como se llamaba en aquella época el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN), comenzaron en 1777 como "Formador de Índices y Secretario para la correspondencia". Carlos III había fundado el Gabinete poco antes, en 1771, al adquirir la colección que el español

nacido en Guayaquil Pedro Franco Dávila había formado a lo largo de más de 25 años en París. La institución estableció su sede en la calle Alcalá 13, en el mismo edificio que ocupaba, y ocupa, la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, y Dávila fue su primer director. A su muerte le sucedió Eugenio Izquierdo, que además era político y escritor. Demasiada actividad para ocuparse directamente de la dirección del Gabinete por lo que todo el peso del trabajo recayó en José Clavijo que había sido nombrado vicedirector del mismo.

Pero no fueron sus méritos como escritor, periodista, naturalista, defensor y divulgador de la ciencia ilustrada los que le dieron fama internacional sino sus amores con Lisette, una joven francesa afincada en Madrid, hermana del dramaturgo Pedro Agustín Carón de Beaumarchais. Lisette, en realidad María Luisa Carón, había llegado a la capital acompañando a su también hermana Josefa, casada con el arquitecto Guilbert, cuyos servicios habían sido requeridos en la Corte española, ya

que Carlos III había acometido una importante remodelación y modernización de la capital.

Beaumarchais, escritor e hijo de relojero, tuvo grandes influencias en la Corte francesa ya que fue preceptor musical de las hijas de Luis XV, Consejero Secretario del Rey y también desem-



Oficio del conde de Floridablanca a don Joseph Clavijo remitiéndole dos astas pequeñas... para que se coloquen en el Real Gabinete. 1787 Archivo Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC). Signatura: ACN0089





Retrato de Pedro Agustín Carón de Beaumarchais, hermano de Lisette, por Jean-Marc Nattier. Bibliothèque-musée de la Comédie-Française.

peñó diversas misiones internacionales por encargo de su nieto, Luis XVI. Destacó como hábil hombre de negocios y, de personalidad manipuladora, mantuvo numerosos pleitos judiciales y disputas legales de los que se defendió y rebatió en sus *Memorias judiciales* (1773-1774). Tomó el nombre de Beaumarchais de una de las propiedades de su primera esposa de la que enviudó al poco de casarse. Como dramaturgo, entre sus obras más conocidas figuran *El barbero de Sevilla*

(1775) y *Las bodas de Fígaro* (1784) en las que se basaron Rossini y Mozart respectivamente, para componer sus óperas y estuvieron inspiradas en el viaje de Beaumarchais a España que se explica más adelante.

“Fue protagonista de obras de teatro de Goethe, dramaturgos franceses como Beaumarchais, Marsollier, de Cubieres y Halévy así como del relato novelado del español Ricardo Baroja, hermano de Pío”

Volviendo a los amores de Clavijo con Lisette, esta había instalado junto a su hermana una tienda de modas en la Carrera de San Jerónimo a la que acudía Clavijo, que vivía en el Palacio de los Consejos en la calle Mayor, con el objeto o la excusa de perfeccionar su francés. De esta forma iniciaron una relación sentimental en virtud de la cual acordaron casarse cuando el obtuviera mejor posición. Pero como tras ser nombrado oficial del Archivo de la Secretaría de Estado tampoco se animó a pasar por el altar, las hermanas avisaron a Beaumarchais para que viniera a España a encargarse con el indeciso novio. Así, al parecer bajo amenazas, hizo firmar a Clavijo un documento en el que se comprometía a contraer matrimonio con María Luisa. Pero tampoco esto fue suficiente para animar al futuro Director del Real Gabinete a pasar por la vicaría.



Escena final de la obra *Eugénie* de Beaumarchais

Su comportamiento desató la furia del que podría haber sido su cuñado, que movió todas sus influencias en las Cortes francesa y española para que Clavijo fuera apartado de sus cargos. Y así fue durante tres años, desde 1764 a 1767. Una vez rehabilitado se le permitió volver a publicar *El Pensador*, fue nombrado Director de los teatros de los Reales Sitios en 1770 y en 1773 se convirtió en el Director del Periódico *El Mercurio Histórico y Político de Madrid*.

Claro que el caso de sus amoríos podía haber quedado en un mero chismorreo de la capital





Escena final de la obra de Goethe, *Clavigo*. Grabado realizado por **Daniel Niklaus Chodowiecki**

si no hubiera sido porque Beaumarchais dio su versión de los hechos tanto en sus *Memorias*, dentro del capítulo *Fragmento de mi viaje por España*, como en la obra de teatro *Eugénie* (1767). En ella sitúa la trama en Gran Bretaña y su hermana está representada por la protago-

“No fueron sus méritos como escritor, periodista, naturalista, defensor y divulgador de la ciencia ilustrada los que le dieron fama internacional a José Clavijo sino sus amores con Lisette”



Goethe en la campiña romana (1787), óleo sobre lienzo de Johann Heinrich Wilhelm Tischbein. Con su obra *Clavigo* de 1774 convirtió a Clavijo en personaje literario.

quando estaba en compañía de una amiga que le sugirió que escribiese algo sobre el asunto. Goethe por complacerla, o quizás deslumbrarla, terminó su obra teatral en ocho días. En ella sus protagonistas mantienen prácticamente los nombres que tenían en realidad, Clavijo es Clavigo, María Luisa es María y a Beaumarchais se le identifica por su mismo nombre. La indecisión del protagonista dará lugar al fatal desenlace: Lisette muere de pena y su prometido atravesado por la espada de su hermano.

nista, Eugénie, una joven inocente y enamorada, y Clavijo por el conde de Clarendon, personaje falto de escrúpulos, cobarde e indeciso que simula una boda en secreto con Eugénie, que espera un hijo de él, mientras simultáneamente planea un enlace de conveniencia con otra mujer. La obra termina felizmente, con Eugénie al borde de la muerte, pero con el arrepentimiento de Clarendon que le pide nuevamente que se case con él.

No obstante fue Goethe el que le dio definitivamente fama mundial a través de su drama en cinco actos, *Clavigo* (1774). A la tertulia literaria del escritor alemán habían llegado noticias del caso a través de las *Memorias* de Beaumarchais





Fragmento de *Le Tarsier*. Ilustración de Jacques de Sève para la *Histoire naturelle, générale et particulière* de Georges Leclerc, Conde de Buffon, traducida al español por José Clavijo (1785-1805) Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC). Madrid. AMNCN. Signatura: ACN100A/002/00225

Otros dramaturgos franceses que también dieron cuenta de esta historia amorosa fueron Benito José Marsollier que escribió *Norac et Jovalci*; Michel Cubieres Palmezaeu, autor *Clavijo ou la jeunesse de Beaumarchais* y León Halévy de *Beaumarchais á Madrid*.

En España el eco de este caso llegó hasta el siglo XX de la mano de Ricardo Baroja, hermano de Pío, que reunió la versión de Beaumarchais, la de Goethe y la suya propia en su obra *Clavijo*.

Tres versiones de una vida (1942). En esta última novela se sitúa más del lado de Clavijo que los anteriores autores.

“Más allá de su desventura amorosa Clavijo vivió durante la Ilustración española, cuando se promovió el desarrollo de la ciencia, las relaciones internacionales y la educación que finalizó con la expulsión de los jesuitas en la que también participó Clavijo”

Más allá de su desventura amorosa Clavijo vivió en un fructífero y renovado periodo iniciado con el cambio de dinastía en España a principios del siglo XVIII, cuyo fin algunos autores hacen coincidir con la muerte de Carlos III en 1788 y otros con el fin de siglo. Durante esta época, la Ilustración española, se promovió el desarrollo de la ciencia, las relaciones internacionales y la educación, tratando de disminuir los privilegios que en este campo y en otros tenía la Iglesia, y que finalizó con la expulsión de los jesuitas en la que también participó Clavijo.

En este marco nuestro personaje tuvo un importante papel, pues cabe destacar que fue el interlocutor de Humboldt cuando este vino a España para preparar y conseguir los permisos necesarios para su viaje a las colonias españolas de América. Tradujo al español la obra *Histoire naturelle, générale et particulière* de Georges Leclerc, Conde de

Buffon, consciente del retraso que existía en España respecto a los conocimientos en Ciencias Naturales y logró esquivar la censura de la obra por la Iglesia y la felicitación del propio Buffon.

Como Vicedirector del Real Gabinete, Clavijo se ocupó de las tareas administrativas y del personal, de la incorporación de nuevas colecciones, sobre todo procedentes de América y Filipinas pero también del territorio nacional, y del intercambio de ejemplares con otros gabinetes europeos actuando de hecho como el auténtico Director. Según señala el padre Agustín Barreiro en las *Memorias del Museo Nacional de Ciencias Naturales* (1944), en algunos documentos del Archivo del Museo, Clavijo figura como Director, situación que él mismo se encarga de aclarar en un informe de 1796 diciendo que su cargo era el de vicedirector “aunque con título y sueldo de Director concedido por el Rey en atención a sus servicios”. Siempre mantuvo la idea de hacer del Gabinete un verdadero centro de ciencia y no un mero depósito de ejemplares. Bajo su dirección se recibieron las colecciones de peces y otros animales marinos que envió Antonio Parra desde Cuba, las colecciones mineralógicas de los hermanos Heuland desde Chile y Perú y la colección de aves de Paraguay y diversos manuscritos de Félix de Azara, entre otros envíos. Impulsó la creación del Real Estudio de Mineralogía y fue nombrado miembro de las Academias de Berlín y Copenhague.

José Clavijo nunca se casó como tampoco Lisette que, tras otro fallido compromiso matrimonial en Francia, ingresó en un convento en el que permaneció hasta el final de sus días ■



Fauna Secreta



Cristina Cánovas
@cristinacanova3



Por lo general, cuando entras en el Real Gabinete de Historia Natural te sorprende la profusión de ejemplares naturalizados (muchos de ellos raros y exóticos) y objetos singulares que se muestran al público. Pero si entras ahora hay un par de vitrinas que llamarán tu atención sobremanera. En ellas encontrarás un conjunto de animales, fotografías y diarios que reflejan los extraordinarios hallazgos del supuesto naturalista alemán, el profesor Peter Ameisenhaufen, y su ayudante, Hans von Kubert.

Elefantes voladores, monos con cuernos, roedores con cola de serpiente... ¿Qué es en realidad todo esto que se escapa de los límites de lo real pero que sin embargo estoy viendo en un Museo de Ciencias? ¿Por qué dudo ante la existencia de estas rarezas, no muy alejadas sin embargo de lo que es un ornitorrinco, con su pico de pato, cola de castor y patas de nutria?

Lo cierto es que al visualizar este contenido aparentemente irreal en una institución científica y cultural, enseguida surge un sentimiento encontrado entre la autoridad del discurso científico, la veracidad fotográfica y la oposición de la lógica. Y si bien la premisa de la que partimos al examinar una fotografía es la de la transcripción de lo real, nuestra mirada no es muy diferente cuando estamos viendo los ejemplares naturalizados que nos muestra un museo. Partimos de la autenticidad de lo que nos están mostrando.

La realidad es que estas increíbles amalgamas anatómicas forman parte de *Fauna Secreta*, una instalación realizada por el fotógrafo Joan Fontcuberta en el MNCN que completa, junto con otra realizada en el Museo Nacional de Antropología, la exposición *Imago, ergo sum*, en la Sala Canal, que recoge una amplia selección de algunos de sus proyectos más significativos. Considerado como uno de los fotógrafos actuales más relevantes del panorama internacional, este artista

Arriba el supuesto profesor Peter Ameisenhaufen; en el centro, *Ornithorhynchus anatinus* de la colección de mamíferos del MNCN; abajo *Pirofagus catalanae*



“Al visualizar este contenido aparentemente irreal en una institución científica y cultural, enseguida surge un sentimiento encontrado entre la autoridad del discurso científico, la veracidad fotográfica y la oposición de la lógica”

cuenta con numerosos premios y reconocimientos, entre los que destaca el Premio Nacional de Fotografía y el Premio Nacional de Ensayo. En 2013 consiguió el Premio Hasselblad como reconocimiento al conjunto de su actividad fotográfica.

La intención del trabajo de Fontcuberta es la de desordenar los conceptos convencionales de la realidad, desafiar los límites de lo establecido y construir una mirada crítica que se aleje de la ingenuidad preconcebida con la que muchas veces observamos nuestro entorno. Incluso si nos encontramos en un Museo. El espíritu de la duda es fundamental para que la realidad de nuestro mundo sea eso, nuestra; y no la impostada por otros. Como dice el propio Fontcuberta, “La fotografía miente, siempre lo hace...”. La cámara no sólo congela en el tiempo la realidad de un instante. Es un tipo de lenguaje y, como tal, puede falsear la verdad haciéndola, sin embargo, totalmente creíble...o no. Paseando el otro día por





Vista general de una de las vitrinas de la exposición *Fauna secreta*

la sala me pareció muy entrañable ver a un niño emocionado observando una de las vitrinas y diciendo: "Mira papá, fotos de elefantes voladores, Dumbo sí existió" y aunque le destapas el truco no puedes evitar preguntarte si no merecería la pena dejarle disfrutar un poco más de esa ingenua realidad que, pese a todo, es la suya.

"El espíritu de la duda es fundamental para que la realidad de nuestro mundo sea eso, nuestra; y no la impostada por otros"

En definitiva, la exposición no deja indiferente. Ironía, brillantez, surrealismo, originalidad, reflexión, provocación... son muchos los sustantivos que definen esta muestra que podemos ver en el MNCN hasta finales de marzo. De una u otra manera, la interacción del interlocutor con la obra está asegurada ■

Para recibir un correo electrónico cuando salga el próximo número o darnos tu opinión escríbenos a naturalmente@mncn.csic.es

Descubre el blog

'Viajes de Investigación'

En este blog podrás seguir a los investigadores del MNCN durante sus viajes por todo el mundo.



Viajes de Investigación

Expediciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales, del CSIC



museonacionaldecienciasnaturales

Home Antártida Patagonia Contacta About Norteamérica



Viaje a Colombia: El Caribe, riqueza natural y pobreza social



Expedición a Papúa Nueva Guinea: "viento en popa"



Descifrando la información contenida en los peces de Marruecos (Parte II)



Viaje a la Patagonia Argentina: Península Valdés y Pingüino de Magallanes (I)

<http://viajesdeinvestigacion.wordpress.com/>

Nuevos ejemplares

Luciobarbus maghrebensis

En una reciente revisión taxonómica, los investigadores del departamento de Biodiversidad del MNCN I. Doadrio y S. Perea, han descrito una nueva especie de pez ciprínido procedente de las aguas del río Ifrane, al sur de la localidad de Fez (Marruecos). El estudio ha sido realizado junto a Y. Yahyaoui, de la Universidad de Rabat, a partir de caracteres morfológicos y genéticos.

La nueva especie ha sido designada como *Luciobarbus maghrebensis*. El holotipo corresponde a un ejemplar hembra y se ha ingresado en la colección de Ictiología con el número MNCN 279.718, junto con una serie paratípica compuesta por 55 ejemplares. [Ver artículo científico]



Holotipo de *Luciobarbus maghrebensis* del río Ifrane, Cuenca del Sebou, en Oquad Ifrane, Marruecos. MNCN 279.718.

Sogda ibericus

Dos españoles, J. M. Blanco, de San Fernando, Cádiz y J. A. Sáez, de Fuentes de León, Badajoz, han descrito una nueva especie de coleóptero

de la familia Leiodiidae para la península Ibérica. Se trata de *Sogda ibericus* n. sp. Se trata de un macho adulto capturado en Saladar de Cordovilla (Albacete) y ha sido distinguido del resto de las especies conocidas de este género a partir de sus caracteres morfológicos. En la colección de entomología del MNCN han sido depositados tanto el holotipo, con el número de catálogo MNCN_Ent / N° Cat. 124396, así como dos paratipos. [Ver artículo científico]

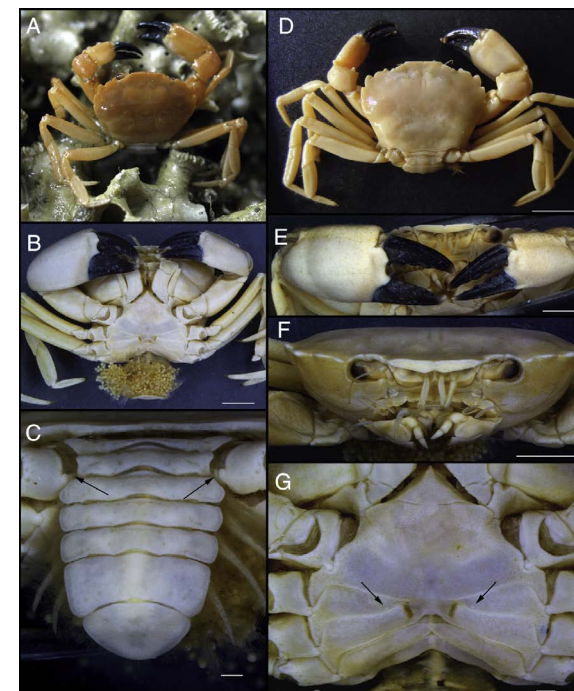


Sogda ibericus n. sp. A: Habitus en visión dorsal del holotipo. B: Vista dorsal del pronoto, cabeza, antenas y mandíbulas.

Neopilumnoplax corallicola

En los mares del sur de Mauritania, cerca de la frontera con Senegal y a casi 500 metros de profundidad, los investigadores de Matos Pita y Ramil, de la Facultad de Ciencias del Mar y del Instituto

Español de Oceanografía de Vigo respectivamente, han recuperado un cangrejo perteneciente a una especie nueva, *Neopilumnoplax corallicola*, cuyo holotipo ha sido ingresado en la colección de artrópodos del Museo con el número MNCN 20.04/10039. Se trata de una hembra ovígera perteneciente a la familia Mathildellidae, lo que constituye también el primer espécimen de esta familia en las colecciones del MNCN. Viene acompañado por un paratipo, también una hembra, catalogada como MNCN 20.04/9823. [Ver artículos científico]



Neopilumnoplax corallicola n. sp. Holotipo, hembra ovígera MNCN 20.04/10039. A: vista general con el color en vida. B: vista ventral. C: abdomen. D: vista dorsal. E: quelípedos. F: vista frontal. G: esternón.



El museo investiga. Open fab lab, una ventana abierta a la investigación en el MNCN



Azucena López
@planetcblog



Pilar López García-Gallo
@pilarmuseo



El aula de cristal, sede de El Museo Investiga. Open Fab Lab



¿Sabías que en el MNCN trabajan más de 70 investigadores y que además de las salas de exposiciones, existen puertas que al abrirlas te introducen en el mundo del conocimiento científico y la investigación? La trastienda, lo que no se ve del Museo Nacional de Ciencias Naturales, es un espacio de trabajo que gran parte del público desconoce. ¡Pero es real! Y en sus despachos y laboratorios se investiga (y mucho) sobre diversas disciplinas científicas. *El Museo Investiga. Open Fab Lab* nace para dar a conocer cómo es ese trabajo, presentar al equipo humano que hay detrás de él, hacer que el público se convierta en “científico por un día” y mostrar sus los hallazgos y logros.



El Museo Investiga. Open Fab Lab es un nuevo espacio de divulgación y aprendizaje que, a través de exposiciones, talleres y charlas, permite que los visitantes conozcan de primera mano el inicio, desarrollo y resultados de algunos trabajos de investigación del MNCN y que interactúen con los protagonistas de los mismos. Esta novedosa iniciativa está dirigida a alumnos de secundaria y bachillerato, así como a familias con niños a partir de 8 años y al público general interesado por la ciencia.

Los talleres se programan con el objetivo de mostrar y acercar al público las investigaciones que se llevan a cabo en el MNCN y que éste no sea visto solo como un espacio expositivo. *El Museo Investiga. Open Fab Lab* pretende que los participantes se conviertan en ‘científicos’ y que realicen las distintas fases por las que pasa un proyecto de investigación real. Los talleres, apoyados por una completa exposición bilingüe (español-inglés) y por charlas-coloquio con los investigadores implicados, suponen una inmersión científica única muy enriquecedora que complementa las materias sobre ciencia que se imparten en el colegio y el instituto.

Aprende sobre tijeretas

Tijeretas, animales sorpendentes es el proyecto inaugural de *El Museo Investiga. Open Fab Lab*. Estos fascinantes insectos protagonizan un estudio realizado en el MNCN liderado por

el investigador Mario García París. El objetivo fundamental en este caso es el estudio de los patrones y procesos que surgen y modelan la diversidad de las tijeretas, en especial de los procesos de especiación y sus consecuencias. A lo largo de la exposición se proporciona una

“El proyecto supone una inmersión científica única muy enriquecedora que complementa las materias sobre ciencia que se imparten en el colegio y el instituto”



Alumnas de un instituto participando en el taller inaugural sobre tijeretas



Fases del taller

Documentación

Búsqueda de información sobre lo que se sabe de estos insectos: vida, distribución, reproducción, etc. Para ello los participantes investigarán buscando la información en una presentación digital sobre las tijeretas.

Estudio de colecciones

Esta fase se centra en el estudio de las colecciones del MNCN sobre esta especie. Se ha preparado una pequeña colección entomológica de referencia y fichas de ayuda para poder clasificar a estos insectos e identificarlos en las colecciones.

Muestreo de campo

Se muestran los materiales y mecanismos para recolectar tijeretas: botes de conservación, mangas de recolección y trampas para tijeretas. También se rellena una etiqueta como las que se usan en las colecciones reales. A los participantes se les enseña la legislación existente para coleccionar ejemplares en la naturaleza.

Investigación

Con el empleo de lupas binoculares y con tijeretas reales, se investiga la morfología de la especie, las partes y estructuras especiales que poseen las tijeretas. También hay un modelo a tamaño gigante de una tijereta para que los asistentes puedan ver sus partes en detalle.

Impresión 3D y Diario de exploradores

Se enseña la técnica de la impresión 3D y cómo sacar modelos de este insecto. A lo largo de la actividad no faltará el Diario de exploradores, un cuaderno virtual con el que poder tomar nota de todas las investigaciones que se realicen y enviarse las anotaciones a casa.

visión general sobre la biología, la distribución geográfica y la enorme diversidad del grupo. Una oportunidad única de conocer a fondo estos insectos que, la mayoría de las veces, pasan desapercibidos para el ojo humano.

“El comportamiento de estos insectos es extraordinario en muchos aspectos, algunas especies usan las pinzas para capturar a sus presas, los machos de otras realizan ‘bailes’ de cortejo mostrando las pinzas a la hembra que se en-

carga de cuidar los huevos y las ninfas recién nacidas”, comenta Mario García París.

Las futuras ediciones abordarán otros proyectos de investigación del museo.

El Aula de Cristal es el lugar físico que permite conocer el interior del MNCN y descubrir lo que aquí se investiga. Una ventana al interior del museo,

“ El objetivo de Tijeretas, animales sorprendentes es el estudio de los patrones y procesos que modelan su diversidad, en especial de los procesos de especiación y sus consecuencias.”

un espacio renovado (antigua Mediateca) que ha contado con la colaboración de la Fundación La Caixa y en el que se recrean los diferentes pasos que implica del desarrollo de una investigación. Ubicada en el edificio de geología, esta sala cuenta con paneles explicativos, ordenadores, lupas binoculares e impresoras 3D.

El Open Fab Lab del MNCN

Tal y como su nombre indica, *El Museo Investiga*.

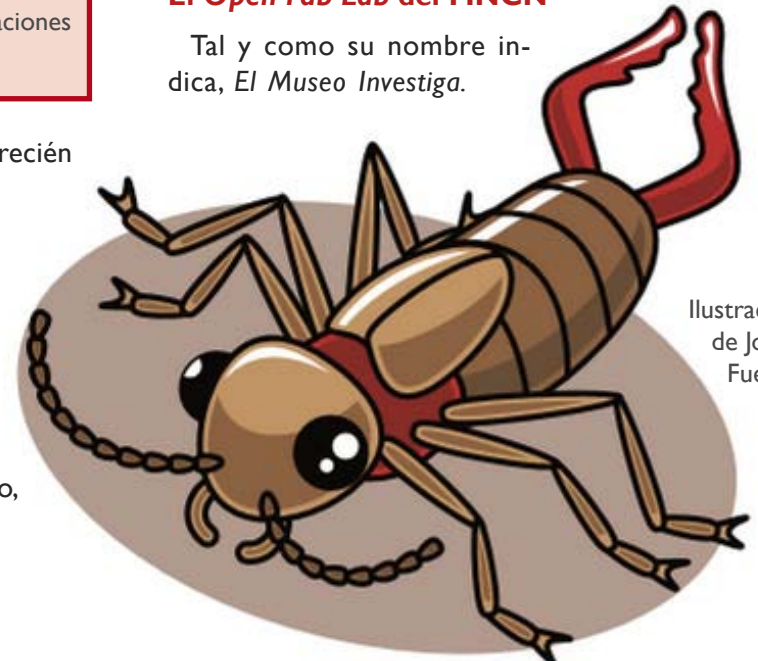
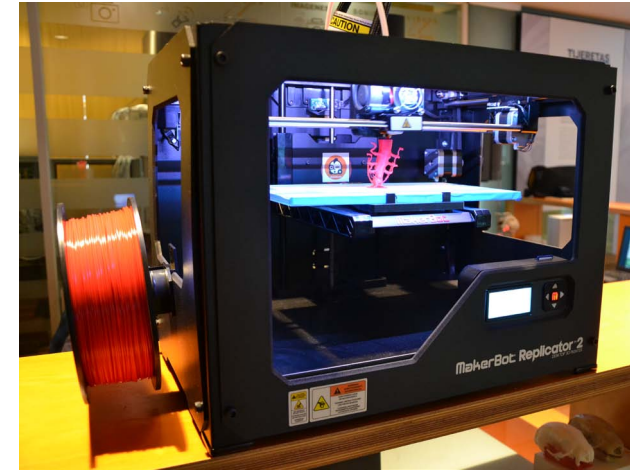


Ilustración de Jorge Fuente





De izquierda a derecha: Taller Tijeretas, animales sorprendentes; ejemplar macho de *Anechura bipunctata*; y una impresora 3D imprimiendo un modelo de tijereta

Open Fab Lab se compone de dos partes. Por un lado, la exposición, el taller y la charla-coloquio en torno a la temática investigada y, por otro, esto se complementa con el *Open Fab Lab*, un novedoso concepto que acaba de implantarse en el MNCN gracias a la innovación tecnológica de cuatro impresoras 3D. Su instalación ofrecerá múltiples posibilidades e importantes aportaciones en el campo de la investigación científica. La combinación de las partes anteriormente mencionadas permitirá además la exploración en materia educativa de la metodología STEAM, aquella que busca desarrollar estrategias pedagógicas uniendo la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas.

El término *Open Fab Lab*, acrónimo del inglés *Fabrication Laboratory*, hace referencia a los la-

“El proyecto se compone de dos partes. Por un lado, la exposición, el taller y la charla-coloquio en torno a la temática investigada y, por otro, el Open Fab Lab que se basa en la tecnología de las impresoras 3D”

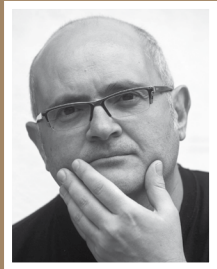
boratorios que experimentan con procesos y herramientas de fabricación digital. Markus Bastir, investigador del MNCN y director del Laboratorio de Morfología Virtual, es una de las personas implicadas en la puesta en marcha, desarrollo y funcionamiento de este *Open Fab Lab*

que poco a poco irá explotando el potencial de este tipo de impresión tanto en la ciencia como en la vida en general.

El *Open Fab Lab* del MNCN está también concebido para ser un servicio al público y que los visitantes que acudan al museo traigan objetos que encuentren en sus expediciones en la naturaleza o excursiones por el campo y que éstos se puedan escanear e imprimir pagando una tarifa.

La inauguración del *Museo Investiga.Open Fab Lab* supone pues una razón más para visitar el MNCN, aprender sobre las investigaciones que aquí se llevan a cabo, descubrir cómo funciona una impresora 3D y su aplicación en ciencia. Además tendrás la posibilidad de llevarte un objeto impreso en 3D a casa ■

#comeMNCN



Óscar Menéndez
@omenendez



El museo
es cosa
de adultos



Recorrer un museo de noche. Este ha sido siempre uno de los sueños recurrentes de muchos de nosotros. Y, aunque para los niños esto ya era posible desde hace tiempo, ahora lo hemos hecho posible también para los mayores.

Ya inmersos en su segunda temporada, *Cómete el Museo* transporta a un grupo de adultos a las salas del Museo Nacional de Ciencias Naturales en una serie de visitas temáticas. Todas ellas están guiadas por el divulgador del centro Luis Barrera y acaban con una degustación de tapas tematizadas acompañadas de vino, cerveza y refrescos.

Podríamos poner el ejemplo del último *Cómete el Museo*, que se celebró el pasado 3 de marzo bajo el epígrafe de Ciencia en Femenino. Aprove-

chamos la coincidencia con el 8 de marzo, el Día Internacional de la Mujer, para pasear por el museo echando un vistazo a las colecciones desde una perspectiva de género. Empezó Luis Barrera dándonos una sorpresa y hablándonos de las precursoras taxidermistas. El mejor ejemplo es la estadounidense Martha Ann Maxwell (1831-1881), que en al menos una ocasión colocó el cartel “hecho por una mujer” en sus exposiciones para que los visitantes dejaran de preguntar qué hombres estaban detrás de las magníficas y numerosísimas naturalizaciones.

Nuestro recorrido Ciencia en Femenino permitió recorrer la vida de numerosas mujeres, imprescindibles para conformar la ciencia actual. Entre ellas, Mary Anning o Jeanne Villepreux, pero también figuras más modernas, como Jane Goodall, Dian Fossey, Mary Leakey o Rosalind Franklin.

En el toque final nos dedicamos a repasar cómo ve el cine a las científicas. Y descubrimos que, pese a que sigue estando en rotunda minoría con respecto a los hombres, su imagen es a veces mucho más positiva que la se ofrece de los varones (que en verdad es realmente desastrosa). Y finalizamos, como siempre, con una degustación de tapas. Nuestra cocinera Bárbara Molinos, del catering El Cielo, nos preparó una comida ‘estilo tartera’. Las mujeres científicas destacaron, en los primeros momentos de la ciencia, con labores muy centradas en el campo,



como la observación astronómica o la recolección de fósiles. Por eso, comimos de tartera, como debió de hacerlo la célebre Mary Anning.

Para acabar la actual temporada de Cómete el Museo tenemos preparadas otras tres de estas visitas temáticas sólo para adultos, y de todas ellas ya están **las entradas disponibles a la venta**. La primera tiene como protagonista ni más ni menos que a Jules Verne y se celebrará el 7 de

“Tenemos preparadas otras tres visitas temáticas solo para adultos y las entradas ya están disponibles”



abril, como siempre a partir de las 20 horas. El gran creador francés era un reconocido amante de la ciencia, de cuyas últimas novedades se mantenía al tanto gracias a numerosas suscripciones a las principales revistas científicas de la época. En el MNCN repasaremos muchos de los animales que participan en las aventuras anticipatorias del genial galo, incluyendo, cómo no, el calamar gigante, una de las piezas más atractivas del centro.

Repasaremos, con la ciencia del museo, toda la ciencia presente en Verne. Como Jules era un gran comilón, y en prácticamente todas sus novelas los protagonistas hacen acopio ingente de provisiones para sus aventuras, no tendremos mucho problema en degustar unas tapas *ad hoc*. No en vano la visita lleva por título: *El calamar que Verne no pudo comerse*. Así, y como ejemplo, nos lanzaremos a catar alguna tapa exótica como hizo Phileas Fogg en su periplo indio en La vuelta al mundo en 80 días o comeremos algún manjar británico, remediando al propio autor en su Viaje a contrapelo por Inglaterra y Escocia.

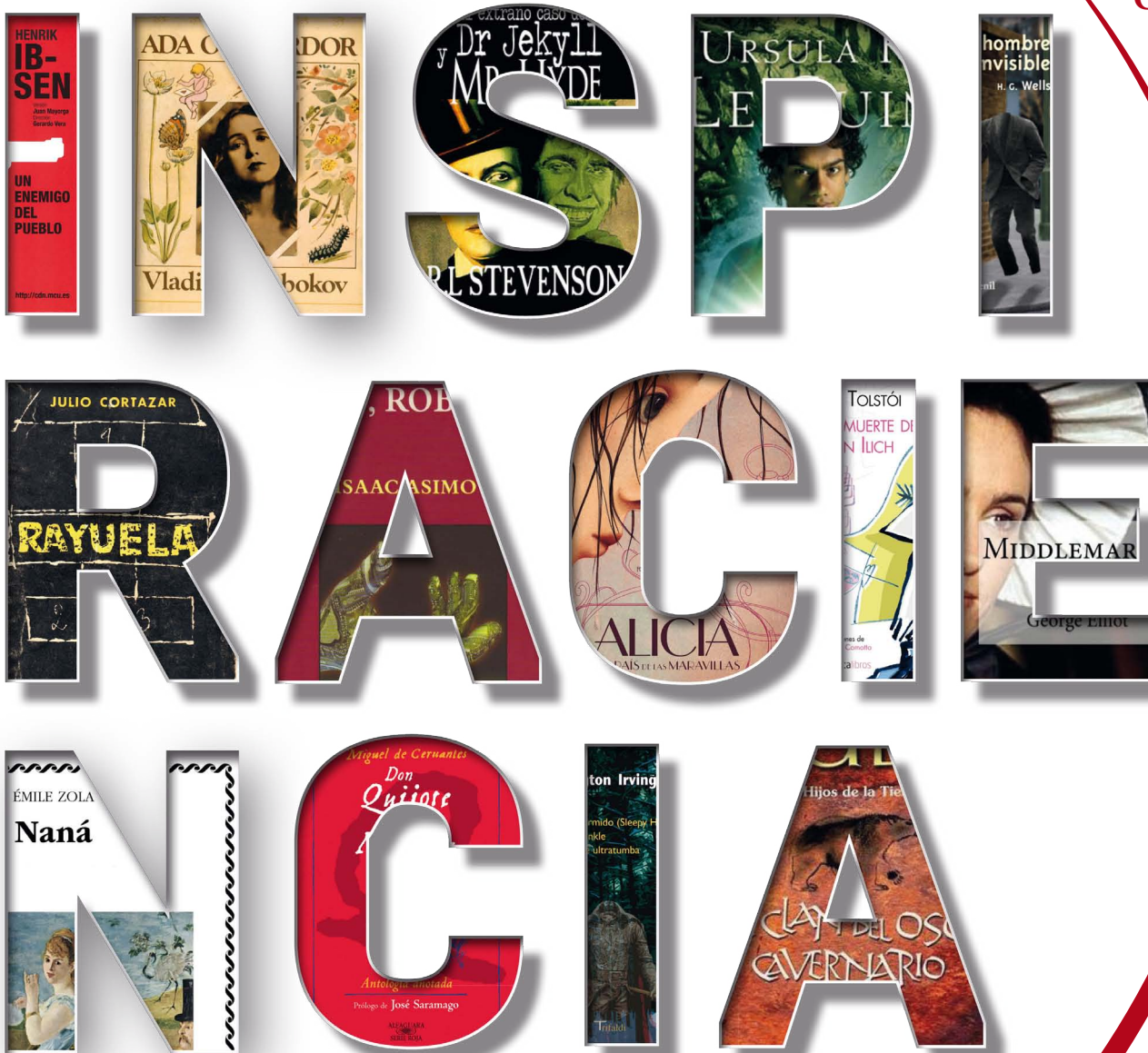
“El 5 de mayo, haremos nuestra penúltima visita de la temporada. En este caso, el título del recorrido lleva el sugerente nombre de Cocinar nos hizo humanos”

En el mes siguiente, concretamente el 5 de mayo, haremos nuestra penúltima visita de la temporada. En este caso, el título del recorrido lleva el sugerente nombre de *Cocinar nos hizo humanos*. La comida tuvo un papel protagonista en la evolución, especialmente en el momento en que los humanos empezaron a cocinar la carne al fuego y esta se hizo mucho más fácil de digerir. Pero además hablaremos de cómo el propio fuego, y seguramente el primer pan y la primera cerveza, convirtieron a los humanos en la especie social que ahora somos.

Como no podía ser de otra manera, acabaremos nuestro recorrido evolutivo tomando unos pinchos, en los que la carne tendrá un importante papel pero en el que también disfrutaremos del resultado de las primeras cosechas domesticadas, aquellos cereales que permitieron que nuestra especie abandonara el nomadismo. No olvidaremos compartir las tapas con vino y cerveza en homenaje a ese homínido que se ganó el éxito social entre sus congéneres fabricando las primeras bebidas fermentadas.

Para acabar esta segunda temporada, tenemos una sorpresa especial. El Museo Nacional de Ciencias Naturales tiene muchos rincones que no son tan conocidos por el gran público. Aprovecharemos la experiencia de Luis Barrera y el equipo del centro para conocer un poco más este maravilloso espacio. Y, como siempre en Cómete el Museo, finalizaremos la visita, y en este caso la temporada, con una maravillosa degustación. Será, lo podemos adelantar, un maravilloso fin de fiesta ■





Os presentamos **INSPIRACIENCIA**, un concurso de relatos breves de inspiración científica que pretende ser un espacio abierto en el que pensar e imaginar la ciencia, desde la ficción. El plazo para presentar los relatos es del 15 de marzo al 12 de mayo a través de la página web de **INSPIRACIENCIA**. Estos podrán estar escritos en cualquiera de las lenguas oficiales de la Península: castellano, catalán, euskera y gallego, tendrán una extensión máxima de 800 palabras. El certamen, que celebra este año su sexta edición, cuenta con dos categorías: público general (a partir de 18 años) y público juvenil (menores de 18 años). Los relatos ganadores de la categoría de público general serán publicados en el próximo número de esta revista.



@inspiraciencia



Un panda muy Chu-Lín

En el Museo contamos desde hace poco tiempo con el panda más famoso de España, el popular Chulín, junto a su madre Shao-Shao, gracias a la donación del Zoo-Aquarium de Madrid. Chulín, que nació por inseminación artificial en 1982, alcanzó fama mundial por ser el primer oso panda nacido en cautividad fuera de China.

El oso panda o panda gigante es todo un símbolo en el mundo de la conservación. Vive en las regiones montañosas del sur de China central y se alimenta casi exclusivamente de bambú, concretamente de los brotes tiernos, dedicándole a ello hasta 12 horas diarias. La destrucción de su hábitat y el aislamiento de sus poblaciones le han llevado a estar en peligro de extinción.



Pilar López García-Gallo y Luis Barrera



FICHA DE CONSULTA

Oso panda gigante

Nombre científico: *Ailuropoda melanoleuca*

Familia: Ursidae

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El panda gigante vive en las regiones montañosas al sur de China. Anteriormente, su rango geográfico abarcaba vastas zonas, incluyendo la mayor parte del sur y este de China, pero en la actualidad solo está presente en partes de 6 cadenas montañosas aisladas entre sí.



DESCRIPCIÓN

El oso panda tiene las extremidades, orejas, parte de la espalda y zona alrededor de los ojos de color negro, mientras que el resto de su cuerpo es blanco. La pata del panda, con cinco dedos, presenta un "sexto dedo" a manera de un pulgar. Se trata de la modificación de un hueso de la muñeca. Sus ojos son pequeños y, mientras las pupilas de los demás osos son redondas, las del panda son como las de los gatos, lo que les da el nombre en chino de oso-gato.

HÁBITAT

Los bosques de bambú son su hábitat por excelencia. Se caracterizan por ser montañosos, húmedos y frescos, es por ello que el panda se protege entre los árboles o en cuevas.

BIOLOGÍA

Pertenecen al orden de los carnívoros pero el panda es un animal mayormente herbívoro, alimentándose casi exclusivamente de cerca de 30 especies de caña de bambú (el 99% de su dieta consiste en bambú). Como herencia de sus antepasados carnívoros su sistema digestivo no está plenamente adaptado para asimilar las moléculas de celulosa, contenidas en el bambú, por eso necesitan consumir hasta 40 kg por día. Su sexto dedo les permite guiar y manipular los tallos de bambú con tanta eficacia como si tuviera un pulgar oponible.

AMENAZAS

Alrededor de 2.000 individuos es la alarmante cantidad de pandas gigantes que existen en su hábitat natural, la mitad de ellos en reservas y casi 400 los que hay en zoológicos y centros de cría en cautividad. Su mayor amenaza en la actualidad son el cambio climático, la deforestación y la ocupación de sus territorios para el cultivo, que separan y aíslan genéticamente a sus poblaciones.



CUADERNO DE CAMPO

Ya conoces algunos aspectos del oso panda gigante, ahora como un buen naturalista, trata de responder las preguntas que te proponemos a continuación.

Si quieres saber más sobre el oso panda puedes visitar la exposición "Biodiversidad" en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC.

Si quieres hacer alguna aportación para esta sección de la revista, envía tu propuesta al e-mail pilarg@mncn.csic.es

Responde estas preguntas:

1. ¿A qué familia pertenecen los osos panda?

.....

2. ¿En qué único país del mundo viven en estado salvaje?

.....

3. ¿Cuál es la base de su alimentación?

.....

4. ¿Dónde les gusta vivir?

.....

.....

5. ¿Para qué utilizan su famoso "sexto dedo"?

.....

.....

.....

6. ¿Cuáles son sus principales amenazas en la actualidad?

.....

.....

.....

Revista digital del Museo Nacional de Ciencias Naturales
 c/ José Gutiérrez Abascal, 2
 28006, Madrid
 ISSN: 2341-2798
 naturalmente@mncn.csic.es

Directora:
 Cantera, Xiomara

Consejo Editorial:
 Barbosa, Andrés
 Cánovas, Cristina
 Sánchez, Begoña

En este número han colaborado:

Álvarez Gallego, Míriam	López Ruiz, José
Antón, Mauricio	López, Azucena
Barrera, Luis	Martínez, Carmen
Chozas Vinuesa, Sergio	Megía-Palma, Rodrigo
Daza, Raquel	Menéndez, Óscar
Espinoza Zaruma, Verónica	Muriel, Jaime
Garvía, Ángel	Palacios, Fernando
Gil Macarrón, Rita	Peña de Camus, Soraya
Gómez Glez., Miguel A.	Romero-Haro, Ana A.
Guil López, Noemí	Torres, Aurora
Lacasta, Carlos	Valea Peces, Sergio
López García-Gallo, Pilar	

Diseño y maquetación:
 Xiomara Cantera

El consejo editorial de NaturalMente no se hace responsable de las opiniones expresadas por sus colaboradores.



Leer NaturalMente 1



Leer NaturalMente 2



Leer NaturalMente 3



Leer NaturalMente 4



Leer NaturalMente 5



Leer NaturalMente 6



Leer NaturalMente 7



Leer NaturalMente 8



Se permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra así como hacer obras derivadas siempre y cuando el resultado no se utilice con fines comerciales, se reconozca la autoría y se mantenga la licencia Creative Commons.