Jornadas de investigación

FEBRERO 2017

mncn
museonacionaldecienciasnaturales

Presentación de las I Jornadas de Investigación del MNCN

Miguel Alvarez Cobelas, Gerardo Benito Ferrández, David López Idiáquez, Ana Rey Simó, María del Mar Soler Hurtado y Nicole Torres Tamayo

*Sapere aude**

Quinto Horacio Flaco, siglo I A.C.

La ciencia es una actividad para cualquier edad. Sólo hacen falta dos cosas: curiosidad y ganas de pensar en profundidad sobre alguna parcelita de la enorme realidad. Los mayores frutos científicos de la historia se han producido en esa edad mental incierta que va desde los 25 a los 40 años, cuando la curiosidad y la creatividad son máximas, las ganas de vivir son tremebundas y el miedo al qué dirán está muy atenuado. Recordad, por ejemplo, que fue a los 40 cuando Newton se retiró de la ciencia y se dedicó a forrarse imprimiendo moneda para la monarquía inglesa. Dicho de otro modo: **la ciencia es** (pero no solo) **cosa de jóvenes**. ¿Y qué sabemos en el Museo de la ciencia que hacen nuestros jóvenes? Pues muy poco o nada. Cada cual sólo tiene una idea vaga de lo que hace el vecino, y no siempre; los científicos mayores solo saben (y, a veces, mal) lo que hacen sus propios becarios. Urge, pues, que nos enteremos de qué hacen nuestros científicos jóvenes, la sal de la vida, el futuro del Museo.

Por eso, a iniciativa de la Vicedirectora de Investigación, Marta Barluenga Badiola, se organizan estas Jornadas de Investigación del Museo Nacional de Ciencias Naturales, las primeras (creemos) en toda la historia de nuestra venerable casa. ¡Sorpresa: nunca se había hecho nada parecido en nuestra historia desde Pedro Franco Dávila! Para remediar esa pereza, esperando que estas Jornadas sean el comienzo de una vida intelectual mejor en el Museo (menos ombliguista) y que se repitan en el futuro, seis representantes de todos los departamentos y de todas las edades y sexos hemos organizado esta reunión de dos días, la cual servirá para conocernos más, aprender mucho, estar juntos y revueltos, tomarnos cafés y aperitivos, mejorar la ciencia que hacemos entre todos y…**

No queremos cerrar esta introducción breve sin dar nuestras gracias más rendidas a toda la numerosísima gente –tanto del Museo como de fuera del mismo– que nos ha ayudado a organizar las Jornadas, invitaros a todos los del Museo a que acudáis y a que participéis en la elección de las mejores comunicaciones. Sí, porque también daremos premios. Así que, ¿te las querías perder?

¡Atrévete a saber!

*Atrévete a saber. También puede traducirse como *Atrévete a pensar.* Horacio fue hijo de un esclavo y sus obras principales, donde exalta la reflexión moral pero también el disfrute de la vida, son las *Sátiras*, las *Odas* y las *Epístolas*. Horacio es quizá el principal poeta de Roma con Publio Ovidio Nasón, ya sabes, el que escribió esa obra mitológica, pero también protozoológica, llamada *Las Metamorfosis*.

**Pon aquí tu deseo.

◂ ir al índice

I Jornadas Científicas del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC)

21-22 de Febrero de 2017

Departamento de Paleobiología..... 5

Antropología Virtual: aplicaciones a colecciones virtuales y paleoneurología
Antonio García-Tabernero..... 6

Sistemática y filogenia de los Hemicyonidae (Carnivora, mammalia) del mioceno de las cuencas ibéricas
Daniel Hontecillas Tamayo..... 7

Morfología virtual en 3D del *Megatherium americanum* del MNCN
Alberto Riesco López..... 8

Los humanos no siempre son protagonistas. Las hienas se alimentaban de roedores en el pleistoceno
Sara García Morato..... 9

Departamento de Ecología Evolutiva .. 10

El papel de las señales químicas y visuales en la detección de los depredadores en el herrerillo común, *Cyanistes caeruleus*.
L. Amo, G. Tomás y A. López-García..... 11

Plasticidad en el canto de las aves: Soluciones múltiples frente al ruido antropogénico
Javier Sierro, Elodie Schloesing, Ignacio Pavón y Diego Gil..... 12

Estudios a largo plazo: 30 años monitorizando las poblaciones de truchas *Salmo trutta* del río Esva (Asturias)
Javier Lobón-Cerviá..... 13

El papel de las señales en las interacciones familiares de las aves
Judith Morales Fernaz y Alberto Velando..... 14

Los lagartos no siguen las reglas: más parásitos, más coloración
Rodrigo Megía-Palma..... 15

Departamento de Biogeografía y Cambio Global..... 16

Árboles mediterráneos en la cuerda floja: sequías extremas, ¿un crimen con atenuantes?
Alicia Forner, Ismael Aranda, Fernando Valladares..... 17

Ojos que no ven… Efecto del cambio climático y del manejo histórico de los encinares en el suelo bajo nuestros pies
Daniel García Angulo, Jorge Curiel Yuste y Manuel Fernández López..... 18

Modelización de la descomposición de la hojarasca en climas áridos
Omar Flores, Ana Rey, Jorge Curiel Yuste, Fernando Valladares..... 19

Departamento de Biodiversidad y Biologia Evolutiva..... 20

Eventos paleogeográficos múltiples determinan los patrones de diversificación en Pimelia (*Coleoptera: Tenebrionidae*)

◂ ir al índice

en la Cuenca Mediterránea
Mas-Peinado, P., Buckley, D., Ruiz J. L. y García-París, M. 21

Un océano de gusanos marinos: la importancia de conocer la biodiversidad de anélidos asociados a corales
Cepeda, D.; Soler-Hurtado, M.M. y Lattig, P. 22

Distribución y nuevas especies de Planarias marinas (Orden Polycladida) en el archipiélago de las Islas Canarias
Daniel Cuadrado Pérez-Monte 23

¿Pueden los cambios ecológicos explicar la dinámica poblacional... a largo plazo?
Jose Luis Hórreo 24

Interacción parásito-hospedador y especiación en cíclidos Neotropicales
M. Hoffman 25

Desenredando el género Gambusia (Poecillidae) en el noreste de México
Jose Ramón Pardos Blas 26

Diversidad, procesos evolutivos y biogeografía de especies de Hydrobiidae (Mollusca, Caenogastropoda) ibéricas
Amanda Aguado, Jonathan P. Miller, Fernando García-Guerrero, Diana Delicado y Marian Ramos 27

Departamento de Geologia 28

Presencia de arsénico en suelos contaminados de la provincia de Madrid
Fernando Garrido, Javier García-Guinea y Miguel Angel Gomez-Gonzalez 29

Técnicas radiométricas para el estudio de la erosión y la redistribución del suelo
Leticia Gaspar 30

Técnicas multidisciplinares aplicadas a la reconstrucción de paleoambientes y dinámica actual de paisajes naturales y antropizados
Maria J. Machado 31

Cuando el río suena: caracterizando la dinámica fluvial de los cauces efímeros Mediterráneos
Mikel Calle Navarro 32

Departamento de Biogeoquímica y Ecología Microbiana 33

Series temporales hidroquímicas: qué nos pueden decir
JC Rodríguez-Murillo, M. Filella 34

¿Los científicos hispanos como insectos sociales?
Miguel Alvarez Cobelas 35

¡Aquí no hay quien viva! Microorganismos litobiónticos en el desierto de Atacama
María Cristina Casero, Octavio Artieda, Petr Vitek, Jocelyne DiRuggiero, Carmen Ascaso y Jacek Wierzchos 36

Estudios filogeográficos de dos especies de hongos liquenizados muestran orígenes distintos de la biota liquénica antártica
Isaac Garrido Benaven, Sergio Pérez Ortega y Asunción de los Ríos 37

◂ ir al índice

Departamento de Paleobiología

Jefa de departamento: Yolanda Fernández Jalvo

Líneas de investigación

- Paleobiodiversidad y relaciones filogenéticas de los vertebrados
- Bioestratigrafía y paleogeografía de las faunas de vertebrados fósiles
- Investigación tafonómica e interpretaciones paleoambientales y climáticas de los yacimientos continentales
- Evolución humana: filogenia y paleoambiente de las poblaciones humanas fósiles de la Península Ibérica y comportamiento

El objetivo principal en el Departamento de Paleobiología consiste en descifrar la historia de la vida en nuestro planeta mediante la descripción de diferentes especies encontradas en el registro fósil, la determinación de su parentesco y patrones evolutivos en sus contextos vivos y fósiles. Esto proporciona información única al analizar los cambios climáticos y ecológicos que han ocurrido en la Tierra. La investigación realizada en el Departamento de Paleobiología se centra en el estudio de fósiles, con varios grupos de investigación dedicados a los vertebrados del Cenozoico, y atención especial a la Paleobiología humana y su comportamiento, junto con estudios de Tafonomía experimental y analítica.

La comprensión de la complejidad de la Tierra, en constante cambio, sólo es posible mediante la investigación de los procesos naturales que operan a diferentes escalas espacio-temporales. El objetivo principal es llegar a comprender, mediante la integración de la información obtenida por múltiples técnicas y disciplinas, cuáles han sido las causas y procesos implicados en las fluctuaciones de la paleobiodiversidad, su estructura ecológica, y la generación de novedades evolutivas en un marco paleoambiental cambiante, con evolución de los paleoecosistemas y sus determinantes (procesos geológicos, climáticos y biogeográficos). Para ello se analizan los procesos relacionados con la evolución de los organismos del pasado e implicados en la variabilidad morfológica, distribución geográfica, abundancia relativa, estructura ecológica de las asociaciones, movimientos migratorios y su extinción a diferentes escalas.

Grupos de investigación:

- Paleobiología de Vertebrados del Cenozoico
- Paleantropología

Esqueleto de Elephas antiquus encontrado en la campaña de excavación de 1995 en el yacimiento del Pleistoceno medio de Ambrona (Soria). Foto de Carmen Sesé y Enrique Soto

El objetivo del grupo Paleoantropológico es el análisis de la evolución y desarrollo humano, en sus diferentes niveles de organización, a partir del análisis de restos fósiles. Los objetivos principales se centran especialmente en la evolución morfológica, la organización histológica de los tejidos duros y la evolución del comportamiento. Como instalaciones notables el grupo cuenta con un Laboratorio de Morfología Virtual totalmente funcional y el Laboratorio de Taxonomía Experimental.

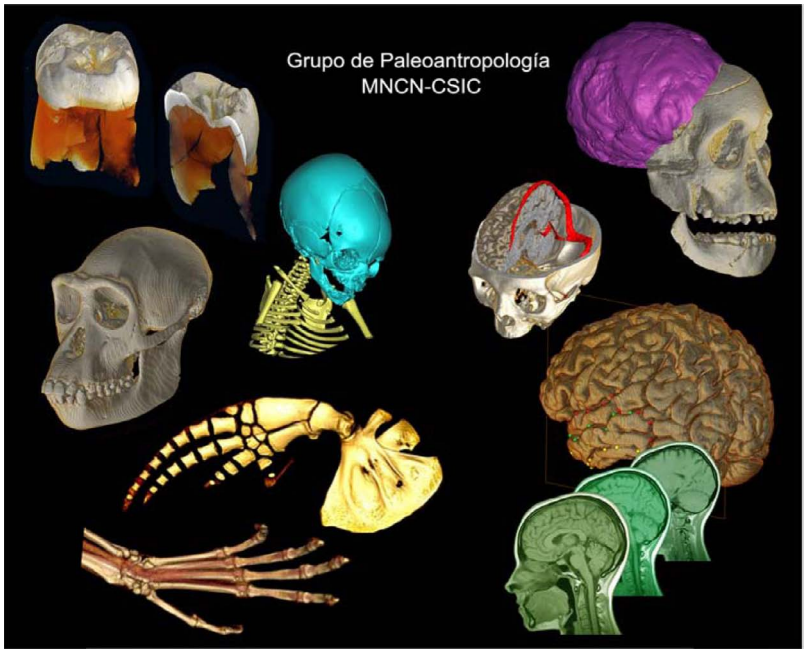
◂ ir al índice

Antropología Virtual: aplicaciones a colecciones virtuales y paleoneurología

Antonio García-Tabernero

La Antropología Virtual engloba diferentes metodologías basadas en la adquisición de datos (imágenes) de un objeto real que serán reconstruidas en el ordenador formando un objeto virtual 3D idéntico al espécimen original. Las más comunes se basan en las técnicas de imagen médica principalmente tomografía computerizada y resonancia magnética, si bien hoy día se han ampliado considerablemente con otras muchas tales como escáner de superficie, radiación sincrotrón, fotogrametría, micro-tomografía, etc. La utilidad para el estudio de fósiles es clara, pudiendo abordarse en un entorno virtual multitud de medidas, análisis, modificaciones, etc, que por una parte evitan la manipulación del fósil, previniendo potenciales daños, y por otra permiten estudios difíciles, si no imposibles, de llevar a cabo en el original. Como ejemplo sirvan dos aplicaciones de estas técnicas que el Grupo de Paleoantropología lleva a cabo: las Colecciones Virtuales y los estudios de Paleoneurología. Respecto al primer aspecto, se puede afirmar que complementan las colecciones físicas incrementando de manera muy significativa el número y tipo de casos disponibles, son de fácil acceso y proporcionan un aumento importante de las muestras estando listas en todo momento para emprender cualquier estudio. Por su naturaleza son más fáciles de conseguir —a través de adquisición, intercambio, generación propia, etc— así como de mantener y gestionar, si bien requieren también de personal y equipos especializados. Con ellas se pueden abordar estudios que no serían posibles en algunos casos con las colecciones físicas por su fragilidad o estado de conservación. Proporcionan además un uso ilimitado sin sufrir ningún tipo de daño o deterioro. El Grupo de Paleoantropología invierte continuamente un gran esfuerzo en crear y ampliar numerosas Colecciones Virtuales de referencia tanto de humanos anatómicamente modernos como fósiles, así como de otros primates y mamíferos para estudios de anatomía comparada. La colección de fósiles neandertales de El Sidrón, todavía en estudio, constituye sin lugar a dudas la joya de la corona de estas colecciones.

La Paleoneurología es una disciplina difícil por la propia naturaleza del objeto de análisis, la evolución del cerebro esencialmente, órgano todavía desconocido en gran medida, así como por la dificultad añadida que supone estudiar un tejido blando que no fosiliza. La Antropología Virtual proporciona un acercamiento a las diferentes estructuras anatómicas encefálicas a través principalmente de las huellas dejadas en la superficie endocraneal. Basándose en estas es posible aproximarse virtualmente a las entidades anatómicas que las produjeron tales como el sistema de drenaje venoso, la disposición y forma de los lóbulos cerebrales, las meninges y nervios, las huellas de surcos y circunvoluciones cerebrales y del cerebelo, entre otras. De esta manera quedan disponibles para un examen y análisis cuantitativo y cualitativo detallado, con la ventaja de que pueden ser abordadas con otros métodos tales como la Morfometría Geométrica. Esta línea de investigación, que parte de los restos craneales de los neandertales de El Sidrón, pretende abarcar un más amplio espectro evolutivo.



Ejemplos de aplicaciones de Antropología Virtual. En la columna de la izquierda algunos especímenes de las Colecciones Virtuales; de arriba a abajo: molar humano (escáner de alta resolución o micro-CT), esqueleto de feto humano, cráneo de chimpancé, anatomía comparada de manos de delfín y gibón. En la columna derecha, de arriba a abajo: cráneo y molde endocraneal de individuo infantil de *Australpithecus africanus,* reconstrucción virtual de estructuras encefálicas en *Homo sapiens* actual (sistema de drenaje venoso y cerebro), imágenes de resonancia magnética de humano actual y reconstrucción del cerebro a partir de ellas con los surcos del lóbulo temporal señalados.

◂ ir al índice

Sistemática y filogenia de los Hemicyonidae (Carnivora, mammalia) del mioceno de las cuencas ibéricas

Daniel Hontecillas Tamayo

Los Hemicyonidae comprenden un grupo extinto de carnívoros arctoideos, incluidos dentro de la superfamilia Ursoidea, con una distribución principalmente Holárctica desde el Oligoceno superior hasta el Mioceno superior temprano, siendo muy comunes en Eurasia, Norte América y África. En la Península Ibérica, los hemiciónidos son registrados desde la MN2 (Mioceno inferior), con *Zaragocyon daamsi* Ginsburg y Morales, 1995 y *Phoberocyon hispanicus* Ginsburg y Morales, 1998. Durante la MN3 (Mioceno inferior), en Europa el registro de Ursoidea está caracterizado por la primera aparición de los géneros *Hemicyon* Lartet, 1851 y *Plithocyon* Ginsburg, 1955 mientras que en la Península Ibérica curiosamente no hay registro. Así, desde el Mioceno inferior, antes de que los verdaderos osos aparecieran, los hemiciónidos sufrieron una rápida diversificación y dominancia como grandes carnívoros. Sin embargo, durante el Mioceno superior llegaron a estar localmente extintos, debido a la llegada de una gran oleada de inmigrantes como las primeros giráfidos verdaderos, rinocerontes, grandes félidos machairodontinos ("tigres dientes de sable") o úrsidos. No obstante, durante el Mioceno superior/Plioceno inferior aparecieron nuevas y cuestionables formas de hemiciónidos de gran tamaño, representadas por el género *Agriotherium* Wagner, 1837. El registro bioestratigráfico de este grupo finalmente termina en el Plioceno superior.

Durante bastante tiempo los hemiciónidos y otro grupo de carnívoros contemporáneos, los anficiónidos, fueron clasificados como cánidos ya que la morfología de los dientes, recordaba a la de estos últimos. Aunque la dentición de anficiónidos y hemiciónidos es también muy similar, especialmente la inferior, la distinción no es del todo imposible. Además, los hemiciónidos reducen el número de molares superiores a dos y en sus mandíbulas desarrollan una fosa premasetérica (Fig. 1) que es diagnóstica del grupo (sólo presente en las formas temporalmente más modernas). Ningún otro grupo de carnívoros fósil ni actual presenta este carácter, a excepción de los úrsidos tremarctinos, aunque esta fosa está más restringida a la parte más caudal de la mandíbula. En las disecciones realizadas en *Tremarctos ornatus*, el único representante actual de la subfamilia Tremarctinae, no se halló ningún tipo de musculatura asociada a esta fosa, por lo que su presencia continúa siendo un misterio.

El objetivo de este proyecto de Tesis es aportar nuevos datos, que amplíen el conocimiento de los hemiciónidos de la Península Ibérica. Para

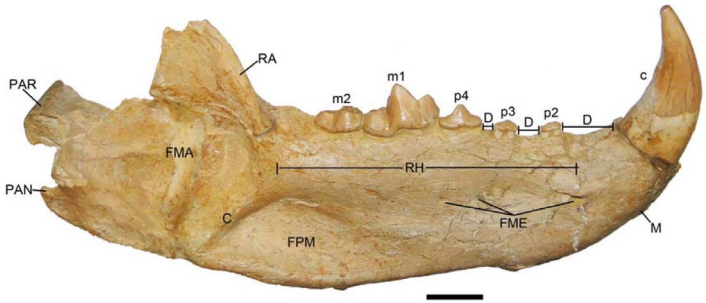


Figura 1. Hemimandíbula con c, p2-m2 de (MNCN 73141) de Arroyo del Val (Zaragoza). Abreviaturas: C, cresta de separación entre la fosa masetérica y la fosa premasetérica; D, diastema; FMA, fosa masetérica; FME, foramen mentoniano; FPM, fosa premasetérica; M, mentón; PAN, proceso angular; PAR, proceso articular; RA, rama ascendente de la mandíbula; RH, rama horizontal de la mandíbula. Escala 2 cm.

ello, se está realizando el estudio y la revisión taxonómica de los restos fósiles del esqueleto craneal de 29 yacimientos. Entre éstos destacan siete con restos fósiles inéditos [3 en la cuenca del Tajo [El Cañaveral (MN5), Marqués de Monistrol (MN5) y Carpetana (MN6)], 1 en la cuenca del Vallès-Penedès [els Casots (MN4)], 1 en la cuenca de Levante-Andalucía [Venta del Moro (MN13)] y 2 en la cuenca de Calatayud-Teruel [El Terrero (MN5) y Valdemoros 4A (MN5)]. Además de la incorporación de nuevo material, en localidades ya publicadas como Buñol (MN4). Este estudio se basa en la descripción, biometría y discusión de todos los ejemplares, con el fin de atribuirlos a especies de los seis géneros del Mioceno y Plioceno considerados actualmente (Zaragocyon; Phoberocyon Ginsburg, 1955; *Hemicyon*; *Plithocyon*; *Dinocyon* Jourdan, 1861; y *Agriotherium*), junto con la elaboración de nuevas diagnosis emendadas para dichos géneros. Por otro lado, se está intentando diseñar una filogenia inédita que permita dar respuesta a interrogantes como "¿qué es un hemiciónido?", "¿cuál es la organización interna del grupo?" o "*¿Agriotherium* es un hemiciónido?". Sin embargo, la enorme homoplasia o similitud morfológica que presenta la dentición, está dificultando enormemente la elaboración de esta filogenia, obteniendo grandes politomías que se esperan resolver, al menos, a nivel de género.

Agradecimientos:

El autor de este trabajo agradece al Dr. Plinio Montoya (UV), al Dr. Jorge Morales (MNCN-CSIC) y al Dr. Juan Abella (UPSE) la dirección y ayuda que se está recibiendo, para llevar a cabo la realización de este proyecto. D.H. es un estudiante predoctoral FPU 2013 del Ministerio de Educación.

◂ ir al índice

Morfología virtual en 3D del *Megatherium americanum* del MNCN

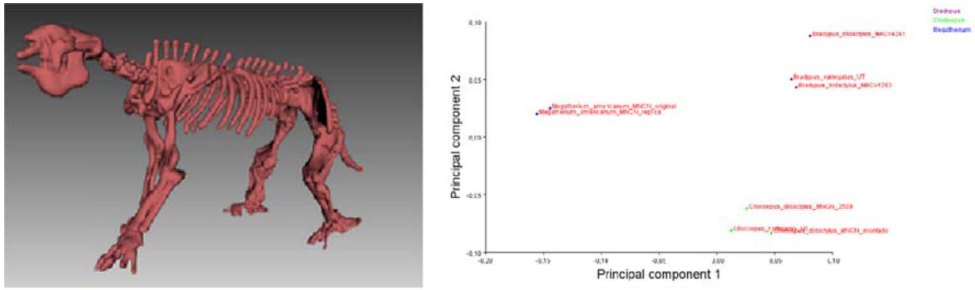
Alberto Riesco López

Megatherium americanum fue una de las especies que conformaron la conocida megafauna del Pleistoceno. Los estudios realizados en diferentes mamíferos que forman esta fauna parecen mostrar una tendencia al aumento del tamaño corporal, así como una alometría positiva en la longitud de las caras con respecto al tamaño del animal. Se lanza por lo tanto la hipótesis de que esa misma tendencia pueda observarse en *Megatherium americanum*.

Este estudio plantea dos objetivos principales empleando tecnología 3D: por una parte se realiza un modelo digital 3D del fósil de este animal, expuesto en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN), fósil de gran importancia en dicho museo, tanto por la información que otorga para el registro fósil como por su valor patrimonial. En segundo lugar, se emplea la morfometría geométrica para corroborar la hipótesis planteada, según la cual la parte facial de *M. americanum* es mayor proporcionalmente que en otras especies actuales del suborden Folivora.

Este estudio se realiza empleando una virtualización del cráneo de Megatherium, de su réplica (también guardada en el MNCN), y los cráneos de 6 ejemplares de perezosos actuales, pertenecientes a 4 especies diferentes (*Choloepus didactylus, Choloepus hoffmani, Bradypus tridactylus* y *Bradypus variegatus*) obtenidas del MNCN, de la Universidad Complutense de Madrid y de la Universidad de Texas en Austin. Finalmente se realiza un análisis estadístico con el objetivo de comprobar si existe una relación entre el tamaño total de los adultos de especies tan cercanas y la forma y tamaño de algunas estructuras en particular, como la relación entre neurocráneo y la cara del animal.

Con respecto a los resultados obtenidos, el PCA realizado (Análisis de Componentes Principales) diferencia claramente los tres géneros estudiados (*Megatherium*, *Choloepus* y *Bradypus*). En este PCA se interpreta que el PC1 es el componente que más afecta al cambio en la forma de los diferentes ejemplares, con un



A la izquierda: Imagen virtual de *Megatherium americanum* completo; A la derecha: Gráfica enfrentando PC1 y PC2. *Megatherium* representado en azul, *Choloepus* en verde y *Bradypus* en morado.

valor del 57.78%, marcando la diferencia entre *Megatherium* y el resto de perezosos. El PC2 por su parte explica un 27.64%, que separa claramente a los ejemplares del género *Choloepus* de los pertenecientes al género *Bradypus*, encontrándose a *Megatherium* en una posición intermedia, aunque más cercano a *Bradypus*. Estos resultados por lo tanto confirman la hipótesis propuesta; tal como se observa en la deformación de la malla para cada PC, el PC1 marca principalmente la diferencia de tamaño, mostrando sin embargo también ese mayor alargamiento de la región facial con respecto al neurocráneo, así como una mayor región temporal respecto al frontal. Esto se complementaría por tanto con el PC2, que marcaría una diferencia en los procesos cigomáticos principalmente, siendo de mayor longitud y estando más pegados al cráneo en *Bradypus* y *Megatherium* (en menor medida en este último) que en *Choloepus*. De igual modo se observa una mayor extensión de la región occipital en *Bradypus*.

Todo parece indicar por lo tanto una mayor extensión para la inserción de musculatura en el cráneo de *Megatherium americanum*, permitiendo una mordida más poderosa.

◂ ir al índice

Los humanos no siempre son protagonistas. Las hienas se alimentaban de roedores en el Pleistoceno

Sara García Morato

Bois Roche es un claro ejemplo de las diferencias entre las ocupaciones producidas por homínidos y hienas, y muestra evidencias de la caza y consumo de roedores por hiena moteada hace setenta mil años, algo no observado en hienas actuales.

La ocupaciones de hienas y homínidos son un hecho que queda registrado en numerosas ocasiones en el mismo yacimiento. Se sabe que ambos grupos tienden a producir acumulaciones de restos de macromamíferos similares, lo cual ha generado ciertas dificultades para discernir el origen de las mismas. Uno de estos casos lo encontramos en la cueva de Bois Roche (Richemond, Francia). Los restos de macromamíferos encontrados en este yacimiento presentaban en algunas ocasiones perforaciones que se relacionaron con la presencia de actividad humana en la cueva y la fabricación de adornos. No obstante, mediante la aplicación de la microscopía electrónica se ha demostrado que estas perforaciones en Bois Roche fueron resultado del elevado grado de digestión de las hienas, que llegaron a producir cavidades en los huesos. Estas observaciones, junto con la presencia de coprolitos y los elevados porcentajes de fragmentación, han servido para interpretar la cueva de Bois Roche como un posible cubil maternal de hienas.

Sin embargo, el hecho más destacable es la excepcional abundancia de restos de micromamíferos casi monoespecíficos. El análisis tafonómico ha llevado a la conclusión de que los patrones de alteración tafonómica observados no coinciden con los producidos por aves rapaces, ni nocturnas ni diurnas. Este patrón de alteración se caracteriza por: (1) elevado porcentaje de elementos digeridos (más del 50%); (2) registro de digestión de grados ligeros a extremos; (3) elevado porcentaje de elementos con digestión ligera (mayor al 50%). Este patrón tafonómico sugiere que los micromamíferos tuvieron que ser afectados por acción de un carnívoro y la hipótesis más parsimoniosa es que sean las hienas la fuente de aporte y de predación. Aún a falta de confirmar que los restos de micromamíferos encontrados en el sedimento hayan sido producidos en su totalidad por las hienas, la presencia de restos de micromamíferos en los coprolitos de hiena apoyaría esta hipótesis.

Es por ello que los resultados de este estudio ponen de manifiesto la existencia de un comportamiento inusual por parte de las hienas, dado que esta conducta de depredación de micromamíferos no ha sido observada en la actualidad en hienas de la misma especie registrada en Bois Roche (*Crocuta crocuta*).

Reconstrucción de *Crocuta crocuta* alimentándose de roedores

En la investigación han trabajado conjuntamente Sara García-Morato y Yolanda Fernández-Jalvo del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC) con investigadores británicos del EnglishHeritage (Jim Williams) y del Natural History-Museum (Peter Andrews), junto con la responsable científica del yacimiento, Paola Villa (University of Colorado Museum).

Williams, J., Peter, A., García-Morato, S., Villa, P & Fernández-Jalvo, Y. (2017) Hyena as a predator of small mammals? Taphonomic analysis from the site of Bois Roche, France.

◂ ir al índice

Departamento de Ecología Evolutiva

Jefe de departamento: Juan Antonio Fargallo

Líneas de investigación

El Departamento de Ecología Evolutiva cuenta a día de hoy con 18 investigadores sénior y 17 investigadores pre y postdoctorales que desarrollan diferentes líneas de investigación dentro de la ecología animal. El grueso de la investigación del departamento se engloba en tres grandes líneas: 1) ecología del comportamiento y ecofisiología, 2) ecología de poblaciones y 3) biología de la conservación.

La ecología del comportamiento y ecofisiología es la línea sustentada con mayor número de investigadores que se dedican principalmente al estudio la evolución de las estrategias vitales, el cuidado parental, teoría de la señalización y selección sexual donde destacan expertos en señalización visual, olfativa y acústica. Las investigaciones dentro de esta línea exploran los compromisos evolutivos, costes y beneficios que influyen en la eficacia biológica (supervivencia y reproducción) de los individuos y que subyacen a la expresión de señales - ornamentos y el desarrollo de funciones fisiológicas como la inmunitaria, endocrina o antioxidante. También dentro de esta línea se investiga sobre la influencia de factores ambientales como la abundancia del alimento, la composición nutricional, el parasitismo o la humanización del entorno en la evolución de las señales y las estrategias de reproducción.

La ecología de poblaciones es una línea cada vez más consolidada en nuestro departamento. Dentro de esta línea se investiga los efectos de la estructura del paisaje en la distribución de los individuos, en los hábitos de forrajeo o en aspectos demográficos como la razón de sexos operacional y la segregación sexual. Además, muchos investigadores del departamento comienzan a contar ya con largas series temporales (algunas de más de 20 años) sobre abundancia, parámetros reproductores y disponibilidad de alimento de los modelos de estudio, principalmente, peces, reptiles y aves. Estos datos han permitido las primeras investigaciones sobre las relaciones de denso-dependencia y los factores ambientales que explican las fluctuaciones poblacionales de los animales en la poco explorada área mediterránea. Se trata de una línea de investigación

reciente y prometedora.

La biología de la conservación como línea de investigación surge del compromiso de solución práctica de los problemas concretos, presentes y tangibles que sufren las poblaciones de especies animales en nuestro entorno. Dentro de esta línea se investiga el problema de resistencia de microorganismos patógenos que sufren especies animales amenazadas generado por los antibióticos de uso médico y veterinario con presencia en el ambiente. También se investiga sobre el efecto de los diferentes usos agrícolas en el comportamiento y demografía de especies amenazadas y se explora el uso del control biológico de plagas como alternativa al uso de químicos en la agricultura. Una reciente línea se ha centrado en el estudio del efecto de la contaminación acústica en los patrones de canto de las aves.

◂ ir al índice

El papel de las señales químicas y visuales en la detección de los depredadores en el herrerillo común, *Cyanistes caeruleus*.

L. Amo, G. Tomás y A. López-García

A pesar de que tradicionalmente se pensaba que las aves tenían un sentido del olfato escasamente desarrollado, evidencias recientes sugieren que las aves son capaces de detectar compuestos químicos en distintos contextos. Por ejemplo, las aves insectívoras son capaces de detectar los compuestos volátiles que emiten los árboles infectados por orugas, y gracias a estos compuestos, localizar su alimento. El olfato también parece jugar un papel importante en las relaciones de las aves, permitiéndoles distinguir el sexo de otros individuos o incluso saber si están emparentados genéticamente. En cuanto a la detección de los depredadores, hoy en día sabemos que las aves pueden usar las señales químicas que emiten sus depredadores para detectarlos. La detección de estas señales químicas es muy útil, ya que el ave puede detectar la presencia de un depredador antes de encontrarse con él, por lo que las posibilidades de sobrevivir aumentan. Sin embargo, el uso de las señales químicas de los depredadores para valorar el riesgo de depredación puede conllevar una sobreestimación del riesgo de depredación, ya que estas señales pueden persistir aunque el depredador ya haya abandonado la zona. En este sentido, las señales visuales pueden proporcionar una información más actual acerca de la presencia del depredador y de su predisposición a realizar un ataque. La hipótesis de sensibilidad al riesgo predice que los animales deben ajustar finamente su respuesta antidepredatoria al riesgo real de depredación, ya que los comportamientos antidepredatorios son costosos, no sólo en términos energéticos, sino que muchas veces conllevan que el animal deja de realizar otras actividades importantes para su supervivencia y eficacia biológica. Por ejemplo, las especies con cuidado parental que detectan un depredador cerca del nido deben hacer frente al conflicto entre evitar la depredación y mantener el cuidado parental. En este contexto, una valoración adecuada del riesgo de depredación y una respuesta antidepredatoria ajustada a este riesgo es esencial. Para ello, las aves pueden detectar distintas señales de los depredadores, como señales químicas, acústicas o visuales, o bien una combinación de éstas.

Para estudiar el distinto papel que juegan las señales químicas y visuales en la detección de los depredadores en un contexto de defensa del nido, diseñamos un estudio experimental en condiciones naturales. Expusimos a herrerillos comunes, *Cyanistes caeruleus*, que estaban criando polluelos, a señales químicas o visuales de depredadores cerca de la caja nido. Los resultados mostraron que las aves exhibieron comportamientos antidepredatorios similares ante ambos tipos de señales. En presencia de señales visuales o químicas de un depredador, los herrerillos disminuyeron el tiempo dentro de la caja nido, disminuyendo el tiempo dedicado a comportamientos no determinantes de la supervivencia de los polluelos a corto plazo, como el saneamiento del nido, y mantuvieron constante la tasa de cebas. De esta manera, cuando detectaron a un depredador en las proximidades del nido, las aves minimizaron el riesgo de depredación sin que el crecimiento de los polluelos no se viera afectado.

◂ ir al índice

Plasticidad en el canto de las aves: Soluciones múltiples frente al ruido antropogénico

Javier Sierro, Elodie Schloesing, Ignacio Pavón y Diego Gil

El ruido antropogénico tiene un amplio impacto en el entorno natural, especialmente sobre la viabilidad de las señales acústicas. Para los pájaros, la comunicación acústica es muy importante puesto que utilizan el canto para defender su territorio y atraer parejas reproductora. El canto suele producirse con mayor intensidad poco antes de que salga el sol, fenómeno que se denomina 'coro del amanecer'. El canto es una señal acústica compleja que presenta grandes variaciones en fonología y composición. Durante el desarrollo, la mayoría de los pájaros pasan por un proceso de aprendizaje vocal que les permite cantar correctamente el canto típico de su especie y de su zona geográfica. Este mecanismo de plasticidad vocal les ayudaría a adaptar sus señales al entorno acústico, incluida la contaminación acústica, tanto natural como antropogénica. Durante los últimos años, numerosos estudios han vinculado el ruido antropogénico con cambios en el canto de las aves. Uno de los cambios más comunes es el cambio en la frecuencia hacia tonos más agudos posiblemente porque el ruido urbano se concentra en el registro grave. Además, muchas especies cantan más temprano cuando viven cerca de fuentes de ruido. Se cree que esta flexibilidad en el comportamiento les permite vivir bajo circunstancias de ruido que, de otra forma, tendrían un efecto negativo en la reproducción. Nosotros hemos utilizado al Mirlo común (*Turdus merula*) como especie modelo y nos hemos centrado en los cambios de comportamiento en las inmediaciones de un ruidoso aeropuerto. Su canto se caracteriza por tener dos partes; comienza con un 'motivo' compuesto por tonos melódicos y graves seguido por el 'twitter', compuesto por notas agudas, cortas y tenues. Estudios previos han encontrado que los mirlos urbanos cantan más agudo y amplían la proporción de 'twitter' evitando de esta forma que el ruido enmascare su canto. Nuestros datos sugieren que la estrategia que utilizan los mirlos en el aeropuerto es diferente a la observada anteriormente. Los mirlos del aeropuerto cantan con frecuencias similares a los mirlos forestales aunque utilizan fragmentos de 'twitter' significativamente más cortos, al contrario que los mirlos de la ciudad. Posiblemente, estas discrepancias están relacionadas con las diferencias entre el ruido urbano y el del aeropuerto; en las ciudades el ruido se mantiene elevado de forma ininterrumpida, mientras que en los aeropuertos se alternan intervalos silenciosos con picos de ruido altísimo. Esto lleva a los mirlos del aeropuerto a priorizar el 'motivo' de la canción, de gran amplitud, frente al 'twitter', que aunque evitaría las frecuencias graves, es mucho más débil en intensidad. Por otro lado, los mirlos cerca del aeropuerto cantan más temprano y dedican más tiempo a cantar durante el amanecer que los mirlos forestales. Nuestro resultados muestran que las aves poseen una gran plasticidad al enfrentarse al ruido antropogénico y, en segundo lugar, que probablemente no exista una solución única frente al ruido. Es posible que existan varias estrategias alternativas o complementarias que se adapten mejor a cada especie y a las condiciones del ruido del entorno donde viven.

◂ ir al índice

Estudios a largo plazo: 30 años monitorizando las poblaciones de truchas *Salmo trutta* del río Esva (Asturias)

Javier Lobón-Cerviá

Dos teorías opuestas, difícilmente reconciliables y frecuentemente contenciosas, han intentado elucidar los mecanismos que subyacen a las variaciones temporales en los números de población o a sus abundancias en un espacio y tiempo determinados. Por un lado, el "paradigma de la denso-dependencia" (Elton, Nicholson, etc.) versus la inestabilidad temporal determinada por la variabilidad ambiental (Andrewartha & Birch). La única manera de "testear" estas teorías es la evidencia empírica y ésta, a su vez, solo puede obtenerse con estudios detallados a largo plazo. La falta de estudios a largo plazo a llevado a que el análisis de la denso-dependencia haya estado siempre en manos de "teóricos" que, sin estudios relevantes, hayan podido confrontar teoría y realidad. Lamentablemente, los pocos estudios disponibles, obscurecen más que aclaran este paradigma.

En el año 1986 (con el espíritu joven que nos caracterizaba) comencé un estudio a largo plazo sobre poblaciones de truchas Salmo trutta en varios ríos "prístinos" de la cuenca del Esva (Asturias) que se ha demorado hasta el 2015. Este estudio se enfoco en la cuantificación detallada de todos los estadios de vida desde la población parental y el reclutamiento hasta la desaparición total de las cohortes en un total de 298 cohortes (equivalente a más de 298 años consecutivos). Los resultados nos han permitido concluir que el "paradigma de la denso-dependencia" NO existe. Las poblaciones fluctúan al pairo de las lluvias y su influencia sobre los caudales de los ríos en primavera cuando los individuos más jóvenes abandonan el saco vitelino y buscan posiciones alimenticias en la columna de agua; en este momento se determina el reclutamiento que va a ser el gran determinante del tamaño de población. Estos resultados puestos en perspectiva comparando varias poblaciones de Europa soportan la inestabilidad de las poblaciones. Explican las enormes variaciones temporales, los colapsos, los riegos naturales de extinción y las recuperaciones inexplicables observadas en numerosas poblaciones de salmónidos a lo largo de los años.

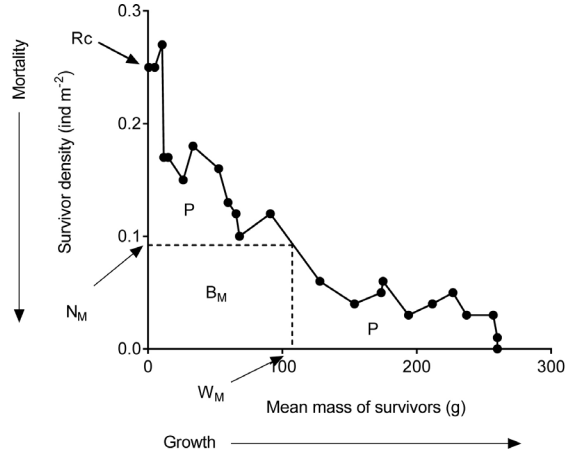


Figura de Allen hipotética. Representa la vida de una generación desde el nacimiento hasta la desaparición total enfrentando la supervivencia (número de individuos que sobrevive en cada periodo de tiempo) al tamaño que adquieren a lo largo de la vida - en el caso de los peces es más o menos continuo; en aves, mamíferos y anfibios es solo temporal.

Liberando los ejemplares una vez que han sido medidos

◂ ir al índice

El papel de las señales en las interacciones familiares de las aves

Judith Morales Fernaz y Alberto Velando

En todas las sociedades animales, incluidos los seres humanos, el intercambio de información modula la toma de decisiones. La familia es un ejemplo de sociedad en miniatura, en la que los individuos interactúan continuamente para establecer la cantidad de cuidado parental, que es la decisión más importante para todos los miembros de la unidad familiar. Sabemos que el cuidado parental conlleva costes para los padres que limitan su esfuerzo y esto genera diferentes formas de conflicto: conflicto entre los padres, conflicto paterno-filial y conflicto entre hermanos. La resolución de estos conflictos implica múltiples interacciones familiares en las que el intercambio de información y la expresión de señales juegan un papel clave. Tradicionalmente se asume que las señales de las crías han evolucionado para influir únicamente a los padres y su papel en otros contextos permanece prácticamente inexplorado.

En este estudio planteamos como hipótesis que un rasgo de calidad expresado por las crías modula las interacciones de todos los miembros de la familia. Para ello manipulamos experimentalmente el color ultravioleta del plumaje de los pollos de un pequeño paseriforme, el herrerillo común (*Cyanistes caeruleus*). Nos decidimos por este rasgo porque refleja la condición corporal de los pollos y por tanto podría funcionar como señal de calidad. Adicionalmente, manipulamos la disponibilidad de alimento en los nidos, esperando encontrar un mayor efecto del color cuando los recursos son limitados y el conflicto es mayor. Los resultados nos indican que los pollos a los que redujimos la coloración aumentaron el nivel de petición con respecto a sus hermanos controles, pero solamente cuando los padres no estaban presentes en el nido. Esto sólo puede interpretarse como un cambio en las interacciones competitivas entre hermanos inducido por la manipulación de color, que además fue independiente de la disponibilidad de alimento.

Por otro lado, la tasa de cebas no se vio alterada significativamente pero sí encontramos un efecto combinado de ambos tratamientos (color y comida) sobre un tipo de comportamiento al que llamamos "amagos de

ceba", que ocurre cuando uno de los padres introduce una presa en el buche de un pollo, pero la saca antes de que la trague y se la ofrece a otro. En los nidos con comida adicional los pollos menos coloridos recibieron menos amagos de ceba que sus hermanos. El significado de este comportamiento no está claro, pero en cualquier caso nuestros resultados sugieren que el color de los pollos influye también en la forma en que padres e hijos interactúan. Por último, los pollos menos coloridos ganaron menos peso en todos los nidos, tal vez como consecuencia del mayor esfuerzo en la petición cuando los padres no estaban presentes.

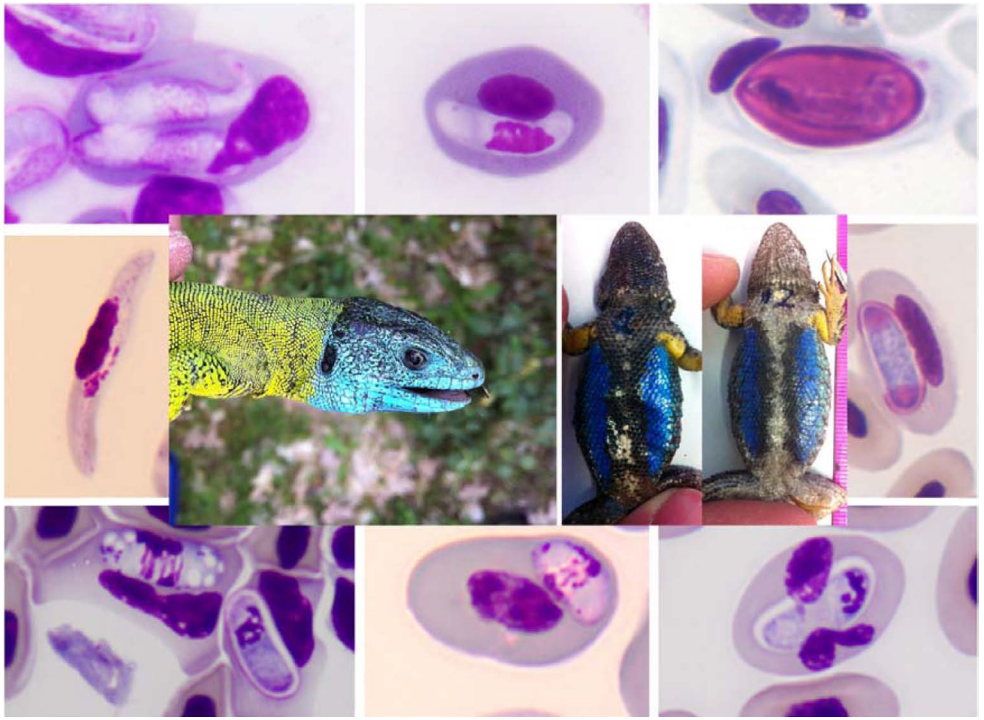
Como conclusión, el color ultravioleta del plumaje de los pollos modula las interacciones de todos los miembros de la familia y su efecto depende en parte de las condiciones ambientales. Esto es relevante porque sugiere un papel de una señal expresada por las crías en la resolución de múltiples conflictos evolutivos (paterno-filial y entre hermanos).

◂ ir al índice

Los lagartos no siguen las reglas: más parásitos, más coloración

Rodrigo Megía-Palma, Grupo Ecología del Parasitismo

Darwin resaltó que el propósito de la ornamentación de animales y plantas podría no ser deleitar a los seres humanos, como hasta ahora lo creían algunos sectores de los naturalistas y los sabios de la época. En su lugar, los ornamentos químicos, acústicos o visuales pueden servir como señales para comunicarse y eventualmente manipular a los receptores, ya sean conspécificos o heterospecíficos. Por lo tanto, el sexo que selecciona a sus parejas o sus competidores puede utilizar la información codificada en la señalización para evaluar la calidad del individuo emisor y decidir interactuar o no con él. Por ejemplo, Hamilton & Zuk sugirió que las hembras pueden seleccionar compañeros con rasgos exagerados porque esto reflejaría la capacidad del macho para resistir enfermedades parasitarias. Esto puede ser cierto para sistemas donde la selección intersexual es fuerte. Sin embargo, en los lagartos hay un fuerte componente de selección intrasexual y los machos compiten con otros machos por el territorio y las hembras. En estos encuentros agonísticos entre machos, parece que los participantes sólo exhiben los ornamentos en señal de ostentación y rara vez terminan en contacto físico. El papel de los parásitos en el escenario de selección intrasexual de los lagartos podría ser la reducción de la coloración masculina (y la condición corporal) y, por tanto, reducir la aptitud de los individuos infectados. Sin embargo, los lagartos parecen contradecir la hipótesis de H & Z porque hemos podido comprobar que incluso comparando distintas especies encontramos que los lagartos machos con la ornamentación más exuberante y que además tienen un mayor éxito reproductivo estarían más frecuentemente o más abundantemente parasitados por parásitos sanguíneos. Estos resultados sugieren que los machos de lagarto pueden invertir más en la reproducción, siempre y cuando los individuos se puedan permitir el coste de las infecciones o, en otras palabras, siempre y cuando los beneficios superan estos costes.



La evolución de algunos de estos parásitos es poco conocida. Así, además de estudiar la influencia de los parásitos en la selección sexual y las estrategias de vida de sus huéspedes, el grupo Ecología del Parasitismo de la MNCN también estudia la evolución de los parásitos que infectan aves y reptiles. Estos estudias revelan la distribución actual, diversidad, afinidades filogenética y la especificidad de estos parásitos en muchas partes del mundo. A pesar del tremendo esfuerzo de los taxonomistas durante décadas, la sistemática de algunos grupos de organismos simples como los protozoos parásitos permanece desconocida. Con la implementación de las modernas técnicas moleculares y las inferencias filogenéticas podemos describir eventos evolutivos que ocurrieron en el pasado. Por ejemplo, podemos entender el nivel de especificidad de parásitos que aparentemente son idénticos a nivel morfológico al caracterizar sus haplotipos genéticos en muestras de diferentes huéspedes. También podemos entender la distribución geográfica actual de los parásitos para detectar futuras enfermedades emergentes, o simplemente revelar la evolución de este fascinante e intrigante grupo de organismos.

◂ ir al índice

Departamento de Biogeografía y Cambio Global

Jefe de departamento: Mario Díaz

El Departamento de Biogeografía y Cambio Global (BGC) integra un grupo **multidisciplinar** de diez investigadores de plantilla organizados en ocho laboratorios. Su investigación en centra en entender los patrones y procesos causantes de la distribución actual y pasada de los distintos componentes de la diversidad biológica, así como predecir cómo el cambio global puede afectar a la diversidad y funcionamiento de especies, ecosistemas, y servicios que proveen a la humanidad desde escalas locales a globales. La aproximación más general en el grupo es el modelado de las distribuciones de especies, interacciones, rasgos y genes en respuesta a cambios en el clima, el uso de la tierra y la vegetación a múltiples escalas espaciales y temporales. Los modelos se parametrizan usando información derivada de colecciones de museos, campañas de campo, seguimientos a largo plazo, y experimentos tanto de campo como de laboratorio.

Líneas de investigación

Los ocho laboratorios del Departamento abordan los siguientes temas principales:

- Modelos de distribución de especies, dirigidos a cartografiar la diversidad biológica y analizar las contribuciones relativas del clima, la historia vital y la estructura genética en la determinación de las distribuciones
- Invasiones biológicas y enfermedades infecciosas emergentes en anfibios, tratando de entender y prevenir episodios de mortalidad en relación con escenarios futuros de cambio climático, así como monitorizar y analizar las distribuciones cambiantes de la infección y el hospedador usando modelos epidemiológicos.
- Interacciones ecológicas y usos sostenibles de ecosistemas, incluyendo estrategias de adaptación y mitigación de los efectos del cambio global, empleando aproximaciones situadas en los puntos de contacto entre ecología, economía y manejo de sistemas naturales y seminaturales.
- Calidad de información sobre biodiversidad y escalado espacial y temporal de predicciones, usando tanto modelos de funcionamiento de sistemas como modelos poblacionales, metapoblacionales y de ensamblaje de comunidades.

- Biogeografía histórica, centrada en la descripción y análisis de los procesos históricos que han ido modulando la distribución actual de las especies.
- Ciclos de carbono y nutrientes en sistemas terrestres, centrados en la respuesta de estos sistemas al cambio global en función de respuestas ecofisiológicas y de interacciones entre plantas y suelo.
- Respuestas funcionales al cambio global, centrado en el modo en que las funciones ecosistémicas son afectadas por los motores del cambio global integrando aproximaciones ecofisiológicas, microevolutivas y demográficas en contextos de redes de interacción.
- Motores genéticos de la diversificación de los vertebrados, tratando de analizar la diversificación del grupo usando técnicas de secuenciación y análisis filogenético de última generación.

Para más información seguir el enlace

◂ ir al índice

Árboles mediterráneos en la cuerda floja: sequías extremas, ¿un crimen con atenuantes?

Alicia Forner, Ismael Aranda, Fernando Valladares

En las últimas décadas se ha incrementado la frecuencia de las sequías extremas en la región mediterránea y se espera que se intensifiquen en los próximos años debido al cambio climático. El estrés hídrico generado en estos ecosistemas ha propiciado que las especies desarrollen diferentes estrategias en la gestión del recurso hídrico así como la puesta en funcionamiento de mecanismos ecofisiológicos que les permitan adaptarse a estas perturbaciones. Sin embargo, todavía no se dispone de una información completa sobre la efectividad de estas distintas adaptaciones y respuestas a sequías extremas y recurrentes. Además, se desconoce la importancia de muchos de los factores que pueden modular la respuesta a las sequías. Los objetivos generales de este estudio fueron: (1) comprender la respuesta funcional a las sequías extremas de especies forestales mediterráneas coexistentes y con contrastadas estrategias hídricas; (2) cuantificar la modulación de la respuesta a las sequías extremas que ejercen las condiciones microclimáticas y la fragmentación del territorio.

Para abordar estos objetivos se estudiaron las principales variables ecofisiológicas, la intensidad de la sequía y se consideraron diferentes descriptores del microclima y de la fragmentación del territorio como posibles factores moduladores de la sequía. El estudio se llevó a cabo en un ecosistema mediterráneo forestal en el que coexisten especies arbóreas con diferentes historias evolutivas y tolerancias a la sequía (*Quercus ilex* subsp. ballota (Desf) Samp., *Quercus faginea* Lam. y *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. salzmannii (Dunal) Franco). Para abordar el efecto de la fragmentación en la modulación de la sequía se seleccionó la encina (*Q. ilex*), una de las especies arbóreas más representativas de los ecosistemas mediterráneos.

Nuestros resultados señalan la elevada complejidad de la respuesta de las especies forestales mediterráneas a los eventos de sequía, así como una diferente capacidad potencial de afrontar periodos secos extremos según la estrategia hídrica propia de cada especie. Los resultados muestran una cierta desventaja en el balance de carbono por parte de especies evitadoras de la sequía como *P. nigra* a la hora de afrontar los eventos extremos, lo cual podría acentuarse bajo una mayor frecuencia de estos eventos. Hemos encontrado que el microclima y la fragmentación pueden ser factores atenuantes significativos de las sequías extremas y de la gravedad de sus efectos sobre las especies estudiadas, así como elementos que facilitan la recuperación del arbolado tras los eventos de sequía. Las dos especies de *Quercus* se mostraron más resistentes, pero no más resilientes, en sus respuestas a la sequía que *P. nigra*. A pesar de la intensidad de las sequías acaecidas y de los claros síntomas de las especies de encontrarse cerca de su límite de tolerancia, el arbolado no mostró signos de decaimiento general sostenido ni hubo mortandad en ninguna de las tres especies. Esto corrobora la elevada resiliencia de los ecosistemas mediterráneos y señala que la aridificación climática aún no ha alcanzado niveles irreversibles para la funcionalidad de las especies y localidades estudiadas. No obstante, también pone de manifiesto la posibilidad real de que repetidas sequías extremas puedan modificar esta pauta, y dar lugar al inicio del decaimiento y muerte de los ejemplares de alguna de las especies ya que el umbral de no recuperación no parece encontrarse muy lejos de los niveles observados en las sequias extremas que ya han tenido lugar en la zona de estudio.

Figura 1. Individuos de *P. nigra* secos desde el verano de 2012 en el Parque Natural del Alto Tajo. Foto tomada en Febrero de 2013.

◂ ir al índice

Ojos que no ven… Efecto del cambio climático y del manejo histórico de los encinares en el suelo bajo nuestros pies

Daniel García Angulo, Jorge Curiel Yuste y Manuel Fernández López

El Cambio Climático es una de las principales preocupaciones ambientales de los españoles del siglo XXI; en la península ibérica, no es difícil encontrar ejemplos de los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas.

En las últimas décadas, hemos podido observar como se producía un incremento cada vez más severo de las sequías en gran parte del territorio peninsular, lo que se ha traducido en un deterioro en la salud de nuestros bosques. Tal es el caso, que incluso especies tan tolerantes a los cambios ambientales como la encina (*Quercus ilex*) han visto afectada su salud, reflejado en decoloración y grandes pérdidas de follaje en sus copas, llegando, en algunos casos a su total pérdida y la muerte del árbol.

En España, el encinar tiene un gran valor social y económico, ya que tradicionalmente se le ha dado multitud de usos (ganadería, extracción de madera…) asociados a diferentes tipos de manejo (bosques, bosques adehesados, dehesas).

Bajo este mosaico de tipos e intensidades de manejo histórico unido a los potenciales efectos del cambio climático, la parte del ecosistema que muchas veces olvidamos es el suelo. Y es que, bajo nuestros pies, existe uno de los sistemas con mayor diversidad del planeta, y las comunidades bióticas que lo habitan realizan importantes funciones que se ven seriamente afectadas cuando el estado de salud de la encina se ve modificado.

Para estudiar la interacción existente entre el cambio climático y el manejo histórico, hemos realizado un muestreo extensivo alrededor de toda la península ibérica seleccionando 18 encinares cubriendo diferentes grados de afectación y tipos de manejo (bosques, bosques adehesados, dehesas). Se hizo especial énfasis en el estudio del suelo, del que se recogieron muestras bajo encinas (0.5 metros alrededor del tronco) en diferentes estados de salud (encinas sanas, defoliadas, muertas y sin influencia de la encina). Una vez recogidas las muestras, en el laboratorio se realizaron análisis de los nutrientes del suelo así como del pH, estudiando también la actividad microbiana en forma de respiración heterotrófica y su sensibilidad a la temperatura (Q10).

Nuestros resultados preliminares muestran que el manejo histórico presenta un enorme efecto sobre la capacidad de los encinares de almacenar carbono y nutrientes, así como en las dinámicas de nutrientes del suelo llevadas a cabo por los microorganismos. Por su parte, el fenómeno del decaimiento no parece mostrar un efecto significativo en la capacidad de los encinares de almacenar carbono y nutrientes pero si parece estar afectando a las comunidades microbianas y su actividad metabólica, especialmente en aquellos sistemas menos manejados.

Esta investigación se está llevando a cabo como parte del proyecto de plan nacional del Ministerio de Economía y Competitividad con el acrónimo ERONICA

◂ ir al índice

Modelización de la descomposición de la hojarasca en climas áridos*

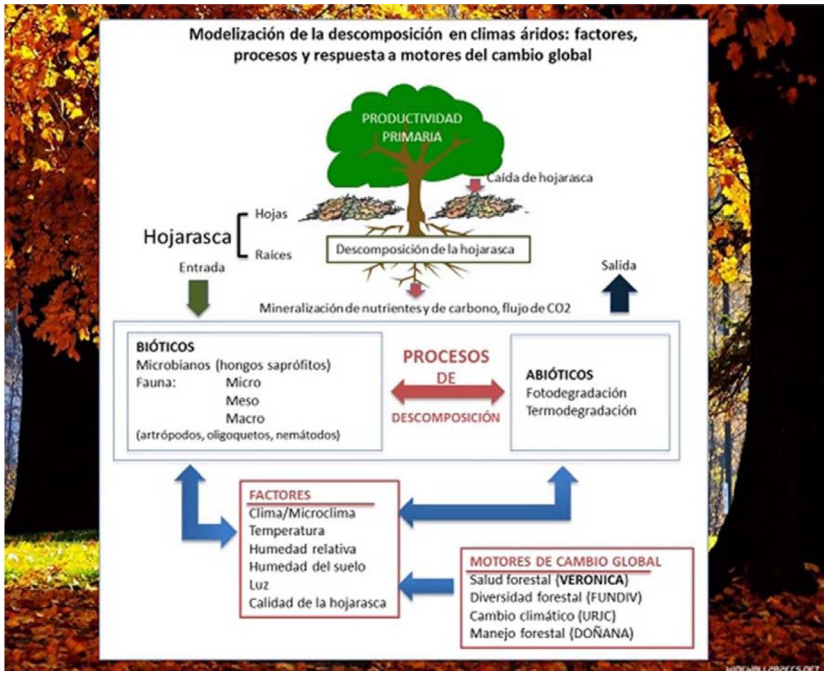
Omar Flores, Ana Rey, Jorge Curiel Yuste, Fernando Valladares

La descomposición de la hojarasca es un proceso de gran relevancia para el cambio climático, pues llega a liberar anualmente diez veces más carbono que las emisiones antropogénicas. Por ello resulta fundamental comprender este proceso y cómo se verá afectado por el cambio global. Su modelización, que consiste en representar en un modelo matemático los factores que regulan dicho proceso, permite hacer predicciones sobre cómo responderá la descomposición a los cambios en dichos factores. Estos pueden ser abióticos (temperatura, humedad, radiación solar) o bióticos (composición química de la hojarasca, fauna del suelo, descomponedores).

Los modelos de descomposición existentes no son capaces de generar estimas fiables y sistemáticamente infravaloran las tasas observadas en ecosistemas de climas áridos, y por tanto, cuestionan las emisiones globales de carbono. Esto hace necesario estudiar mejor la descomposición en ecosistemas áridos, incorporando factores y procesos que hasta ahora no han sido considerados.

Desde luego resulta fundamental considerar el efecto que tiene el clima en cada zona, y cómo afectará a la descomposición su variación (con incrementos de temperatura y reducciones de precipitaciones). Para comprender adecuadamente el impacto de estas diferencias climáticas y poder contemplarlas en los modelos, es de gran utilidad realizar estudios a diferentes escalas, desde las variaciones del cambio climático a escala local, hasta una escala regional amplia que incluya localidades con diferencias climáticas muy contrastadas.

La principal hipótesis de partida es que la fotodegradación, es decir la degradación inducida directamente por la radiación solar, podría ser responsable en gran medida de que las tasas de descomposición en los ecosistemas áridos sean superiores a las estimadas por los modelos existentes. Este proceso afecta especialmente a los compuestos más recalcitrantes para los descomponedores (como la lignina), facilitando su posterior degradación biótica; y a su vez la actividad de los microorganismos aumenta la exposición de los compuestos recalcitrantes a la radiación, de manera que se produce una retroalimentación positiva entre esos procesos bióticos y abióticos que acelera la descomposición.



Precisamente el papel de las comunidades microbianas de descomponedores del suelo es otro de los factores que hace falta incorporar a los modelos, estudiando cómo reaccionan a otros factores como la composición química de la hojarasca, así como su especialización adaptativa a descomponer la hojarasca autóctona, siendo por ello menor la tasa de descomposición de hojarasca alóctona.

Finalmente, cabe considerar el impacto que generan motores del cambio global como el manejo humano del territorio, unido a los impactos de nuestra actividad sobre la presencia o ausencia de especies que pueden alterar los procesos de descomposición de los ecosistemas (como por ejemplo los ungulados). El estudio de la interacción entre todos estos factores permitirá relacionarlos en los modelos de descomposición, incorporando aquellos de especial relevancia en climas áridos que hasta ahora no han sido debidamente reflejados en dichos modelos, para así alcanzar el objetivo final consistente en mejorar las predicciones de las emisiones globales de carbono en un escenario de cambio global.

◂ ir al índice

*Esta investigación se está llevando a cabo dentro del proyecto VERONICA.

Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva

Jefa de departamento: Ana Isabel Fernandez Perdices

El Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva (DBBE) es el que cuenta con un mayor número de investigadores en el MNCN y presenta, por tanto, intereses científicos y líneas de investigación muy amplios. En el DBBE se aborda el conocimiento de las especies desde múltiples perspectivas, siendo la descripción de la biodiversidad, su distribución y diversificación los datos esenciales y el eje vertebrador de su programa científico. La labor de investigación del DBBE se centra, por un lado, en la Sistemática, tratando de identificar y describir los patrones de biodiversidad en diferentes grupos animales y, por otra parte, en la Biología Evolutiva, para entender y explicar los procesos y mecanismos que han originado y mantenido esta biodiversidad. Igualmente, otro de los grandes objetivos de la labor desarrollada en el DBBE es la investigación de las distribuciones y causas de la variación geográfica de la biodiversidad, en los estudios biogeográficos. Esa visión holística de la biodiversidad permite generar los datos básicos para ser utilizados en estudios o planes de conservación -destacando los que involucran reproducción de especies amenazadas- y en la restauración de la diversidad biológica.

Las escalas de análisis van desde la descripción taxonómica a los análisis moleculares que permiten describir relaciones filogenéticas, o desde los patrones biogeográficos hasta aspectos relacionados con la demografía, conducta e interacciones entre especies a escala local, la conservación de la biodiversidad y del patrimonio científico, o con el estudio de datos relevantes en la historia de las ciencias naturales en España.

Los grupos animales objeto de estudio por parte del DBBE son muy diversos, incluyendo invertebrados como los Rotíferos, Turbelarios, Nematodos, Moluscos, Crustáceos, así como una enorme variedad de Insectos, y vertebrados como Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. Asimismo, el DBBE participa activamente en la generación de bases de datos de historia natural y

de colecciones morfológicas y genéticas, con sus bases de datos informatizadas e incluidas en tres grandes proyectos online: Fauna Ibérica, Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles y la Fonoteca Zoológica, .

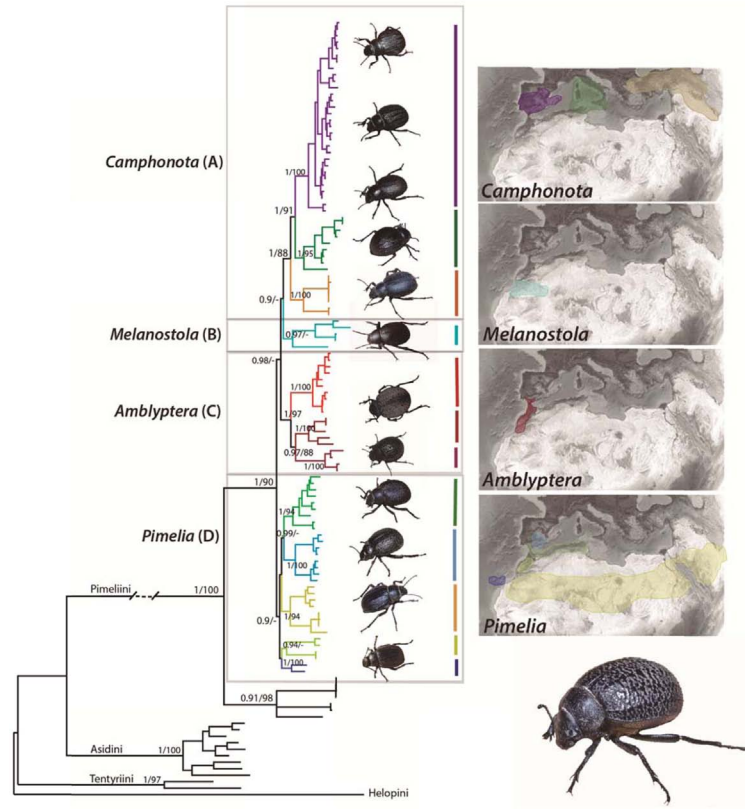
En los últimos años, los investigadores del DBBE han dedicado parte de sus esfuerzos a la transmisión y difusión del conocimiento sobre la diversidad biológica, aumentado el número de organismos conocidos mediante su descripción formal, preparando a numerosos técnicos y estudiantes en los diferentes niveles de formación, o colaborando en programas de conservación y planes de gestión de diferentes Parques Nacionales.

◂ ir al índice

Eventos paleogeográficos múltiples determinan los patrones de diversificación en Pimelia (Coleoptera: Tenebrionidae) en la Cuenca Mediterránea

Mas-Peinado, Paloma , Buckley, David, Ruiz José. L. y García-París, Mario

El género *Pimelia* Fabricius, 1775 (Pimelinae Latreille, 1802 : Pimeliini Latreille, 1802) incluye aproximadamente 320 especies distribuidas principalmente en ambientes xéricos de la Región Paleártica y del norte de la Región Afrotropical. De acuerdo con la clasificación actual realizada por Löbl y Smetana (2008), este género incluye cuatro subgéneros. El subgénero *Amblyptera* Solier, 1836 está compuesto por 19 especies distribuidas en la Península Ibérica y Marruecos. Desde su descripción por Solier (1836), las especies que conforman este subgénero, su distribución geográfica y su posición taxonómica como género o subgénero dentro de la tribu Pimeliini han sido objeto de controversia (Fabricius, 1775; Pallas, 1781; Herbst, 1799; Solier, 1836; Kraatz, 1865; HaagRutenberg, 1875; Sénac, 1887; Escalera, 1914; Reitter, 1915; Schuster, 1929; Koch, 1941 y Antoine, 1949). El subgénero *Camphonota* Solier, 1836 según la clasificación actual incluye 22 especies presentes en Grecia, Turquía, Siria, Bulgaria, Rumanía, Kazajistán y Uzbekistán. El subgénero *Pseudamblyptera* Pierre, 1958 incluye únicamente dos especies presentes en Marruecos y Argelia. El subgénero *Pimelia* incluye 274 especies distribuidas a lo largo de la Región Paleártica y del norte de la Región Afrotropical con una gran diversidad morfológica y geográfica. Por lo tanto, el género *Pimelia* en su conjunto enmascara una elevada complejidad taxonómica. Diferentes estudios basados en análisis moleculares han tratado de esclarecer algunas de estas controversias, aunque se han centrado en un número limitado de especies o en zonas geográficas de interés como las Islas Canarias o Sicilia. Sin embargo, las relaciones filogenéticas entre los subgéneros y la especies dentro de ellos siguen sin conocerse. Este estudio se centra en la parte más joven de la Cuenca Mediterránea, la región oeste mediterránea, donde están representados los cuatro subgéneros reconocidos y la mayoría de los linajes sujetos a discusión taxonómica. Esta región ha sido escenario de una compleja historia paleoclimatológica y geológica desde finales del Oligoceno. Los ciclos recurrentes que han dado lugar a desapariciones y apariciones de barreras físicas para la dispersión de organismos, han tenido un papel crucial en la historia evolutiva de muchos taxones. A partir de un estudio filogenético usando dos marcadores mitocondriales (cox1 & 16S) y cinco nucleares (ITS1, ITS2, Wg, 18S & H3), (i) se proporciona la primera hipótesis filogenética robusta para todo el grupo *Pimelia* y (ii) se establece un marco temporal y geográfico de diversificación de las especies mediterráneas. Basándonos en nuestros resultados filogenéticos, *Pimelia* es monofilético. Sin embargo, y ante la ausencia de monofilia de los subgéneros establecidos, se propone la reorganización taxonómica del grupo dividiéndolo en cuatro géneros (*Camphonota*; *Melanostola* Dejean, 1836; *Amblyptera* y *Pimelia*). Nuestros resultados indican un posible origen Rupeliense (Oligoceno) del grupo *Pimelia* y con la región de origen más probable en el norte de África. En la Península Ibérica observamos un complejo patrón filogenético como resultado de múltiples colonizaciones desde el Oligoceno Medio de linajes procedentes de África.



Pie: Árbol filogenético de las especies del grupo Pimelia obtenido por Inferencia Bayesiana basado en 5113 pb (cox1, 16S, Wg, H3, 18S, ITS1 e ITS2). Distribución geográfica de Camphonota, Melanostola, Amblyptera y Pimelia. (Fotografías M. García-París, E. Recuero, J. Guitérrez-Rodríguez & P. Mas-Peinado)

◂ ir al índice

Un océano de gusanos marinos: La importancia de conocer la biodiversidad de anélidos asociados a corales

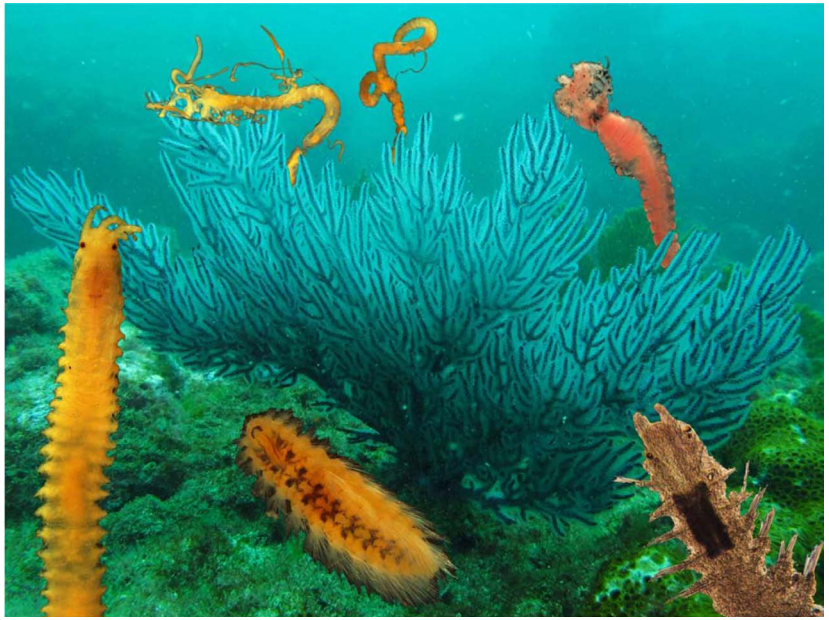
Cepeda, Diego, Soler-Hurtado, M.Mar y Lattig, Patricia

Conocer la biodiversidad de organismos que habitan en una región o hábitat resulta esencial para desarrollar cualquier tipo de investigación biológica, generando una base de conocimiento para las restantes disciplinas. Debido a que muchas regiones marinas se encuentran prácticamente inexploradas, no se sabe qué especies las habitan, especialmente las de aquellos grupos taxonómicos que carecen a priori de interés económico o conservacionista.

Una de estas regiones es la parte continental de Ecuador, lo cual contrasta fuertemente con el hecho de que este país forma parte de uno de los puntos calientes más biodiversos del planeta. No obstante, en los últimos años se han incrementado los trabajos centrados en el estudio de su biodiversidad marina. En este aspecto, Soler-Hurtado y colaboradores impulsaron el estudio de los ecosistemas coralinos bentónicos de aguas someras que caracterizan a buena parte de la costa ecuatoriana, tanto a nivel de los propios corales como de su fauna asociada. Consecuentemente, en el presente trabajo se pretende estudiar la biodiversidad de los anélidos epibiontes de dichos corales, que igualmente ha permanecido inexplorada hasta la fecha.

En Ecuador continental, se han citado previamente 149 taxones de anélidos pertenecientes a 33 familias distintas, de los cuales 36 no han sido llevados a nivel de género y/o especie. Además, muchas de estas citas son de carácter dudoso, ya que sus identificaciones no se justifican en las publicaciones correspondientes o pertenecen a taxones con áreas de distribución y localidades tipo geográficamente muy alejadas. Teniendo en cuenta la elevada importancia ecológica que poseen los anélidos en los ecosistemas marinos, es necesario un incremento en el conocimiento de la biodiversidad de este grupo.

Para ello, se han estudiado colonias procedentes de jardines submarinos de dos especies distintas de gorgonias (Leptogorgia obscura Bielschowsky, 1918 y Leptogorgia sp.), localizadas a 5-30 metros de profundidad en el Parque Nacional de Machalilla (Ecuador, Pacífico oriental). Los muestreos se realizaron durante la estación lluviosa (junio) y la estación seca (noviembre) a lo largo de dos años consecutivos, cubriéndose todo el rango climatológico de la zona. Con esta metodología se pretende no solo determinar qué especies de anélidos caracterizan a la fauna epibionte de gorgonias sino también comprobar si existen diferencias significativas en la composición de estas poblaciones en función de la especie de gorgonia hospedadora y/o la estación climatológica.



Algunos representantes de la fauna de anélidos asociada a los arrecifes de gorgonias del Parque Nacional de Machalilla (Ecuador)

Se han recolectado 306 especímenes de anélidos pertenecientes a 14 familias. En términos de abundancia general, la familia Syllidae muestra una clara dominancia (46.7%), seguida por las familias Chrysopetalidae (12.7%), Spionidae (10.5%), Eunicidae (5.8%), Nereididae (5.6%) y Phyllodocidae (5.6%). Al comparar entre las dos especies de gorgonias hospedadoras, Leptogorgia obscura presenta mayores niveles tanto de abundancia como de biodiversidad de familias, lo cual podría estar relacionado con el mayor espacio de vida disponible que posee. Hasta ahora, se han identificado 135 especímenes de 10 familias, correspondiéndose a 28 especies, todas nuevas citas para Ecuador o nuevas especies para la ciencia. Entre estas destacamos tres nuevas especies de Chrysopetalidae, un nuevo género y dos nuevas especies de Cirratulidae, y una nueva especie de Amphinomidae, familias en general muy poco estudiadas.

◂ ir al índice

Distribución y nuevas especies de Planarias marinas (Orden Polycladida) en el archipiélago de las Islas Canarias

Cuadrado Pérez-Monte, Daniel

Se ha realizado un estudio del Orden Polycladida en el archipiélago de las Islas Canarias. El archipiélago canario forma parte de la denominada Macaronesia, junto con Azores, Cabo Verde, Islas Salvajes y Madeira, y está incluido en el hotspot de la cuenca mediterránea.

Tanto por su condición de islas volcánicas como por las corrientes en las que están inmersas (Corriente del Golfo y Corriente de las Islas Canarias), el archipiélago se caracteriza por condiciones biogeográficas excepcionales, donde se favorecen procesos de especiación y endemicidad.

Los polycladidos son un orden cosmopolita, formado por aproximadamente 940 especies reconocidas. Son organismos marinos a excepción de los géneros *Limnostylochus* Bock, 1912 y *Limnoplana* Faubel, 1983, dulceacuícolas.

Los policladidos o planarias marinas, comúnmente conocidos como macroturbellarios de vida libre, se caracterizan por presentar un cuerpo aplanado dorsoventralmente.

Se han identificado un total de 19 especies en el archipiélago canario. De las cuales, se presenta y describe un nuevo género y especie *Multisepta fengari* n.g., n.sp., del suborden Acotylea, así como 5 nuevas especies del suborden Cotylea: *Anonymus ruber* n.sp., *Enchiridium magec n.sp.*, *Eurylepta guayota n.sp.*, *Acanthozoon aranfaibo n.sp.* y *Pseudoceros mororum n.sp.*

La distribución de las especies entre las distintas islas del archipielago es heterogénea. Únicamente se puede discernir un patrón de proximidad entre islas próximas entre sí. Por otro lado, cabe destacar las especies *Pericelis cata*, *Phrikoceros mopsus* y *Enchiridium magec* con una distribución anfiatlántica. Son éstas las primeras citas para la costa Atlántica Este, la ecoregión del Atlántico Norte de aguas templadas marinas, y el hotspot de la cuenca mediterránea. Por último, el género *Acanthozoon*, a pesar de presentar una distribución

Phrikoceros mopsus. Vista dorsal, in vivo.

mundial, es ésta la primera vez que se presenta una especie del género, *Acanthozoon aranfaibo*, tanto para la costa Atlántica Este, el Atlántico Norte y el hotspot de la cuenca mediterránea. Por otra parte, se han observado un gran número de especies presentes en la cuenca mediterránea (10 de las 19 descritas), muchas de ellas con una distribución cosmopolita.

Con este trabajo se ha ampliado la visión y el conocimiento que se tiene de este grupo tan desconocido y a la vez tan interesante en una región muy particular, como son las Islas Canarias.

D. Cuadrado, L. Moro y C. Noreña (2016) The Polycladida (Platyhelminthes) of the Canary Islands. New genus, species and records. *Zootaxa. En prensa*

◂ ir al índice

¿Pueden los cambios ecológicos explicar la dinámica poblacional... a largo plazo?

Hórreo Escandón, José Luis

Es ampliamente conocido que la ecología afecta al crecimiento, reproducción, dispersión y supervivencia de los animales. Respecto a sus efectos sobre la dinámica de poblaciones, estos son bien conocidos a corto plazo, pero no así a largo plazo. En este último caso, aunque se sabe que la ecología cambia las distribuciones de las especies, no se sabe nada acerca de como afecta a su demografía o dinámica poblacional. Además, la gran mayoría de los estudios que hay al respecto hasta la fecha muestran un proceso "causa-efecto" y no se ha descrito hasta el momento una unión o *link* directo entre un cambio ecológico y la demografía poblacional. El saber de qué manera afectan los cambios ecológicos a la demografía poblacional de una especie, y por tanto a su propia dinámica y futuro poblacional, es fundamental ya que generaría un conocimiento útil para diferentes campos de la biología como pueden ser la ecología, evolución, conservación, etc.

En búsqueda de este *link* estudiamos tres especies diferentes de lagartijas del género *Psammodromus* (*P. edwardsianus, P. hispanicus* y *P. occidentalis*) a lo largo de la mayor parte de su distribución natural (la Península Ibérica). En ellas tomamos medidas de diferentes Life-History-Tratis como tamaño, condición corporal y tamaño de la puesta. Además, con muestras de ADN de individuos de la actualidad, hicimos inferencias demográficas poblacionales desde el presente hasta hace 120000 años mediante métodos coalescentes (Bayesian Skyline Plots) para observar como variaba el número de individuos total de la especie en ese lapso de tiempo. En tres momentos diferentes con suficientes datos disponibles: la actualidad, el último máximo glaciar (hace unos 22.000 años), y el último interglaciar (hace unos 120.000 años), analizamos también datos ecológicos e inferimos el de distribución de las tres especies. De esta manera, podríamos poner en relación posibles cambios ecológicos con posibles cambios demográficos, así como estudiar el *link* biológico a través del cuál estaban unidos.

Los resultados mostraron como un cambio ecológico (relacionado con la temperatura) provocó diferencias en los Life-History-Traits de las especies, y más concretamente en el tamaño de las hembras. Dicho tamaño se vio que tenía relación directa con la *fitness* de las especies a través del tamaño de la puesta: cambios del 10% del tamaño de la hembra provocaban cambios del 75% del tamaño de la puesta. Esto en último termino afectó diferencialmente a la demografía poblacional de las mismas, es decir, a la variación del número de individuos de cada una de ellas. Se describió de este modo por primera vez el *link* existente entre un cambio ecológico y la demografía poblacional a largo plazo (miles de años). Durante décadas, se ha propuesto que la selección natural tiene gran influencia sobre la dinámica poblacional a largo plazo y que la adaptación a condiciones ecológicas cambiantes podría contribuir a la diversificación y especiación. Nuestros resultados mostraron que los cambios ecológicos son impulsores de diversidad genética y especiación, dejando huellas genéticas que pueden ser trazadas atrás en el tiempo.

◂ ir al índice

Interacción parásito-hospedador y especiación en cíclidos Neotropicales

Hofmann Horton Melinda J.

Una de las grandes preguntas en la ecología evolutiva es cómo se forman las especies y cuáles son los factores promotores de la divergencia entre especies. Uno de los modos de especiación es la especiación simpátrica, en la cual nuevas especies surgen en la misma área geográfica sin barreras físicas al flujo génico. Uno de los mecanismos que impulsan la especiación simpátrica está relacionado con emparejamiento y selección sexual. La selección sexual es la preferencia de un sexo para ciertas características en individuos del otro sexo. Entre otros, los criterios a seleccionar incluyen adaptación local. Un aspecto importante es estar localmente adaptado a comunidades de parásitos que están heterogéneamente distribuidos. El parasitismo es uno de los principales estilos de vida en la naturaleza y tiene un claro impacto negativo en el hospedador. Selección impulsada por parásitos ha favorecido el desarrollo del sistema inmune. El Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC) es uno de los componentes clave del sistema inmune adaptativo que se encuentra en todos los vertebrados. La función de las moléculas del MHC es ligar los péptidos derivados de parásitos y presentarlos en la superficie de células a los linfocitos para su reconocimiento, desencadenando una cascada de defensas inmunológicas y destrucción del parasito. Los genes del MHC son los genes más polimórficos de los vertebrados y las múltiples copias variables que se encuentran en cada individuo se expresan de forma co-dominante. Todas las poblaciones animales se enfrentan con poblaciones de parásitos que pueden variar a lo largo del tiempo y el espacio. Estas variaciones en la presión selectiva parasitaria producen cambios rápidos en la frecuencia de alelos del MHC, favoreciendo aquellos que son más ventajosos frente a los parásitos más comunes. Los cambios en la prevalencia de parásitos específicos ejercen la diversificación de la selección en su hospedador. Se ha encontrado que la selección mediada por parásitos no es sólo una fuerza evolutiva importante para mantener el polimorfismo de los genes del MHC, sino también es

Laguna de Apoyo; una de las lagunas cratéricas que muestreamos para este estudio. En esta laguna se ha detectado uno de los casos más convincentes de especiación simpátrica

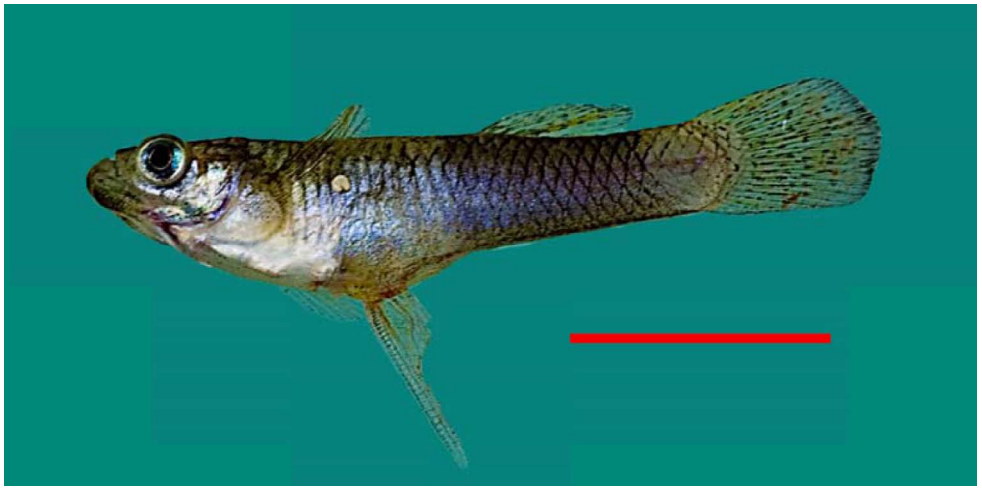
un mecanismo que puede contribuir al iniciar eventos de especiación simpátrica. Los cíclidos Neotropicales de lagunas cratéricas son un modelo ideal para el estudio de la especiación simpátrica. Han demostrado varias casos independientes de evolución en paralelo produciendo varias especies simpátricas que pueden ser rastreadas hasta una sola línea fundadora ancestral dentro de cada laguna. Usando secuenciación masiva aquí secuenciamos el exón 2 del MHC clase IIB del complejo del cíclido de Midas a nivel poblacional. Muestreamos cuatro lagunas cratéricas y los dos lagos grandes de Nicaragua. Encontramos que el cíclido de Midas tiene una alta diversidad de MHC revelando un patrón de mosaico de elementos altamente conservados y elementos hiperpolimórficos. Además encontramos polimorfismo trans-especie entre las distintas especies muestreadas entre las lagunas y cíclidos africanos. Nuestros resultados sugieren que la interacción parasito hospedador por medio de selección sexual puede ser un mecanismo que favorece la especiación. Los genes del MHC son una herramienta potente que puede ayudar a resolver cómo se forman las especies.

◂ ir al índice

Departamento de Biodiversidad y Biología evolutiva

Pardos Blas, José Ramón

México es considerado como uno de los países con mayor número de endemismos en ictiofauna dulceacuícola del mundo. Uno de los puntos de mayor diversidad dentro del territorio mexicano es su vertiente atlántica. Su geografía e historia geológica es considerada clave en fenómenos de especiación. En concreto, algunos autores han señalado la región ocupada por las cuencas del complejo Pánuco-Tamesí como posible punto de diversificación de numerosas especies debido, entre otras razones, a su naturaleza kárstica. Dentro de las especies que viven en él, destacan por su importancia la familia Poeciliidae siendo el género Gambusia Poey, 1854 el más diverso de todos. Estudios recientes sugieren que la cuenca del Pánuco podría constituir un punto elevada tasa de endemismos para el género Gambusia. Este grupo ha sido relativamente poco estudiado y prácticamente sólo en base al gonopodio, es decir, caracteres morfológicos. El problema de este carácter es que ahora es considerado como fruto de fenómenos de convergencia y paralelismo. Por tanto poco útil para clasificaciones taxonómicas. Nuestro objetivo inicial fue establecer las relaciones filogenéticas del género centrándonos en la cuenca de los ríos Pánuco-Tamesí y otras con las que podrían estar relacionadas así como proponer hipótesis biogeográficas que pudiesen explicar la distribución del género en la región. Para llevar a cabo los objetivos, se emplearon técnicas moleculares de secuenciación multigénica (cytb y s7) así como técnicas de delimitación de especies y estimación de tiempos de divergencia. Las filogenias moleculares mostraron que la región estudiada posee una alta divergencia en las especies del género así como posibles candidatos a ser descritos como especies nuevas. Las relaciones filogenéticas resultantes fueron congruentes con otros géneros de la misma familia ya estudiadas en la región (Xiphophorus, Tampichthys, Cyprinella). Las distancias genéticas entre los principales linajes fueron entre 4 y 9,4% mientras



Macho de *Gambusia holbrooki* Girard, 1859.

que las distancias más bajas se observaron entre Gambusia regani, Gambusia panuco y Gambusia sp.1 y Gambusia sp.2 (1,5%-3,1%). El análisis de delimitación de especies bPTP sugiere la existencia de nueve linajes evolutivos independientes en la región. A través del análisis del gen nuclear s7 fueron identificados haplotipos compartidos entre linajes bien soportados en la filogenia mitocondrial. Los tiempos de divergencia permitieron establecer que los linajes identificados en este trabajo pudieron haber diversificado durante la orogénesis de la sierra de Tamaulipas y la formación de la Sierra Madre Oriental durante el Plioceno. Procesos de selección sexual y fluctuaciones climáticas durante el Pleistoceno pudieron haber influido en la estructuración de poblaciones de las especies reconocidas de género Gambusia.

◂ ir al índice

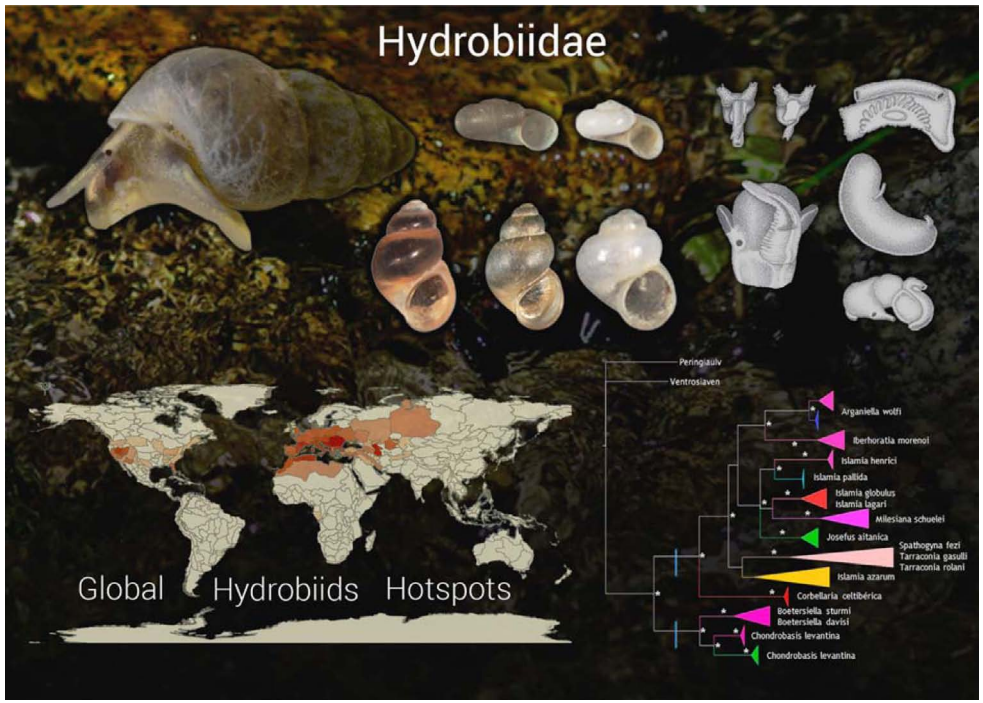
Diversidad, procesos evolutivos y biogeografía de especies de Hydrobiidae (Mollusca, Caenogastropoda) ibéricas*

Aguado Amanda, Miller Jonathan P., García-Guerrero Fernando, Delicado Diana y Ramos Marian

La familia Hydrobiidae (Caenogastropoda, Truncatelloidea) reúne un conjunto de moluscos gasterópodos de pequeño o diminuto tamaño que habitan principalmente en ambientes dulceacuícolas y salobres del Neártico y Paleártico. Las especies de hidróbidos viven en un amplio rango de hábitats de aguas continentales, desde fuentes y nacimientos de ríos hasta estuarios. Esta familia constituye presumiblemente uno de los grupos más ricos en especies dentro de los moluscos. Comprende cerca de 1.000 especies distribuidas de forma dispar entre sus géneros. A pesar de su diversidad, el estudio sistemático de esta familia es complicado debido al pequeño tamaño y a la simplicidad estructural de sus especies. Por tanto, para alcanzar un conocimiento más completo de su riqueza e historia evolutiva, es necesario un enfoque multidisciplinar que integre el mayor número de caracteres morfológicos, datos moleculares, geográficos y/o ecológicos.

La mayoría de las 134 especies descritas en la península Ibérica son endémicas y algunas también se encuentran en las penínsulas Itálica y Balcánica u otras regiones. Por tanto, nuestras principales líneas de investigación sobre los hidróbidos ibéricos y a nivel global son: i) definir taxonómicamente las especies; ii) elaborar claves morfológicas dicotómicas sobre las especies descritas; iii) estimar sus relaciones filogenéticas mediante la secuenciación y posterior análisis de genes mitocondriales y nucleares; iv) estudiar su distribución geográfica; v) analizar los posibles factores ecológicos y geográficos que influyen en la riqueza de especies; y vi) comparar los patrones evolutivos en función del tipo de hábitat.

En base a nuestras descripciones anatómicas y morfológicas de hidróbidos ibéricos realizadas en los últimos años, estamos desarrollando una base de datos para la elaboración de claves dicotómicas utilizando todos los caracteres diagnósticos posibles para identificar nuevas especies. También, estamos realizando estudios filogenéticos de las subfamilias Islamiinae y Horatinae con cuatro marcadores moleculares (COI, 16S, 28S y 18S) que confirman genéticamente las 12 especies ibéricas ya descritas y sugieren una asociación entre los clados con los sistemas montañosos de la península Ibérica. En un tercer estudio, exploramos los factores climáticos y geográficos que han podido influir en la distribución de la riqueza de especies de la familia Hydrobiidae a nivel global.



Familia Hydrobiidae: estudios morfológicos, filogenéticos y biogeográficos

* Financiación: Proyecto Fauna Ibérica XI Ref.: CGL2014-53332-C5-1-P

◂ ir al índice

Departamento de Geología: Procesos geológicos, riesgos naturales y recursos minerales

Jefe de departamento: Mariano García Fernandez

El Departamento de Geología desarrolla su actividad investigadora en el ambito de las Ciencias de la Tierra a diferentes escalas espaciales y tempora les, incluyendo las causas y consecuencias potenciales de fenómenos y procesos naturales (ej., terremotos, inundaciones, variaciones del nivel del mar, cambio climático y ciclo de carbono), con especial atención a los eventos extremos; así como la génesis, distribución y reservas potenciales de recursos naturales (ej., rocas, minerales, agua, suelos y contaminación de suelos). Estas actividades se enmarcan dentro de los Retos Sociales definidos en H2020 "Acción por el Clima, Eficiencia de Recursos y Materias Primas" y "Sociedades Seguras".

Líneas de Investigación:

Las investigaciones en el Departamento de Geología se agrupan en los siguientes temas principales:

- Registros geoambientales del Cambio Global

Monitorización y análisis de registros, archivos geológicos y marcadores que permiten descifrar y evaluar los efectos a largo plazo del Cambio Global en los procesos de la superficie terrestre (geológicos, geofísicos, hidrológicos y geoquímicos). Estudio y modelización de los principales mecanismos que intervienen en la evolución del paisaje y los cambios climáticos a diferentes escalas espaciales y temporales, tratando de distinguir los procesos naturales de los de origen antrópico.

- Minerales y ciencias planetarias

Análisis de las propiedades geoquímicas, moleculares y luminiscentes de los minerales, incluyendo las colecciones históricas de rocas, minerales y meteoritos del Museo, materiales de Patrimonio Histórico y Geología Médica. Estudio de los procesos biogeoquímicos generados en suelos y sedimentos que influyen en la forma y movilidad de metales y metaloides en la superficie terrestre, con consecuencia en procesos de contaminación medioambiental y dispersión de de elementos tóxicos en el Sistema suelo-agua.

Estudios de control del microclima y actividad microbiana en la cueva de Altamira (S. Sánchez-Moral)

- Geoquímica de Procesos Magmáticos y Mineralizaciones Hidrotermales. Modelizaciones metalogenéticas y paragénesis de yacimientos hidrotermales.

- Peligrosidad y Riesgo Sísmico e Ingeniería Sísmica

Evaluación y análisis de las causas y consecuencias potenciales de los terremotos, destacando la ocurrencia de eventos extremos, mediante una modelización integral, a diferentes escalas espacio-temporales; del mecanismo de generación, el movimiento sísmico del terreno y sus modificaciones locales, junto con la evaluación precisa de la peligrosidad y el riesgo sísmico; incluyendo su aplicación en normativas sismorresistentes, planificación del territorio, y apoyo en el desarrollo de estrategias de prevención y reducción de desastres.

◂ ir al índice

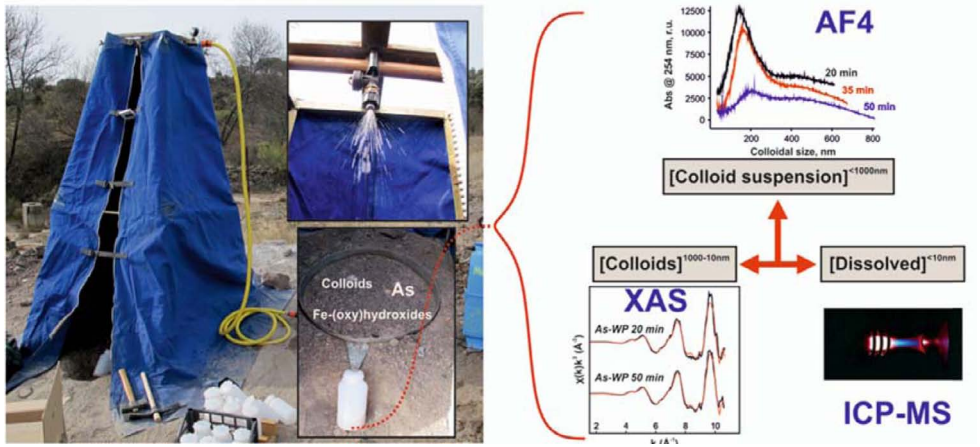
Presencia de arsénico en suelos contaminados de la provincia de Madrid

Fernando Garrido, Javier García-Guinea, Miguel Angel Gomez-Gonzalez

Tanto la distribución como las formas químicas de los elementos traza que componen la corteza terrestre son modificadas, directa o indirectamente, por distintas fuentes antropogénicas que ocasionan un aumento de su concentración, superando los niveles naturales, o su lixiviación y transporte, pudiendo conducir a la contaminación de las reservas hídricas. Una de las principales causas antropogénicas de esta alteración es la acumulación de residuos procedentes de la minería y su abandono sobre el suelo, donde permanecen expuestos a la precipitación y a la erosión durante años.

La toxicidad de estos elementos y su tendencia a persistir en el medio justifican la relevancia científica y medioambiental de la contaminación del suelo por elementos tóxicos. Para impedir la degradación del sistema suelo-agua, la investigación científica sobre el proceso de contaminación difusa o puntual por estos elementos no debe consistir en la mera determinación estática de su concentración en el suelo o de las propiedades del mismo que condicionan su transporte. Hay que disponer de modelos que permitan prevenir los efectos de este proceso dinámico y que estén validados con medidas directas del mismo. Estos modelos deben articularse sobre el conocimiento de las transformaciones y reacciones que estos elementos sufren en condiciones naturales, así como de sus interacciones con los componentes presentes en la solución del suelo.

En la Comunidad de Madrid existen numerosas instalaciones mineras, hoy inactivas, que han dejado como legado residuos ricos en elementos tóxicos y peligrosos como es el arsénico. Estos residuos pueden generar polvo y descargar partículas finas (coloides) ricas en este elemento en los cursos fluviales, lo cual genera un impacto potencialmente severo sobre la calidad de estas aguas. Los procesos fundamentales que controlan la liberación de elementos tóxicos desde residuos generados están basados en la interacción suelo-agua. Por lo tanto, para entender las reacciones químicas involucradas, es necesaria una correcta caracterización



Estudio de la dispersión y especiación de Arsénico coloidal en aguas de escorrentía en medios naturales; experimentos de simulación de lluvia para la generación controlada de agua de escorrentía y esquema experimental para la caracterización de la fase coloidal portadora del Arsénico.

mineralógica de los residuos mineros, determinar las fases minerales que contienen el As y estudiar las posibles vías de transferencia del elemento entre los distintos compartimentos de los ecosistemas. Este conocimiento básico permite mejorar la evaluación de los riesgos asociados, guiar hacia correctos planes de actuación y desarrollo de la actividad minera y optimizar estrategias de remediación adecuadas para el tratamiento de estas plantas abandonadas.

Las técnicas y los trabajos que se presentan han sido desarrollados en el Departamento de Geología del Museo Nacional de Ciencias Naturales en colaboración con otros centros nacionales y extranjeros. Han tenido por objeto el estudio de la mineralización y geoquímica del arsénico en dos escenarios de la Comunidad de Madrid localizados en los municipios de Bustarviejo y Guadalix de la Sierra. Entre otros procesos, se ha estudiado el papel que potencialmente pueden ejercer partículas coloidales naturales como vectores de movilización y dispersión de arsénico en el medio.

◂ ir al índice

Técnicas radiométricas para el estudio de la erosión y la redistribución del suelo

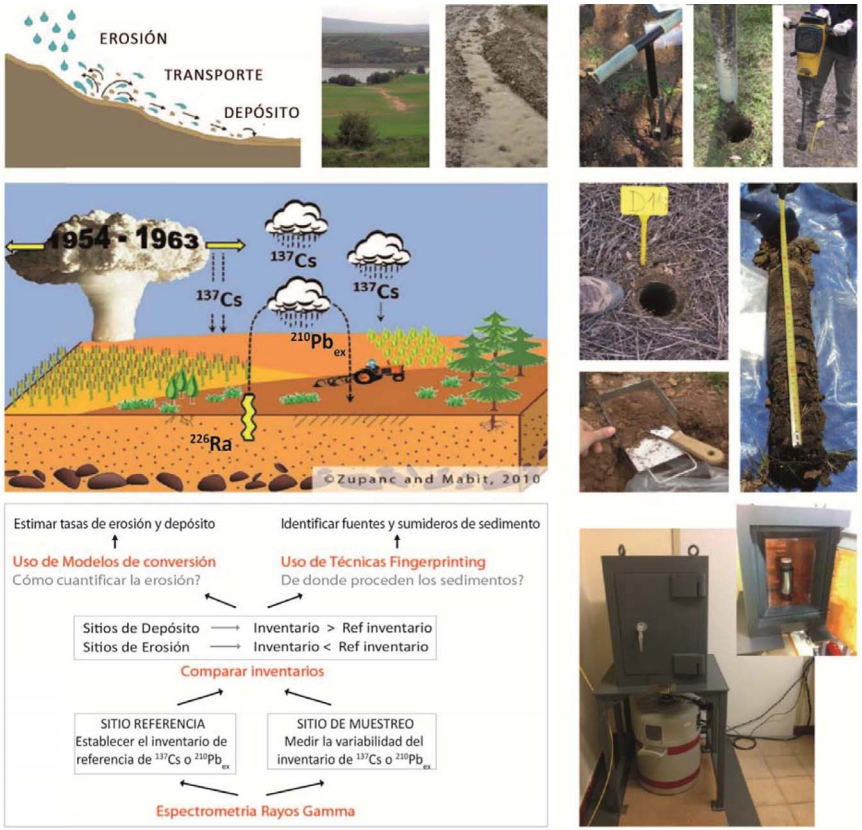
Leticia Gaspar leticia.gaspar@mncn.csic.es

El suelo es un recurso limitado y no renovable, lo que implica que su pérdida y degradación son irreversibles a escala humana. Las tasas actuales de erosión del suelo son de 10 a 20 veces mayores a las tasas de formación, superándose casi 12 veces el valor de pérdida de suelo sostenible. La erosión hídrica, que supone más del 50% de los mecanismos de degradación del suelo, moviliza y transporta las partículas minerales así como los nutrientes, lo que afecta a la fertilidad del suelo y en definitiva a la producción de cultivos. Para afrontar este problema medioambiental se requiere de información cuantitativa de la erosión del suelo y de un conocimiento de la distribución espacial de la pérdida y acumulación de suelo dentro de los ecosistemas.

El uso de radioisótopos ambientales como técnica para cuantificar la erosión surge de la necesidad de solventar las dificultades y limitaciones asociadas a las técnicas clásicas para medir la erosión. El fundamento de las técnicas radiométricas para cuantificar la erosión del suelo se basa en la fuerte afinidad de los radionucleidos para fijarse en las partículas finas del suelo y sedimentos, y movilizarse fundamentalmente por procesos físicos, resultando ser un efectivo trazador del movimiento suelo.

Los radioisótopos presentes en el suelo como el ^{137}Cs y $^{210}Pb_{ex}$ tienen diferente origen pero se caracterizan por depositarse en la superficie del suelo mediante la lluvia o precipitación seca radiactiva (*dry fallout*) y, una vez fijados fuertemente en el suelo, su redistribución se produce en conjunción con las partículas de suelo. La técnica utiliza la espectrometría de rayos gamma para identificar el contenido de cada radioisótopo en la muestra de suelo. Una vez analizada la actividad isotópica se cuantifica la pérdida o ganancia de suelo mediante la comparación del contenido isotópico en cada punto de muestreo con el inventario de referencia obtenido en sitios de estabilidad dentro del área de estudio. El uso de modelos empíricos o modelos teóricos de balance de masas permiten convertir las actividades isotópicas en valores de tasas de erosión o depósito.

En los últimos años se ha empezado a utilizar la actividad isotópica de los radionucleidos como propiedades trazadoras del suelo en la metodología de "fingerprinting" o métodos de



trazado de huellas. Esta técnica tiene un gran potencial para identificar los sumideros y las fuentes de sedimentos producidas por un conjunto de procesos naturales y antropogénicos que en general están relacionados con la naturaleza del sustrato, tipos de suelos, usos agrícolas y contaminación.

Las técnicas radiométricas han demostrado ser una metodología de base física robusta y acreditada, que proporciona información complementaria para el manejo y gestión de los problemas de erosión y sedimentación global. Estas técnicas han sido aplicadas con éxito en diversos ambientes a escala global, y en España ya se cuenta con más de 20 años de experiencia.

◂ ir al índice

Técnicas multidisciplinares aplicadas a la reconstrucción de paleoambientes y dinámica actual de paisajes naturales y antropizados

Maria J. Machado machado@mncn.csic.es

El modelado de los paisajes, actuales y del pasado, refleja la acción continuada de procesos de degradación ligados al sistema de la hidro-geo-biosfera. El ritmo y la dinámica de la evolución de un determinado paisaje refleja así la acción de dos fuerzas de distinta magnitud y escala espacio-temporal: el descenso del nivel de base y la sensibilidad de la superficie a la degradación.

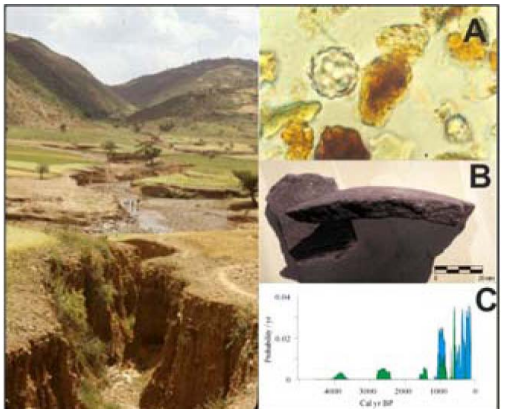
En geo-ciencias, la reconstrucción de paisajes y sus paleoambientes se aborda mediante distintas escalas espaciales (local-regional) y temporales (anual-secular-milenaria), y requiere el estudio y análisis de registros geomorfológicos, sedimentarios y documentales (históricos). Los múltiples cambios que se producen en el modelado con el trascurso del tiempo hace que estos registros sean parciales, aislados, y requieren de una análisis meticuloso a nivel puntual y de extrapolación regional. Para ello se dispone de tres tipos principales de información.

1) Paleosuperficies

Estos indicadores de paisaje incluyen líneas de nivel de lagos, líneas de costa, superficies de erosión en rocas antiguas, paleosuperficies agrícolas y suelos relictos. Su presencia nos aporta información sobre las fases de la evolución del modelo de carácter regional y su relación con la tectónica, la variabilidad climática y los cambios relacionados con la actividad humana y la historia ambiental, a escala temporal de secular a milenaria.

2) Archivos sedimentarios

Los sedimentos acumulados como consecuencia de la acción de los procesos superficiales (escorrentía, corrientes fluviales, espeleotemas en cuevas, etc) constituyen una huella detallada de las condiciones paleoambientales dominantes en el momento de su depósito. Estas evidencias físicas pueden preservarse en el tiempo geológico, y nos aportan información sobre los procesos de erosión química, física y de vegetación, a partir de los cuales inferir la acción del clima y las condiciones ambientales a diferentes escalas temporales (decadal-milenaria). En su estudio intervienen diferentes técnicas, como la estratigrafía, la geoquímica, y el estudio del polen y los biolitos (fitolitos). Su ordenación en el tiempo se consigue a partir de técnicas de datación absoluta como el radiocarbono o la luminiscencia estimulada ópticamente (OSL).



Paisaje agrícola degradado, con ilustración de algunas técnicas utilizadas en la reconstrucción de paleoambientes en registros sedimentarios: A) Biominerales (fitolitos) vistos al microscopio electrónico. B) Registros arqueológicos; cerámica encontrada en el interior de los registros sedimentarios. C) Datación por radiocarbono de los sedimentos.

3) Archivos documentales

Las fuentes documentales históricas proporcionan información sobre las condiciones climáticas y ambientales del entorno donde se registran. En este tipo de archivos incluyen documentos (eclesiásticos, actas oficiales), fotos, inscripciones, pinturas, registros económicos oficiales, censos agrarios y de producción, periódicos, y registros instrumentales anteriores al establecimiento de los servicios oficiales. Esta información, en su mayor parte cualitativa, se puede convertir en datos cuantitativos sobre variables climáticas o hidrológicas. Por ejemplo, nos proporcionan fechas, descripción de altura y daños de inundaciones pasadas, o duración de las sequías ocurridas en el pasado.

En su conjunto, recomponiendo esta información podemos establecer un conjunto de escenarios, locales u regionales, a lo largo del tiempo con resolución decadal –centenial y sus características climáticas y ambientales (vegetación, procesos edáficos y de erosión) y de usos del suelo (cultivos, ocupación del territorio). Su análisis nos permite determinar la respuesta y el grado de resistencia y resiliencia de los sistemas a la variabilidad del clima o la actividad humana, sirviendo de análogo para entender los cambios del futuro.

◂ ir al índice

Cuando el río suena: caracterizando la dinámica fluvial de los cauces efímeros Mediterráneos

Mikel Calle Navarro (m.calle@mncn.csic.es).

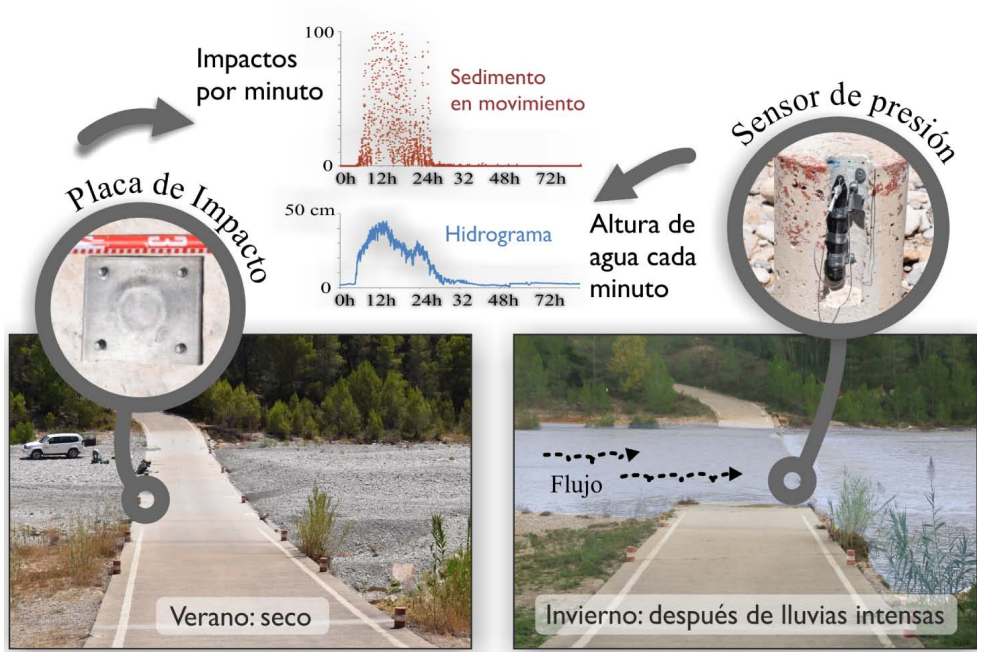
La hidrología de los ríos Mediterráneos tiene como característica principal la estacionalidad. Esto se debe a que la mayoría de precipitaciones ocurren en otoño e invierno frente a la escasez de los meses de verano. Como resultado, los ríos Mediterráneos pueden sufrir grandes inundaciones o llegar incluso a quedarse temporalmente 'secos'. Este es el caso de los ríos 'efímeros' (que presentan agua menos de 4 meses al año), grupo al que se prevé incluir cada vez más ríos según las proyecciones de cambio climático.

A pesar de la abundancia de estos ríos efímeros en nuestro entorno, no existe una legislación que los regule. Esto se debe a que la Directiva Marco Europea del Agua que controla el 'estado de conservación' de ríos permanentes (que siempre presentan agua) usa como diagnóstico metodologías difícilmente aplicables a los ríos efímeros (DBO, identificación de invertebrados betónicos, etc) en ausencia de control ha resultado en innumerables impactos sobre su hidrología, geomorfología y ecología que es necesario evaluar.

Para evaluar el estado de un río efímero sin el uso de los parámetros típicos es esencial encontrar otro tipo de elementos que puedan indicar su estado de conservación. Por ejemplo, el estudio de la geomorfología del río, entendida como las formas y características que presentan los elementos que conforman un río 'vivo': el agua… pero también el sedimento (depósito de nuevas barras, migración de canales, etc) son clave para comprender su estado de conservación.

Con el estudio de los cambios geomorfológicos a través de fotografías aéreas históricas y tecnologías de reconstrucción topográfica de detalle (LiDAR y fotogrametría digital automática) hemos podido reconscons-truir las condiciones previas, su evolución en planta o cuantificar con precisión la magnitud del impacto en 3D. Así se ha podido aislar el foco del cambio y determinar qué actividades han alterado su geomorfología. Sin embargo, para comprender dichos cambios es necesario profundizar en el conocimiento del funcionamiento de los ríos efímeros, es decir, ¿qué pasa durante una inundación?

Para resolver esta incógnita se han instalado sensores de presión para saber la altura del agua y seguir la evolución del caudal al minuto.



La combinación de modelos topográficos de detalle (arriba) junto con medidas empíricas del volumen de agua y sedimento movilizado (centro), permite entender qué ocurre antes, después y durante un evento de inundación.

Parte esencial de estos ríos también es el sedimento que gracias a las 'placas de impacto' y a las sondas de turbidez, hemos sido capaces de estimar su movimiento tanto por el fondo del río como suspendido en el agua.

Lamentablemente, los datos empíricos de agua y sedimento son muy escasos. Este inconveniente se ha podido solventar con la ayuda de la modelización con ordenador de la hidráulica de estas inundaciones. De esta forma, somos capaces de ver cómo evolucionan en el espacio parámetros como la velocidad o la energía del flujo y así entender procesos como la erosión o el transporte del sedimento.

Todo ello, no solo nos permite decir que cuando el río suena ¡agua lleva! sino que también ahonda en el conocimiento de los ríos efímeros y nos ayuda a proponer nuevas directrices para su conservación, promoviendo la recuperación de estos entornos que actualmente se encuentran olvidados.

◂ ir al índice

Departamento de Biogeoquímica y Ecología Microbiana

Jefa de departamento: Asunción de los Ríos Murillo

Nuestro Departamento se dedica al estudio de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y, especialmente, al análisis de su contribución a los ciclos biogeoquímicos. Nuestras investigaciones parten de la premisa de que la presión antrópica y las condiciones ambientales extremas modifican los flujos de intercambio entre los diversos compartimentos de un ecosistema, alterando significativamente su funcionamiento y estructura. Esos cambios se analizan desde los distintos niveles de organización (macroscópico, microscópico y molecular) con el propósito de cubrir todos los procesos que operan en un ecosistema y sus interacciones a diferentes escalas. Para ello, se estudian desde ecosistemas prístinos a perturbados, y se considera un amplio abanico de alteraciones inducidas por el hombre. Esta caracterización ecológica permite cuantificar las contribuciones de los distintos compartimentos bióticos y abióticos a los flujos biogeoquímicos y al funcionamiento de los ecosistemas, lo cual es útil también para analizar sus respuestas en escenarios de cambio global, con el fin de contribuir a formular estrategias de conservación ambiental a medio y largo plazo.

El Departamento está integrado por un grupo multidisciplinar de investigadores, especialistas en biogeoquímica, ecología acuática, ecología terrestre y geomicrobiología dedicados a la investigación en tres líneas claves interrelacionadas:

La línea de Biogeoquímica de Ecosistemas estudia la funcionalidad de los ecosistemas continentales considerando sus características y evolución ante los cambios inducidos por el hombre. Los ecosistemas son analizados mediante la cuantificación de los flujos biogeoquímicos entre compartimentos a diferentes escalas temporales (desde minutos a milenios), haciendo énfasis en los procesos relacionados con las transformaciones de carbono, nitrógeno y fósforo y en las interrelaciones de ellos con la estructura del compartimento biótico (redes tróficas). El objetivo final del grupo es modelar los diferentes procesos que dirigen los ciclos biogeoquímicos –y que sustentan la actividad de los ecosistemas– en relación con el cambio global.

La línea de Ecología Microbiana y Geomicrobiología se centra en la caracterización integrada de la diversidad morfológica, taxonómica y funcional, la organización espacial y las interrelaciones geomicrobiológicas de ecosistemas microbianos desarrollados en diferentes condiciones ambientales, incluyendo ambientes extremos donde son las formas de vida dominantes e importantes reservorios de diversidad. Se analizan tanto las implicaciones ecológicas y biogeomorfológicas asociadas al desarrollo de las comunidades microbianas y las interacciones microorganismo-mineral establecidas, así como su capacidad de respuesta al cambio climático. Se estudian también ecosistemas microbianos cuyo desarrollo puede contribuir al deterioro de nuestro Patrimonio Cultural, para poder diagnosticar procesos de biodeterioro y diseñar estrategias para frenar los efectos perjudiciales de la colonización microbiana.

Panel izquierdo: Laguna Conceja (complejo de Ruidera, Albacete) en otoño; se aprecia la orla litoral que alberga la mayor biodiversidad de este ambiente limpio y transparente, cuyas emisiones de gases de efecto invernadero son muy diferentes de la zona litoral a la pelágica. Inserto izquierdo: fotografía mediante microscopía electrónica de transmisión del aspecto amorfo del fulvato de calcio a pH-5; se trata de la forma de materia orgánica soluble en agua más abundante del planeta. Panel derecho: Dry Valleys en la Antártida continental, en los cuales estudiamos los ecosistemas microbianos de ambientes extremos. Inserto derecho: Imagen de microscopia de fluorescencia de sus comunidades microbianas endolíticas (señal roja, cianobacterias; señal verde, microorganismos heterótrofos).

La línea de Materia Orgánica en Suelos y Sedimentos estudia la variabilidad espacial de la composición del humus desde una perspectiva ecológica, con el objetivo de desarrollar modelos integrales que determinen la funcionalidad del humus en el ambiente, así como su incidencia en los procesos biogeoquímicos y en el balance de carbono de los ecosistemas. Las sustancias húmicas están ampliamente distribuidas en el suelo, agua y combustibles fósiles y representan la mayor reserva de carbono orgánico en la superficie de la Tierra. El humus incluye mezclas complejas de materiales biosintéticos alterados, además de macromoléculas recién formadas. Así, la investigación se realiza usando perspectivas típicas de Edafología, Ecología y Microbiología del Suelo, Geoquímica Orgánica o Química Macromolecular.

◂ ir al índice

Series temporales hidroquímicas: qué nos pueden decir.

JC Rodríguez-Murillo, M. Filella

Las series temporales hidroquímicas son conjuntos de datos hidroquímicos (concentraciones de elementos o sustancias químicas en las aguas) ordenados según el tiempo en el que ocurren. Los sistemas acuáticos (ríos y lagos) reciben de los suelos y la atmósfera estos elementos y sustancias y los trasportan a los mares, ejerciendo un papel crucial en los ciclos (bio) geoquímicos. Las series temporales hidroquímicas permiten seguir la evolución de los contaminantes en el medio, así como de constituyentes fundamentales de los ecosistemas, como el carbono orgánico.

En esta comunicación se expondrán algunos resultados de nuestros estudios de tales series durante los últimos seis años. Los ejemplos elegidos son las series temporales de carbono orgánico, disuelto y total, en los principales ríos y lagos de Suiza y las series de varios metales traza en el lago Lemán, también en Suiza. La motivación para el estudio de las primeras era añadir unos ejemplos relevantes para ríos y lagos importantes que pudieran confirmar o no el seudoparadigma imperante de "crecimiento general de las concentraciones de C orgánico en las aguas del Hemisferio Norte". El estudio de la evolución temporal de metales en las aguas del Lemán tiene que ver con los drásticos cambios recientes en las deposiciones de alguno de ellos (Pb, Cd). ¿Cómo están influyendo esos cambios en la carga de metales que va a parar al lago? ¿Qué ocurre con otros metales menos estudiados, como el Sb y el Mo? ¿Existe relación entre el uso acelerado en nuevas tecnologías de metales como el Ga, Ge, In, elementos de las tierras raras, etc., y su presencia en las aguas?

En el curso de la investigación, surgieron cuestiones de relevancia y alcance mucho más general, como la determinación de tendencias temporales deterministas en series en buena medida estocásticas y la búsqueda de causas de las tendencias detectadas. En la comunicación se pondrá de manifiesto la importancia de fenómenos como la correlación serial y la persistencia a largo plazo, que en muchos campos de la ciencia que trabajan con series temporales son ignorados o no tomados en cuenta adecuadamente.

Leyenda de la imagen: Vista del lago Lemán desde el Jardín Botánico de Ginebra (M. Filella).

◂ ir al índice

¿Los científicos hispanos como insectos sociales?

Miguel Alvarez Cobelas, malvarez@mncn.csic.es

La vida y la práctica laboral del científico hispano podrían organizarse de dos grandes maneras: como comunidad científica, en el sentido de Polanyi (1942), o como sociedad de insectos, en el sentido de Hölldobler & Wilson (2014). En esta conferencia discutiré en cuál de estas organizaciones nos situamos. Usando la analogía del hormiguero, contemplaré muy brevemente a los distintos actores y actividades de la vida diaria del científico indígena como reinas, obreras, zánganos, huevos, ambiente, feromonas, depredadores, recursos, simbiosis, sustancias azucaradas, etc.

Sin embargo, el modo de producción neoliberal no deja inmune a la vida del científico. El individualismo y el "sálvese-quien-pueda" determinan que el investigador español actual no se incluya en ningún tipo de organización social, salvo la del "yo-mi-me-conmigo". Como consecuencia, la bondad y el interés de los resultados científicos se resienten y la vida cotidiana en los centros de investigación se degrada.

Una elaboración bastante más extensa de todos estos aspectos, y de bastantes más, puede encontrarse en Alvarez Cobelas (2016).

Referencias

Alvarez Cobelas, M. 2016. Hoy las ciencias adelantan que es una barbaridad. La vida cotidiana del científico en España. Ediciones Calle de las Aguas. Madrid. www.hoylascienciasadelantan.es

Hölldobler, B. & Wilson, E.O. 2014. El superorganismo. Belleza y elegancia de las asombrosas sociedades de insectos. Katz Editores. Buenos Aires.

Polanyi, M. 1942. Self-government in science. In: The logic of liberty. Chicago University Press. Chicago.

Joaquín Sorolla Bastida. 1897. Una investigación ó El Doctor Simarro en el laboratorio. Óleo sobre lienzo, 122 x 151 cm. Museo Sorolla, Madrid.

◂ ir al índice

¡Aquí no hay quien viva!
Microorganismos litobiónticos en el desierto de Atacama

María Cristina Casero, Octavio Artieda, Petr Vitek, Jocelyne DiRuggiero, Carmen Ascaso y Jacek Wierzchos; mcristina.casero@mncn.csic.es

El desierto de Atacama, en el norte de Chile, es el más árido de la Tierra y, como tal, constituye un laboratorio natural idóneo para explorar los límites de la vida y las estrategias desarrolladas por los microorganismos para adaptarse al ambiente poliextremo de hiperaridez, radiación solar, altas y bajas temperaturas y, en algunos casos, salinidad. Bajo estas condiciones de extremo déficit hídrico, los ecosistemas microbianos endolíticos (dentro de las rocas) son considerados los últimos refugios ambientales para la vida. En estos desiertos el sustrato lítico ofrece ventajas que permiten el establecimiento de esas comunidades: cierta protección frente a la radiación ultravioleta incidente y el exceso de radiación solar del espectro visible, aumentando a su vez la accesibilidad y retención de agua en un espacio físico estable. Estas comunidades microbianas tienen como base productores primarios fotosintéticos (cianobacterias o algas, estas con menor frecuencia), que sustentan la diversidad de microorganismos heterótrofos. Pueden encontrarse en sustratos tan variados como halitas, yesos, granitos, calcitas o rocas volcánicas porosas, mostrando cómo la vida ha encontrado formas novedosas para adaptarse a las condiciones extremas de los desiertos hiperáridos.

La pregunta tan fundamental y compleja de "¿qué factores determinan la composición y el funcionamiento de estas comunidades?", tan solo puede ser respondida de forma completa si se aborda desde el estudio micromorfológico y molecular de la estructura y la diversidad de las mismas.

Observaciones con microscopía electrónica de barrido han permitido detectar la existencia de distintos microhábitats endolíticos en yesos e ignimbritas de Atacama. Estas distintas áreas de colonización condicionarían la estructura de las comunidades en función del microhábitat específico en el que se desarrollen. Los análisis metagenómicos basados en el gen 16S rRNA muestran al filo Cyanobacteria como dominante, seguido por Actinobacteria, Chloroflexi y Proteobacteria, existiendo claras variaciones en las abundancias relativas de los mismos en función del microhábitat, posiblemente debidas a las distintas condiciones microambientales que se dan en cada uno de ellos.

Leyenda de la figura.- Paisaje de la zona hiperárida del desierto de Atacama (Chile) junto con imagen de microscopía de fluorescencia de un crecido de cianobacterias procedentes de colonización endolítica de yesos del Desierto de Atacama (señal roja - autofluorescencia de los pigmentos fotosintéticos de cianobacterias; señal azul - envolturas de los agregados de cianobacterias y células individuales; señal verde - nucleoides de cianobacterias y otras bacterias acompañantes).

Dada la importancia de los productores primarios en estas comunidades, resulta imprescindible la exploración de la maquinaria molecular y los mecanismos fisiológicos que posibilitan su supervivencia en este tipo de ambientes. Nuestros estudios están siendo posibles gracias al aislamiento y cultivo de las cianobacterias de los distintos microhábitats de los sustratos, pertenecientes al género Chroococcidiopsis en su mayoría.

La búsqueda de las estrategias de adaptación de los microorganismos que forman parte de estas comunidades está siendo abordada desde muy distintas aproximaciones metodológicas y estrategias de investigación, incluyendo numerosas técnicas de microscopía y microanálisis, secuenciación masiva y métodos analíticos espectroscópicos y de cromatografía, de manera que se pueda comprender de una manera completa el funcionamiento de estas comunidades microbianas endolíticas.

◂ ir al índice

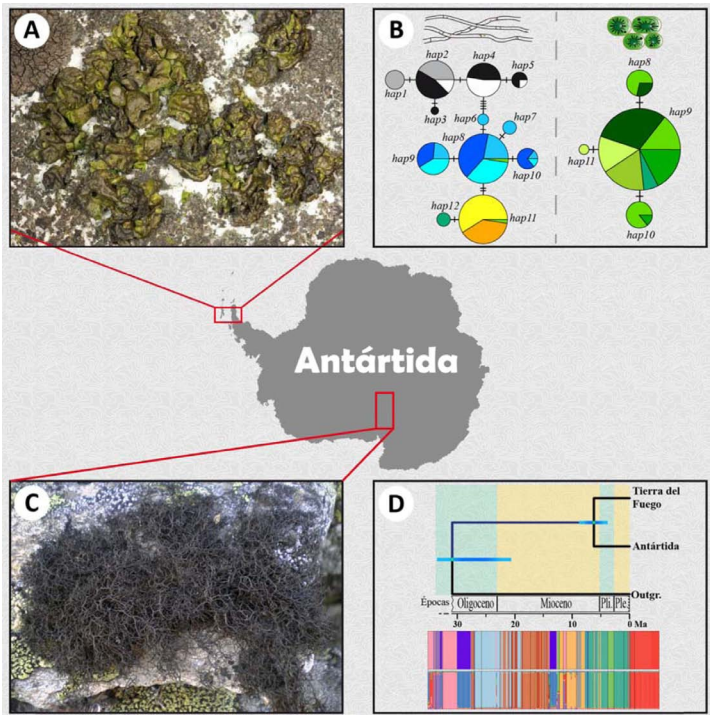
Estudios filogeográficos de dos especies de hongos liquenizados muestran orígenes distintos de la biota liquénica antártica

Isaac Garrido Benavent, Sergio Pérez Ortega y Asunción de los Ríos; igbenavent@mncn.csic.es

Los líquenes representan un ejemplo paradigmático de simbiosis mutualista entre un hongo y un organismo fotosintético, o fotobionte, que puede ser un alga y/o una cianobacteria. Su naturaleza poiquilohidra les permite desactivar su metabolismo ante condiciones abióticas extremas para después reactivarse y funcionar con total normalidad. Ésta es una de las razones que explica su supervivencia en la Antártida, el continente que presenta las condiciones más extremas para la vida de todo el planeta. De hecho, los líquenes constituyen el elemento más conspicuo y diverso de los paisajes vegetales antárticos.

Tras casi dos siglos de recolecciones, iniciadas por J. Torrey y el eminente explorador y botánico J.D. Hooker en la primera mitad del siglo XIX, más de 500 especies de hongos liquenizados han sido hallados en la Antártida e islas adyacentes. El desarrollo reciente de análisis basados en secuencias de ADN ha acelerado el ritmo de descripción de nuevos hongos liquenizados antárticos. No obstante, pese a su abundancia, poco se sabe aún sobre su origen. Alrededor de un 40% de las especies muestra un patrón de distribución bipolar o anfitropical, mientras que un 30% son endemismos antárticos. Durante el siglo XX, la mayoría de autores aceptaron un origen dual, por el que las especies endémicas tendrían un origen relicto, anterior al Pleistoceno, y las especies bipolares y cosmopolitas habrían colonizado la Antártida en tiempos más recientes, durante el Cuaternario. La presencia de endemismos antárticos fue asociada por algunos autores a la existencia de oasis libres de hielo (*nunataks*), que habrían servido de refugios durante los periodos glaciales, facilitando la posterior recolonización.

Una vez más, los análisis genéticos y, en particular, los de filogeografía permiten contestar a la pregunta de cómo y cuándo se originaron las poblaciones antárticas de los líquenes. Fruto de nuestra investigación, sugerimos orígenes alternativos para dos especies de hongos liquenizados antárticos. En *Mastodia tessellata*, se ha descubierto que las poblaciones antárticas constituyen un linaje distinto al de las de Tierra del Fuego y Norte América,



Leyenda de la figura.- (A) *Mastodia tessellata* (*Verrucariaceae*, Ascomycota) (Foto: Sergio Pérez). (B) Respectivas redes de haplotipos para el hongo liquenizado (izquierda) y alga liquenizada (derecha). (C) *Pseudephebe pubescens* (*Parmeliaceae*, Ascomycota) (Foto: Isaac Garrido). (D) respectiva estimación de tiempos de divergencia (arriba) y estructura filogeográfica (abajo).

lo que representa un ejemplo claro de especiación críptica. Dicha especiación pudo ser favorecida por los cambios geológicos y climáticos ocurridos en el hemisferio austral desde el Mioceno. Los estudios de diversidad genética y estimación de tiempos de divergencia apoyaron un origen austral para este liquen, el cual debió sobrevivir en refugios costeros durante las glaciaciones antárticas. Por el contrario, el origen de las poblaciones antárticas del liquen perteneciente al género de hongos Pseudephebe parece más reciente, en el Pleistoceno. Este liquen, de origen boreal, tuvo que colonizar la Antártida mediante eventos de dispersión a larga distancia desde Sur América o incluso directamente desde regiones situadas en el Ártico.

En conclusión, nuestro estudio apoya las dos hipótesis planteadas en la antigua literatura sobre el origen de las poblaciones de líquenes en la Antártida.

◂ ir al índice

I JORNADAS CIENTÍFICAS MNCN

Madrid, 21-22 Febrero 2017

Martes: 9.30-16.00
Miércoles: 9.30-13.00

(Salón de Actos MNCN)

Participan:

DPTO. BIODIVERSIDAD Y BIOLOGÍA EVOLUTIVA
DPTO. BIOGEOQUÍMICA Y ECOLOGÍA MICROBIANA
DPTO. PALEOBIOLOGÍA
DPTO. BIOGEOGRAFÍA Y CAMBIO GLOBAL
DPTO. ECOLOGÍA EVOLUTIVA
DPTO. GEOLOGÍA

COMITÉ ORGANIZADOR:
David López Idiáquez, Mar Soler Hurtado,
Nicole Torres Tamayo, Miguel Álvarez Cobelas,
Ana Rey, Gerardo Benito

Han colaborado:

Antonio García-Tabernero, Antonio
Aguado, Amanda
Alberto Riesco López, Alberto
Amo, L
Aranda, Ismael
Artieda, Octavio
Ascaso, Carmen
Buckley, D.
Calle Navarro, Mikel
Cantera Arranz, Xiomara
Casero, María Cristina
Cepeda, D.
Cuadrado Pérez-Monte, Daniel
Curiel Yuste, Jorge
Daniel Hontecillas Tamayo, Daniel
Delicado, Diana
Díaz, Mario
DiRuggiero, Jocelyne
Fargallo, Juan Antonio
Fernández López, Manuel
Filella, M.
Flores, Omar
Forner, Alicia
García Angulo, Daniel
García-Guerrero, Fernando
García-Guinea, Javier
García Morato, Sara
García-París, M.
Garrido Benaven, Isaac
Gaspar, Leticia
Gil, Diego
Gomez-Gonzalez, Miguel Angel
Hoffman, M.
Hórreo, Jose Luis
Lattig, P
Lobón-Cerviá, Javier
López-García, A
Machado, Maria J.
Mas-Peinado, P.
Megía-Palma, Rodrigo
Miller, Jonathan P.
Morales Fernandez, Judith
Pardos Blas, José Ramón
Pavón, Ignacio
Pérez Ortega, Sergio
Ramos, Marian
Rey, Ana
Ríos, Asunción de los
Rodríguez-Murillo, J.C.
Ruiz J.L.
Schloesing, Elodie
Sierro, Javier
Soler-Hurtado, M.M.
Tomás, G
Valladares, Fernando
Velando, Antonio
Vitek, Petr
Wierzchos, Jacek