



III Jornadas de Investigación del **CIBC-UAM**

UAM

CIBC

III Jornadas de Investigación del CIBC-UAM



Comisión de dirección del CIBC-UAM

Isabel Draper Díaz Atauri.

Área de Botánica, Departamento de Biología y CIBC-UAM, Universidad Autónoma de Madrid.

David Buckley Iglesias.

Área de Genética, Departamento de Biología y CIBC-UAM, Universidad Autónoma de Madrid.

Ana Margarida Coelho dos Santos.

Departamento de Ecología y CIBC-UAM, Universidad Autónoma de Madrid.

Cristina Mata Estacio.

Departamento de Ecología y CIBC-UAM, Universidad Autónoma de Madrid.

Manuel Juan Macía Barco.

Área de Botánica, Departamento de Biología y CIBC-UAM, Universidad Autónoma de Madrid.

Patricia Álvarez Campos.

Área de Zoología, Departamento de Biología y CIBC-UAM, Universidad Autónoma de Madrid.

Ángel Baltanás Gentil.

Departamento de Ecología y CIBC-UAM, Universidad Autónoma de Madrid.

Manuel B. Morales Prieto.

Departamento de Ecología y CIBC-UAM, Universidad Autónoma de Madrid.

ISBN: 979-13-990341-6-5

Depósito legal: CS 359-2025

Diseño y maquetación: www.tesiteando.es

Índice de contenidos

Sobre incompatibilidades en la reproducción, endosimbiontes, zonas híbridas y especiación	9
David Buckley	
Aplicación de la Inteligencia Artificial en el examen de escenarios evolutivos	10
Isabel Sanmartin & Pablo Gutiérrez de la Peña	
Scientific research gaps and trends regarding vertebrate biodiversity in tropical savannas	12
Marcelo Ferreira Martins, Paulo E. D. Bobrowiec ^a William Douglas Carvalho	
Perspectivas de las comunidades tradicionales sobre la fauna de las sabanas de Amapá, Brasil	15
Yuri Nascimento do Nascimento, William D. Carvalho ^a , Marcelo M. Ferreira, Dalila S. Mello ^a , Karen Mustin ^a	
Contracciones en el rango de distribución de aves agrarias y esteparias en relación con la intensificación agraria en España	17
Diego Chamizo Hermosilla, Rocío Tarjuelo Mostajo, Javier Seoane Pinilla, Manuel Borja Morales Prieto.	
¿Dónde buscar a las hormigas ibéricas? Cartografía predictiva: testando técnicas de modelado de distribución de especies	20
Sónika Leconte, Francisco M. Azcárate ^a , Javier Seoane	
Large branchiopods as key prey for larval newts: a case of study on Triturus pygmaeus.....	21
Marina Tomás-Martín, Carmen Díaz-Paniagua, Bram Vanschoenwinkel, Margarita Florencio	
How does temperature affect the daily activity of ectothermic animals?	22
Maiara Macario, Carlos Navas, Agustín Camacho	
Fleeing the heat: the case of the altered migratory phenology of the Little Bustard.....	23
González del Portillo, D., Hernández-Téllez, I., García de la Morena, E. , Bota, G. & Morales, M. B.	
Spatiotemporal dynamics in transmission of Avian Influenza (H5N1) between birds and wild mammals in the Americas (2022-2024).....	24
Guðmundsdóttir, Á., Sacristán, I., Ewbank, A.C., Sacristán, C., Seoane, J. , De la Torre, A. & Iglesias, I.	
Biogeochemical characterization of Antarctic glacial lakes threatened by climate change.....	25
Miguel Ángel Fernández-Martínez, Lara Silvia Corral-García, Paloma Alcorlo, María Ángeles Lezcano, Sandra Gusi Martínez, Adrià Blanco Cabanillas, Armando Azúa-Bustos, Daniel Carrizo, Laura Sánchez-García, Antonio Molina, Jacek Wierzchos & Ana Isabel López-Archilla	
The life cycle of plastics: from greenhouses to coastal marine environments	26
Marina Nuñez-Rubio, Carlos Edo, Juan Manuel Valenzuela, Virginia Gálvez-Blanca, Chloe Wayman, Gerardo Pulido-Reyes, Miguel González-Pleiter, Luis Fernández García-Del-Rincón, María Jesús Martínez Bueno, Amadeo R. Fernández-Alba, Roberto Rosal, Francisco Leganés and Francisca Fernández-Piñas	
Diversidad de la fauna de colémbolos en la isla de la Posesión (Archipiélago Crozet, Islas Subantárticas)	29
Enrique Rubio Gómez & María José Lucíañez Sánchez	
Dinámica estacional de colémbolos arbóreos (Collembola, Hexapoda) capturados con trampas Malaise en Aranjuez	32
María José Lucíañez & Amalia Beatriz Rivera	

El efecto del fuego en el suelo del bosque: los colémbolos como indicadores de la degradación del medio edáfico	34
Daniel Arellano & María José Lucíañez.	
Predicción global de zoonosis aviarias en relación con la caracterización del territorio y la riqueza de aves	36
Romero, D., Cobos-Mayo, M., Cardeña, F., Aliaga-Samanez, A., Olivero, J., Muñoz, A.R. & Seoane, J.	
Ethnoecology and conservation of large reptiles in communities of Nicaragua.....	37
José Luis Rubio, José David Quiroz, Gena Abarca, Patricia L. Alegre	
Trait-environment relationships in a Mediterranean alpine grassland.....	38
Jorge García Fernández, Daniel López Prieto, Manuel J. Macía, David Sánchez Pescador, Julia Chacón Labella.	
Análisis bibliométrico de la investigación global sobre la producción de caña de azúcar y sus efectos en la biodiversidad: tendencias, puntos críticos y brechas de conocimiento	41
Eduardo Rodrigues dos Santos, William Douglas Carvalho, Karen Mustin	
Breaking Down Recycled LDPE: Nanoplastics and Byproducts and Their Effects on the Duckweed Spirodela polyrhiza	43
Esther Ortega-Pérez, Silvia Gómez-Kong, Miguel Tamayo-Belda, Miguel González-Pleiter, Francisco Leganés, Roberto Rosal, Francisca Fernández-Piñas & Gerardo Pulido-Reyes	
Fonotecas zoológicas: un recurso clave para la investigación y Conservación de la biodiversidad.	47
Alejandro Corrales, Violeta Hevia y Diego Llusia	
Facing the pollinator crisis: new techniques for studying bee communities.....	49
Valera-Gallego, J., Hevia, V., Cumia, V.M. ¹ , Herranz, J., Moreno, A., Ortega, J., Chicote, J., Pantoja-Sánchez, H., Ulloa, J.S., Llusia, D.	
Study of the ecological condition of the vegetation present in the Cantoblanco campus prior to the reintroduction of grazing.....	52
Celia González López, César A. López Santiago, Francisco M. Azcárate	
Ensayo metodológico de monitorización no invasiva de contaminantes ambientales en muestras de pelo y heces de micromamíferos como indicadores ecotoxicológicos	54
Álvaro Navarro Castilla, Cristina Mata Estacio y Marcos Pérez-López	
Understanding the impact of human-induced trampling on Antarctic edaphic microbial communities and their recovery potential	56
Rosa María Galbo Cacha, Miguel Ángel Fernández-Martínez, Ana Isabel López-Archilla, Pablo Tejedo, Isaac Garrido Benavent, Asunción de los Ríos & Javier Benayas	
FrogNet: Desarrollo de nuevas tecnologías para el seguimiento automático de anfibios ibéricos .	57
Cumia, M.V., García de la Morena, E.L., Ulloa, J.S., Llusia, D.	
Suelo Vivo: Divulgación científica a través de la creatividad y la colaboración	59
Zdravković, Ana , Draper, Isabel, Estebanez, Belén , Medina, Nagore G.	
Living Soil. Scientific Communication Through Creativity and Collaboration.....	60
Comparing trail running and mountain biking environmental impacts in experimental conditions through multidisciplinary techniques	63
Faucha Museo, M., Tejedo Sanz, P., Gómez Prieto, F., Díez-Herrero, A., Carcavilla Urquí, L., Ballesteros Cánovas, J.A., Sandoval Rincón, K.P., Vázquez Tarrío, D., Navalón Blanch, L., Escudero Alcántara, A., Valladares Ros, F., Justel Eusebio, A.M., Leung, Y.-F. & Benayas del Álamo, J.	

Sobre incompatibilidades en la reproducción, endosimbiontes, zonas híbridas y especiación

David Buckley

Dpto. Biología (Genética) y Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM)
Universidad Autónoma de Madrid (UAM). c/ Darwin 2, 28049-Madrid, Spain

Resumen

El estudio del proceso de especiación se puede enfocar desde diferentes perspectivas. Desde el punto de vista genético, se puede analizar, por ejemplo, la relación entre la acumulación de variantes alélicas alternativas entre grupos y la aparición de incompatibilidades que desemboquen en el aislamiento reproductor entre ellos. Así, se puede analizar si existen «genes de especiación» responsables del aislamiento y la especiación o si existen regiones genómicas más propensas a acumular estas diferencias genéticas, o las diferencias en los patrones de recombinación y su variación a lo largo de los genomas, por ejemplo. El proceso de acumulación de diferencias y la aparición de incompatibilidades reproductoras no es, obviamente, lineal y directo, y ocurre de forma particular en cada grupo o taxón. En nuestro caso, estudiamos este tipo de procesos en dos linajes del ortóptero *Chorthippus parallelus*, linajes que acumularon en alopatria diferencias genéticas sustanciales y que se encontraron secundariamente, formando una zona híbrida en los Pirineos. En esta charla, analizaremos la utilidad de la zona híbrida de *Chorthippus parallelus* para estudiar los patrones de diferenciación genética e incompatibilidad reproductora. Indagaremos en la naturaleza de las variantes genéticas responsables del aislamiento reproductor y sobre los patrones de introgresión o no de estas variantes a través de la zona híbrida. También, discutiremos el papel que el endosimbionte citoplasmático obligado *Wolbachia* puede estar jugando como promotor del aislamiento reproductor entre los dos linajes de *Chorthippus*, ya que se sabe que puede manipular los sistemas reproductores (entre otros) de los organismos infectados y generar incompatibilidades citoplasmáticas entre organismos infectados y no-infectados, o infectados con cepas diferentes de la bacteria, una casuística descrita en nuestro sistema de estudio.

Referencias bibliográficas

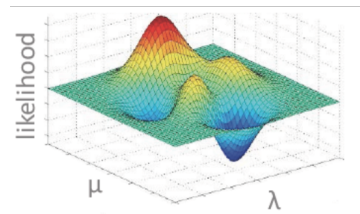
- Hagberg, L., E., Celemín, I., Irisarri, O., Hawlitschek, J. L., Bella, Mott T & R. J. Pereira. 2022. Extensive introgression at late stages of species formation: Insights from grasshopper hybrid zones. *Molecular Ecology* 31: 2384–2399. <https://doi.org/10.1111/mec.16406>
- Jiménez-Flrido, P., M., Aquilino, D., Buckley, J. L., Bella & R. Planelló. 2024. Differential gene expression in *Chorthippus parallelus* (Zettersdedt, 1821) (Orthoptera: Acrididae: Gomphocerinae) induced by *Wolbachia* infection. *Insect Science: en prensa*. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.13481>
- Pereira, R. J., F. J., Ruiz-Ruano, C. J. E., Thomas, M., Pérez-Ruiz, M., Jiménez-Bartolomé, S., Liu, J., de la Torre & J. L. Bella. 2021. “Mind the numt: finding informative mitochondrial markers in a giant grasshopper genome”. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 59: 635–645. <https://doi.org/10.1111/jzs.12446>.

Aplicación de la Inteligencia Artificial en el examen de escenarios evolutivos

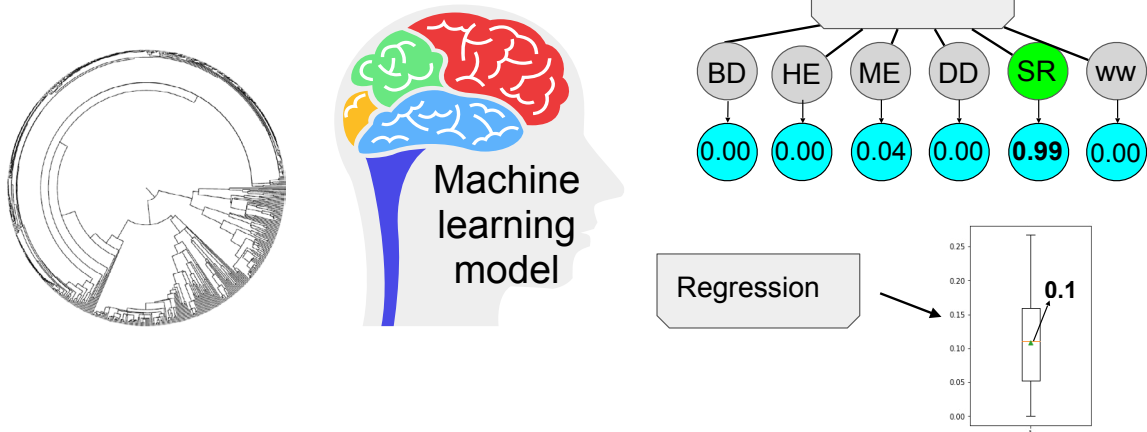
Isabel Sanmartín & Pablo Gutiérrez de la Peña

Real Jardín Botánico de Madrid (CSIC)

The Problem



The Solution



El aprendizaje automático (machine learning) es un subcampo de la inteligencia artificial en el que un conjunto de algoritmos aprende a resolver problemas sin que hayan sido programados específicamente para ello. Aunque con una larga tradición en campos como la medicina, recientemente estas técnicas han empezado a utilizarse en el campo de la biología evolutiva. El aprendizaje automático supervisado (algoritmos entrenados con datos “etiquetados” procedentes de simulaciones) se ha mostrado muy útil en tareas de clasificación (reconocer el modelo que generó los datos de entrada) y regresión (estimar los parámetros del modelo) para problemas estadísticos que son computacionalmente difíciles o imposibles de resolver con métodos clásicos de inferencia probabilística, como la máxima verosimilitud o la inferencia bayesiana. Algunos métodos de aprendizaje automático supervisado, como son los árboles de decisión o la regresión logística, necesitan que el usuario defina a priori los rasgos (“features”) que describen los datos de entrada

utilizados para entrenar a la red, por ejemplo, métricas o estadísticos que describen un árbol filogenético o resumen un modelo evolutivo. Por otro lado, las redes neuronales profundas, compuestas de múltiples capas de neuronas, aprenden la estructura y relación “jerárquica” entre los elementos que forman los datos y pueden construir sus propias características de alto nivel. Esto las hace especialmente apropiadas para modelos complejos, multidimensionales, como los que a menudo describen procesos micro o macroevolutivos, con múltiples parámetros y complejas relaciones de dependencia. Este tipo de redes profundas se han utilizado con éxito en el campo de la epidemiología (expansión y transmisión de virus).

En esta conferencia, mostraremos trabajo reciente de nuestro grupo de investigación, para aplicar redes neuronales profundas en filogeografía, delimitación de especies, y clasificación de escenarios evolutivos de diversificación. Aunque la modelización probabilística sigue siendo fundamental para la biología evolutiva computacional, el aprendizaje automático profundo puede mejorar nuestra comprensión de los procesos evolutivos e incluso servir como apoyo a la inferencia estadística tradicional, por ejemplo, proporcionando “atajos” para inferir parámetros difíciles de modelizar.

Scientific research gaps and trends regarding vertebrate biodiversity in tropical savannas

Marcelo Ferreira Martins¹, Paulo E. D. Bobrowiec^{1,2}, William Douglas Carvalho^{3,4,5}

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, AV. André Araújo, 2936, Manaus, 69067-375, Brasil

² Instituto Tecnológico Vale, R. Boaventura da Silva, 955, Belém, 66055-090, Brasil

³ Terrestrial Ecology Group TEG-UAM), Department of Ecology, Faculty of Sciences, Autonomous de Madrid, C. Darwin, 2, Madrid, 28049, Spain.

⁴ Universidad Autónoma de Madrid, Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), C. Darwin, 2, Madrid, 28049, Spain.

⁵ Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Rod. Josmar Chaves Pinto, Macapá, 68903-419, Brazil.

Tropical savannas (Figure 1C) are among the most threatened ecosystems in the world due to land use change, mainly by replacing their natural habitats in agricultural systems. Despite this intense anthropogenic pressure, savannas are less studied than tropical forest ecosystems. Therefore, to investigate the gaps and trends in scientific research on amphibians, reptiles, birds, and mammals in tropical savannas, we conducted a systematic search for scientific articles on the Web of Science platform, including separately the combinations of the following keywords: (bird) and (Savanna or Savannah), (mammal) and (Savanna or Savannah), (amphibian) and (Savanna or Savannah), (reptile) and (Savanna or Savannah). After screening the data, we divided the total number of articles by the savanna area in each country to obtain the proportion of studies by area. Our results show that Africa has a deficit in scientific research on terrestrial vertebrates compared to Oceania and South America (Figure 2) and that this global trend in the distribution of studies is closely related to the Human Development Index (Figure 3). Our research also revealed that about 80% of the articles focused on mammals and birds. That phylogenetic and functional diversity were the least studied dimensions of vertebrate biodiversity in tropical savannas (Figure 1A). Finally, we identified land use change and fire dynamics as the most studied research topics. In contrast, invasive species and climate change were the most neglected (Figure 1B). These results are worrying for conservation, because in addition to the geographic gap, we are not studying the biodiversity of tropical savannas. And if we consider the intense anthropogenic pressures that savannas have suffered in recent decades, we may be losing animal species long before we know them.

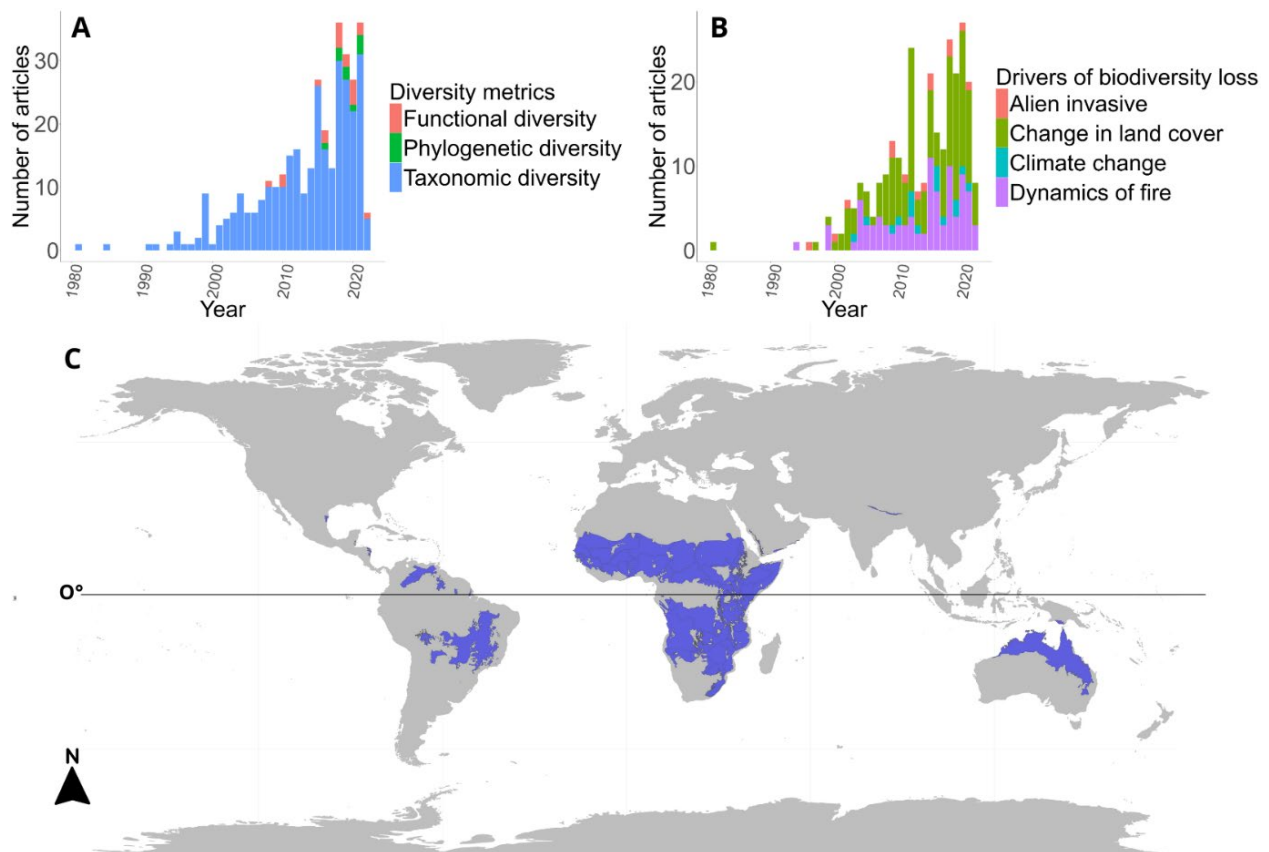


Figure 1 - Number of articles published annually that analysed the vertebrate diversity metrics (A) and drivers of biodiversity loss (B) in tropical savannas (C).

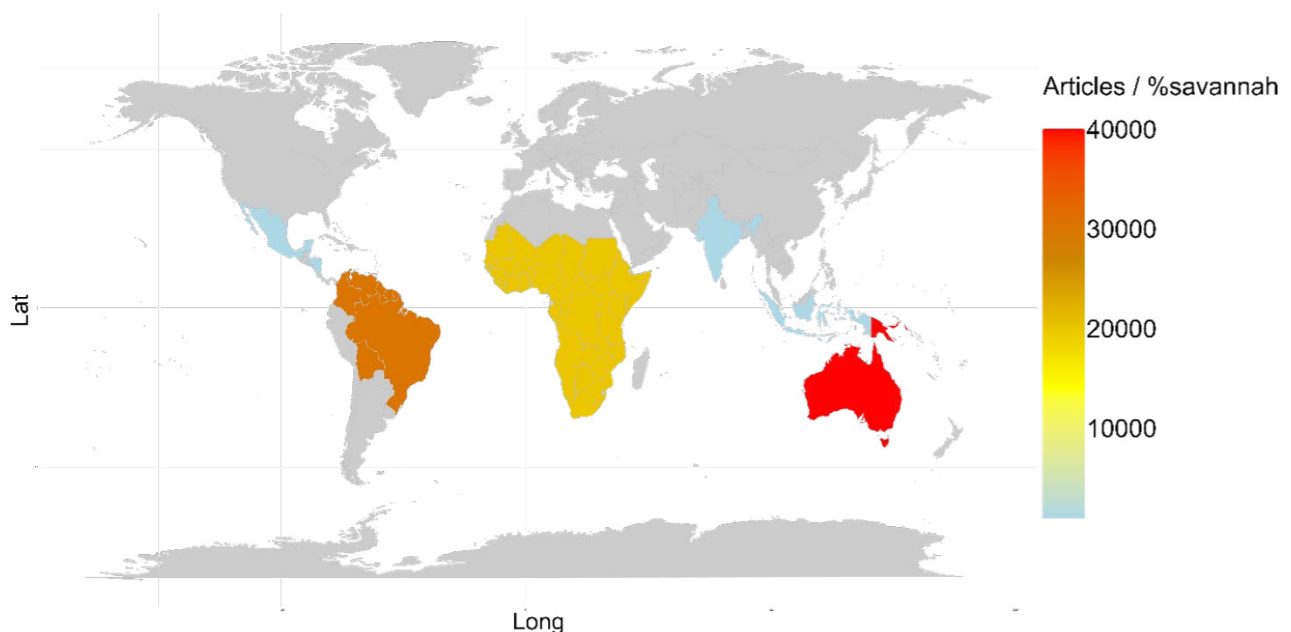


Figure 1 - Geographical distribution of the number of studies by savanna area within each continent, that is, the density of studies carried out in each country. The density value was multiplied by 1000 to facilitate visualisation.

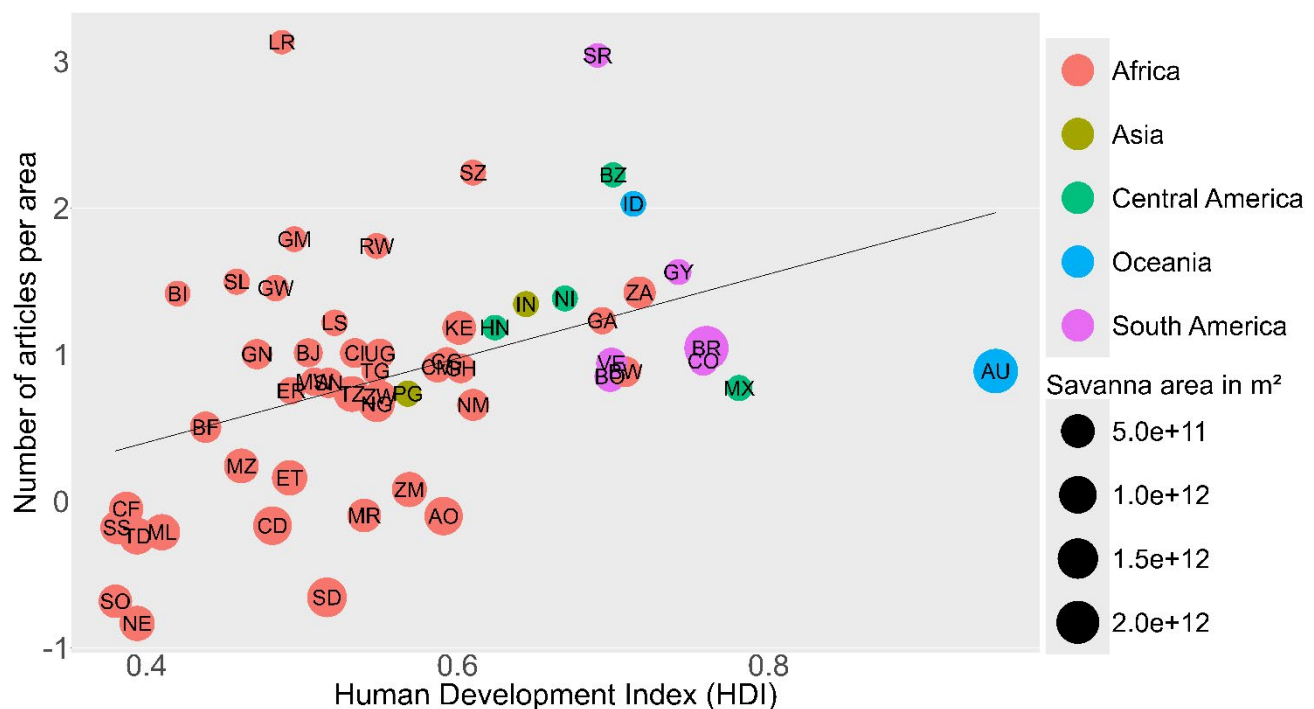


Figure 2 – Number of published studies about the human development index of countries in the tropical savanna region. Angola (AO), Australia (AU), Belize (BZ), Benin (BJ), Bolivia (BO), Burundi (BI), Burkina Faso (BF), Brazil (BR), Central African Republic (CF), Congo (CG), Ivory Coast (CI), Democratic Republic of the Congo (CD), Colombia (CO), Cameroon (CM), Eritrea (ER), Ghana (GH), Gabon (GA), Ethiopia (ET), Guyana (GY), Honduras (HN), Gambia (GM), Guinea (GN), Guinea-Bissau (GW), Indonesia (ID), India (IN), Liberia (LR), Lesotho (LS), Kenya (KE), Malawi (MW), Mexico (MX), Mauritania (MR), Mali (ML), Niger (NE), Nigeria (NG), Nicaragua (NI), Namibia (NM), Papua New Guinea (PG), Rwanda (RW), Sudan (SD), Somalia (SO), Suriname (SR), South Sudan (SS), Eswatini (SZ), Tanzania (TZ), Chad (TD), Sierra Leone (SL), Togo (TG), Senegal (SN), Uganda (UG), South Africa (ZA), Zambia (ZM), Zimbabwe (ZW), Venezuela (VE).

References

- Carvalho, W.D., Mustin, K., Hilário, R.R., Vasconcelos, I.M., Eilers, V., & Fearnside, P. M. (2019). Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(3), 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.06.002>
- Murphy, B.P., Andersen, A.N., & Parr, C.L. (2016). The underestimated biodiversity of tropical grassy biomes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1703), 20150319. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0319>
- Williams, B.A., Watson, J.E.M., Beyer, H.L., Grantham, H.S., Simmonds, J.S., Alvarez, S.J., Venter, O., Strassburg, B.B.N., & Runting R.K. (2022). Global drivers of change across tropical savannah ecosystems and insights into their management and conservation. *Biological Conservation* 276 (2022): 109786. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109786>

Perspectivas de las comunidades tradicionales sobre la fauna de las sabanas de Amapá, Brasil

Yuri Nascimento do Nascimento¹, William D. Carvalho^{1,2}, Marcelo M. Ferreira³, Dalila S. Mello¹, Karen Mustin^{1,4}

¹ Universidade Federal do Amapá, Brazil

² Universidad Autonoma de Madrid, España

³ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Brasil

⁴ Universidad Complutense de Madrid, España

RESUMEN

El diseño de estrategias efectivas y equitativas de conservación de la fauna requiere la comprensión de perspectivas de poblaciones tradicionales y comunidades locales (PTCLs) sobre diferentes especies, sus impactos y sus usos. En Brasil, los PTCLs viven en diferentes áreas y utilizan los recursos naturales para apoyar y expresar su cultura. Entre los PTCLs se encuentran los Quilombolas, pueblo descendiente de esclavos traídos de África en el período colonial, que huyeron a los bosques y se organizaron en grupos llamados Quilombos. En el estado de Amapá, los Quilombolas ocupan áreas de la sabana amazónica. Las sabanas amazónicas son ecosistemas únicos que se encuentran amenazadas por la expansión de cultivos intensivos, fuegos descontrolados y otros factores, con impactos negativos tanto para la biodiversidad como para PTCLs. Entendiendo la relación entre los Quilombolas y la biodiversidad de las sabanas amazónicas, en este estudio, nuestro objetivo fue caracterizar y evaluar las perspectivas de Quilombolas que viven en las Sabanas de Amapá sobre especies de animales salvajes con los cuales conviven. Con base en 100 entrevistas semi-estructuradas, diseñamos un cuestionario sobre 18 especies diferentes de animales y sus impactos (Figura 1) que aplicamos con 140 personas en 4 comunidades diferentes. Analizamos los datos mediante Análisis de Covarianza (ANCOVA) y Pruebas de Fisher. Nuestros resultados muestran que los Quilombolas de mayor edad tienen una perspectiva más positiva del ave aracuã (*Ortalis motmot*). En cambio, las personas mayores tienen una perspectiva más negativa de los zorro cangrejeros (*Cerdocyon thous*) y los murciélagos (Chiroptera). Los hombres tienen una perspectiva más positiva del mono aullador de manos rojas (*Alouatta belzebul*) que las mujeres, mientras que los criadores de animales domésticos de mayor tamaño tienen una perspectiva más negativa tanto de las aves rapaces (Falconiformes) como de los jaguares (*Panthera onca*) comparado con las personas que no los crían. A través de los resultados obtenidos podemos concluir que las especies silvestres consideradas más negativas son aquellas más asociadas a ataques a animales domésticos, a la transmisión de enfermedades o que provocan miedo en las personas. Las especies percibidas como positivas están relacionadas con la posibilidad de servir como alimento (caza), tienen un alto valor estético o pueden ser criadas como mascotas. Estrategias de conservación de las Sabanas de Amapá necesitan apoyar al uso sostenible de especies percibidas como positivas por las PTCLs y mitigar a los impactos de las especies percibidas como negativas.

Palabras-clave: Pueblos tradicionales, biodiversidad, sabanas.

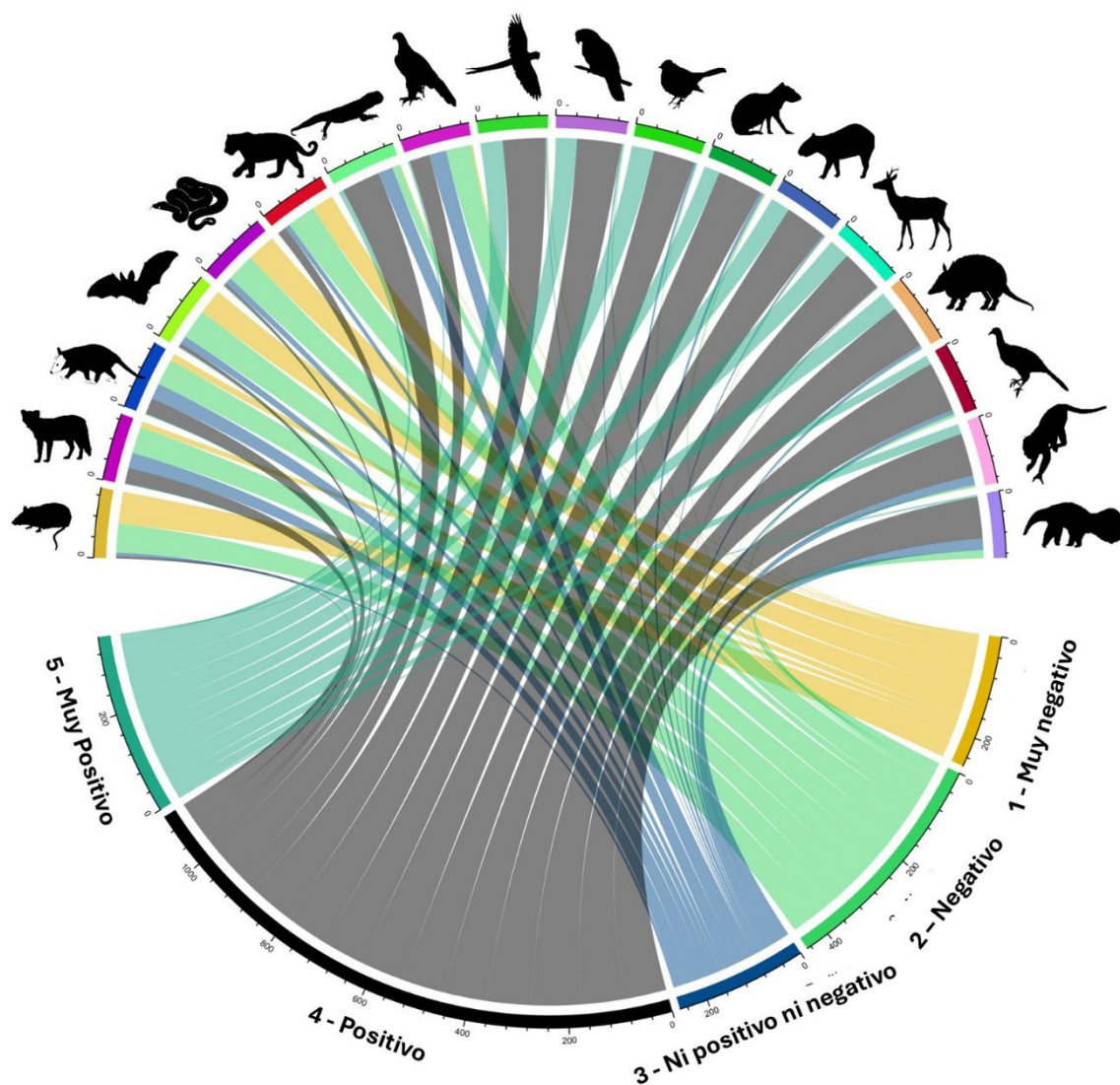


Figura 1 – Perspectiva de los residentes sobre la fauna silvestre de las Sabanas de Amapá.

Contracciones en el rango de distribución de aves agrarias y esteparias en relación con la intensificación agraria en España

Diego Chamizo Hermosilla¹, Rocío Tarjuelo Mostajo², Javier Seoane Pinilla¹, Manuel Borja Morales Prieto¹.

¹ Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

² Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Introducción

La agricultura es un factor determinante en la pérdida global de biodiversidad (Maxwell et al., 2016). En Europa, la biodiversidad depende en gran medida de la actividad agrícola, dado que las tierras de cultivo ocupan una proporción significativa del territorio. La orientación de la agricultura hacia la maximización del rendimiento, junto con los avances tecnológicos que favorecen su intensificación, ha provocado un declive generalizado y acelerado de la avifauna asociada a los agroecosistemas desde la segunda mitad del siglo XX (Emmerson et al., 2016; Stoate et al., 2009). Factores que intervienen en este proceso son la homogeneización del paisaje agrícola, la especialización en monocultivos y la eliminación de elementos no productivos como setos, barbechos y pastizales (Benton et al., 2003; Tarjuelo et al., 2020). Adicionalmente, la intensificación en el uso de agroquímicos ha reducido la disponibilidad de recursos tróficos y hábitats de nidificación y refugio (Geiger et al., 2010).

Este estudio evalúa los cambios en la distribución espacial de la avifauna agraria en España entre 1998 y 2018, analizando los efectos de la gestión agrícola y la cobertura del suelo sobre la riqueza de especies y las modificaciones en su rango de distribución.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en zonas agrícolas de la España peninsular, seleccionando comarcas agrarias con una proporción notable de hábitat pseudo-estepario.

Se analizaron 37 especies con distintos grados de dependencia de los hábitats pseudo-esteparios ibéricos, clasificadas en tres grupos según su dependencia por estos hábitats: aves estrictamente esteparias, aves “agrarias” y aves “agrarias-extendidas”, más generalistas. Los datos de presencia se obtuvieron de los Atlas de Aves Reproductoras de España (1998-2002 y 2014-2018), considerando la cuadrícula UTM 10×10 km.

Se recopilaron datos de uso del suelo y manejo agrícola a nivel comarcal, incluyendo la superficie ocupada por distintos cultivos (herbáceos, leñosos, barbechos, pastos, herbáceos de regadío y superficie agraria utilizable total), el tamaño medio de las explotaciones, la carga ganadera y la intensidad agrícola estimada a partir del rendimiento de cultivos cerealistas, corregido por condiciones climáticas. Se añadió un factor para expresar el periodo de estudio. Se aplicaron modelos lineales mixtos para evaluar los efectos de la actividad

agrícola sobre la riqueza de los tres grupos de especies predefinidos y sobre los cambios en la distribución de las especies de manera individual. Los coeficientes de los modelos de distribución individuales se analizaron en un NMDS para evaluar patrones de respuesta comunes a las diferentes variables por parte de las especies. Finalmente, se identificaron especies ganadoras y perdedoras en función de la expansión o contracción de su rango de distribución.

Resultados

Los modelos de riqueza de especies mostraron que el periodo tuvo un efecto negativo significativo, evidenciando una contracción generalizada en la riqueza de especies entre el II y el III Atlas de Aves Reproductoras (Figura 1). Asimismo, el aumento de los rendimientos agrícolas afectó negativamente la riqueza de especies en todos los grupos, lo que sugiere que una mayor intensificación fue perjudicial para la mayoría de las especies estudiadas. En contraste, la superficie de cultivos herbáceos tuvo un efecto positivo en la riqueza de especies.

Los modelos de distribución reflejaron de nuevo un impacto negativo del periodo y de la intensificación agrícola en la mayoría de las especies, mientras que la superficie de cultivos herbáceos mostró un efecto positivo generalizado. Otras variables agrícolas presentaron efectos menos consistentes, con respuestas divergentes entre especies y sin una tendencia clara a nivel general.

El análisis NMDS identificó tres grupos de especies según su respuesta al manejo agrícola. El primero, que incluyó la mayoría de las especies, se asoció positivamente con cultivos herbáceos y carga ganadera, y negativamente con la intensificación agrícola y la reducción de barbechos. El segundo grupo, compuesto por un núcleo de aves esteparias emblemáticas (*Otis tarda*, *Tetrax tetrax*, *Pterocles alchata*, *Falco naumanni*, *Circus pygargus*, *Glareola pratincola*) junto con otras dos aves agrarias, mostró afinidad por la superficie de cultivos herbáceos y leñosos, pero se vio negativamente afectado por los pastizales y el periodo de estudio. El tercer grupo presentó respuestas dispares sin un patrón ecológico claro.

En términos de cambios de distribución, 33 especies redujeron su rango, con una media del -32%, siendo *Tyto alba* la más afectada (-65%). Solo cuatro especies mostraron expansión, con *Streptopelia decaocto* (+45%) como la de mayor aumento.

Conclusión

De este análisis se desprende la evidencia de una contracción generalizada en los rangos de distribución y en la riqueza de especies de aves agrarias en el espacio temporal de 15-20 años que separa los Atlas de Aves reproductoras II y III de SEO/Birdlife. La intensificación agraria estimada a través de los rendimientos parece ser un factor de impacto negativo clave para explicar este fenómeno, que ha tenido lugar sobre unas aves que muestran una gran dependencia por los agroecosistemas herbáceos.

Bibliografía

- Benton, T. G., Vickery, J. A., & Wilson, J. D. 2003. Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*, 18(4): 182-188. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011-9)
- Emmerson, M., Morales, M. B., Oñate, J. J., Batáry, P., Berendse, F., Liira, J., Aavik, T., Guerrero, I., Bommarco, R., Eggers, S., Pärt, T., Tscharrntke, T., Weisser, W., Clement, L., & Bengtsson, J. 2016. Chapter Two-How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. En A. J. Dumbrell, R. L. Kordas, & G. Woodward (Eds.), *Advances in Ecological Research* (Vol. 55, pp. 43-97). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2016.08.005>
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W. W., Emmerson, M., Morales, M. B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharrntke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L. W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J. J., Inchausti, P. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11(2): 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.001>

- Maxwell, S. L., Fuller, R. A., Brooks, T. M., & Watson, J. E. M. 2016. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*, 536(7615): 143-145. <https://doi.org/10.1038/536143a>
- Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N. D., Herzon, I., van Doorn, A., de Snoo, G. R., Rakosy, L., & Ramwell, C. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe A review. *Journal of Environmental Management*, 91(1): 22-46. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.07.005>
- Tarjuelo, R., Benítez-López, A., Casas, F., Martín, C. A., García, J. T., Viñuela, J., & Mougeot, F. 2020. Living in seasonally dynamic farmland: The role of natural and semi-natural habitats in the movements and habitat selection of a declining bird. *Biological Conservation*, 251, 108794. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108794>

¿Dónde buscar a las hormigas ibéricas? Cartografía predictiva: testando técnicas de modelado de distribución de especies

Sónika Leconte, Francisco M. Azcárate ¹, Javier Seoane ¹

¹ TEG-UAM Dpto. Ecología. UAM

Los modelos de nicho se han utilizado ampliamente para comprender las distribuciones geográficas actuales y los rangos potenciales de especies de múltiples taxones. Sin embargo, estos modelos adolecen de un conocido sesgo en la investigación, que dedica menores esfuerzos a los invertebrados, en desproporción a su abundancia en La Tierra. Las hormigas (Formicidae) son insectos eusociales con un gran impacto en los ecosistemas continentales, pero salvo plagas y especies invasoras, el conocimiento sobre su ecología es escaso. Aunque la península ibérica alberga cerca del 50 % de las especies de hormigas europeas, otros taxones de artrópodos han despertado tradicionalmente más interés entre los investigadores y el público en general. Este trabajo aplica cuatro métodos de modelado (análisis de huecos, modelos generalizados lineales y aditivos, y MaxEnt) para cartografiar el nicho realizado de seis especies de hormigas en la península ibérica a una resolución espacial de 1km². Las seis especies tienen diferentes características ecológicas y disponibilidad de datos, aunque comparten escasez de información previa. Además, se pretendían conocer los principales impulsores de su distribución en la península, algo que puede ser muy variable entre especies. Para ello, esbozamos un enfoque para identificar subconjuntos de predictores relevantes. El rendimiento de los modelos se evaluó mediante las métricas AUC e Índice Continuo de Boyce, y mediante una validación cruzada espacial para considerar la autocorrelación espacial. Los resultados subrayan la utilidad de estas técnicas para identificar determinantes de nicho, revelar patrones biogeográficos subyacentes y guiar los futuros esfuerzos de muestreo para completar nuestro conocimiento de las distribuciones de Formicidae y otros artrópodos poco conocidos.

Large branchiopods as key prey for larval newts: a case of study on *Triturus pygmaeus*

Marina Tomás-Martín^{1,2}, Carmen Díaz-Paniagua³, Bram Vanschoenwinkel⁴, Margarita Florencio³

¹ Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid, Spain

² Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM)

³ Estación Biológica de Doñana CSIC, Spain

⁴ Community Ecology Lab, Vrije Universiteit Brussel, Belgium

Globally, 41% of amphibian species are threatened with extinction. Temporary ponds are crucial ecosystems for amphibian breeding where large predators are typically absent, therefore reducing the predation pressure on their larvae. Also, in these ecosystems large branchiopods (LB) proliferate, becoming a significant food source for several species. This study aims to assess the potential of LB as food source for urodeles, especially for the development of pygmy newt larvae (*Triturus pygmaeus*), a species of conservation concern. In a controlled experiment, three groups of newt larvae were fed in independent aquaria with three different diets: water fleas (*Daphnia magna*), mosquito larvae (*Chironomidae*), and LB (*Streptocephalus torvicornis*, Anostraca) for 16 days. At the end of the experiment, we measured body mass, length, crest + tail area and height, and we recorded tail tissue samples of these larvae and diets for stable isotope analysis (i.e. ¹³C, ¹⁵N). Also, we recorded samples of potential food sources and measured and took tail tissue samples of ten newt larvae captured from the same pond as the experimental larvae. Preliminary findings indicated the feeding source influenced tail morphology and growth of the larval newts, suggesting that newt larvae present tail phenotypic plasticity probability related with the behaviour or movements required for preying on their food sources. Analysis of elemental Carbon and Nitrogen showed that anostracans and chironominids present higher nutritional quality. This study highlights the potential role of large branchiopods as good quality prey for higher trophic level, but further analysis on macronutrients content are still needed. Temporary ponds have suffered a notable degradation in Europe during the last decades, also putting at risk the use of LB as prey for aquatic-terrestrial organisms.

How does temperature affect the daily activity of ectothermic animals?

Maiara Macario¹, Carlos Navas¹, Agustín Camacho^{1,2}

¹ Departamento de Fisiología. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo.

² Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global.

Resumen

Ectothermic animals are considered vulnerable to restrictions in their daily activity due to increased temperature variability. In this study, we conducted a literature review to assess how temperature affects daily activity in ectothermic animals, focusing on each component (thermal threshold for activity, mode of activity, vigor of activity, probability of activity). Our goal is to provide a foundation for future research on temperature-induced activity restrictions. We addressed this review with seven guiding questions: (1) how activity was represented across taxonomic groups, (2) the frequency of components within the Gunderson and Leal framework, (3) whether high or low temperatures constrained activity, (4) the type of temperature metric used, (5) whether additional factors influenced activity, (6) whether environmental temperatures exceeded the species' preferred temperature range, and (7) body size.

Our literature search examined the effects of temperature on all components of activity (63 articles). The reviewed studies reveal that (1) most articles represented activity by tracking animal movement or (2) by observing behavioral patterns that combined the components of mode and vigor of activity. (3) Most of the studies identified temperature extremes as limiting daily activity time. (4) Additional factors such as wind also influenced activity. (5) Environmental temperature was the most commonly used metric, with fewer studies measuring body temperature. (6) Most instances of thermal restrictions occurred when environmental temperature surpassed the preferred body temperature. (7) The body size of the studied organisms did not alter the frequency of studies detecting thermal constraints on activity.

To address climate change challenges for conservation, future studies on thermal constraints of daily activity should focus on less-studied groups, particularly addressing thermal thresholds of activity and probability of activity. Reviewers should encourage the use of measures of body temperature that actually alter the physiological states of animals.

Referencias

Gunderson, A.R., y Leal, M. 2016. A conceptual framework for understanding thermal constraints on ectotherm activity with implications for predicting responses to global change. *Ecology Letters*. Vol. 19, pp. 111-120.

Sinervo, B., Méndez-de-la-Cruz, F., Miles, D.B., Heulin, B., Bastiaans, E., Villagrán-Santa Cruz, M., Lara-Reséndiz, R., Martínez-Méndez, N.,

Calderón-Espinosa, M.L., Meza-Lázaro, R.N., Gadsden, H., Avila, L.J., Morando, M., De la Riva, I.J., Sepulveda, P.V., Rocha, C.F.D., Ibargüengoytia, N., Puntriano, C.A., Massot, M., Lepetz, V., Oksanen, T.A., Chapple, D.G., Bauer, A.M., Branch, W.R., Clobert, J., y Sites JR., J.W. 2010. Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches. *Science*. Vol. 328, pp. 894-899.

Fleeing the heat: the case of the altered migratory phenology of the Little Bustard

González del Portillo, D.¹, Hernández-Téllez, I.², García de la Morena, E.³, Bota, G.⁴ & Morales, M. B.¹

¹ Department of Ecology, Research Center on Biodiversity and Global Change, Autónoma University of Madrid, Spain

² Department of Evolutionary Ecology, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, Madrid, Spain

³ Biodiversity Node, Tres Cantos, Spain

⁴ CTFC Forest Sciences Centre of Catalonia, Solsona, Spain

Resumen

In temperate regions, species' biological cycles are strongly influenced by environmental seasonality. Climate change-induced rising temperatures alter this seasonality, modifying species' phenology and forcing adaptations in behavior, including migration patterns (Jozén et al., 2007). This phenomenon may be impacting Iberian populations of the Little Bustard (*Tetrax tetrax*), a steppe bird inhabiting agricultural landscapes that has declined in recent decades (Bretagnolle et al., 2022).

This primarily migratory species winters in southern Iberia and breeds in both southern and northern regions (García de la Morena et al., 2015). This study evaluates whether its migratory behavior has changed in response to rising temperatures. Between 2005 and 2024, 32 migratory individuals were GPS-tagged across Iberia.

Postnuptial (n=47) and prenuptial (n=28) migrations were identified via Net Squared Displacement. Postbreeding migrants were classified as summer (until August) or autumn (from September). We analyzed migration timing shifts and changes in summer postnuptial migration probability.

Our results show that Little Bustards have altered their phenology, with a trend toward earlier migration. This change is significant in postnuptial migration, where summer migration increases while autumn migration declines. This shift is likely linked to rising temperatures (Jonzén et al., 2007), suggesting a shorter breeding season, which may impact mating and reproductive success (Gudka et al., 2019).

This study underscores climate change's significant effect on the reproductive behavior of Little Bustards, potentially causing mismatches between reproduction and the ecological processes determining food and resource availability (Bretagnolle et al., 2022).

Referencias bibliográficas

- Bretagnolle, V., Traba, J., & Morales, M. B. 2022. Little Bustard: ecology and conservation. Springer.
- Gudka, M., Santos, C. D., Dolman, P. M., Abad-Gómez, J. M., & Silva, J. P. 2019. Feeling the heat: Elevated temperature affects male display activity of a lekking grassland bird. *PLoS One*, 14(9), e0221999.
- Jonzén, N., Hedenström, A., & Lundberg, P. 2007. Climate change and the optimal arrival of migratory birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1607), 269-274.
- García de la Morena, E., Morales, M. B., Bota, G., Silva, J. P., Ponjoan, A., Suárez, F., Mañosa, S. & De Juana, E. 2015. Migration patterns of Iberian little bustards *Tetrax tetrax*. *Ardeola*, 62(1), 95-112.

Spatiotemporal dynamics in transmission of Avian Influenza (H5N1) between birds and wild mammals in the Americas (2022-2024)

Guðmundsdóttir, Á.¹, Sacristán, I.¹, Ewbank, A.C.¹, Sacristán, C.¹, Seoane, J.^{2,3}, De la Torre, A.¹ & Iglesias, I.¹

¹ Grupo de Epidemiología y Sanidad Ambiental del CISA-INIA (CSIC)

² Terrestrial Ecology Group (TEG), Department of Ecology, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, C/ Darwin 2, E-28049 Madrid, Spain

³ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, Spain.

High pathogenicity avian influenza (HPAI) is a notifiable disease to the World Organization for Animal Health (WOAH). Since 2020 there has been an unprecedented epidemic of the strain H5N1 clade 2.3.4.4b, spreading from North to South America with infection and mortality in wild and domestic birds, and most recently in mammals including wild species and domestic livestock such as cattle in USA in 2024. The involvement of mammals poses additional risks to livestock, pets, and human populations. Here we explore spatiotemporal dynamics between wild and domestic birds and wild mammals in the Americas, by mapping outbreaks and correlating spatial and temporal patterns.

We used Kernel analysis to generate density surfaces for outbreaks with a radius of 200km. We measured geographic distance between each mammal outbreak and the closest bird outbreak with a search distance of 50km and temporal parameter 70 days (which allows for discrepancies in reporting date). Space-time cluster aggregations were calculated using permutation spatiotemporal models.

We found significant differences among families of mammals and avian kernel density of outbreak locations, and several space-time clusters of outbreaks in mammals. Additionally, we identified 57 possible species interactions between wild birds and mammals. In North America most mammals affected are terrestrial. In South America, most affected mammals are semi-aquatic. Overall, the results suggest that environmental contamination of beaches by bird secretions may infect sea lions, and that poultry may infect wild mammals. Also, we propose some less considered transmission dynamics in the horizontal transmission of H5N1 between birds and mammals.

Biogeochemical characterization of Antarctic glacial lakes threatened by climate change

Miguel Ángel Fernández-Martínez^{1,2}, Lara Silvia Corral-García^{1,2}, Paloma Alcorlo^{1,2}, Maria Ángeles Lezcano³, Sandra Gusi Martínez⁴, Adrià Blanco Cabanillas⁵, Armando Azúa-Bustos⁶, Daniel Carrizo⁶, Laura Sánchez-García⁶, Antonio Molina⁶, Jacek Wierzbos⁷ & Ana Isabel López-Archilla^{1,2}

¹ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid (Spain)

² Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global, CIBC-UAM (Spain)

³ IMDEA Water Institute, Alcalá de Henares, Madrid (Spain)

⁴ Departamento de Sistemas de Defensa NBQ, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), San Martín de la Vega, Madrid (Spain)

⁵ University of Victoria, British Columbia (Canada)

⁶ Centro de Astrobiología, INTA-CSIC, Torrejón de Ardoz, Madrid (Spain)

⁷ Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC (Spain)

Livingston Island's glacial lakes are essential freshwater sources for the scientific research stations in this Antarctic area, yet little is known about their ecological dynamics. This study focuses on three lakes in the Hurd Peninsula—Laguna Argentina, Lago BAE, and Laguna Johnsons—to better understand their microbial communities and biogeochemical processes. By analyzing water, sediment, and microbial mat samples, along with remote sensing data, we explored how these ecosystems function and how climate change might be altering their status. Our findings show that microbial communities play a key role in maintaining the lakes' balance: photosynthetic and chemosynthetic prokaryotes, along with algae, are the main primary producers, while heterotrophic bacteria interact with protists and invertebrates, shaping nutrient cycles. One of the most concerning results is that rising temperatures could trigger algal blooms, affecting water quality, as shown by our growing experiments. We also found evidence suggesting the presence of chemolithoautotrophic organisms contributing to primary production, thus expanding the complexity of the systems equilibrium. As glaciers continue to retreat and temperatures rise, shifts in microbial communities and biogeochemical processes could put these fragile ecosystems at risk, underscoring the need for further research and conservation efforts.

The life cycle of plastics: from greenhouses to coastal marine environments

Marina Nuñez-Rubio^{†1}, Carlos Edo², Juan Manuel Valenzuela¹, Virginia Gálvez-Blanca², Chloe Wayman², Gerardo Pulido-Reyes¹, Miguel González-Pleiter^{1,3}, Luis Fernández García-Del-Rincón⁴, Maria Jesús Martínez Bueno⁵, Amadeo R. Fernández-Alba², Roberto Rosal², Francisco Leganés^{1,3} and Francisca Fernández-Piñas^{1,3}

¹ Universidad Autónoma de Madrid (UAM) – Ciudad Universitaria de Cantoblanco · 28049 Madrid, Spain

² Universidad de Alcalá - University of Alcalá (UAH) – Pza. San Diego, s/n, 28801 - Alcalá de Henares (Madrid), Spain

³ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, C/ Darwin 2, 28049 Madrid, Spain

⁴ Estudios Territoriales Integrados SL (ETI) – Madrid, Spain

⁵ Universidad de Almería (UAL) – Carretera de Sacramento, s/n La Cañada de San Urbano 04120 Almería, Spain

[†] Corresponding author: marina.nunnez@uam.es

Abstract

Plastic pollution has increased significantly over the past decades, representing a threat to the environment and its wildlife. This pollution originates from various sources, including agriculture, which is one of the main plastic-consuming industries. This study focuses on the region of Almería, Spain, which has one of the highest concentrations of plastic greenhouses in the world. The aim of this research was to investigate the fate of greenhouse plastic waste. The environmental compartments analysed included soil, water and air, as well as animals at different trophic levels. Plastic waste was identified, characterized, and quantified, revealing its presence across all studied compartments. The findings indicate that greenhouse agriculture in Almería may be a significant source of pollution.

1. Introduction

The presence of plastic waste in ecosystems is a substantial global concern due to its pervasiveness and potential risks. This plastic pollution arises from various economic sectors, including agriculture, which consumes more than 12 million tonnes of plastic per year (FAO, 2021). The Almería region in southeastern Spain is widely recognized for its intensive agricultural practices, hosting one of the largest areas of plastic greenhouses in the world. These greenhouses cover more than 32500 hectares (Duque-Acevedo et al., 2020) and use over 25000 tonnes of plastic each year. According to the Spanish government, 85% of these plastics ends up being recycled (Junta de Andalucía, 2020). However, little is known about the fraction that may escape the recycling cycle, end up in and impact the surrounding environment. The aim of this study was to investigate the fate of agricultural plastic waste.

2. Materials and methods

Sampling was conducted at various sites contiguous to Almería greenhouses, including a protected nature reserve. Abiotic compartments examined included beach ecosystems, soil from greenhouses, freshwater

from lagoons, seawater, and air. Biotic analyses focused on the gastrointestinal tract (GIT) of fish from the lagoons, and on the faeces of invertebrates, herbivores, and carnivores. The fish species analysed were common carp (*Cyprinus carpio*), crucian carp (*Carassius carassius*), and peacock blenny (*Salaria pavo*). The invertebrates were coleopterans (*Tenebrionidae* spp., *Tropinota* spp., and *Berberomeloe majalis*), hemipterans (*Pyrrhocoris apterus* and *Eurydema* sp.), and a gastropod, the snail species *Otala lactea*. Herbivores consisted of rabbits and hares (*Oryctolagus cuniculus* and *Lepus europaeus*, respectively), while carnivores were represented by the European fox (*Vulpes vulpes*).

Different chemical treatments were applied depending on the environmental matrix (Figure 1). To extract plastic particles smaller than 5 mm (microplastics; MPs) from soil, inorganic matter was separated by density using a zinc chloride solution (ZnCl_2), while organic matter was digested using hydrogen peroxide (H_2O_2). For freshwater and seawater samples, as well as animal faeces, organic matter was also digested with H_2O_2 . The fish GIT required two consecutive digestions, first with potassium hydroxide (KOH), followed by H_2O_2 . Afterward, all solutions were filtered through 25 μm mesh filters. Air samples and plastic debris collected from the beach transect did not require any chemical treatment. Subsequently, suspected plastic particles were characterized by shape, colour and size. Particles smaller than 5 mm were examined under a stereomicroscope, while particles larger than 5 mm were analysed visually. Polymer identification was then performed using infrared spectroscopy, specifically ATR-FTIR for particles larger than 5 mm and micro-FTIR for particles smaller than 5 mm.

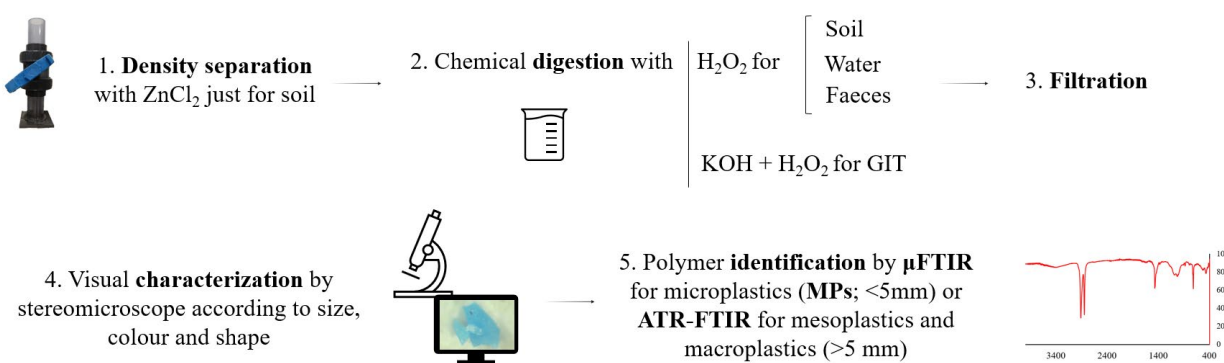


Figure 1: Sample treatment steps for the different environmental matrices, including chemical treatment, filtration, characterization and identification.

3. Results and discussion

Plastics were detected in all sampled environmental compartments, with polyethylene (PE) and polypropylene (PP) being the most prevalent. Coastal areas exhibited higher concentrations of greenhouse-related plastics in protected regions, whereas non-greenhouse plastics were more prevalent in urban areas. These results suggest two distinct sources of plastic contamination: agriculture as a diffuse source and the town as a point source. This study presents the first comprehensive assessment of plastic pollution associated with greenhouse agriculture in Almería, Spain. The findings confirm the presence of plastic waste across all examined environmental compartments, indicating that agriculture may be a significant source of plastic pollution in the surrounding environment. Plastics ingestion was observed in all examined animal taxa, affecting different trophic levels. Notably, plastic waste was also found in the nature reserve, with plastic concentrations that were not consistently lower than those in non-protected areas.

4. References

1. CASTILLO-DÍAZ, F.J., BELMONTE-UREÑA, L.J., CAMACHO-FERRE, F., TELLO-MARQUINA, J.C. 2021. The management of agriculture plastic waste in the framework of circular economy. Case of the Almeria Greenhouse (Spain). *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18: 12042.
2. DUQUE-ACEVEDO, M., BELMONTE-UREÑA, L.J., PLAZA-ÚBEDA, J.A., CAMACHO-FERRE, F. 2020. The management of agricultural waste biomass in the framework of circular economy and bioeconomy: An opportunity for greenhouse agriculture in Southeast Spain. *Agronomy* 10: 489.
3. FAO. 2021. *Assessment of agricultural plastics and their sustainability. A call for action*. Rome. 13.
4. JUNTA DE ANDALUCÍA: <https://www.juntadeandalucia.es/presidencia/portavoz/tierraymar/155643/CarmenCrespo/CompromisoBlanco/Reciclaje/EconomiaCircular/Plasticos/Invernaderos>, last accessed on February 12, 2025.

Diversidad de la fauna de colémbolos en la isla de la Posesión (Archipiélago Crozet, Islas Subantárticas)

Enrique Rubio Gómez & María José Lucíañez Sánchez

Dpto. Biología (Zoología), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid

Los artrópodos edáficos constituyen unas de las pocas comunidades de fauna terrestre que habitan de forma natural en la región subantártica, una zona comprendida por pequeñas islas remotas distribuidas por la región circumpolar austral. Estas comunidades resultan de gran interés entomológico debido al alto porcentaje de endemismos que presentan derivado de su aislamiento (Crafford *et al.*, 1986).

Este trabajo busca contribuir al conocimiento de la mesofauna edáfica subantártica de la isla de la Posesión (Archipiélago Crozet), utilizando concretamente a los colémbolos (Hexapoda: Collembola) como principal objeto de estudio.

Con este objetivo, se recolectaron 138 muestras durante los meses de enero a marzo de 2023, siendo 7 los puntos de muestreo estudiados y pudiendo diferenciar dos protocolos (**Fig. 1**): 1) El P76, realizado en cuatro zonas de muestreo y del que se obtuvieron 48 muestras, teniendo en cuenta la orientación de las parcelas, y 2) el P77, realizado en seis zonas de muestreo, obteniendo 90 muestras en total de distintas parcelas localizadas en diversos hábitats.

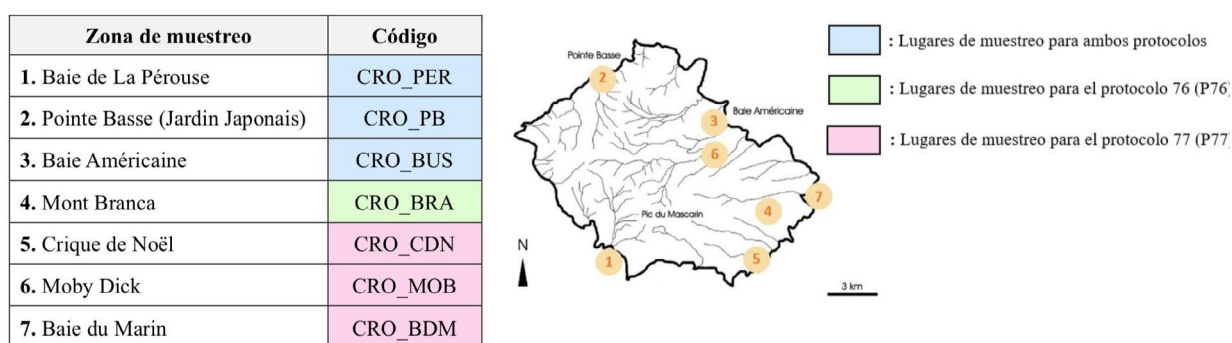


Figura 1: Zonas de recolección de las muestras en la isla de la Posesión (Îles Crozet). Se indican los protocolos, así como los códigos para cada localidad. A la derecha se muestra un mapa con las zonas de muestreo.

Los animales integrantes de la mesofauna se separaron a través de la técnica de embudo Berlese-Tullgren, conservándose en frascos sellados con etanol concentrado al 97%.

Seguidamente se procedió a la identificación de los distintos taxones, montando en portaobjetos únicamente a los colémbolos (con líquido de Höyer como medio de montaje) para su posterior identificación al microscopio óptico.

Finalmente, con todos los datos obtenidos se realizaron diversos **análisis de diversidad alfa** (Diversidad Shannon-Wiener, Riqueza Específica, Dominancia de Simpson y Equidad de Pielou) y **análisis multivariantes** (Coeficiente de Correlación de Spearman, Análisis de Componentes Principales y Análisis Discriminante).

Los resultados muestran que ácaros y colémbolos son los dos grupos más abundantes en el medio edáfico. En total se recolectaron **1553 individuos**, representando los ácaros 453 ejemplares y los colémbolos, la clase más abundante, **957**. Todos estos colémbolos corresponden a 13 especies diferentes, distribuyéndose entre 7 familias, siendo las siguientes tres especies las más abundantes:

- *Hypogastrura viatica*, exótica (642 ejemplares; 67%)
- *Mucrosomia caeca*, nativa (198 ejemplares; 20.7%)
- *Cryptopygus antarcticus reagens*, nativa (58 ejemplares, 6.06%)

Entre todas las especies, son notables aquellas que presentan una distribución restringida (67%):

- **Endémicas:** *Friesea* cf. *voisini* Deharveng, 1981; *Tullbergia maxima* Deharveng, 1981; *Tullbergia crozetensis* Deharveng, 1981
- **Austerales:** *Folsomotoma punctata* (Wahlgren, 1906); *Mucrosomia caeca* (Wahlgren, 1906); *Cryptopygus antarcticus* Willem, 1901 (s.l.)
- **Subantárticas:** *Sminthurinus kerguelensis* Salmon, 1964; *Katianna* sp.

Aunque las especies **cosmopolitas** también representan un porcentaje considerable del total (33%): *Ceratophysella gibbosa* (Bagnall, 1940); *Hypogastrura viatica* (Tullberg, 1872); *Proisotoma minuta* (Tullberg, 1871); *Megalothorax minimus* Willem, 1900.

De todas estas, *H. viatica* se trata de la especie más extendida e invasiva (Greenslade, 2002) principalmente a causa del transporte naval, suponiendo un riesgo futuro para las poblaciones de colémbolos naturales de la región (Greenslade & Convey, 2012; Baird *et al.*, 2019).

Entre los índices de diversidad realizados, cabe destacar la mayor diversidad y riqueza específica de la localidad de *Baie Américaine* (CRO_BUS), una zona costera caracterizada por presentar cierto grado de perturbación ambiental. Esto podría explicarse con la hipótesis de la perturbación intermedia (Osman, 2015), la cual postula que muchos órdenes de artrópodos, incluidos los colémbolos, pueden llegar a presentar una mayor diversidad en zonas con niveles intermedios de presión antrópica (Rosas-Ramos *et al.*, 2023).

Por otra parte, el cálculo para el índice de diversidad colembológica de toda la isla Posesión arroja un valor de **1.04**, el cual resulta ligeramente más elevado que en localidades antárticas (Moraga, 2017; Soltero, 2019), explicando ese gradiente progresivo de crecimiento de la biodiversidad desde zonas polares a zonas ecuatoriales.

El análisis de componentes principales realizado para todas las especies de colémbolos diferencia a estos en tres grupos en base al nicho que ocupan preferentemente (**Fig. 2**), lo cual evidencia la complejidad de los distintos ecosistemas dentro de la isla. Además, es común que los colémbolos de cada agrupación interactúen entre sí y presenten correlaciones significativas, tal y como se ha demostrado al calcular los coeficientes de correlación de Spearman entre las distintas especies.

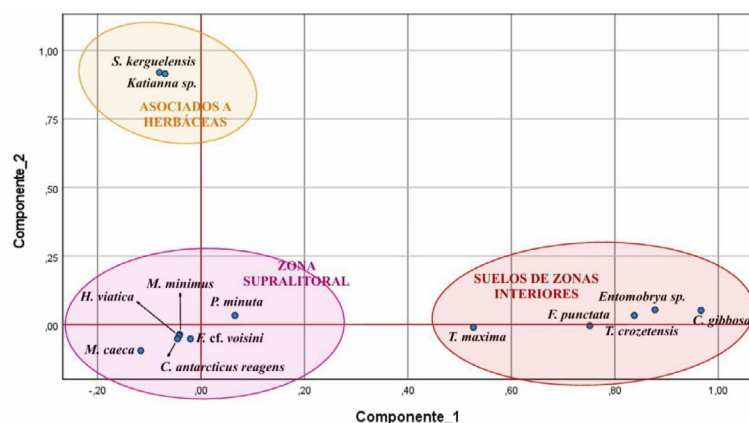


Figura 2: Diagrama de dispersión para los dos primeros componentes resultante del análisis de componentes principales para todos los colémbolos registrados en este trabajo.

También cabe destacar los diversos problemas a nivel taxonómico que existen con el género *Katianna* Börner, 1906 a nivel subantártico, pues apenas hay descritas especies de este género para esta región, o los problemas filogenéticos existentes entre las diversas subespecies de *Cryptopygus antarcticus* (Stevens *et al.*, 2021).

Por todo esto, es evidente que resulta necesario investigar más el medio edáfico de esta región para obtener más información relevante sobre la composición y estructuración de la colembofauna de estas islas. Asimismo, también resultaría interesante realizar análisis multivariantes más precisos e incluso análisis moleculares más sofisticados para ampliar más el conocimiento sobre estas poblaciones de colémbolos tan singulares.

Agradecimientos

Esta investigación ha contado con el apoyo del Instituto Polar Francés [proyecto 136-SUBANTECO] del proyecto BiodivERsA 'ASICS' [ANR-20-EBI5-0004, convocatoria BiodivClim 2019-2020] y de la red de investigación a largo plazo sobre biodiversidad en ecosistemas antárticos y subantárticos (Zone Atelier InEE-CNRS Antarctique et Terres Australes). Cabe agradecer también a Julie Bornes, encargada de la recolección de las muestras en la zona de estudio.

Referencias clave

- Baird, H. P., K. L. Moon, C. Janion-Scheepers & S. L. Chown. 2019. Springtail phylogeography highlights biosecurity risks of repeated invasions and intraregional transfers among remote islands. *Evolutionary Applications* 13: 960-973. <https://doi.org/10.1111/eva.12913>
- Crafford, J. E., C. H. Scholtz & S. L. Chown. 1986. The insects of sub-Antarctic Marion and Prince Edward Islands; with a bibliography of Entomology of the Kerguelen Biogeographical Province. *South African Journal of Antarctic Research* 16(2): 42-84.
- Greenslade, P. 2002. Assessing the risk of exotic Collembola invading subantarctic islands: prioritising quarantine management. *Pedobiologia* 46(3-4): 338-344. <https://doi.org/10.1078/0031-4056-00141>
- Greenslade, P. & P. Convey. 2012. Exotic Collembola on subantarctic islands: pathways, origins and biology. *Biological Invasions* 14: 405-417. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0086-8>
- Moraga, de L. G. 2019. *Contribución al conocimiento de la influencia del microhábitat en la distribución de la fauna de Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en la isla Decepción (islas Shetland del Sur, Antártida Marítima)*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Osman, R. W. 2015. The Intermediate Disturbance Hypothesis. *Encyclopedia of Ecology* 3: 441-450. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09480-X>
- Rosas-Ramos, N., L. Baños-Picón, M. García-París, E. Tobajas-Talaván, V. de Paz, L. Puerta-Rodríguez & J. D. Asís. 2023. Efecto de la presión antrópica sobre las comunidades de artrópodos del suelo en Menorca. *Revista de Menorca* 102: 89-124. <https://doi.org/10.60940/rdm.2023.v102.04>
- Soltero, C. A. 2019. *Estudio de los patrones de distribución de la fauna de Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en la Península Antártica (Antártida Marítima)*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Stevens, M. I., P. Greenslade & A. C. D'Haese. 2021. Species diversity in *Friesia* (Neanuridae) reveals similar biogeographic patterns among Antarctic Collembola. *Zoologica Scripta* 50: 647-657. <https://doi.org/10.1111/zsc.12490>

Dinámica estacional de colémbolos arbóreos (Collembola, Hexapoda) capturados con trampas Malaise en Aranjuez

María José Lucíañez¹ & Amalia Beatriz Rivera

¹ Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid.

Resumen

Los colémbolos desempeñan un papel crucial dentro de las comunidades edáficas, participando en la descomposición de materia orgánica y la dispersión y el control de otros organismos descomponedores. Gracias a sus características, muchas especies también funcionan como bioindicadores ambientales (PALACIOS-VARGAS & CASTAÑO-MENESES, 2014). El enfoque de las categorías morfoecológicas de Gisin (1943) y de la mayoría de los estudios sobre colémbolos hasta el momento es primordialmente edáfico, pero recientemente se han obtenido resultados llamativos mediante el uso de trampas Malaise. Estudios comparativos han demostrado que algunas especies de colémbolos solo se capturan con trampas aéreas, aunque el suelo alberga una mayor diversidad de especies (PERNIN & COLS, 2017). La investigación de colémbolos epígeos, especialmente arbóreos, es necesaria para comprender mejor su diversidad y dinámicas ecológicas.

Los ejemplares de este estudio proceden de la captura incidental mediante una trampa Malaise, ubicada en la reserva de El Regajal-Mar de Ontígola (provincia de Aranjuez, Madrid), más concretamente en una zona de coscojar de *Quercus coccifera* L. sobre margas y calizas, sometida a un régimen de precipitación y temperatura mediterráneo. Dicha trampa consiste en una barrera vertical (habitualmente de tela o red fina), que intercepta el vuelo de los insectos, acompañada de un techo de pendiente ascendente que está unido a la barrera formando un corredor en forma de T, con los laterales abiertos. Se mantuvo entre marzo de 2017 y mayo de 2018, periodo durante el cual se vaciaba el tubo colector cada 2 semanas. Los ejemplares fueron llevados al Laboratorio de Zoología del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid, preparados y montados en un medio de Höyer para su identificación al microscopio hasta nivel de especie. Se utilizaron el índice de correlación de Spearman y un Análisis de Componentes Principales para encontrar posibles relaciones entre las propias especies, y entre estas y las condiciones meteorológicas.

Se identificaron 740 colémbolos pertenecientes a 11 especies, todas ellas epígeas, pero no necesariamente arbóreas, según la bibliografía precedente. Las capturas más abundantes se producen durante el mes de agosto (en el suelo en este mes las comunidades son muy escasas). El género dominante es *Entomobrya*, que aparece en gran abundancia durante el verano, especialmente *E. marginata*, con un 47,90% del total de individuos recolectados, y *E. unostrigata*, con un 34,78%. De entre los factores considerados, la temperatura y la estación del año separan de forma satisfactoria las especies encontradas en una clara sucesión temporal y ambiental, con los individuos del Orden *Symphyleona* apareciendo casi exclusivamente en invierno y condiciones húmedas, mientras que los del Orden *Entomobryomorpha* obtienen su mayor abundancia en verano y condiciones más xéricas, como muestra la Figura 1. Las especies de *Symphyleona*, *Spatulosminthurus*

betschi e *Sminthurus hispanicus* son además dos endemismos ibéricos que no aparecen citados en El Regajal hasta la fecha.

En cuanto a los análisis estadísticos realizados destaca *E. multifasciata* como especie discriminante de condiciones templadas, y *S. betschi*, de la estación de invierno, incluso dentro de un contexto mediterráneo. Las fluctuaciones observadas podrían utilizarse para cuantificar cambios ambientales relacionados con la estacionalidad y su efecto en estas comunidades. La tendencia arbórea es potencialmente accidental y desconocida en muchas especies de colémbolos ya descritas, e incluso muy abundantes, como es el caso de *E. marginata* en este trabajo. Esto podría implicar que estas especies recurren a residir o frecuentar este nivel del ecosistema bajo ciertas condiciones, como es la elevada exposición y riesgo de deshidratación durante el verano, en un clima mediterráneo.

En base a los resultados obtenidos, de cara al conocimiento y evaluación de la biodiversidad de la fauna de Colémbolos, resulta necesario plantear nuevos estudios que tengan en cuenta este nivel epígeo del ecosistema.

El efecto del fuego en el suelo del bosque: los colémbolos como indicadores de la degradación del medio edáfico

Daniel Arellano & María José Lucíañez¹.

¹ Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid.

Los incendios forestales son eventos recurrentes en los ecosistemas mediterráneos que generan alteraciones en la composición y estructura del suelo, afectando la biodiversidad edáfica y los procesos biogeoquímicos (Álvarez, 2001). Este estudio evalúa la respuesta de la comunidad de colémbolos en un pinar de *Pinus pinaster* Aiton afectado por un incendio en julio de 2022 en el Cerro del Castillo de Collado Mediano (Madrid). Se analizaron cambios en la diversidad y abundancia de estos organismos en tres sustratos (suelo quemado, hojarasca natural y suelo natural) durante dos periodos (diciembre de 2022 y septiembre de 2023) para evaluar su potencial como bioindicadores de la recuperación del ecosistema.

Con este objetivo, se recolectaron las muestras con un diseño en cruz, 5 muestras de cada sustrato por cada periodo (30 muestras en total). Los animales de la mesofauna se extrajeron con la técnica de embudo de Berlese-Tullgren, posteriormente se separaron por taxones y se continuó el estudio únicamente con los colémbolos, montándolos en preparaciones permanentes (con líquido de montaje Höyer) tras su aclarado con ácido láctico. La identificación se realizó con microscopía óptica utilizando claves taxonómicas, para posteriormente analizar los datos con los índices de diversidad Alfa (Diversidad de Shannon-Wiener, Riqueza Específica, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson) y análisis multivariantes (Coeficiente de Correlación de Spearman, Análisis de Componentes Principales y Análisis Discriminante).

Los resultados muestran que, el medio edáfico está dominado por los ácaros y los colémbolos, aunque hay variaciones en las proporciones entre ambos grupos y otros taxones en función de los sustratos y estaciones del año, como ya se tenía constancia en estudios previos (Lucíañez & Silgado, 2007; Berude *et al.*, 2015). Los colémbolos constituyen, por tanto, un pilar esencial de la mesofauna del suelo, desempeñando un papel clave en la descomposición de la materia orgánica y la dinámica del ecosistema edáfico (Bellinger *et al.*, 2003). En este estudio, se identificaron 22 especies y 2.267 individuos, que mostraron patrones específicos para los distintos sustratos y tiempos analizados. Se observaron diferencias entre las poblaciones de colémbolos a lo largo del otoño a consecuencia de la variabilidad estacional, dada por la disparidad en las condiciones de humedad y temperatura que favorecen a unos grupos respecto a otros. En diciembre de 2022 se encuentra un mayor número de especies e individuos respecto a septiembre de 2023, debido posiblemente a la sequía estival del verano.

En el pinar natural de diciembre, *Folsomia pyrenaica* Cassagnau, 1954 (altamente expansiva en condiciones favorables) es la especie claramente más abundante, mientras que *Mesaphorura macrochaeta* Rusek, 1976 domina en el pinar natural de septiembre y el pinar quemado de ambas estaciones. Los análisis multivariantes, como el Análisis de Componentes Principales (Fig. 1), identificaron a *M. macrochaeta*, junto con *Protaphorura subparallata* (Selga, 1962), como especies clave en la recuperación del suelo alterado, ya que se adaptan mejor a las condiciones adversas debido a su carácter generalista, mientras que *F. pyrenaica* y

Entomobrya multifasciata (Tullberg, 1871) fueron indicadoras del suelo natural. Esta última especie es además, discriminante de la hojarasca natural, donde se agrupa con Uzelia kuhneli Cassagnau, 1954 y Xenylla franzi Steiner, 1955 (endémicas de la Península Ibérica) como las más representativas de este sustrato. Por otra parte, Pseudachorutes palmiensis Börner, 1903 (especie europea y micetófaga) es característica del suelo natural en septiembre de 2023. Estos resultados demuestran la existencia de diferencias estacionales y entre los niveles edáficos del pinar, convirtiendo a todas estas especies en posibles indicadoras para (al menos) este pinar de *P. pinaster* en la Sierra de Guadarrama.

Comparado con datos bibliográficos de Hermoso Serrano (2023) y Serena (2023), el pinar quemado muestra un aumento progresivo de la colembofauna desde septiembre hasta diciembre de 2022, siendo las poblaciones más abundantes un año tras el incendio al comparar los septiembreres de 2022 y 2023. Esto sugiere una restauración progresiva del ecosistema, hecho observado con anterioridad en otros trabajos como el de Lucíañez & Iniesto (2006). En este caso, las especies que más contribuyen a la restauración son las generalistas previamente mencionadas, con intentos de recolonización puntuales de otras especies más típicas del medio natural, y algunos casos concretos de especies que parecían preferir el medio alterado, como son *Fissuraphorura gisini* (Selga, 1963), *Tetracanthella pilosa* Schött, 1891 (exclusivas del suelo quemado y ausentes en trabajos previos) e *Isotomiella minor* (Schäffer, 1896).

La investigación confirma la hipótesis de que las comunidades de colémbolos en suelos incendiados siguen un proceso de restauración natural, recuperando progresivamente niveles de diversidad similares a los previos al incendio. Sin embargo, la recolonización no es homogénea y depende de la adaptabilidad de cada especie a las condiciones post-incendio y de las dinámicas estacionales. Estos resultados refuerzan el valor de los colémbolos como bioindicadores del estado de los suelos tras alteraciones y aportan información valiosa para estrategias de restauración ecológica forestal.

Palabras clave: Collembola, incendio forestal, pinar de *Pinus pinaster*, restauración edáfica, Cerro del Castillo (Madrid).

Referencias clave

- Álvarez, Y. 2001. Evolución histórica de los incendios forestales en España. *Nimbus* 7-8: 39-49.
- Bellinger, P. F., K. A. Christiansen & F. Janssens. 2003. *Checklist of the Collembola: Families*. Department of Biology. University of Antwerp (RUCA), Antwerp.
- Berude, M., J. K. Galote, P. H. Pinto & A. Amaral. 2015. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. *Enciclopédia Biosfera* 11(22): 14-28.
- Hermoso Serrano, M. 2023. *El impacto del fuego sobre suelos de matorral: cambios en las comunidades de Colémbolos en el incendio del Cerro del Castillo (Collado Mediano, Madrid)*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Lucíañez, M. J. & P. Iniesto. 2006. Estudio faunístico y ecológico de las comunidades de Colémbolos (Hexapoda, Collembola) de pinares incendiados en la vertiente sur de la Sierra de Gredos. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 30(3-4): 75-95.
- Lucíañez, M. J. & N. Silgado. 2007. Estudio ecológico de las comunidades de Colémbolos en zonas reforestadas con eucalipto y pino en Asturias (noroeste de la Península Ibérica). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 1(40): 325-332.
- Serena, A. 2023. *Las comunidades de Collembola reflejan la recuperación del suelo tras un incendio en un bosque mediterráneo de Pinus pinaster*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

Predicción global de zoonosis aviares en relación con la caracterización del territorio y la riqueza de aves

Romero, D.^{1,2}, Cobos-Mayo, M.², Cardeña, F.³, Aliaga-Samanez, A.², Olivero, J.², Muñoz, A.R.² & Seoane, J.^{3,4}

¹ Dept. de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, E-29071, Málaga

² Grupo de Biogeografía, Diversidad, y Conservación, Dept. de Biología Animal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, E-29071, Málaga

³ Terrestrial Ecology Group (TEG), Department of Ecology, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, C/ Darwin 2, E-28049 Madrid, Spain

⁴ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, Spain.

La aparición y propagación de enfermedades zoonóticas plantean una gran amenaza para la salud pública mundial, la economía y la biodiversidad. Se estima un 60% de los patógenos que afectan al ser humano tienen origen animal. El mapeo de enfermedades basado en características climáticas y socioeconómicas se ha desarrollado como herramienta preventiva. Investigaciones recientes destacan la importancia de mejorar los métodos y los enfoques conceptuales, incluyendo aspectos ecológicos y biogeográficos. Se evalúan los patrones de distribución global de las enfermedades zoonóticas aviares en relación con características ambientales regionales y con la presencia de especies de familias u órdenes de aves que actúan como reservorios o vectores potenciales.

Se desarrollaron modelos generales lineales mixtos (GLMMs) de distribución para explicar la incidencia de todas las enfermedades zoonóticas aviares, a una resolución espacial de país (385 unidades, incluyendo países o unidades subnacional equivalentes para los países de Australia, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos y Rusia), y a escala mundial. Se construyeron modelos ambientales utilizando predictores climáticos, socioeconómicos y geográficos, y a continuación se incorporó la riqueza de especies de aves para generar modelos zoogeográficos.

El rendimiento de los modelos de distribución mejoró significativamente al incorporar la riqueza de especies de aves. Esto sugiere que la distribución geográfica de ciertos grupos de aves juega un papel relevante en la aparición y mantenimiento de brotes, complementario a los factores ambientales, socioeconómicos y geográficos que contribuyen a su distribución. Nuestros resultados subrayan la necesidad de integrar las dimensiones ambientales y socioeconómicas más comunes con otras variables de naturaleza biogeográfica para explicar mejor la incidencia de las zoonosis en todo el mundo. Aplicar esta metodología podría mejorar la capacidad de predecir y prevenir brotes de enfermedades zoonóticas, contribuyendo a los esfuerzos globales de salud pública y conservación de la biodiversidad.

Ethnoecology and conservation of large reptiles in communities of Nicaragua

José Luis Rubio¹, José David Quiroz², Gena Abarca², Patricia L. Alegre²

¹ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global; Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

² Departamento de Biología, Universidad Nacional de Nicaragua-Managua.

Regarding emblematic species such as crocodiles and marine turtles, the sustainable use of these reptiles—primarily through ecotourism—can serve as a significant complement to local economic activities while also promoting conservation efforts in many communities. Its success will largely depend on the communities' intrinsic capabilities (mainly their organizational structures), their knowledge and appreciation of the species involved, and the broader economic network. Here we present an initial assessment of the potential for developing sustainable tourism activities in various communities in the western region of Nicaragua, focusing on the conservation of existing crocodile and marine turtle species.

We conducted semi-structured interviews in 16 communities associated with the species involved. The interviews included items on ethnoecology (perception, knowledge, attitudes, use, and valuation of the species and the environment), as well as economic relationships, socioeconomic characterization, and the requirements and capacities of local people (e.g., organization, resources) and the environment itself.

Unlike turtles, crocodile scarcity is widespread, requiring regular monitoring. Based on variables and a SWOT analysis, nearly half of the communities engage in tourism activities to varying degrees, with women playing a significant role. Most communities demonstrated relatively high potential for eco-tourism initiatives, primarily due to their geographical location (accessibility and the area's strong eco-tourism appeal), though there were exceptions. In many cases, their organizational structure (cooperatives and community-based organizations) also contributed to this potential. The main threats identified were poaching, environmental degradation, and a high risk of both inter- and intra-community conflicts. Institutional support is a widely recognized necessity.

Trait-environment relationships in a Mediterranean alpine grassland

Jorge García Fernández¹, Daniel López Prieto¹, Manuel J. Macía^{1,2}, David Sánchez Pescador³, Julia Chacón Labella^{1,2}.

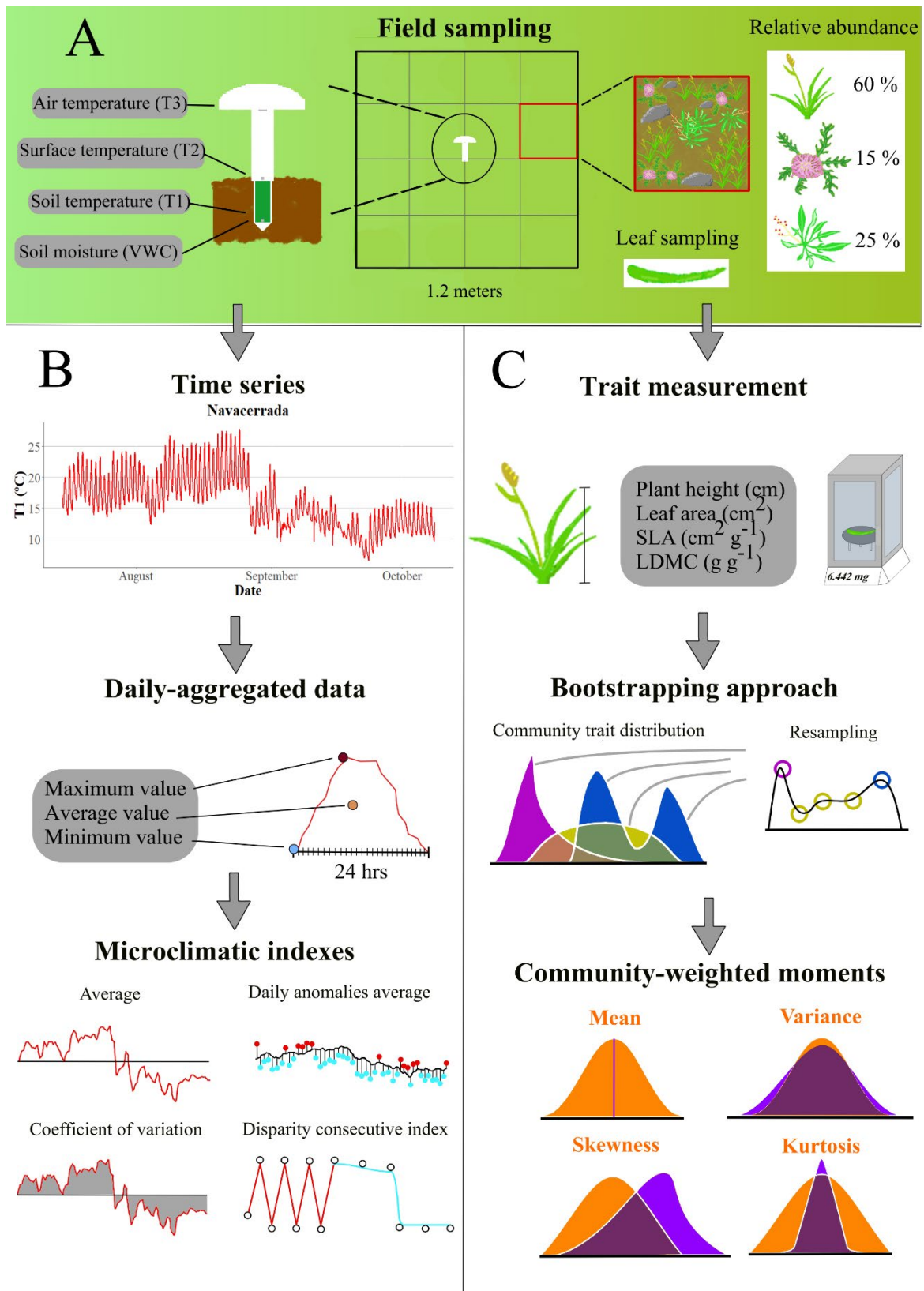
¹ Departamento de Biología, Área de Botánica, Universidad Autónoma de Madrid, Calle Darwin 2, Madrid ES-28049, Spain

² Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, Calle Darwin 2, Madrid, ES-28049, Spain.

³ Departamento de Farmacología, Farmacognosia y Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, 28940 Madrid, Spain.

A fundamental goal of trait-based ecology is to generalize predictions across spatial scales, linking the phenotypes with the demography, community dynamics, and environmental variation (Shipley *et al.* 2016). Indeed, a fundamental assumption in trait-based ecology is that relationships between traits and environmental conditions are globally consistent. These relationships are generally consistent when studied along large environmental gradients (Wright *et al.*, 2004; Reich, 2014). We used field-measured microclimate and detailed trait data to explore if trait-environment relationships are consistent across spatial scales. We collected community data from 3 sites, 15 plots and 9 species, along an altitudinal gradient in alpine Mediterranean grassland in Sierra de Guadarrama, Madrid (Spain). We combined these plant data with locally measured traits: height, specific leaf area (SLA), and leaf dry matter content (LDMC), along with recordings of microclimatic conditions such as soil temperature and soil moisture. Our aim was to relate local plant community trait composition (described by the abundance-weighted central moments of the traits such as the mean and variance; Maitner *et al.* 2023) to in-situ recordings of soil moisture, soil temperature and soil surface temperature.

Results showed that higher temperatures and low water availability have a negative and significant effect on height mean and variance but showed a non-significant effect on LDMC and SLA mean and variance. Our results suggest that warmer and drier conditions may act as an environmental filter on height values, which tend to be lower and more homogeneous among locations (less dispersed). Although general relationships between SLA and LDMC and environmental variables are well supported in the literature when studied at large environmental gradients, those relationships might not be directly transferable to the fine scale, even when accounting for microclimate variation (Messier *et al.*, 2017). Our results suggest that other drivers beyond microclimate (i.e. species interactions) might be driving trait variation at fine scales in Mediterranean alpine grasslands.





References

- Maitner, B.S., Halbritter, A.H., Telford, R.H., Strydo, T., Chacon, J., Lamanna, C., Sloat, L.L., Kerkhoff, A.J., Messier, J., Rasmussen, N., Pomati, F., Merz, E., Vandvik, V., Enquist, B.J. 2023. Bootstrapping outperforms community-weighted approaches for estimating the shapes of phenotypic distributions. *Methods in Ecology and Evolution* 14 (10): 2592-2610.
- Messier, J., McGill, B., Enquist, B. & Lechowicz, M. 2017. Trait variation and integration across scales: is the leaf economic spectrum present at local scales? *Ecography* 40: 685-697.
- Reich, P.B. 2014. The world-wide 'fast-slow' plant economics spectrum: a traits manifesto. *The Journal of Ecology* 102 (2): 275-301.
- Shipley, B., De Bello, F., Cornelissen, J.H., Laliberté, E., Laughlin, D. & Reich, P. 2016. Reinforcing loose foundation stones in trait-based ecology. *Oecologia* 180: 923-931.
- Wright, I.J., Reich, P.B., Westoby, M., Ackerly, D.D., Baruch, Z., Bongers, F., Cavender-Bares, J., et al. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428: 821-827.

Análisis bibliométrico de la investigación global sobre la producción de caña de azúcar y sus efectos en la biodiversidad: tendencias, puntos críticos y brechas de conocimiento

Eduardo Rodrigues dos Santos^{1,2}, William Douglas Carvalho^{1,3,4}, Karen Mustin^{1,2}

¹ Post-Graduate Program in Tropical Biodiversity (PPGBIO), Federal University of Amapá (UNIFAP), Macapá, Amapá, Brazil

² Department of Biodiversity, Ecology and Evolution, Complutense University of Madrid, Ciudad Universitaria, Madrid, Spain

³ Terrestrial Ecology Group (TEG-UAM), Department of Ecology, Faculty of Sciences, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid 28049, Spain.

⁴ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM) y Terrestrial Ecology Group (TEG-UAM), Universidade Autonoma de Madrid

El aumento constante de las necesidades energéticas globales ha impulsado la búsqueda de soluciones renovables (Ahmad y Zhang 2020; Pérez-Lombard et al. 2008), como el etanol de caña de azúcar, aunque su producción puede generar impactos negativos en el medio ambiente (Scheffran et al. 2020; Galdos et al. 2013). Este estudio tiene como objetivo analizar el panorama de la investigación sobre los efectos del cultivo de caña de azúcar en la biodiversidad mediante un análisis bibliométrico, centrándose en tres objetivos principales: la producción científica anual, los patrones de publicación y colaboración entre países, y los principales temas de investigación. Utilizando la base de datos Web of Science y el paquete 'bibliometrix' para R (Aria y Cuccurullo 2017), se identificaron 217 publicaciones entre 1998 y 2023, incluyendo 193 artículos originales, 13 revisiones y 11 otros tipos de documentos. Brasil y Estados Unidos emergieron como los principales contribuyentes, con Brasil liderando las colaboraciones internacionales, seguido por Estados Unidos y Sudáfrica.

El análisis temático, basado en la centralidad (que mide la interacción entre temas) y la densidad (que evalúa el desarrollo interno de los temas), reveló cuatro cuadrantes: temas cruciales y bien desarrollados, temas fundamentales en desarrollo, temas con importancia marginal pero vínculos internos sólidos, y temas emergentes o en declive con vínculos externos débiles y baja densidad. Desde 2006, el interés académico ha crecido significativamente, especialmente en Brasil, coincidiendo con la expansión de las áreas de cultivo. Sin embargo, la investigación no está equitativamente distribuida, ya que Brasil, Estados Unidos y la Unión Europea dominan en volumen de publicaciones, mientras que otros países del Sur Global con alta producción de caña de azúcar, como India y Tailandia, están subrepresentados, lo que resalta la necesidad de colaboraciones más inclusivas.

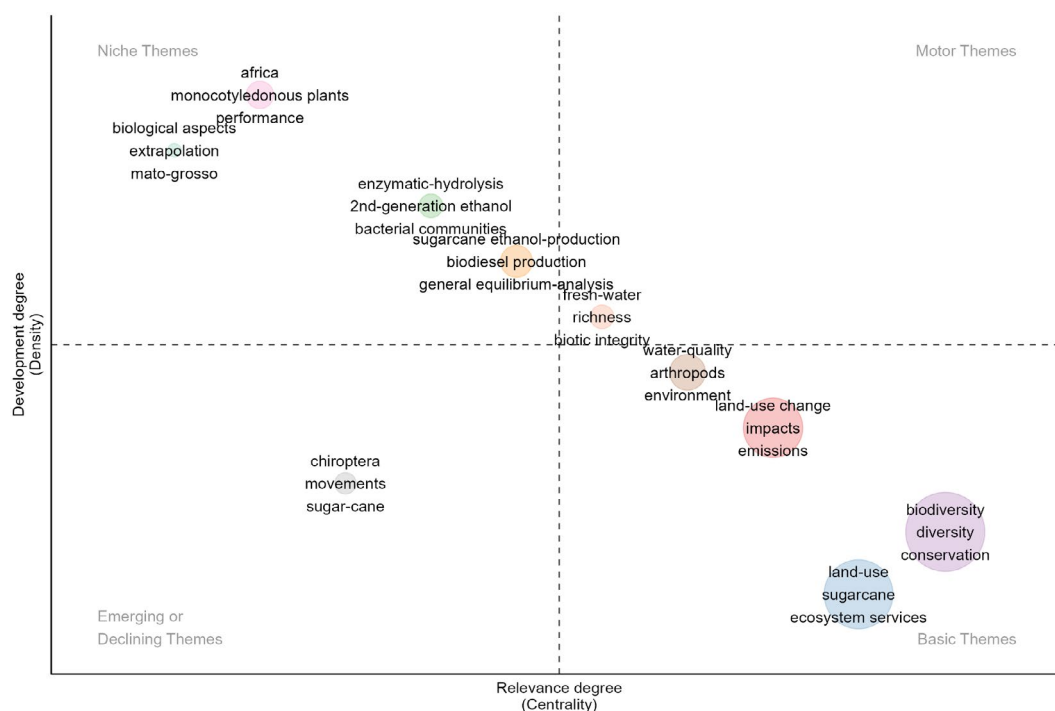


Figura 1. El mapa temático muestra grupos de palabras clave presentes en las publicaciones. El eje X representa la centralidad (es decir, el grado de interacción de un grupo de redes en comparación con otros grupos) y brinda información sobre la importancia de un tema y el eje Y simboliza la densidad (es decir, mide la fuerza interna de una red de clusters, y puede asumirse como una medida del desarrollo del tema). Los cuadrantes están divididos en 4, siendo ellos: Motor: Temas cruciales y bien desarrollados, Básico: Fundamental y crucial, en pleno desarrollo, Nicho: Importancia marginal en el campo, vínculos internos bien desarrollados pero tienden a tener vínculos externos sin importancia. Emergentes o en declive: vínculos internos bien desarrollados, pero tienden a tener vínculos externos débilmente desarrollados y marginales, con baja densidad y centralizados (Di Cosmo et al. 2021)

Se identificaron tres grupos temáticos principales: temas transversales, como “biodiversidad, diversidad y conservación” y “caña de azúcar, uso de la tierra y servicios ecosistémicos”, que forman la base de la investigación en este ámbito; temas especializados, como estudios sobre insectos específicos en áreas de cultivo, que enfatizan la importancia de las interacciones ecológicas para prácticas sostenibles; y temas emergentes, como el creciente interés en Chiroptera (murciélagos), que refleja su reconocimiento como elementos clave en los ecosistemas agrícolas. Este estudio proporciona una visión integral de la investigación sobre los impactos de la caña de azúcar en la biodiversidad, destacando tendencias, colaboraciones y áreas prioritarias para futuros estudios.

Referencias bibliográficas

- Ahmad, T., Zhang, D. 2020. A critical review of comparative global historical energy consumption and future demand: The story told so far. *Energy Reports* 6: 1973-1991.
- Aria, M., Cuccurullo, C. 2017. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics* 11: 959-975.
- Di Cosmo, A., Pinelli, C., Scandurra, A., Aria, M., D'aniello, B. 2021. Research Trends in Octopus Biological Studies. *Animals* 11: 1808.
- Galdos, M., Cavalett, O., Seabra, J.E.A., Nogueira, L.A.H., Bonomi, A. 2013. Trends in global warming and human health impacts related to Brazilian sugarcane ethanol production considering black carbon emissions. *Applied Energy* 104: 576-582.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., Pout, C. 2008. A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings* 40: 394-398.
- Scheffran, J., Felkers, M., Froese, R. 2020. Economic Growth and the Global Energy Demand. Pages 1-44 in *Green Energy to Sustainability*.

Breaking Down Recycled LDPE: Nanoplastics and Byproducts and Their Effects on the Duckweed *Spirodela polyrhiza*

Esther Ortega-Pérez¹, Silvia Gómez-Kong¹, Miguel Tamayo-Belda¹, Miguel González-Pleiter¹, Francisco Leganés¹, Roberto Rosal², Francisca Fernández-Piñas¹ & Gerardo Pulido-Reyes^{1*}

¹ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, E-28049, Madrid, España.

² Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alcalá, E-28871 Alcalá de Henares, Madrid, España

* Corresponding author: gerardo.pulido@uam.es

Abstract

Low-density polyethylene (LDPE) is one of the most widely produced plastics worldwide. It is mainly used for packaging, giving it a short lifespan. The increasing use of recycled plastics represents a possible solution to reduce the accumulation of plastic waste in the environment. However, it is unknown whether the degradation products of these plastics, including nanoplastics (NPLs) and by-products (both associated chemicals and oligomers), may pose an environmental threat. This study focused on the generation and characterization of NPLs, and by-products derived from recycled LDPE and the evaluation of their toxicological effects on the primary producer *Spirodela polyrhiza* (*S. polyrhiza*). These degradation products were obtained through a mechanical fragmentation process. Physicochemical characterization confirmed the presence and characteristics of secondary NPLs using various techniques such as dynamic and electrophoretic light scattering, scanning electron microscopy, and Fourier-transform infrared spectroscopy. *S. polyrhiza* was exposed to increasing concentrations of NPLs and oligomers independently, ranging from 1 to 100 mg/L. The results showed that 96-hour exposure to NPLs had no significant effects. However, exposure to the highest concentrations of oligomers caused a significant reduction in root length, leaf area, and in vivo pigment concentration. This study contributes to the assessment of the potential toxicity of secondary NPLs and oligomers in primary producers of aquatic ecosystems and enhances the overall understanding of the environmental implications of plastic recycling.

Introduction

Plastics are ubiquitous synthetic polymers, with a global production of 400 Mt in 2022 (PLASTICS EUROPE, 2023). Due to their versatility and low cost, they are used across all industrial sectors, with packaging being the most prominent, accounting for 44% of total plastic use in 2021 (PLASTICS EUROPE, 2022). Among the most widely produced plastics is polyethylene (PE), specifically, low-density polyethylene (LDPE) is primarily used for packaging, which gives it a very short lifespan (GEYER, 2020).

Once plastics reach the end of their useful life, they can be sent to landfills, recycled, or used for energy recovery. In recent years, the amount of recycled plastics has increased, particularly in the packaging sector.

However, while recycling reduces the need for primary production, it does not prevent these waste materials from ultimately ending up in landfills or the environment (ZINK & GEYER, 2019). When plastic waste enters natural environments, it is susceptible to fragmentation and abiotic and/or biotic degradation processes. As a result of these processes, plastics can break down into particles of different sizes: macroplastics (>1 cm), microplastics (<1 mm), nanoplastics (NPLs; <1 μm), and oligomers (<5 nm; HARTMANN et al., 2019). Smaller fractions, such as NPLs and oligomers, pose greater risks as they can be easily ingested, cross biological barriers, accumulate in tissues, and potentially lead to bioaccumulation, toxicity, and biomagnification (TAMAYO-BELDA et al., 2022).

Photosynthetic organisms play a crucial role in maintaining ecosystem balance and often act as entry points for environmental contaminants into food chains. While various model organisms from different trophic levels are widely used in ecotoxicology, studies focusing on plants remain limited. In this study, the freshwater plant *Spirodela polyrhiza* (*S. polyrhiza*), a member of the Lemnaceae family, was selected as a primary producer (PIETRINI et al., 2023). The objective was to evaluate the impact of recycled LDPE, specifically assessing the toxicological effects of secondary LDPE-derived nanoplastics (LDPE-NPLs) and oligomers (LDPE-oligomers) on *S. polyrhiza*, a key representative of aquatic ecosystems.

Materials and methods

The extraction of NPLs and oligomers from recycled LDPE was carried out through mechanical fragmentation processes, as shown in Figure 1. Commercial pellets were frozen using liquid nitrogen and then ground in a modified stainless steel blender. The crushed material was passed through various filters, and finally, ultrafiltration using 50 kDa molecular weight cutoff (MWCO) filters resulted in two fractions: one between 5 nm and 1 μm , corresponding to NPLs, and another below 5 nm, consisting of other degradation products, referred to as oligomers.

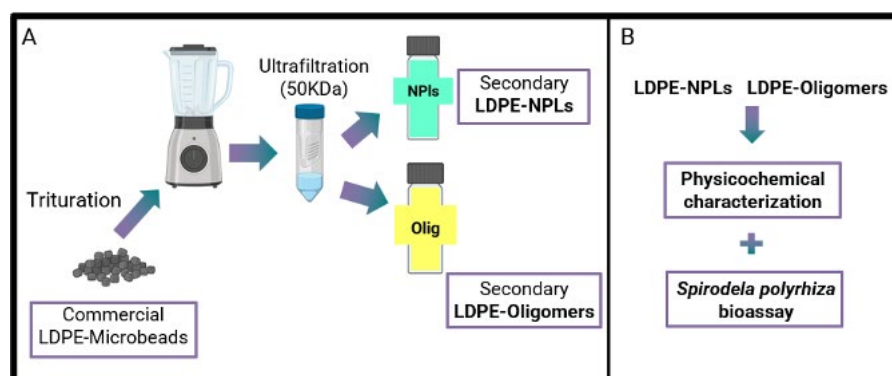


Figure 1. A) Production of secondary LDPE-NPLs and LDPE-Oligomers through abiotic degradation processes (mechanical breakdown). B) Workflow scheme.

To determine the size and stability of the NPLs, Dynamic and Electrophoretic Light Scattering (DLS and ELS, respectively) techniques were used. The morphological characterization of the NPLs and the particles in the oligomer suspension was conducted using Scanning Electron Microscopy (SEM). Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) was employed to analyse the functional groups of the original recycled LDPE pellets and the obtained NPLs.

A toxicity assay was performed using the degradation products generated, following the Duckweed Toxkit F protocol (MicroBioTests) and ISO 20079 (2004) with *S. polyrhiza*. Five concentrations were prepared ranging from 1 to 100 mg/L of NPLs and oligomers independently to study various parameters. The bioassay was conducted over 96 hours, after which the following parameters were analysed: root length, weight, chlorophyll fluorescence, *in vivo* pigment concentration, and growth. The obtained data were statistically

analysed using analysis of variance (ANOVA) and multiple comparison tests, comparing the results with the control condition.

Results and Discussion

Physicochemical characterization of the abiotic degradation products

The FTIR spectra of the commercial pellets and the generated NPLs showed similar peaks, indicating a comparable chemical composition. Additionally, SEM images revealed that the morphology of the NPLs was irregular, with varying sizes, while the oligomer fraction contained no detectable NPLs. Regarding hydrodynamic size, DLS analysis indicated an average diameter of 466 ± 20 nm for LDPE NPLs, while the polydispersity index (PDI) of 0.527 suggests a broad particle size distribution. The surface charge of the degradation products was measured using ELS technique (ζ -potential) in deionized water, yielding a value of -36.2 ± 1.7 mV, indicating that the particles remain stable in solution. Previous studies on secondary NPLs have reported the formation of smaller particles from biodegradable plastics such as PHB (polyhydroxybutyrate) and PLC (polycaprolactone) (GONZÁLEZ-PLEITER et al., 2019; TAMAYO-BELDA et al., 2022). These differences may be attributed to the use of different methods for generating degradation products.

Toxicological effects of LDPE NPLs and Oligomers

The results indicated that concentrations ranging from 1 to 100 mg/L of NPLs from recycled LDPE had no significant effect on root length, leaf area, and pigment content after 96 hours. However, plants exposed to LDPE-Oligomers showed significant effects on chlorophyll *a* and carotenoid concentrations, which are key indicators of photosynthetic capacity and growth. Consequently, a decrease in leaf area and root length was also observed in plants exposed to the highest concentrations of oligomers. In a similar study, the effects of secondary NPLs and oligomers from HDPE were evaluated in *Daphnia magna*. The researchers found that the oligomeric fraction was also responsible for significant effects on development (EKVALL et al., 2022).

Conclusions

- Through abiotic degradation processes, specifically mechanical fragmentation of recycled LDPE, NPLs were obtained with an average size of 466 nm and a surface charge of -36.2 mV, along with oligomers smaller than 5 nm.
- Acute exposure to secondary LDPE-NPLs alone had no significant effect on *S. polyrrhiza* in the range of concentration between 1 to 100 mg/l. However, exposure to increasing concentrations of LDPE oligomers resulted in a significant decrease in root length, leaf area, and *in vivo* pigment concentration.
- These results provide valuable information about the environmental impact of the smallest fractions of recycled plastics, as they affected primary producers.
- Future research will focus on *i*) the composition of the fraction referred to as oligomers; *ii*) the effect of longer exposure times and *iii*) to different physiological parameters.

Bibliografía

Plastics Europe: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>, last accessed on February 12, 2025.

Plastics Europe: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2023/>, last accessed on February 12, 2025.

Geyer, R. 2020. Production, use, and fate of synthetic

polymers. In: *Plastic Waste and Recycling*. Academic Press. Elsevier. Pp: 13-32.

Hartmann, N. B., T. Hüffer, R. C. Thompson, M. Hassellöv, A. Verschoor, A. E. Daugaard, S. Rist, T. Karlsson, N. Brennholt, M. Cole, M. P. Herrling, M. C. Hess, N. P. Ivleva, A. L. Lusher & M. Wagner. 2019. Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic

- debris. *Environmental Science & Technology* 53(3): 1039-1047.
- González-Pleiter, M., M. Tamayo-Belda, G. Pulido-Reyes, G. Amariei, F. Leganés, R. Rosal & F. Fernández-Piñas. 2019. Secondary nanoplastics released from a biodegradable microplastic severely impact freshwater environments. *Environmental Science: Nano* 6(5): 1382-1392.
- Tamayo-Belda, M., G. Pulido-Reyes, M. González-Pleiter, K. Martín-Betancor, F. Leganés, R. Rosal & F. Fernández-Piñas. 2022. Identification and toxicity towards aquatic primary producers of the smallest fractions released from hydrolytic degradation of polycaprolactone. *Chemosphere*. 2022, 303, 134966
- International Organization for Standardization (ISO). Water quality – Determination of the toxic effect of water constituents and wastewater to duckweed (*Lemna minor*) – Duckweed growth inhibition test (ISO/DIS 20079:2004). 2004.
- Zink, T. & R. Geyer. 2019. Material recycling and the myth of landfill diversion. *Journal of Industrial Ecology* 23(3): 541-548.
- Pan, T., X. Chen, C. Kong, D. Gao, W. Liu, H. Liao, M. Junaid & J. Wang. 2023. Single and combined toxicity of polystyrene nanoplastics and PCB-52 to the aquatic duckweed *Spirodela polyrhiza*. *Science of the Total Environment* 901: 166482.
- Dainelli, M., M. B. Castellani, S. Pignattelli, S. Falsini, S. Ristori, A. Papini, I. Colzi, A. Coppi & C. Gonnelli. 2024. Growth, physiological parameters and DNA methylation in *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid exposed to PET micro-nanoplastic contaminated waters. *Plant Physiology and Biochemistry* 108403
- Pietrini, F., L. Passatore, S. Carloni & M. Zacchini. 2023. Non-standard physiological endpoints to evaluate the toxicity of emerging contaminants in aquatic plants: A case study on the exposure of *Lemna minor* L. and *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. to dimethyl phthalate (DMP). In: *Emerging contaminants and plants: Interactions, adaptations and remediation technologies*. Cham: Springer International Publishing. Pp: 87-108.
- Ekvall, M. T., I. Gimskog, J. Hua, E. Kelpsiene, M. Lundqvist & T. Cedervall. 2022. Size fractionation of high-density polyethylene breakdown nanoplastics reveals different toxic response in *Daphnia magna*. *Scientific Reports* 12: 3109.

Fonotecas zoológicas: un recurso clave para la investigación y Conservación de la biodiversidad

Alejandro Corrales¹, Violeta Hevia² y Diego Llusia^{1,3}

¹ Terrestrial Ecology Group, Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

² Laboratorio de Socio-ecosistemas, Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

³ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC), Universidad Autónoma de Madrid.

Resumen

La biodiversidad de nuestro planeta está en serio declive debido a las actividades humanas (Cardinale *et al.*, 2012). La bioacústica es una disciplina científica que se encarga de estudiar la comunicación animal mediante sonidos y de desarrollar herramientas que permitan contrarrestar la crisis de biodiversidad (Caycedo-Rosales *et al.*, 2013). Las grabaciones sonoras que se obtienen en este campo son datos acústicos valiosos que necesitan ser preservados en colecciones científicas de sonidos, conocidas como fonotecas zoológicas (Sanjad & Costa, 2021). Las fonotecas zoológicas facilitan la identificación de especies y el análisis de los ecosistemas, contribuyendo significativamente a la investigación y conservación de la biodiversidad (Dena *et al.*, 2020). En este trabajo, mediante una revisión bibliográfica sistemática, se estudiarán las principales fonotecas zoológicas del mundo y su contribución a la literatura científica. Además, se presentará una propuesta para la creación de una fonoteca zoológica en la Universidad Autónoma de Madrid. Los resultados preliminares de esta revisión indican un aumento significativo a lo largo de los años en el uso de fonotecas zoológicas en la investigación científica (Fig. 1). Sin embargo, también revelan una falta de accesibilidad de las grabaciones en la mayoría de fonotecas, así como una escasa iniciativa por parte de los investigadores a depositar sus grabaciones en estas colecciones y a citarlas correctamente en las publicaciones científicas. A partir de estos resultados, se ha realizado el diseño de la Fonoteca Zoológica de la Universidad Autónoma de Madrid, priorizando la accesibilidad de los datos y su correcta clasificación. Este estudio muestra la necesidad de fortalecer estas colecciones sonoras y enfatiza su importancia en la conservación del patrimonio sonoro de nuestro planeta, ayudando a frenar la preocupante crisis de biodiversidad.

Palabras clave: fonoteca zoológica, colecciones, bioacústica, sonidos, grabaciones.

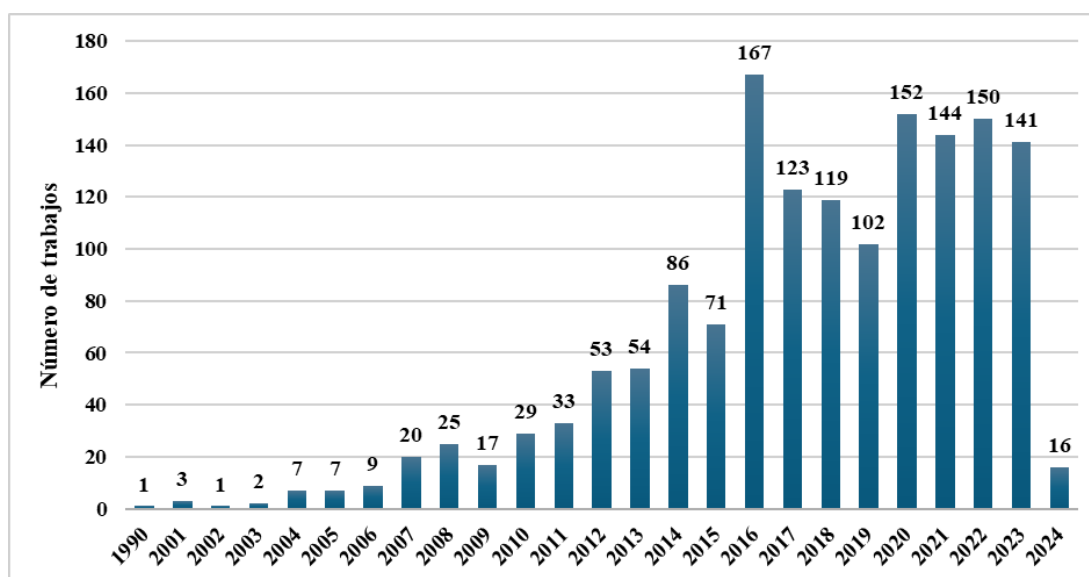


Figura 1. Evolución del número de trabajos publicados por año que emplean fonotecas zoológicas para el depósito de grabaciones o para la obtención de datos acústicos.

Bibliografía

- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., ... & Naeem, S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401): 59-67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Caycedo-Rosales, P. C., Ruiz-Muñoz, J. F., & Orozco-Alzate, M. 2013. Reconocimiento automatizado de señales bioacústicas: Una revisión de métodos y aplicaciones. *Ingeniería y Ciencia*, 9(18): 171-195.
- Sanjad, N., & Costa, S. 2021. Comentário III: Reflexões sobre a gestão de coleções biológicas. *Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material*, 29, e34. <https://doi.org/10.1590/1982-02672021v29e34>
- Dena, S., Rebouças, R., Augusto-Alves, G., Zornosa-Torres, C., Pontes, M. R., & Toledo, L. F. 2020. How much are we losing in not depositing anuran sound recordings in scientific collections?. *Bioacoustics*, 29(5): 590-601. <https://doi.org/10.1080/09524622.2019.1633567>

Facing the pollinator crisis: new techniques for studying bee communities

Valera-Gallego, J.¹, Hevia, V.², Cumia, V.M.¹, Herranz, J.¹, Moreno, A.³, Ortega, J.³, Chicote, J.³, Pantoja-Sánchez, H.⁴, Ulloa, J.S.⁴, Llusia, D.^{1,5}

¹ Terrestrial Ecology Group, Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid, Spain

² Laboratorio de Socio-ecosistemas, Departamento de Ecología, Univesidad Autónoma de Madrid, Spain

³ Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Spain

⁴ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia

⁵ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC), Universidad Autónoma de Madrid, Spain

Pollinators are a diverse group of invertebrates that play a fundamental role in most terrestrial ecosystems, providing a key ecosystem service vital to the maintenance of both wild plant communities and agricultural production (Potts et al., 2010). Among them, hymenopterans, particularly bees, are efficient pollinators (Potts et al., 2016). Wild bees, unlike domesticated honeybees (*Apis mellifera*), encompass around 1,100 species in Spain, and hence it is one of the most diverse regions for these insects (Sánchez, 2020). Many wild bee species exhibit a high degree of specialization, depending on specific nesting sites and floral resources. This makes them particularly vulnerable to anthropogenic disturbances, while also highlighting their value as bioindicators (Schindler et al., 2013).

Recent studies suggest that honeybees may compete with wild bees for floral resources, potentially impacting wild bee populations (Ropars et al., 2022). Additionally, the transmission of parasites and pathogens from managed honeybees to wild bee species has been identified as an emerging concern (Piché-Mongeon et al., 2024). However, the extent and ecological consequences of these interactions remain insufficiently understood.

Global declines in bee abundance and diversity threaten both natural ecosystems and agricultural productivity, with serious implications for food security (Klein et al., 2015). This decline is driven by multiple factors, including habitat loss, pesticide use, climate change, and pathogen spread (Fürst et al., 2014). Effective monitoring of bee populations is essential for conservation efforts, yet traditional sampling methods are often invasive, labor-intensive, and limited in scope (Montgomery et al., 2021).

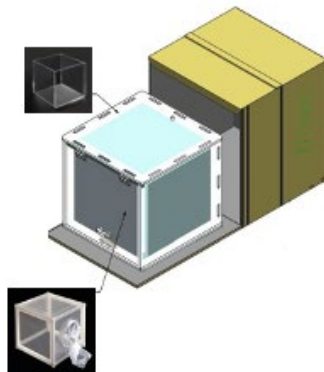
To address these challenges, innovative technologies such as remote sensing and bioacoustic monitoring offer promising non-invasive alternatives for tracking pollinators. However, their application in bee remains largely unexplored, requiring further development and refinement. Understanding the ecological interactions between honeybees and wild bee communities is also critical to evaluating potential competition and disease transmission.

Here we introduce a research project (the PhD research by the first author) that aims to provide new technologies that improve our capacity to monitor wild and domestic bees in nature. First, we will document the acoustic diversity of pollinating bees to support the development of automatic acoustic species recognition methods. These data enable us to train and test artificial intelligence algorithms capable of detecting and characterizing pollinator activity through sound recordings. Second, we seek to design and implement remote monitoring sensors that integrate image, sound, and movement analysis to track wild bees in their natural habitats. Finally, we will study the impact of beekeeping on wild bee communities and the interactions

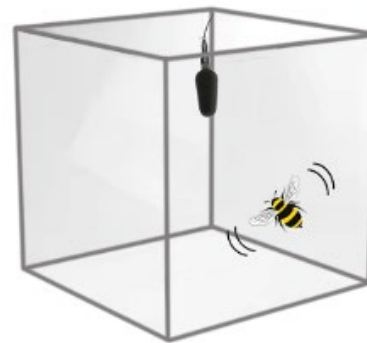
between managed honeybees and wild pollinators. Advancing remote monitoring techniques will be crucial for improving our understanding of pollinator dynamics and mitigating the ongoing global pollinator crisis.

To carry out this study, we designed a portable semi-anechoic chamber prototype to capture the wing-beat sounds of bees (Fig.1). The spectrogram of an individual (*Bombus terrestris*) recorded in this chamber (Fig. 1c) shows the acoustic signature of this wingbeat. From these recordings, we create a scientific sound database, which is then used to train and test classification sound models. These models have the potential to automatically identify bee species based on their unique acoustic characteristics.

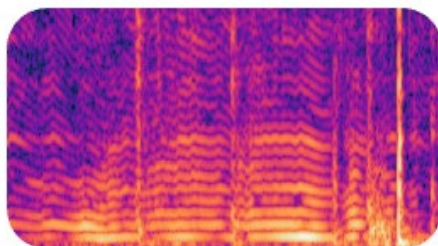
Acoustic directional recording scheme in a semi-anechoic chamber



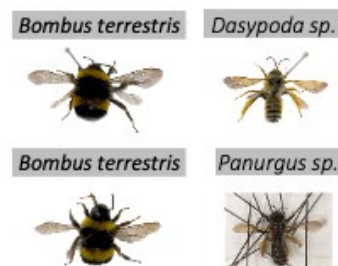
a) Design of the portable semi-anechoic chamber prototype.



b) Example of data collection from the audio emitted by the wingbeats of a bee.



c) Spectrogram of the sound emitted by the wingbeats of a bumblebee (*Bombus terrestris*).



d) Positioning of the bees after capture for traits measurement.

References

- Klein, A. M., B. E. Vaissière, J. H. Cane, I. Steffan-dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, & T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274: 303-313.
- Fürst, M. A., D. P. McMahon, J. L. Osborne, R. J. PAXTON, & M. J. F. Brown. 2014. Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. *Nature* 506: 364-366.
- Montgomery, G. A., M. W. Belitz, R. P. Guralnick, & M. W. Tingley. 2021. Standards and best practices for monitoring and benchmarking insects. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8: 579193.
- Ortiz-Sánchez, F. J. 2020. Checklist de fauna ibérica. Serie Anthophila (Insecta: Hymenoptera: Apoidea) en la península ibérica e islas Baleares (edición 2020). En: RAMOS, M. A. & M. SÁNCHEZ RUIZ (Eds.). *Documentos Fauna Ibérica*, 14. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, 2: 83.
- Piché-Mongeon, V. & E. Guzman-Novoa. 2024. Pathogen spillover from honey bees (*Apis mellifera* L.) to wild bees in North America. *Discover Animals* 1: 33.
- Potts, S. G., V. Imperatriz Fonseca, H. T. Ngo, J. C. Biesmeijer, T. D. Breeze, L. Dicks, ... & B. F. Viana. 2016. Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production.
- Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger & W. E. Kunin. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25: 345-353.
- Ropars, L., L. Affre, É. Thébault, & B. Geslin. 2022. Seasonal dynamics of competition between honey bees and wild bees in a protected Mediterranean scrubland. *Oikos* 2022: e08915.
- Schindler, M., O. Diestelhorst, S. Haertel, C. Saure, A. Scharnowski, & H. R. Schwenniger. 2013. Monitoring agricultural ecosystems by using wild bees as environmental indicators. *BioRisk* 8: 53-71.

Study of the ecological condition of the vegetation present in the Cantoblanco campus prior to the reintroduction of grazing

Celia González López¹, César A. López Santiago^{2,3}, Francisco M. Azcárate^{2,3}

¹ Department of Biogeography and Global Change, Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), Madrid, Spain

² Department of Ecology, Universidad Autónoma de Madrid, Spain

³ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, Spain

The mosaic structure of Mediterranean dehesa systems is greatly dependent on the presence of herbivores (Caballero et al., 2009). Abandonment of traditional pastoralist practices, such as transhumance, results in a decrease in ecosystem diversity, altering its multifunctionality and causing a loss of its ecological resilience (Olf et al., 1999; Yu et al., 2024). In the frame of this social and ecological context, we propose the reintroduction of these low-intensity practices in the Cantoblanco campus of the Autonomous University of Madrid as a tool for ecological restoration. This work focuses on the characterization of the plant communities found before the arrival of herds and its comparison with natural grasslands with a history of traditional grazing practices, taken as reference ecosystems. We observed that the campus plant community had a lower diversity than reference grasslands, with a few species showing a clear dominance above the rest, and a remarkably homogenous structure. Comparison with reference grasslands showed that grazing not only increased species richness and functional diversity but also promoted a more even distribution of plant families. Our findings support that reintroduction of herbivory, when properly managed to maintain an adequate grazing regime, can serve as a tool for restoring lost ecological processes (Peco et al, 2006) that regulate ecosystem dynamics and sustain functionality in the face of global change (Oliver et al, 2015). Moreover, preserving traditional pastoralist practices serves a broader goal by enhancing their value as providers of cultural and regulation ecosystem services (Seid et al., 2016; Zinstagg et al., 2016).

Bibliografía

- Caballero, R., Fernández-González, F., Pérez-Badía, R., Molle, G., Roggero, P.P., Bagella, S., D'ottavio, P., Papanastasis, V., Fotiadis, G., Sidiropoulou, A. & Ispikoudis, I. 2009. Grazing Systems and Biodiversity in Mediterranean Areas: Spain, Italy and Greece. *Pastos* 39: 9-154
- Olf, H., Vera, F.w., Bokdam, J., Bakker, E.s., Gleichman, J.M., Maeyes, K. & Smit, R. 1999. Shifting mosaics in grazed woodlands driven by the alternation of plant facilitation and competition. *Plant Biology* 1(2): 127-137
- Oliver, T.H., Heard, M.S., Isaac, N.J.B., Roy, D.B., Procter, D., Eigenbrod, F., Freckleton, R., Hector, A., Orme, C.D.K., Perchey, O.L., Proença, V., Raffaelli, D., Suttle, K.B., Mace, G.M., Martín-López, B., Woodcock, B.A. & Bullock, J.M. 2015. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution* 30(11): 673-684.
- Peco, B., Sánchez, A.M. & Azcárate, F.M. 2006. Abandonment in grazing systems: Consequences for vegetation and soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 113(1-4): 284-294.

- Seid, M., Kuhn, N. & Fikre, T. 2016. The role of pastoralism in regulating ecosystem services. *Revue Scientifique Et Technique – Office International Des Épizooties* 35(2): 435-444.
- Yu, L., Sun, W., Zhang, H., Cong, N., Chen, Y., Hu, J., & Jing, X. 2024. Grazing exclusion jeopardized plant biodiversity effect but enhances dryness effect on multifunctionality in arid grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 363.
- Zinstagg, J., Bonfoh, B., Zinsstag, G., Crump, L., Alfaroukh, I., Abakar, M., Kasymbekov, J., Baljinnyam, Z., Liechti, K., Seid, M. & Schelling, E. 2016. A vision for the future of pastoralism. *Revue Scientifique Et Technique – Office International De Épizooties* 35(2): 693-716

Ensayo metodológico de monitorización no invasiva de contaminantes ambientales en muestras de pelo y heces de micromamíferos como indicadores ecotoxicológicos

Álvaro Navarro Castilla^{1,2}, Cristina Mata Estacio^{1,3} y Marcos Pérez-López⁴

¹ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, C. Darwin, 2, E-28049 Madrid, Spain.

² Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid.

³ Grupo de Ecología y Conservación de Ecosistemas Terrestre (TEG), Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

⁴ Unidad de Toxicología, Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura.

Resumen

La contaminación ambiental es un problema a escala global. La exposición a contaminantes ambientales promueve el estrés oxidativo, el daño del ADN, la inflamación y el daño en los tejidos (Isaksson, 2010; Noorimotlagh et al. 2018). La bioacumulación de estos contaminantes puede detectarse en sangre, tejidos óseo y/o muscular y órganos como el hígado, el cerebro y los riñones (Hermoso de Mendoza García et al. 2008), por lo que requiere de metodologías invasivas y/o el sacrificio de los animales para su estudio.

Este ensayo metodológico plantea como alternativa una metodología no invasiva, que permita detectar la presencia de contaminantes a través del análisis de muestras de pelo y heces empleando para ello los micromamíferos como especies modelo.

La recogida de muestras para el ensayo se ha realizado en las proximidades del Campus de Cantoblanco (UAM, Madrid): seleccionando el entorno de la carretera M-607 como lugar más expuesto a la emisión de contaminantes por tratarse de una carretera con una intensidad media diaria de 109.263 vehículos (CAM, 2022) y como zona contro un área alejada situada en el Monte de Valdelatas. Se emplearon un total de 120 trampas Sherman que eran cebadas con pan frito, manzana y larvas de tenebrio. El muestreo se realizó en el mes de noviembre de 2023 a lo largo de 10 días. Se realizaron análisis de metales pesados mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente asociado a un muestreador automático (Agilent Tech). Y también análisis de contaminantes orgánicos como pesticidas organoclorados (OCPs), bifenilos policlorados (PCBs) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) mediante cromatógrafo de gases acoplado con espectrómetro de masas (GC-MS de triple cuadrupolo Bruker Scion 456).

Se capturaron un total de 12 individuos, 7 ratones de campo (*Apodemus sylvaticus*) y 5 de ratones moruno (*Mus spretus*). El reducido número de capturas y el peso mínimo requerido por muestra (2 g) ha condicionado el alcance de los resultados al no disponer de muestras (o de suficiente muestra) para llevar a cabo

algunos de los análisis. Así, los resultados de contaminantes orgánicos se limitan al análisis de las muestras de heces de una única especie, el ratón de campo. Los principales compuestos obtenidos del análisis químico se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Metales pesados y principales compuestos orgánicos obtenidos en función del tipo de muestra y zona de estudio.

Muestra	Ratones (heces)			Ratones (pelo)		
	A. sylvaticus	M. spretus		A. sylvaticus	M. spretus	
Zona	Control	Carretera	Carretera	Control	Carretera	Carretera
Metales pesados (mg/kg)						
Cinc	776,12	186,66	178,26	191,24	148,59	154,00
Arsénico	0,32	0,53	0,38	0,06	0,06	1,13
Cadmio	0,22	0,35	0,67	<0,05	<0,05	<0,05
Mercurio	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Plomo	0,92	2,63	1,87	0,48	0,17	0,30
Compuestos orgánicos (µg/kg)						
Antraceno	3,315	3,829	5,832	-	-	-
Benzo (a) antraceno	0,103	0,194	0,8	-	-	-
Benzo (a) Pireno	3,811	0,707	7,261	-	-	-
Benzo (g, h, i) Perileno	0,551	1,268	2,893	-	-	-
Benzo (k) Fluroanteno	-	0,358	0,275	-	-	-
Criseno	0,141	0,16	0,101	-	-	-
Cypermethrin	-	0,265	0,739	-	-	-
Dibenzo (a, h) antraceno	-	0,634	1,574	-	-	-
Fenantreno	3,247	3,257	4,163	-	-	-
Fenpropathrin	8,39	10,945	7,716	-	-	-
Fluoranteno	24,287	29,756	40,353	-	-	-
Indeno (1, 2,3-cd) Pireno	-	1,553	1,332	-	-	-
Naftaleno	631,09	515,059	1435,18	-	-	-
Pireno	184,44	224,241	293,139	-	-	-
Tetramethrin	18,397	33,89	31,616	-	-	-

Los resultados obtenidos permiten validar la metodología analítica para determinar de manera no invasiva (en heces y, parcialmente, en pelo) la presencia y concentración de diferentes contaminantes ambientales en micromamíferos, validando su uso como indicadores ecotoxicológicos. No obstante, sería necesario mejorar la técnica de análisis para reducir el peso mínimo requerido por muestra (actualmente en 2 g).

Este estudio ha sido posible gracias a la financiación otorgada por la 1ª Convocatoria de ayudas Acciones de investigación CIBC-UAM 2023.

Bibliografía

- CAM (Comunidad de Madrid). 2022. Tráfico. Consejería de Vivienda, Transportes e Infraestructuras. Dirección General de Carreteras. Madrid.
- Isaksson, C. 2010. Pollution and its impact on wild animals: a meta-analysis on oxidative stress. *EcoHealth* 7: 342-350.
- Hermoso de Mendoza García, M., Soler Rodríguez, F., Pérez López, M. 2008. Los mamíferos salvajes terrestres como bioindicadores: nuevos avances en Ecotoxicología. *Observatorio Medioambiental* 11: 37-62.
- Noorimotlagh, Z., Mirzaee, S.A., Ahmadi, M., Jaafarzadeh, N., Rahim, F. 2018. The possible DNA damage induced by environmental organic compounds: the case of Nonylphenol. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 158: 171-181.

Understanding the impact of human-induced trampling on Antarctic edaphic microbial communities and their recovery potential

Rosa María Galbo Cacha¹, Miguel Ángel Fernández-Martínez^{1,2}, Ana Isabel López-Archilla^{1,2}, Pablo Tejedo¹, Isaac Garrido Benavent³, Asunción de los Ríos⁴ & Javier Benayas^{1,2}

¹ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid (Spain)

² Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global, CIBC-UAM (Spain)

³ Departament de Botànica i Geologia, Facultat de Ciències Biològiques, Universitat de València

⁴ Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC (Spain)

Antarctic terrestrial ecosystems, covering less than 1% of the continent, are under increasing anthropogenic threats, particularly from climate change and tourism. This study focuses on the impact of human trampling on soil microbial communities in Barrientos Island (South Shetlands archipelago), a frequently visited location. Soil samples were collected within and at the edge of two established paths representing varying levels of human disturbance. Physical and chemical analyses revealed significant differences between the paths, potentially creating anaerobic conditions favorable for specific microbial taxa. Thus, microbial communities also differed between the paths. Aerobic heterotrophic taxa were dominant in the less disturbed path, while anaerobic taxa such as *Bacteroidetes vadinHA17* thrived in the more compacted path. Although alpha diversity indices did not differ, beta diversity analyses showed notable distinctions, particularly between the paths rather than trampled and untrampled areas. These findings suggest that microbial communities may recover following the stop of human activity, but also that indigenous microbial communities or other overlooked factors may be influencing the recovery potential. This study thus offers a starting point for similar research, as it highlights the need for further investigation to determine whether human trampling or other environmental factors are primarily responsible for these differences.

FrogNet: Desarrollo de nuevas tecnologías para el seguimiento automático de anfibios ibéricos

Cumia, M.V.^{1,2}, García de la Morena, E.L.², Ulloa, J.S.³, Llusia, D.^{1,4}.

¹ Terrestrial Ecology Group, Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid, Spain

² Biodiversity Node S.L., Spain

³ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia

⁴ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC), Universidad Autónoma de Madrid, Spain

Los avances tecnológicos de las últimas décadas han posibilitado el desarrollo de “métodos emergentes en ecología” (teledetección, DNA ambiental, redes de sensores, etc.), que están abriendo rutas innovadoras en el estudio de la naturaleza. En particular, el uso de sensores acústicos ha experimentado un crecimiento exponencial (Sugai et al., 2019), al permitir el seguimiento automático de fauna, de manera eficiente, no invasiva y relativamente económica. Con este método automático es posible realizar esfuerzos de muestreo intensivos a escalas temporales y espaciales, que amplían la capacidad de detección de especies y ofrecen gran cantidad de información de alta resolución (Obrist et al., 2010). Gracias a las características propias de los sonidos de cada especie, las actuales metodologías de grabación y análisis acústico ofrecen la posibilidad de identificar a las especies mediante sus señales, de forma que es posible determinar su presencia, abundancia, distribución o patrones de actividad y comportamiento a lo largo de las áreas de estudio (Lee et al., 2008).

Estas metodologías de seguimiento están muy avanzadas en diversos grupos de vertebrados, como los quirópteros y las aves, existiendo ya amplias colecciones de sonido accesibles a la comunidad científica (ChiroVox, XenoCanto, Macaulay Library), e incluso programas de reconocimiento de especies (BirdNET; Kahl et al., 2021). Sin embargo, para otros grupos, como los insectos o anfibios, el seguimiento acústico se encuentra en una fase muy incipiente. Aunque algunas primeras investigaciones señalan su prometedora aplicación en áreas como la conservación de la biodiversidad, el seguimiento de poblaciones y el estudio del comportamiento animal, su diseño y puesta en marcha está aún por desarrollarse (Gibb et al., 2019). En este contexto, la presente tesis doctoral persigue impulsar el desarrollo de estas nuevas metodologías orientadas a anfibios, con el fin de mejorar nuestro conocimiento sobre este vulnerable grupo de vertebrados, ampliar nuestra capacidad para el seguimiento de sus poblaciones y desarrollar indicadores de biodiversidad que puedan extenderse a otros grupos de fauna.

La situación de los anfibios a nivel mundial es realmente crítica (Bosch, Carrascal, Duran, Walker, & Fisher, 2007; D'Amen & Bombi, 2009; Hof, Araújo, Jetz, & Rahbek, 2011). Actualmente, se trata del grupo de vertebrados más amenazado, muy por delante de aves y mamíferos, con más del 40 % de las especies clasificadas como “en peligro de extinción” según la Lista Roja de la UICN (Hoffmann et al., 2010). La Península Ibérica es un enclave esencial para la conservación de los anfibios en Europa, debido a su diversidad y presencia de endemismos (Bisbal-Chinesta & Blain, 2018). Este grupo juega un papel ecológico fundamental y puede considerarse como un importante indicador del estado de salud de los ecosistemas. Aunque algunas especies de anfibios ibéricos han sido ampliamente estudiadas en los últimos años, aún existe un limitado conocimiento sobre múltiples aspectos de la biología de las especies, como sus tendencias poblacionales o su estado de conservación (Pleguezuelos, Márquez & Lizana, 2002). Asimismo, es necesario disponer de metodologías que permitan identificar alteraciones en las comunidades o cambios en el rango de distribución de

las especies y en su comportamiento debido a fenómenos recientes como el cambio global (Benayas, De La Montana, Belliure & Eekhout, 2006).

El proyecto de tesis doctoral tiene como objetivo principal desarrollar y poner en práctica herramientas innovadoras basadas en nuevas tecnologías, inteligencia artificial y ciencia ciudadana (Fig. 1), que contribuyan al estudio y conservación de los anfibios ibéricos y que permitan dar respuesta a las necesidades científicas en este campo de investigación, de interés para proyectos de conservación, aplicados y de ciencia ciudadana, pudiendo extenderse además a otros grupos de fauna.

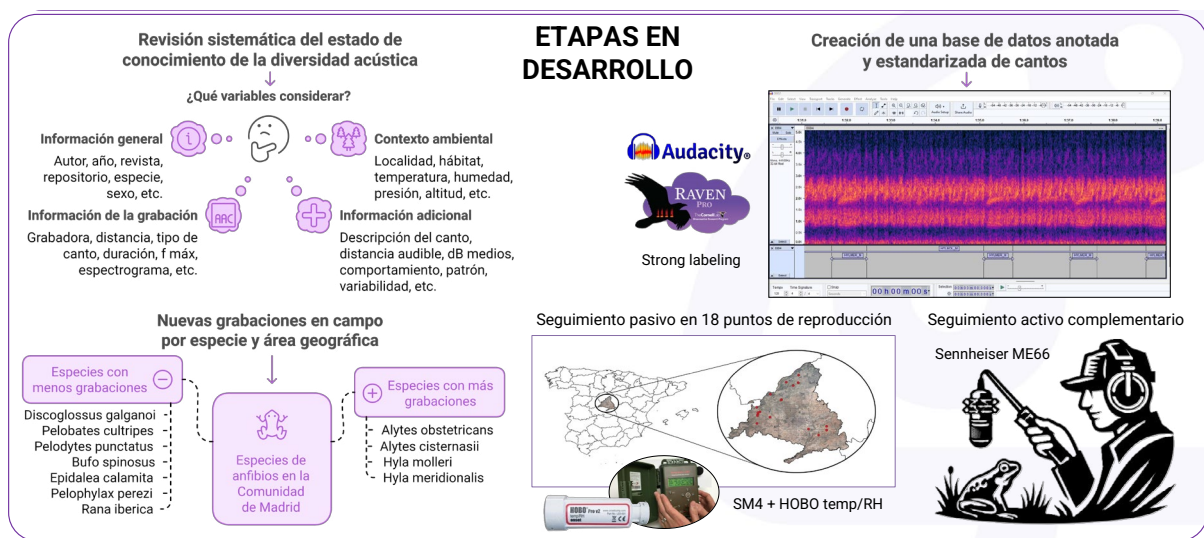


Fig. 1: Esquema metodológico planteado para la tesis doctoral dentro del proyecto FrogNet.

Referencias:

- Benayas, J. M. R., De La Montana, E., Belliure, J., & Eekhout, X. R. (2006). Identifying areas of high herpetofauna diversity that are threatened by planned infrastructure projects in Spain. *Journal of Environmental Management*, 79(3), 279-289.
- Bisbal-Chinesta, J. F., & Blain, H. A. (2018). Long-term changes in composition and distribution patterns in the Iberian herpetofaunal communities since the latest Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, 184, 143-166.
- Bosch, J., Carrascal, L. M., Duran, L., Walker, S., & Fisher, M. C. (2007). Climate change and outbreaks of amphibian chytridiomycosis in a montane area of Central Spain; is there a link? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1607), 253-260.
- D'Amen, M., & Bombi, P. (2009). Global warming and biodiversity: Evidence of climate-linked amphibian declines in Italy. *Biological Conservation*, 142(12), 3060-3067.
- Gibb, R., Browning, E., Glover-Kapfer, P., & Jones, K. E. (2019). Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(2), 169-185.
- Hof, C., Araújo, M. B., Jetz, W., & Rahbek, C. (2011). Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. *Nature*, 480(7378), 516-519.
- Kahl, S., Wood, C. M., Eibl, M., & Klinck, H. (2021). BirdNET: A deep learning solution for avian diversity monitoring. *Ecological Informatics*, 61, 101236.
- Lee, C., Han, C., & Chuang, C. (2008). Automatic classification of bird species from their sounds using two-dimensional cepstral coefficients. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 16(8), 1541-1550.
- Obrist, M. K., Pavan, G., Sueur, J., Riede, K., Llusia, D., & Márquez, R. (2010). Bioacoustics approaches in biodiversity inventories. *Abc Taxa*, 8, 68-99.
- Pleguezuelos, J. M., Márquez, R., & Lizana, M. (eds.). (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Asociación Herpetológica Española, Madrid.
- Sugai, L. S. M., Silva, T. S. F., Ribeiro Jr, J. W., & Llusia, D. (2019). Terrestrial passive acoustic monitoring: review and perspectives. *BioScience*, 69(1), 15-25.

Suelo Vivo: Divulgación científica a través de la creatividad y la colaboración

Zdravković, Ana ¹, Draper, Isabel ^{2,3}, Estebanez, Belén ², Medina, Nagore G. ^{2,3}

¹ Artista visual e investigadora. anazd3@gmail.com,

² Departamento de Biología (Botánica), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. isabel.draper@uam.es; belen.estebanez@uam.es; nagore.garcia@uam.es

³ Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global, Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

En el contexto de la comunicación científica, la colaboración entre artistas y científicos puede ser una forma innovadora y efectiva para compartir diferentes conocimientos, perspectivas e ideas. El trabajo artístico constituye una herramienta de divulgación de la ciencia que tiene la posibilidad de sensibilizar al público sobre temas complejos de investigación. En esta comunicación, presentamos *Suelo Vivo*, un proyecto colaborativo desarrollado en la intersección de la creación artística y la investigación científica sobre las coberturas biológicas de suelos y los ecosistemas en los que se desarrollan. A través de una exposición divulgativa (Fig. 1) y un taller artístico (Fig. 2), nos propusimos analizar la capacidad del arte para comunicar conceptos científicos y fomentar la comprensión y el interés del público sobre la importancia ecológica de pequeños organismos (musgos y líquenes, Fig. 3) que componen las coberturas biológicas del suelo. La exposición de las obras creadas por A. Zdravković (Fig. 4) fue celebrada entre el 15 de abril y el 31 de mayo de 2024 en la sala de exposiciones de la UAM. El taller tuvo un gran éxito de participación, con 25 asistentes. Posteriormente, la exposición ha sido presentada en otros foros como en Congreso Internacional de Botánica (*XX International Botanical Congress*, julio de 2024), donde ha despertado mucho interés. *Suelo Vivo* ha demostrado que la interacción entre el arte y la ciencia puede ser un enfoque efectivo para divulgar el conocimiento científico a un público diverso, haciéndolo accesible y atractivo, y contribuyendo a crear una sociedad más educada y comprometida con la conservación del medio ambiente.

Palabras clave: Arte-ciencia, divulgación científica, colaboración interdisciplinaria, creación, investigación, intercambio, comunicación

Living Soil. Scientific Communication Through Creativity and Collaboration

Abstract

In the context of scientific communication, collaboration between artists and scientists can be an innovative and effective way to share different types of knowledge, perspectives and ideas. Artistic work constitutes a tool for science dissemination that has the possibility of raising public awareness about complex research topics. In this presentation, we introduce *Living Soil*, a collaborative project developed at the intersection of artistic creation and scientific research on biological soil crusts and the ecosystems in which they develop. Through an outreach exhibition (Fig. 1) and an artistic workshop (Fig. 2), we set out to analyze the capacity of art to communicate scientific concepts and to foster public understanding and interest in the ecological importance of small organisms (mosses and lichens, Fig. 3) that make up biological soil crusts. The exhibition of the artistic drawings of A. Zdravković (Fig. 4) was held from 15th April to 31st May in 2024, at the UAM exhibition hall. The workshop was highly successful, with 25 participants. Subsequently, the exhibition has been presented at other forums, such as the *XX International Botanical Congress* (July 2024), where it attracted significant interest. *Living Soil* has demonstrated that the interaction between art and science can be an effective approach to disseminating scientific knowledge to a diverse audience, making it accessible and engaging, and contributing to the creation of a more educated and environmentally conscious society.

Key words: Art-science, scientific communication, interdisciplinary collaboration, creation, research, exchange, communication



Fig. 1. Exposición artística divulgativa de las obras de A. Zdravković expuesta en la UAM (abril-mayo de 2024).
Outreach exhibition of A. Zdravković scientific drawings exposed at UAM (April-May, 2024).



Fig. 2. Taller de ilustración realizado por A. Zdravković en la UAM. *Artistic workshop by A. Zdravković at UAM.*



Fig. 3. Muestra de organismos vivos de las costras biológicas expuestos durante el taller realizado en la UAM.
Living samples of soil-crust organisms exposed in the workshop set out at UAM.



Fig. 4. Realización de obras artísticas por A. Zdravković. *A. Zdravković preparing artistic drawings.*

Comparing trail running and mountain biking environmental impacts in experimental conditions through multidisciplinary techniques

Faucha Museo, M.¹; Tejedo Sanz, P.¹; Gómez Prieto, F.¹; Díez-Herrero, A.²; Carcavilla Urquí, L.²; Ballesteros Cánovas, J.A.³; Sandoval Rincón, K.P.²; Vázquez Tarrío, D.²; Navalón Blanch, L.⁴; Escudero Alcántara, A.⁵; Valladares Ros, F.⁶; Justel Eusebio, A.M.⁷; Leung, Y.-F.⁸ & Benayas del Álamo, J.^{1,9}

¹ Department of Ecology, Faculty of Science, Autonomous University of Madrid. C/Darwin 2, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049 Madrid. miguel.faucha@uam.es | pablo.tejedo@uam.es | francisco.gomezp@estudiante.uam.es | javier.benayas@uam.es

² Geological and Mining Institute of Spain-CSIC / Ríos Rosas 23, 28003 Madrid y C/Calera 1, 28760 Tres Cantos. andres.diez@igme.es | l.carcavilla@igme.es | kp.sandoval@igme.es | d.vazqueztarrio@igme.es

³ Department of Geology, National Museum of Natural Sciences-CSIC. Serrano 113, 28006, Madrid. juan.ballesteros@mncn.csic.es

⁴ Sierra de Guadarrama National Park, Department of the Environment, Agriculture and the Interior, Community of Madrid. C/ Alcalá, 16, 28014 Madrid. luis.navalon@madrid.org

⁵ High Performance Research Group in Community Ecology, Department of Biology and Geology, Physics and Inorganic Chemistry, School of Experimental Sciences and Technology, Rey Juan Carlos University. Av. del Alcalde de Móstoles, 28933 Móstoles. adrian.escudero@urjc.es

⁶ Department of Biogeography and Global Change, National Museum of Natural Sciences-CSIC. Serrano 113, 28006, Madrid. valladares@mncn.csic.es

⁷ Department of Mathematics, Faculty of Science, Autonomous University of Madrid. C/Darwin 2, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049 Madrid. ana.justel@uam.es

⁸ Department of Parks, Recreation & Tourism Management, North Carolina State University. 2820 Faucette Drive, Campus Box 8001, Raleigh, NC 27695. leung@ncsu.edu

⁹ Centre for Research on Biodiversity and Global Change (CIBC-UAM). Autonomous University of Madrid. C/Darwin 2, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049 Madrid. javier.benayas@uam.es

Introduction

The management of sporting activities in nature has become one of the major challenges for environmental and conservation authorities (FANG & NG, 2024). These activities have grown exponentially over the last decade (FARIAS-TORBIDONI ET AL., 2018). Particularly, the practice increasing of two modalities, trail running and mountain biking, has been noticeable in this period, and the case of Spain has not been an exception (BABÍ-LLADÓS ET AL., 2021). The lack of good scientific information often leads these managers to take decisions to prohibit or limit these activities following a preventive strategy. Among other work lines, ECODEPOR project (Environmental impacts of sports on biodiversity and ecosystems: management proposals from scientific knowledge) is carrying out a comparison of the impacts of trail running and mountain biking under controlled experimental conditions considering different environmental compartments and assessing the effectiveness of applied techniques for it. The research is being carried out in Mediterranean

mountain grasslands located in Sierra de Guadarrama National Park (Spain) from January 2023 to April 2025. This experimental study area is situated between *Pinus* sp. forests, at an altitude of approximately 1250 meters above sea level. The plant communities of the meadows under study are typical of Mediterranean mountain grasslands, adapted to cold winters with not very abundant precipitation, sometimes as snow, and extended summers with high temperatures and very scarce precipitations.

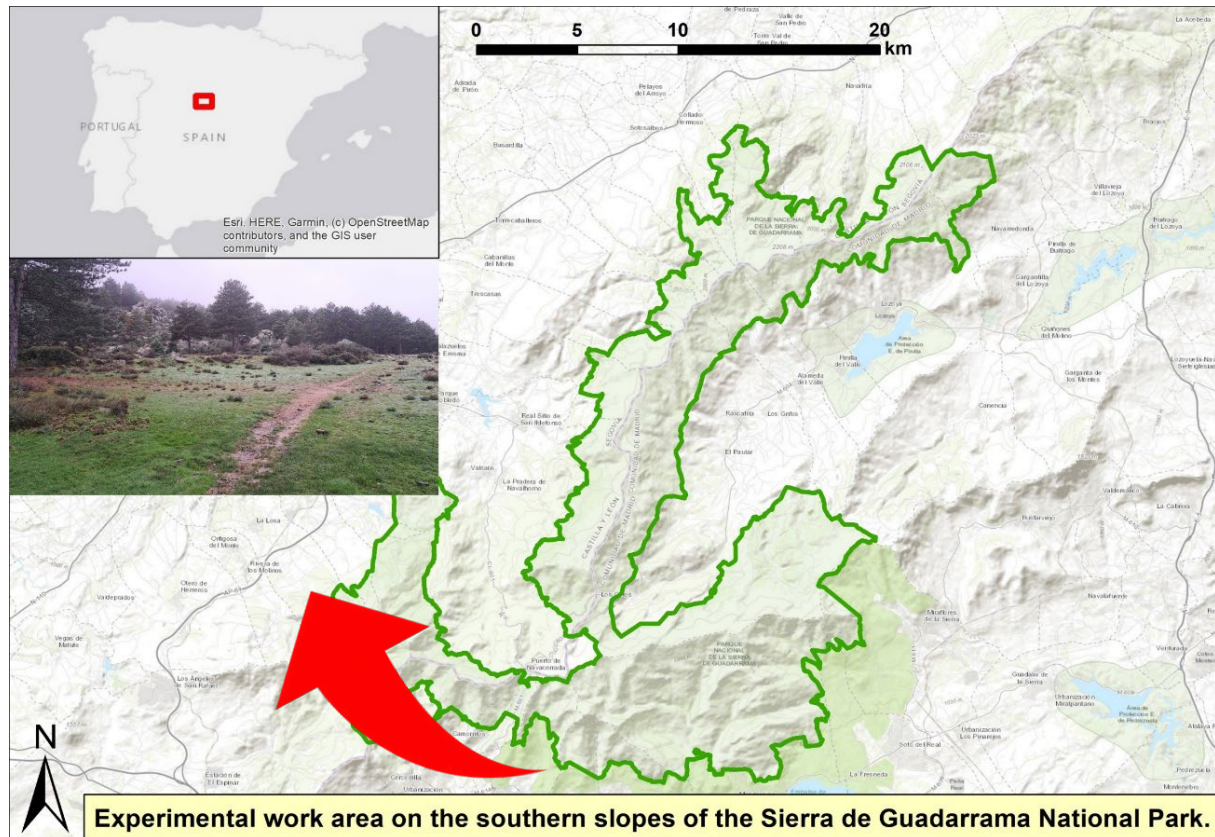


Figure 1. Location of the experimental study area in the National Park of Sierra de Guadarrama.

Materials and methods

The experimental study area has distinct zones with different characteristics in terms of slope and tree cover. The experimental design consisted of defining three study plots subjected to different intensities of use to make several comparisons between mountain biking and trail running.

The first one was in an extensive flat area, named Experimental area 1 (E.A. 1). We established four corridors in this area. Two of those corridors were in the shady area of the plot, while the remaining two were in the sunny area. One of the two corridors of each insolation type zone was used for each of the sports activities, trail running or mountain biking. Three transects were created into each corridor, applying different controlled treatments: 1000 passes, 500 passes and no passes (control). These impact intensities were selected according to related literature (COLE & BAYFIELD, 1993) and visual impacts perceived during the application of treatments.

The other two plots were created in slope zones, which range between 10 and 20 degrees, and are also different in terms of insolation conditions. Here, our interest was double. First, comparing the effects of mountain biking versus trail running downslope. The shady plot was used to compare this. Second, assessing the effects of mountain bikes moving in favour of the slope as well as against it. The plot with a sunny exposure was selected for this purpose. At these experimental areas the number of passes set was 400, a bit less than in the flat area due to the difficult displacement of mountain bikes on slope.

Temporally, five sampling periods have been defined with the objective of study the evolution of the impacted areas throughout a complete year (figure 2). The techniques which are being used to monitor the different environmental sections are deployed in differenced sectors of each transect depending on whether the sampling modifies biological, physical or chemical soil conditions or not (figure 3).

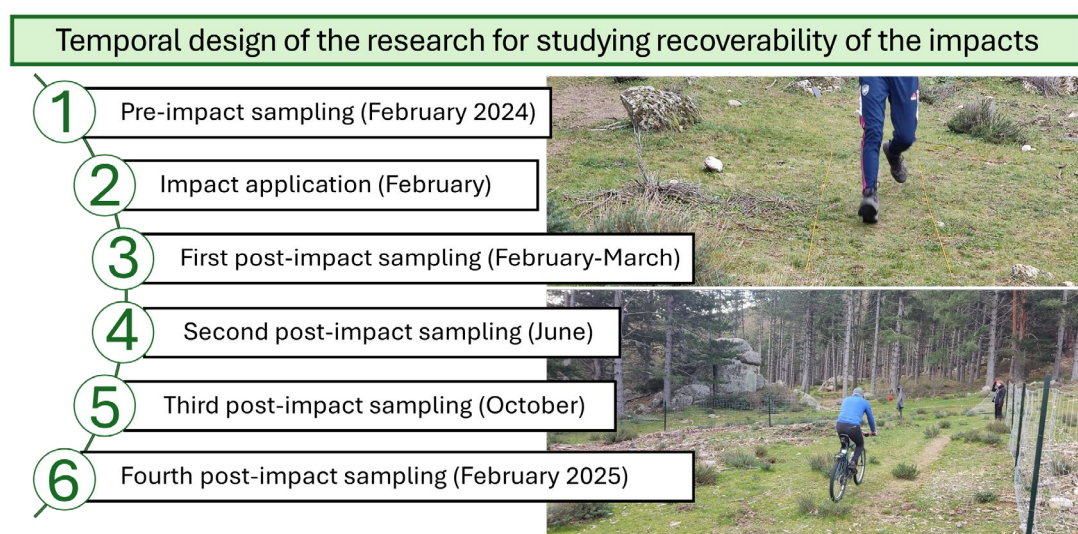


Figure 2. Temporal design of sampling phases for the study and monitoring of ecosystem evolution.

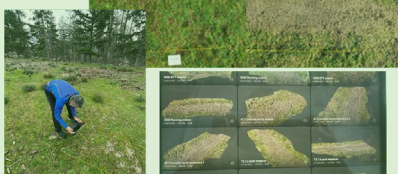
	TECHNIQUES	
NON-DESTRUCTIVE SAMPLING SECTOR. BEFORE IMPACT	Total soil exposure / total vegetation cover (vegetation) Vegetation cover by specific species (vegetation)	
NON-DESTRUCTIVE SAMPLING SECTOR. AFTER IMPACT:	Total soil exposure/total vegetation cover (vegetation) Vegetation cover by specific species (vegetation) Micro relief / 3D models (soil erosion)	
DESTRUCTIVE SAMPLING SECTOR. BEFORE IMPACT (IF POSSIBLE) AND AFTER IMPACT:	Resistance to penetration (soil compaction): adjacent to trail and in the center of the trail Number of CFU-colony forming unit per soil gram (microbial activity) ONLY IN EA #1 ● Abundance of free-living arthropods / density per square meter (soil microfauna) ONLY IN EA #1 ● Physic chemical soil analysis by obtaining elemental composition (total nitrogen assimilable phosphorus total carbonates), pH, soil moisture, organic matter, and textural classes ● Infiltration capacity at the center of the trail (soil compaction) ●	

Figure 3. Applied techniques for monitoring of trail running and mountain biking effects.

Preliminary results and conclusions

After the second post-impact sampling, some preliminary results and conclusions can be highlighted. Some techniques have demonstrated a high viability, obtaining results according to our initial hypothesis (vegetation covers and resistance to penetration). Others seem to be subjected to a high environmental variability, making difficult to interpret the results (e.g., infiltration rates, microbial activity, soil microfauna), or have not worked for monitoring, mainly because the rapid recovery of vegetation has impeded its replication

(micro relief/3d models). The knowledge acquired will be applied to re-adapt some of the techniques and/or establish under what conditions they are operational.

Referring to results of vegetation and compaction indicators, they have proven a generalized capacity of the ecosystem for rapid recovery from initial impacts of both mountain biking and trail running. In the case of compaction, the recovery has been partial so far. The effects of downslope running and mountain biking (both with 400 passes) have been similar to those in the 1000 passes transects in the flat area, so we can conclude that, initially, slope areas are more vulnerable to negative effects from these activities advancing in favor of slope. The finishing of the sampling phases and posterior interpretation of results will shed light on which final implications for research and management can be obtained from this study.

Collaboration and funding acknowledgements

We are grateful for the collaboration provided by the staff of Sierra de Guadarrama National Park in the preparation and implementation of the research studies.

The project “Environmental impacts of sports activities on biodiversity and ecosystems: management proposals from scientific knowledge” (ECODEPOR) is financed by European funds through the 2021 Call for projects aimed at the Ecological Transition and Digital Transition, of the State Plan for Scientific, Technical and Innovation Research 2021- 2023, within the framework of the Recovery, Transformation and Resilience Plan.

References

- Cole, D.N. & N.G. Bayfield. 1993. Recreational trampling of vegetation: Standard experimental procedures. *Biological Conservation*, 63: 209-215.
- Fang, W. & S.L. NG. 2024. Trail degradation caused by mountain biking and hiking: A multidimensional analysis. *Journal of Environmental Management*, 351: 119801.
- Farias-Torbidoni, E. I., J. Seguí Urbaneja, R. Ferrer, & V. Dorado. 2018. Carreras de trail running y marchas por montaña en España. Número, evolución e incidencia sobre la Red Natura 2000. *Pirineos. Revista De Ecología De Montaña*, 173: e034.
- Babí-Lladós, J., S. Soler Prat, E. Inglés Yuba & V. Labrador Roca. 2021. Historia y proceso de ordenación de las carreras en la montaña en España. *RICYDE. Rev. Int. de C. del Dep.*, 64(17): 140-159.

