

Biodiversidad Críptica

Genoveva F. Esteban, Bland J. Finlay, Francisco Guerrero, Francisco Jiménez-Gómez, Gema Parra, Andréa Galotti y José Luis Olmo

El Grupo “Biodiversidad Críptica” lo constituye un consorcio de investigadores del Reino Unido y España. Actualmente el Grupo incluye a los doctores Genoveva Esteban, Bland Finlay y Andréa Galotti (The River Laboratory, Queen Mary University of London, Reino Unido); a los profesores de universidad Dra. Gema Parra, Dr. Francisco Guerrero y Dr. Francisco Jiménez-Gómez (Dpto. de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Jaén; y al Dr. José Luis Olmo (Dpto. de Producción Vegetal y Tecnología Agraria, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, Universidad de Castilla-La Mancha).

El principal objetivo del Grupo es el de fomentar la Biodiversidad Críptica como una herramienta de conservación, para la evaluación de ecosistemas acuáticos y para enlazar la investigación científica con la gestión ambiental. La parcela investigadora está centrada en el descubrimiento de especies raras de protistas que residen en hábitats poco comunes y que actúan como especies indicadoras de dichos ambientes. Una parte significativa de la investigación se centra en el estudio y descripción de nuevas asociaciones simbióticas en organismos unicelulares eucariontes.

¿Qué es biodiversidad críptica?

No existe una definición oficial de lo que constituye la “**Biodiversidad críptica**” - también llamada ‘escondida’ u ‘oculta’. Para biólogos moleculares se entiende como la diversidad genética dentro de, por ejemplo, un único taxón. Pero el concepto de biodiversidad críptica abarca mucho más. En el caso que aquí concierne, esta diversidad oculta presenta dos vertientes, y el uso de una u otra está determinado por la naturaleza de la investigación en sí. Las dos vertientes son:

(1) Desde un punto de vista de conservación del ambiente acuático, la biodiversidad críptica es sinónimo de biodiversidad escondida, es decir, la biodiversidad invisible, que son todos aquellos organismos que debido a su pequeño tamaño (menos de 2mm) son invisibles al ojo humano y, debido a ello, no se incluyen en inspecciones biológicas de conservación de los ecosistemas o a la hora de determinar las condiciones biológicas para la conservación de un determinado hábitat (Esteban & Finlay 2010). Y sin embargo, estos organismos microscópicos constituyen la base de las cadenas tróficas (bucle microbiano).

(2) Especies microscópicas inactivas o enquistadas presentes en los ambientes acuáticos; también incluye especies con muy baja densidad poblacional y que no se detectan durante observaciones microscópicas rutinarias. Este tipo de diversidad críptica también se conoce como “banco de semillas” ya que los organismos enquistados o presentes en número bajo se encuentran “en espera” de que se reestablezcan las condiciones ambientales adecuadas para su crecimiento. El papel ecológico de la biodiversidad críptica como ‘banco de semillas’ es fundamental porque está encargada del continuo funcionamiento de los ecosistemas y es responsable de la respuesta inmediata a cambios en el ambiente. Este tipo de diversidad “oculta” se puede poner de manifiesto con métodos especiales de cultivo y otros experimentos en el laboratorio. Por ejemplo, en un estudio reciente de ciliados de las Salinas del Alto Guadalquivir realizado por el Grupo Biodiversidad Críptica se descubrió que un 85% a 100% de la riqueza de especies de ciliados era críptica; dichas especies se detectaron en experimentos de manipulación y diluciones sucesivas de la concentración de sal (Galotti et al. 2010).



Figura 1. De izquierda a derecha: Drs. Genoveva F. Esteban, Andréa Galotti y Bland J. Finlay

Investigación en el Grupo Biodiversidad Críptica

Bland J. Finlay y Genoveva F. Esteban son profesores en la Queen Mary University of London. Bland es miembro de la Real Academia de Ciencias del Reino Unido, y también de la Real Academia de Ciencias y Letras de Dinamarca. La investigación científica de los doctores Finlay y Esteban tiene lugar en el River Laboratory en Dorset, y se centra en la ecología de los protozoos de vida libre y en la dinámica y dimensiones de la diversidad biológica a nivel microbiano.

Actualmente, la prioridad es relacionar la investigación científica de base con la gestión y la conservación ambiental mediante el estudio de la biodiversidad 'críptica'. El objetivo fundamental es el de incorporar organismos acuáticos de tamaño diminuto en las inspecciones de conservación ambiental y desarrollar directrices de gestión de la biodiversidad y de los ecosistemas, de manera que cubran la totalidad de la cadena trófica y no solamente aquellos organismos que se puedan considerar como más carismáticos (como libélulas o tritones, las larvas de los cuales dependen de organismos microscópicos para su supervivencia).

Otras áreas de investigación tienen como objetivo el descubrimiento de un "oasis" de ciliados mixotróficos de agua dulce; algas endosimbiontes de *Loxodes rostrum* (Figura 3); la identificación de patrones fundamentales de la diversidad de eucariontes unicelulares en ambientes naturales con el fin de comprender y hacer predicciones del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos; la caracterización de la diversidad microbiana a nivel local y regional, en ambientes extremos y en suelos; el diseño de técnicas rápidas de evaluación de hábitats acuáticos mediante el empleo de ciliados como indicadores de salud del ecosistema; la distribución acumulativa de riqueza de especies (activas y crípticas) de ciliados y curvas de rarefacción; y la taxonomía de ciliados.



Figura 3.
Loxodes rostrum.
Fotografía de
Martin Kreutz.

Genoveva Esteban es una 'Science, Technology and Engineer Ambassador (STEM)' y organiza eventos científicos populares dirigidos a colegios de educación primaria y secundaria, institutos y al público en general, para promover y fomentar la investigación científica. Para ello, recibe financiación de la Royal Society, Esmée Fairbairn Foundation, Percy Sladen Foundation Trust y Thomas Hardye School (colegio UNESCO en Dorset, Inglaterra). En reconocimiento a su entusiasmo y dedicación a compartir su pasión científica con las 'generaciones futuras', Genoveva ha recibido un diploma del premio nacional al "Most dedicated STEM Ambassador of 2010" en la Cámara de los Lores.

La investigación desarrollada en los últimos cinco años por la Dra. Andréa Galotti ha estado centrada en el estudio de la estructura de tamaños de la comunidad microbiana de sistemas hipersalinos. Dicho estudio se ha desarrollado en la Universidad de Jaén (donde realizó su Tesis Doctoral) y en The River Laboratory (Reino Unido), donde ahora realiza sus investigaciones post-doctorales con Bland Finlay y Genoveva Esteban. La investigación de sistemas extremos de la Dra. Galotti no se ha reducido a los sistemas hipersalinos únicamente. Así, ha desarrollado un papel imprescindible en proyectos científicos llevados a cabo en lagunas de alta montaña con el Dr. Francisco Jiménez-Gómez de la Universidad de Jaén, y en estudios sobre la respuesta de macroalgas polares al cambio climático con el Dr. Francisco Gordillo (Universidad de Málaga); este último proyecto le ha permitido viajar por segunda vez al continente antártico y expandir conocimientos sobre ecología microbiana.

Las líneas de investigación de los profesores de la Universidad de Jaén – doctores Francisco Guerrero, Francisco Jiménez-Gómez y Gema Parra – también tiene como prioridad el análisis, gestión y valoración ambiental, con diseño de modelos de funcionamiento de comunidades pelágicas (pico-, nano- y microplancton) como herramienta para la conservación.

Las parcelas de investigación se centran en:

- (1) Tolerancia de distintas especies acuáticas a los productos xenobióticos utilizados principalmente en la agricultura intensiva del olivar. Los productos xenobióticos más comunes de encontrar son residuos de

pesticidas, degradados de los mismos, e hidrocarburos aromáticos que se incorporan a la cadena trófica. El objetivo principal es conocer el grado de tolerancia de distintas especies acuáticas, principalmente pertenecientes a la comunidad planctónica (protistas, copépodos, cladóceros, rotíferos, etc), mediante experiencias de toxicidad letal y subletal desarrolladas en laboratorio, así como de experiencias de mesocosmos. Se analizan los efectos sobre distintos "endpoints", tanto fisiológicos (crecimiento, desarrollo, respiración), como bioquímicos (enzimas antioxidantes, nivel de peroxidación de lípidos) como de comportamiento. Otro objetivo importante dentro de este marco de investigación es desarrollar experiencias *in situ* que permitan determinar el grado de alteración de humedales rodeados de agricultura intensiva mediante la utilización de biomarcadores de contaminación, probados previamente en laboratorio.



Figura 2. El Dr. Jiménez-Gómez en una de las salinas objeto de la investigación.

- (2) Análisis de la dinámica de las comunidades planctónicas en sistemas tanto marinos como epicontinentales, haciendo especial énfasis en los estudios de biodiversidad de la comunidad heterotrófica de mayor tamaño (ciliados y zooplancton fundamentalmente) y en el análisis taxonómico/funcional de los componentes pico-nanoplanctónicos. En este último caso, la investigación se aborda desde una aproximación basada en la caracterización de la estructura de tamaños de los organismos a través de métodos automáticos de análisis de imagen y de citometría de flujo.

El Dr. José Luis Olmo es Profesor de Educación Secundaria en la especialidad de Biología y Geología en el IES "Guadiana" de Villarrubia de los Ojos y Profesor Asociado adscrito al Dpto. de Producción Vegetal y Tecnología Agraria de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad de Castilla-La Mancha en Ciudad Real. El Dr. Olmo realizó su Tesis Doctoral en el Departamento de Microbiología III de la Universidad Complutense de Madrid y llevó a cabo una estancia post-doctoral de dos años en el laboratorio de los doctores Finlay y Esteban. Actualmente, participa en las siguientes actividades:

- (1) Estudios de las comunidades de los protozoos ciliados presentes en los suelos de Castilla-La Mancha, biodiversidad y sus posibles aplicaciones como bioindicadores o bioensayos.
- (2) Investigación de la biodiversidad de ciliados en hábitats poco estudiados como por ejemplo los ciliados coprolitos en el estiércol agrícola. Desde el punto taxonómico, investigación de la variabilidad morfológica de las especies, concretamente en los ciliados hipotricos.
- (3) Colaborador en el **kidsINNscience** (Innovation in Science Education -Turning Kids on to Science-), a través del Dpto. de Ciencias Experimentales de la Universidad de Santiago de Compostela, además de diseñar nuevas propuestas didácticas donde el elemento principal son los protozoos. **kidsINNscience** es una iniciativa de la Unión Europea dentro del 7^º Programa Marco 2007-2013 que desarrollan ocho universidades europeas y dos latinoamericanas. En su vertiente divulgativa ha participado recientemente como ponente en las III Jornadas de Educación Medioambiental celebradas en el Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real) así como en diversas charlas y conferencias promovidas por la Agenda 21 y Concejalía de Medio Ambiente de Manzanares (Ciudad Real).

Publicaciones y Proyectos recientes del Grupo Biodiversidad Crítica

Esteban GF, Fenchel T & Finlay BJ. (2010). Mixotrophy in ciliates. *Protist* 161: 621–641.

Esteban GF & Finlay BJ. (2010). Conservation work is incomplete without cryptic biodiversity. *Nature* 463: 293.

- de Vicente I, Amores V, Guerrero F & Cruz-Pizarro L. (2010). Contrasting factors controlling microbial respiratory activity in the sediment of two adjacent Mediterranean wetlands. *Naturwissenschaften*, 97: 627-635
- Bradley MW, Esteban GF, Finlay BJ. (2010). Chalk-stream ciliates congregate in biodiversity hot spots. *Research in Microbiology* 161: 619-625.
- García-Muñoz E, Guerrero F & Parra G. (2009). Effects of copper sulphate on growth, development and behaviour in *Epidalea calamita* embryos and larvae. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 56: 557-565.
- Esteban GF, Finlay BJ & Clarke KJ. (2009). Sequestered organelles sustain aerobic microbial life in anoxic environments. *Environmental Microbiology* 11: 544-550.
- Finlay BJ & Esteban GF. (2009). Oxygen sensing drives predictable migrations in a microbial community. *Environmental Microbiology*, 11: 81-85.
- Reul A, Rodríguez J, Guerrero F, González N, Vargas JM, Echevarría F, Rodríguez V & Jiménez-Gómez F. (2008). Distribution and size biomass structure of nanophytoplankton in the Strait of Gibraltar. *Aquatic Microbial Ecology*, 52: 253-262
- Esteban GF & Finlay BJ. (2007). Exceptional species richness of ciliated protozoa in pristine intertidal rock pools. *Marine Ecology Progress Series* 335: 133-141.
- Finlay BJ, Esteban GF. (2007). Body size and biogeography, In: *Body size: the structure and function of aquatic ecosystems*. Cambridge University Press, pp167–185.
- Esteban GF, Clarke KJ, Olmo JL, Finlay BJ. (2006). Soil Protozoa – an intensive study of population dynamics and community structure in an upland grassland. *Applied Soil Ecology* 33: 137-151.

Proyectos de Investigación

- Modelos de funcionamiento de comunidades pelágicas en ecosistemas singulares (lagos de alta montaña del Parque Nacional de Sierra Nevada): una herramienta para la conservación. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Proyecto 129A/2003. 2005-2008. Investigador Principal: Dr. Francisco Jiménez Gómez.
- Patrones espaciales y temporales de acoplamiento entre hidrodinámica y plancton: impacto de perturbaciones exógenas en un embalse mesotrófico del Sur de la Península Ibérica (El Gergal, Sevilla). Ministerio de Ciencia y Tecnología. Proyecto CGL2005-04070/HID. 2005-2008. Investigador Principal: Dr. Luis Cruz Pizarro.
- Identificación de la dieta de cladóceros y copépodos de hábitat temporales y permanentes mediante análisis de ácidos grasos de lípidos de reserva. Ministerio de Educación y Ciencia. Acción Integrada Hispano-Portuguesa Proyecto HP2007-0001. 2008-2010. Investigador Principal: Dra. María Gema Parra.
- Desarrollo de técnicas de evaluación del grado de alteración de humedales: uso potencial de los anfibios como indicadores de degradación y propuesta de biomarcadores de contaminación en humedales. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Proyecto CGL2007-61482/BOS. 2008-2011. Investigador Principal: Dra. María Gema Parra.
- Rutas de distribución de nutrientes en embalses estratificados del Mediterráneo: Bases científicas para la gestión de la calidad del agua. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Proyecto CGL2008-06101/BOS. 2009-2012. Investigador Principal: Dr. Francisco José Rueda Valdivia.

- Rationalising Biological Complexity. Cambridge Templeton International Foundation. 2006-2008. Investigador Principal: Prof. Bland J. Finlay.
- Ubiquitous dispersal of free-living microbial species. Natural Environment Research Council. Marine and Freshwater Microbial Diversity Thematic Programme. Investigador Principal: Prof. Bland J. Finlay.
- Fens as reservoirs of cryptic biodiversity. Esmée Fairbairn Foundation. 2009-2012. Investigador Principal: Prof Bland J. Finlay y Dra. Genoveva F. Esteban.
- Ecology and systematics of an undescribed phototrophic symbiosis: *Loxodes rostrum*. Systematics Association and BBSRC CoSyst. 2009-2011. Investigador Principal: Dra. Genoveva F. Esteban.
- Biodiversity of Lake Tubilla (Spain) – past, present and future. 2010. Percy Sladen Memorial Fund. Investigador Principal: Prof Bland J. Finlay y Dra. Genoveva F. Esteban.
- Understanding the biological and ecological background of slow sand filters in order to establish effective chironomid control systems. Bournemouth and West Hampshire Water. 2010-2011. Investigador Principal: Dra. Genoveva F. Esteban.