

# REDD



cambio global

BOLETÍN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DEL CAMBIO GLOBAL EN PARQUES NACIONALES



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES



# CRÉDITOS

Boletín de la Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales.  
Número 8. Año 2020. 36 páginas.

<https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/red-seguimiento/boletin.aspx>

## Aviso Legal:

Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

## Edición:

Oficina Española de Cambio Climático

## Realización y coordinación:

Organismo Autónomo Parques Nacionales.

**Imprenta:** Módulo Gráfico S.L.L.

## Fotografías:

Fototeca CENEAM, autores de los artículos.

## Portada:

Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia

## Comité editorial:

Jesús Serrada Hierro y Gloria de Mingo-Sancho García (OAPN), Francisco Jorge Heras Hernández y María Salazar Guerra (OECC), Cristina González-Onandía Guerrero (FB).

## Edición:

Vicente Piorno González (Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia)

**NIPO:** 665-20-097-5

**Depósito Legal:** M-8725-2016

El programa de Seguimiento del Cambio Global en la Red de Parques Nacionales es una iniciativa del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico que coordina el Organismo Autónomo Parques Nacionales y donde participan la Oficina Española de Cambio Climático, la Fundación Biodiversidad y la Agencia Estatal de Meteorología.

# ÍNDICE

## EDITORIAL

3

## REFLEXIONES GLOBALES

4

El papel de los espacios protegidos marítimo-terrestres en el seguimiento del cambio global: el caso del Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia.

## PARQUES NACIONALES: OBSERVATORIOS DEL CAMBIO GLOBAL

**Red de Seguimiento del Cambio Global en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia.**

6

### Investigaciones

8

Investigación en ecología de aves marinas.

Efecto del cambio climático en una especie invasora y en endemismos de sistemas dunares en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia.

Biogeografía y microevolución de los anfibios y reptiles insulares de las Rías Baixas.

Proyectos en ejecución en el marco de la Red de Seguimiento del Cambio Global en parques nacionales.

### Actividades de difusión

18

Seguimiento de la migración postnupcial de paseriformes en la isla de Ons

Voluntariado para mejorar la conservación de las aves marinas en las Islas Atlánticas

## ESPECIAL ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA

20

Cambio global: la visión del gestor

Cambio global: la visión del investigador

## PARÁMETROS DE CAMBIO

24

Estudiando la biología costera del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia en la era del cambio global.

Seguimiento a largo plazo de mariposas diurnas en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia.

## EXPERIENCIAS DESTACADAS

28

Seguimiento de microplásticos en la playa de Rodas.

Seguimiento de Contaminantes Orgánicos Persistentes en huevos de gaviota patiamarilla del Parque Nacional de Islas Atlánticas.

## NOVEDADES

32

Seguimiento de ictiofauna mediante telemetría acústica.

Nuevas tecnologías de detección remota para el cartografiado y gestión de la biodiversidad en áreas marinas protegidas: Las Islas Cíes como laboratorio de prueba.

## PUBLICACIONES

35



La nueva edición del Boletín de la Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales coincide con un momento clave en el desarrollo y puesta en práctica de políticas y acciones de adaptación al cambio climático a nivel nacional e internacional. Un ejemplo de ello es la reciente aprobación (septiembre de 2020) del segundo Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030<sup>1</sup>. Se trata de una respuesta, como país, al desafío de afrontar de una manera coherente todas las medidas encaminadas a paliar los impactos, ya evidentes, de un clima cada vez más cálido, extremo e incierto. En la UE, se desarrolla una intensa actividad encaminada a definir la nueva y más ambiciosa Estrategia Europea de Adaptación, cuya aprobación se prevé para el primer trimestre de 2021.

Como parte del desarrollo del PNACC, el proyecto LIFE SHARA ha impulsado la gobernanza de la adaptación al cambio climático en España desde su inicio en el año 2017, culminando con la Conferencia celebrada en noviembre de 2020—*I Conferencia Ibérica para la Adaptación al Cambio Climático “Adaptas”*<sup>2</sup>— entre España y Portugal. En ella se ha destacado la importancia de los espacios naturales protegidos y en concreto de los parques nacionales como lugares privilegiados para la observación del cambio, centinelas de los efectos del cambio global y su importante papel como laboratorios de experiencias potencialmente extrapolables a otros territorios.

El Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia, objeto de atención específica en este boletín, reúne una serie de características que le hacen especialmente vulnerable al cambio global: el frágil equilibrio de sus ecosistemas marinos; constituir el límite de distribución de muchas especies —como las colonias de aves marinas del parque—; las importantes consecuencias derivadas de la invasión de especies o por presentar grupos de vertebrados —ectotérmicos— con singulares procesos evolutivos, especialmente sensibles al cambio climático como reptiles y anfibios, son una muestra de ello.

El nuevo boletín presenta información sobre los avances y progresos en el parque. Se destaca la importancia del seguimiento sistemático y continuo del cambio global, a través de la red de observación meteorológica en las islas, que ha ido evolucionando y mejorando a lo largo del tiempo. Por otra parte, se presentan diversos proyectos de investigación que muestran, entre otros aspectos, la respuesta de especies, hábitats y ecosistemas frente al cambio, y da una visión de los problemas que afrontan los expertos.

Es necesario seguir profundizando en el conocimiento de los elementos y procesos del medio litoral, marino e insular que reúne el Parque Nacional de las Islas Atlánticas, y su aplicación en medidas de gestión adaptativa. Transmitir este conocimiento y experiencias de gestión al resto de la Red de Parques Nacionales y a la comunidad científica así como a la ciudadanía ayudará a construir una red sólida de conocimiento global y a favorecer la implicación y el respaldo de la sociedad para la conservación de este espacio protegido frente a las amenazas del cambio global.

**Comité Editorial**

<sup>1</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico>

<sup>2</sup> <https://conferencia.lifeshara.com/>



## El papel de los espacios protegidos marítimo terrestres en el seguimiento del cambio global: el caso del Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia

**Vicente Piorno**  
*Técnico Superior de Conservación del Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia.*



Las políticas y actuaciones de conservación en la lucha contra los factores asociados con el cambio global han tenido convencionalmente un enfoque predominantemente terrestre. En lo referente a los espacios marinos protegidos esto se ha traducido en un déficit en la superficie cubierta y la biodiversidad representada en ellos con respecto a los espacios terrestres. En los últimos años, impulsados por el Convenio sobre la Diversidad Biológica, los espacios marinos protegidos han experimentado un importante aumento. Sin embargo, el impulso en este sentido debe ser mantenido para corregir totalmente esta falta de representación.

La protección del medio marino es la razón de ser del Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia. Es uno de los dos únicos parques nacionales marítimo-terrestres españoles, junto con el del Archipiélago de Cabrera. Destinado a la protección de los ecosistemas del litoral y plataforma continental atlántica, está constituido por cuatro archipiélagos frente a las Rías Baixas gallegas (Cíes, Ons, Sálvora y Cortegada) y el mar circundante. El

medio marino representa el 85% de sus 8.480 hectáreas de superficie.

Dentro de esta política de protección, el parque dedica un importante esfuerzo al seguimiento del cambio global. Este seguimiento es un aspecto clave para determinar las prioridades de intervención y los resultados de las actuaciones realizadas. En este sentido, en el parque se desarrollan seguimientos e investigaciones tanto integradas en la Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales como a nivel del parque.

Un aspecto básico en el seguimiento del cambio global es el conocimiento de las variables meteorológicas y climáticas básicas. En este sentido, el parque nacional cuenta con una red de estaciones meteorológicas y boyas oceanográficas con series de datos desde 2005. Esta red fue instalada y es mantenida por Meteogalicia, y es un instrumento básico para entender la respuesta de los sistemas biológicos a los cambios en el clima.

El medio marino representa una parte muy importante de los seguimientos que se llevan a cabo. El parque monitoriza periódicamente zonas representativas de los hábitats marinos. Existe además una red de estaciones de medida de la calidad del agua y otros parámetros oceanográficos en el entorno del parque en colaboración con el Intecmar. Otros proyectos específicos en colaboración con entidades de investigación son la detección remota de macroalgas intermareales, el seguimiento de bosques de laminariales o de microplásticos en el agua del mar. También se ha instalado recientemente una red de telemetría acústica para el seguimiento de la ictiofauna.

El parque acoge una actividad pesquera tradicional que también es objeto de estudio. Por ejemplo, se ha investigado el impacto de la extracción de semilla de mejillón para la acuicultura en las comunidades del litoral rocoso del parque. Otra iniciativa destacable, a medio camino entre la divulgación y el segui-

miento, es un proyecto de voluntariado que estudia las interacciones entre aves marinas y embarcaciones pesqueras y de recreo, en colaboración con WWF España.

Las aves marinas son no solo uno de los principales valores de conservación del parque, sino también un indicador de la calidad del medio marino. Por este motivo son objeto de una especial atención. Así, se llevan a cabo censos anuales de colonias de cría y de la población invernante, y se apoyan investigaciones sobre su ecología en colaboración especialmente con la Universidad de Vigo. Existe además un proyecto a largo plazo de estudio de los contaminantes orgánicos en huevos de gaviota que se mantiene desde hace 10 años.

En lo referente al medio terrestre, además de los seguimientos de red promovidos por el OAPN (seguimiento de aves comunes reproductoras e invernantes, estado fitosanitario de masas forestales), a nivel de parque se desarrolla un seguimiento periódico del estado de conservación de los hábitats de interés comunitario y otro de líquenes costeros. Los anfibios son especies de gran interés en el parque, por sus singularidades ecológicas y genéticas y por su papel de bioindicadores ante el cambio climático. Por ello se realiza un seguimiento en sus lugares de cría. Para este grupo de especies existen además proyectos de investigación en curso sobre aspectos ecológicos, biogeográficos y evolutivos en colaboración con las Universidades de Oporto y A Coruña. La interacción entre el cambio climático y las especies de flora invasora, una importante amenaza en el parque, son también objeto de investigación.

En el medio terrestre se llevan a cabo también proyectos de voluntariado que permiten no solo sensibilizar sobre el cambio global sino obtener infor-

mación sobre éste. Son destacables por su enfoque a largo plazo el seguimiento de mariposas en colaboración con BMS España y el anillamiento de passeriformes en paso otoñal llevado a cabo por el Grupo Ibérico de Anillamiento, ambas desarrolladas en colaboración con el OAPN.

Las áreas protegidas son herramientas fundamentales en la lucha contra el cambio global. El Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia, junto con el resto de parques de la red, constituyen auténticos laboratorios naturales donde estudiarlo en detalle para mitigarlo y adaptarse a sus efectos. A modo de conclusión, dos aspectos son fundamentales en este sentido. Por un lado, la necesidad de mantener estos seguimientos en el tiempo. La escasez de recursos y la menor prioridad que la toma de datos ha tenido tradicionalmente con respecto a otras actuaciones son una importante limitación para ello. Pero estos esfuerzos únicamente lograrán cumplir su cometido si son mantenidos a largo plazo. Por otro lado, es también muy importante dar a conocer a la sociedad los resultados obtenidos para obtener su respaldo e implicación. Los parques nacionales, con su gran afluencia de visitantes son una plataforma privilegiada en este sentido.



## Red de seguimiento del cambio global en el Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia

**Santiago Salsón Casado**  
Coordinador del Área de Observación y Climatología-MeteoGalicia.



La infraestructura océano-meteorológica constituye una parte importante del programa de seguimiento de los valores naturales del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia. Los datos registrados ayudan a diagnosticar el estado de conservación del parque y sirven de apoyo a la toma de decisiones ante posibles cambios que se puedan producir. Además, para el estudio del clima de cualquier región es necesario disponer de datos de las distintas variables meteorológicas de interés, como el viento, la lluvia y la temperatura, entre otras. El parque, situado frente a las Rías Baixas, presenta un clima distinto a las zonas costeras próximas, especialmente desde el punto de vista pluviométrico, ya que los frentes procedentes del Atlántico aún no se ven influenciados por la orografía, registrándose una menor precipitación.

La red de observación meteorológica del parque ha ido evolucionando a lo largo de estos últimos años, tanto en número de estaciones como en la tipología de las mismas.

En agosto del año 1998 se instaló en las Islas Cíes la primera estación meteorológica de la red de seguimiento. Se trataba de una estación manual que estuvo en funcionamiento hasta el año 2008 y que disponía de un

pluviógrafo y pluviómetro, termómetros de máxima y de mínima, heliógrafo para la medida de horas de sol y un anemómetro totalizador para la medida del recorrido de viento.

El registro de datos se llevó a cabo con la imprescindible colaboración de los guardas del parque que ejercieron su labor de observadores, recogiendo diariamente los datos de cada instrumento meteorológico de forma manual.



Estación manual de Cíes

En agosto de 2005 se instalan las primeras estaciones automáticas del parque en la Isla del Norte, en Cíes, y en la isla de Ons, junto al faro. Un año más tarde, en junio de 2006 entra en operación la estación de Sálvora, también en las proximidades del faro. Ésta última se trasladó a las inmediaciones del Pazo en marzo de 2019. Estas estaciones, alimentadas mediante panel solar y actualmente con comunicación 4G, registran datos cada diez minutos de viento, precipitación, temperatura, humedad relativa y radiación solar. Con la entrada en funcionamiento de estas estaciones automáticas, además de ampliar las variables monitorizadas y su resolución temporal, se facilitó y agilizó el acceso a los datos, lo cuales pueden ser descargados libremente desde la web de MeteoGalicia.

<http://www2.meteogalicia.es/galego/observacion/illasAtlanticas/plataformas.asp>

Estas estaciones forman parte también de la red de estaciones meteorológicas de la *Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Vivenda*, y cuenta con una certificación de calidad ISO 9001 desde el año 2010. Los técnicos de MeteoGalicia también se encargan de las labores de mantenimiento, en colaboración con el personal del parque que facilita el acceso a las mismas.

En mayo de 2014 se instaló el primer sensor para la media del brillo de cielo nocturno en Cíes. Estas medidas, entre otras, facilitaron que en 2017 el parque fuera certificado como destino Starlight, que reconoce la inmejorable situación para observar el cielo nocturno. Actualmente tanto Cíes, Ons como Sálvora cuentan con un sensor de este tipo, lo cual además permite estudiar la contaminación lumínica y cómo podría afectar a la fauna y flora de la zona.

En cuanto a la observación océano-meteorológica, en el año 2007 se instalaron los prime-

ros equipos en la plataforma de Cortegada, en el año 2008 se fondea la boya de Cíes y en el verano de 2011 la boya de Ribeira. Estas boyas registran datos meteorológicos, como la temperatura, humedad y viento, y también oceanográficos, como la temperatura del agua, la salinidad y corrientes. Los datos se almacenan cada diez minutos y la descarga de los mismos puede hacerse también a través de la web de MeteoGalicia. Esta red océano-meteorológica se enmarca dentro del observatorio transfronterizo RAIA, el cual aglutina un número elevado de entidades de Galicia y Portugal con actividad relevante en el campo de la oceanografía operacional.



Boya de Cíes

Para facilitar el seguimiento marítimo y terrestre, además de los datos registrados por las estaciones y boyas, se han instalado cámaras web en las islas Cíes (noviembre de 2016), Ons (febrero de 2019) y Sálvora (marzo de 2019), las cuales permiten observar el estado del cielo y del océano, además de ofrecer unas vistas muchas veces espectaculares sobre entrada de nieblas, formación de tormentas o puestas de sol y de la luna. En Cíes hay una cámara próxima a la playa de Rodas y otra en el faro. En Ons también hay dos, una observando el puerto y otra la playa. La de Sálvora está ubicada en la estación meteorológica. Estas cámaras proporcionan una imagen cada dos minutos y se también se elabora un video del día actual y el día previo.



Estación de Ons



## Investigaciones

### Investigación en ecología de aves marinas

**Alberto Velando**  
Grupo de Ecología Animal (GEA). Universidad de Vigo.



El cambio global, fruto de la actividad humana, está produciendo una gran pérdida de diversidad cuyos efectos son especialmente importantes en los límites de distribución de las especies. Las aves marinas constituyen el grupo de aves más amenazado del planeta y, debido a su papel como depredadores apicales, su extinción local produce cambios profundos en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas marinos. En este contexto, las colonias de aves marinas del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (PNMTIAG)

representan poblaciones marginales en los límites de distribución y su estudio es de especial interés para entender cómo estos organismos responden a los retos ambientales derivados del cambio global.

Desde al año 1992, nuestro grupo de investigación (Grupo de Ecología Animal, GEA, Universidade de Vigo) lleva estudiando las aves marinas del PNMTIAG, desarrollado y participando en diversos proyectos financiados tanto por el Plan Nacional de Investigación como por el Organismo Autónomo Parques Nacionales. Nuestra investigación se ha centrado en conocer la biología de las aves marinas y los factores que afectan a su viabilidad poblacional. El parque nacional es un laboratorio único donde poder abordar estudios de la biología básica de estos organismos que nos permitan conocer sus respuestas a cambios ambientales y desarrollar estrategias para su conservación.

La población reproductora del cormorán moñado (*Phalacrocorax aristotelis*) del PNMTIAG representa uno de los mayores núcleos de reproducción de la especie, siendo uno de los principales valores del parque. El seguimiento de esta población a largo plazo de más de 25 años nos ha permitido entender algunos de los factores que afectan a esta población, actualmente en declive. El estudio de sus movimientos y los análisis genéticos indican que los cormoranes del parque están aislados, formando una agrupación genética que mantiene un escaso intercambio de efectivos con otras poblaciones del NO ibérico. La población del parque presenta una baja variabilidad genética, en parte debido a su historia demográfica -estimamos que experimentó un "cuello de botella poblacional" hace 100 generaciones, tras el cual se expandió-, pero también a perturbaciones recientes.

Esta perturbación se añadió a los efectos negativos producidos por la mortalidad en artes menores de enmalle y por la presencia de depredadores exóticos, como el visón americano (Figura 1). Afortunadamente, parte de estos factores de amenaza han desaparecido, pero sus efectos todavía persisten. Las poblaciones situadas al límite de distribución, como la del cormorán moñado en el PNMTIAG, pueden ser proclives a la extinción porque los efectos antrópicos exacerbaban aquellos producidos por la baja variabilidad genética de estas poblaciones aisladas. Para su conservación se necesita actuar en distintos frentes a nivel local, y en el caso del cormorán moñado reduciendo la mortalidad de adultos en el entorno del parque.

Nuestro grupo también ha sido testigo de la formación de nuevas colonias de pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) en Galicia incluyendo el PNMTIAG, lo que supone una expansión notable del rango de distribución de esta especie. Para averiguar su posible origen caracterizamos genéticamente los individuos que estaban colonizando el parque y lo comparamos con individuos de las posibles poblaciones fuentes. En conjunto, los datos genéticos sugirieron que la población colonizadora está formada por un grupo heterogéneo de individuos proveniente de varias colonias muy alejadas, lo que explica su alta variabilidad genética. Un aspecto interesante es que la distancia genética en las parejas de las nuevas colonias es mayor que la esperada al azar. Este patrón de apareamiento produce un aumento de la diversidad genética lo que puede favorecer la persistencia de estas poblaciones a largo plazo.



Pardela cenicienta en las Islas Cíes. En el año 2007, Cristóbal Pérez, investigador del grupo GEA detectó por primera vez pardelas cenicientas ocupando huras de los acantilados de las Islas Cíes

Los resultados de diversos proyectos señalan que la población ha estado recientemente sometida a múltiples factores de amenaza derivados de la acción humana. En el año 2002, el derrame del petrolero *Prestige* provocó diversos efectos en el ecosistema que mermaron la po-

Figura 1.



La Isla de Sálvora es un laboratorio natural único en el que nuestro grupo estudia aspectos básicos de la biología reproductiva de las aves marinas. En esta isla, la gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) tiene un importante núcleo reproductor con poca influencia antrópica, una situación ideal para estudiar diversos aspectos de su biología reproductiva. Así, por ejemplo, hemos examinado como la presencia de depredadores exóticos en las colonias de reproducción puede producir efectos complejos en las poblaciones. Nuestros estudios indican que el estrés social producido por la presencia de depredadores se transmite entre individuos, incluso durante el desarrollo embrionario. La transmisión de información social explica en parte los efectos persistentes de los depredadores exóti-

cos, que generan un estrés crónico con su mera presencia, incluso en individuos que no han tenido contacto con los depredadores.

La conservación de aves marinas en las islas de las Rías Baixas gallegas, en un escenario de cambio global, es una tarea difícil pero no imposible. Las poblaciones de aves marinas del PNMTIAG tienen una gran importancia para la conservación global, pero también para la conservación de los procesos ecológicos en los que estos organismos están inmersos. El PNMTIAG es un espacio único donde estudiar a estos organismos en su entorno natural, y es nuestra responsabilidad dejar este legado a las siguientes generaciones.



Investigador del grupo GEA tomado datos en la colonia de la gaviota patiamarilla.

## Investigaciones

### Efecto del cambio climático en una especie invasora y en endemismos de sistemas dunares en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia

**Rubén Retuerto Franco y Josefina González Campoy**  
Área de Ecología,  
Departamento de  
Biología Funcional  
Universidad de Santiago de Compostela.



La distribución de las especies vegetales está predominantemente determinada por el clima, por lo que se espera que el cambio climático tenga un importante impacto en la biodiversidad. La capacidad de las plantas para desarrollar estrategias de evitar, tolerar, o escapar a las situaciones de estrés es clave para dar respuestas apropiadas a los rápidos e intensos cambios ambientales a los que nos enfrentamos. De entre todas las especies, las endémicas podrían ser las más sensibles a los cambios climáticos y, por tanto, las más vulnerables a la extinción. El fenómeno de la invasión sin control de los espacios naturales por especies exóticas constituye otra de las causas principales de pérdida de biodiversidad en el mundo, circunstancia que se agrava en hábitats y ecosistemas especialmente vulnerables bajo condiciones climáticas cambiantes.

En respuesta a esta crisis en la biodiversidad y ante la urgencia de minimizar o

revertir las pérdidas, el grupo de Ecología Funcional de Plantas de la Facultad de Biología de la Universidad de Santiago lleva estudiando desde hace más de 6 años en la Isla de Sálvora, dentro del Parque Nacional de las Islas Atlánticas, el efecto del cambio climático en especies de especial interés para la conservación, bien por ser más vulnerables a la extinción, como las endémicas *Omphalodes littoralis* Lehm. subsp. *gallaecica* Laínz, *Alyssum gallaecicum* (S. Ortiz) Španiel, Marhold & Lihová y *Linaria arenaria* DC, bien por ser responsables de la extinción de otras, como la especie invasora, *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. Br., comúnmente denominada "uña de gato".

Gracias a las subvenciones obtenidas en dos proyectos financiados por el Ministerio de Ciencia y Economía (ambos cofinanciados con fondos europeos FEDER), la Xunta de Galicia, a través de la financiación de una Red de Especies Invasoras, y con la colaboración estrecha y apoyo constante de la administración del parque nacional, este grupo ha establecido en la isla de Sálvora una parcela experimental para el seguimiento de los efectos del cambio climático (figura 1).

La parcela dispone de cámaras ("Open Top Chambers") para incrementar la temperatura del sitio en aproximadamente 2.5° C y de un sistema de colectores de precipitación para simular efectos de reducción en la precipitación. Asimismo, está dotada de un sistema de registro de datos ambientales, con sensores del aire (temperatura y humedad) y del suelo (temperatura, humedad y conductividad), que son enviados por un sistema de telemetría directamente al laboratorio del grupo de investigación. Dispone tam-





Parcela experimental: 252 m<sup>2</sup>  
32 subparcelas 1.44 m<sup>2</sup>

Figura 1. Vista general de la parcela de experimentación en la Isla de Sálvora. Se observa en detalle una de las ocho cámaras de metacrilato y los colectores de precipitación, sobre el mástil, una de las cámaras "time-lapse" y los sensores atmosféricos.

bién de cámaras fotográficas ("time-lapse") que a intervalos señalados toman y almacenan fotografías, registrando el crecimiento de las plantas, los polinizadores que las visitan o las fechas de floración.

En uno de los proyectos desarrollados en el Parque, "Retos en la gestión de la planta invasora *Carpobrotus edulis*: cambios fenotípicos en el curso de la invasión, respuestas a escenarios de cambio global y control biológico", se estudiaron los efectos del cambio climático sobre esta planta invasora, originaria de Sudáfrica, la cual supone una seria amenaza para la biodiversidad de los ecosistemas costeros de todo el mundo. Algunos de los resultados

de este estudio no son nada optimistas, al concluir que los cambios predichos en el clima, especialmente el incremento de la temperatura media podría favorecer el crecimiento de esta especie hasta en un 16% (figura 2). Como consecuencia, esta invasora podría aumentar aún más su rango de distribución, convirtiéndose así en una amenaza para la biodiversidad aún mayor que en la actualidad. Otros hallazgos también muestran que la maquinaria fisiológica de esta especie, incluyendo pigmentos, antioxidantes, fotoprotectores y mecanismos de disipación del exceso de radiación, le permitirá competir con ventaja respecto a otras especies nativas en un clima cada vez más cálido y seco.

En este estudio, las diferencias observadas en supervivencia, crecimiento y características funcionales, entre las poblaciones de la península ibérica y las poblaciones sudafricanas de *C. edulis*, ponen de manifiesto que en el transcurso de la invasión ambos grupos de poblaciones están experimentando un proceso de divergencia evolutiva. Por tanto, este trabajo ha demostrado también la extraordinaria capacidad de esta especie para mejorar su adaptación desde que invadió la península ibérica hace más de 100 años.

En el proyecto actualmente vigente, "Endemismos dunares ante el cambio climático: ecofisiología, expresión génica y nicho ecológico" el grupo estudia en la parcela experimental de la Isla de Sálvora los efectos del cambio climático en tres especies endémicas de nuestros sistemas dunares, especialmente vulnerables por su situación de amenazadas.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican importantes efectos del cambio climático en la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de *O. litto-*

*ralis* subsp. *gallaecica*, *A. gallaecicum* y *L. arenaria*. Con este estudio también se ha demostrado que el cambio climático provocará modificaciones sorprendentes en el comienzo y en la duración del período de floración de estas especies y también la existencia de una gran variabilidad intraespecífica. Este resultado podría ser esperanzador en un futuro escenario de cambio climático, dado que en general, una mayor variabilidad en una especie indica una mayor plasticidad o capacidad de respuesta a los rápidos cambios ambientales. No obstante, la escasez de conocimientos sobre la intensidad y dirección del impacto que los cambios climáticos podrían tener sobre las plantas y la distinta vulnerabilidad de éstas complica las predicciones sobre cómo el cambio climático podría influir en el proceso de extinción de las especies. Por este motivo, los proyectos realizados en el Parque Nacional de las Islas Atlánticas son esenciales para lograr una mayor comprensión de estos procesos y ayudar así a diseñar estrategias adecuadas que mitiguen el impacto del cambio climático sobre la biodiversidad.

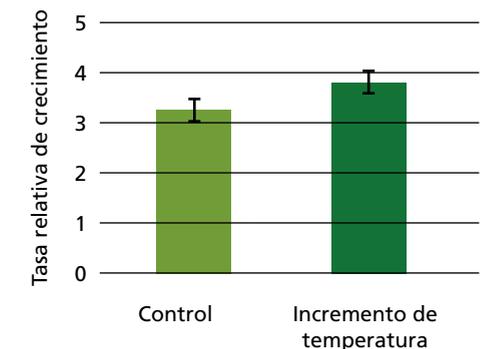


Figura 2. A la izquierda se observa la especie invasora *C. edulis* creciendo en el interior de una cámara de temperatura para simular el efecto del cambio climático y a la derecha se representa los valores medios ( $\pm$  error estándar) de la tasa relativa de crecimiento ( $\text{día}^{-1}$ ) de esta especie bajo el clima actual (control) y el predicho para nuestras latitudes (incremento de temperatura de 2.5 °C).



## Investigaciones

### Biogeografía y microevolución de los anfibios y reptiles insulares de las Rías Baixas

Guillermo Velo-Antón  
CIBIO-InBIO (Portugal).



Las islas e islotes que forman el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (PNMTIAG) ofrecen un escenario único para estudiar cambios microevolutivos, demográficos y ecológicos recientes, principalmente en especies terrestres no voladoras que se han quedado aisladas en estos pequeños espacios. A diferencia de otros sistemas insulares (Canarias y Baleares), el origen de las islas presentes en las Rías Baixas es muy reciente, y coincide con la subida del nivel del mar después del último periodo glacial, que aisló de forma gradual las zonas más elevadas de la antigua costa. Posiblemente, muchas de las especies terrestres que ahora ocupan estas islas quedaron aisladas con la formación de las mismas, sin embargo, la cercanía al continente también pudo facilitar colonizaciones posteriores.

Los anfibios y reptiles presentes en estas islas e islotes son sin duda el grupo de vertebrados con mayor interés biogeográfico en estas islas. El océano supone una barrera para la dispersión de estas especies, por lo tanto es muy probable que cada una de sus poblaciones insulares haya ido evolucionado de manera independiente desde su aislamiento. En la actualidad residen tres especies de anfibios (*Discoglossus galganoi*, *Lissotriton*

*boscai* y *Salamandra salamandra*), y nueve especies de reptiles (*Anguis fragilis*, *Chalcides striatus*, *Chalcides bedriagai*, *Coronella girondica*, *Natrix maura*, *Podarcis guadarramae*, *Podarcis bocagei*, *Rhinechis scalaris*, *Timon lepidus*) en el PNMTIAG, mostrando diferentes patrones de distribución que responden a su origen biogeográfico, requerimientos ecológicos, interacción con otras especies, y extinciones recientes.

Las poblaciones insulares de salamandra común (*S. salamandra*) son un ejemplo claro y único de evolución reciente en sistemas insulares, y que todavía perduran en las islas de Ons y San Martiño (extinto en las islas de Faro y Monteagudo). Su modo reproductor pueriparo (parto de un reducido número de juveniles en tierra firme), contrasta con el modo larvíparo (parto de numerosas larvas en arroyos o charcos) presente en las poblaciones continentales de la subespecie *S. s. gallaica* (a la cual pertenece), así como el de las subespecies distribuidas en Europa, a excepción de la subespecie *S. s. bernardezi*, también pueripara, y presente en el norte de Galicia y en Asturias. Este sistema, por lo tanto, constituye un caso excepcional de polimorfismo en el modo reproductor dentro de una misma especie, y que nos ha llevado al seguimiento de estas poblaciones insulares durante los últimos 15 años, estudiando diferentes niveles biológicos (genético, morfológico, reproductivo y conductual) para poder comprender el origen, las causas y las implicaciones ecológicas y evolutivas de este cambio. Este seguimiento no solo ha permitido demostrar que el origen del pueriparismo es independiente al surgido en la Cordillera Cantábrica, y por lo tanto muy reciente, o que las poblaciones se encuentran totalmente aisladas, sino que ha desvelado otros cambios asociados a su insularidad.

Si bien *S. salamandra* es eminentemente nocturna y crepuscular, estando activa principalmente en noches húmedas y lluviosas que le permiten mantener sus requerimientos fisiológicos, así como disponer de presas asociadas a estas condiciones (p.ej., caracoles, babosas, lombrices), la población de San Martiño presenta una marcada actividad diurna, evitando las condiciones más favorables (humedad y presas) que ofrece la noche. Nuestros estudios apuntan a la posibilidad de la depredación por la rata negra (*Rattus rattus*), muy abundante en la isla y de hábitos crepusculares y nocturnos, como posible causa de este cambio de comportamiento, aunque esta hipótesis sigue todavía en fase de estudio. Otros cambios que hemos observado en estas poblaciones de salamandra incluyen un menor tamaño corporal, posiblemente asociado a su modo reproductivo y/o a un síndrome insular, y una tendencia al melanismo en la isla de Ons, aunque la causas que subyacen estos cambios morfológicos se están investigando.

Empleando técnicas moleculares hemos podido detectar que estas poblaciones insulares presentan unos valores de diversidad genética inferiores a las poblaciones costeras, lo cual puede estar asociado a procesos demográficos (cuellos de botella) comunes durante la formación de las islas, o a la degradación del hábitat en la isla de San Martiño, dominada por una plantación de eucaliptos, coincidiendo con la menor diversidad genética poblacional y menor condición corporal cuantificada para la especie. Si bien el cambio en el modo reproductor pudiera estar también asociado a una reducción de la diversidad genética en estas poblaciones insulares, esto no parece probable ya que hemos observado diferencias entre poblaciones pueriparas de *S. s. bernardezi* y larvíparas de *S. s. gallaica*, y en el caso concreto de Ons, el aumento de los

niveles de multipaternidad en la población podrían favorecer el mantenimiento o incremento de la diversidad genética.

Hemos también estudiado los procesos biogeográficos en el tritón ibérico (*L. boscai*), demostrando que las poblaciones presentes en la isla de Ons y Sálvora se originaron con la formación de las islas, y descartando colonizaciones posteriores desde el continente. Planteamos estas investigaciones a otras especies, como por ejemplo las lagartijas (*P. bocagei* y *P. guadarramae*), ampliamente distribuidas en las islas e islotes del parque, así como continuar estudiando los procesos microevolutivos y la interacción de este interesante grupo de vertebrados con otras especies y con el medio que actualmente ocupan. Con estos trabajos esperamos seguir mostrando y divulgando el interés evolutivo de estas poblaciones insulares, y ayudar en su gestión y conservación, evitando futuras extinciones como las ocurridas en algunas poblaciones a finales del siglo pasado. Estas islas son relativamente pequeñas, al igual que muchas de las poblaciones que allí habitan, y por lo tanto extremadamente susceptibles a las presiones antrópicas como son la transformación del hábitat (introducción de especies invasoras como el eucalipto, que reduce la disponibilidad de presas y cuerpos de agua), presencia masiva de turistas (aumentando la interacción con especies salvajes que afectan a su conducta y actividad, y el riesgo de transmisión de las enfermedades emergentes que actualmente afectan a los anfibios), además del efecto negativo del cambio global en especies ectotermas, como es el caso de los anfibios y los reptiles.



# Proyectos en ejecución en el marco de la Red de Seguimiento del Cambio Global en parques nacionales

En el cuadro se relacionan los proyectos de investigación enmarcados en la Red de Seguimiento del Cambio Global en 2020

PROYECTO	ORGANISMO	PARQUE NACIONAL	FINANCIACIÓN
HERBIVORÍA Y REGENERACIÓN NATURAL EN SISTEMAS MEDITERRÁNEOS DOMINADOS POR UNGULADOS: IMPLICACIONES PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE ANTE EL CAMBIO GLOBAL	E.T.S. DE INGENIERÍA DE MONTES, FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL (UPM)	RED	OAPN
GEOLOCALIZACIÓN AUTOMATIZADA DE INCENDIOS FORESTALES MEDIANTE RED SOSTENIBLE DE SENSORES DE BAJO COSTE Y FÁCIL DESPLIEGUE.	INSTITUTO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN EN COMUNICACIONES (ULPGC)	RED	OAPN
IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN LA FAUNA DE LOS PARQUES NACIONALES	INSTITUTO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y ESTUDIOS DEL AGUA (CSIC)	RED	OAPN
EFFECTOS DEMOGRÁFICOS Y REMEDIACIÓN DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS DE ANFIBIOS EN PARQUES NACIONALES DE MONTAÑA	MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES (CSIC)	RED	OAPN
LAGOS CENTINELAS DE CAMBIO GLOBAL EN LOS PARQUES NACIONALES: ANÁLISIS MULTIDISCIPLINAR DE LOS ÚLTIMOS 6000 AÑOS	FACULTAD DE CIENCIAS (UGR)	P.N. DE SIERRA NEVADA Y P.N. DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI	OAPN
ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE ALTA MONTAÑA: REFUGIO DE BIODIVERSIDAD OCULTA Y CENTINELAS DEL CAMBIO GLOBAL	CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS DE BLANES (CSIC)	RED	OAPN
HIBRIDACIÓN COMO MOTOR DE ALTERACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA ERA DE CAMBIO GLOBAL: UNA PERSPECTIVA EXPERIMENTAL Y PREDICTIVA DEL FENÓMENO	FACULTAD DE CIENCIAS (UGR)	RED	OAPN
LAGOS CENTINELA DE CAMBIO GLOBAL EN LOS PARQUES NACIONALES: ANÁLISIS MULTIDISCIPLINAR DE LOS ÚLTIMOS 6000 AÑOS	FACULTAD DE BIOLOGÍA (UB)	P.N. DE SIERRA NEVADA Y P.N. DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI	OAPN
EVOLUCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN FONDOS MARINOS DE PARQUES NACIONALES IMPACTADOS POR ESPECIES INVASORAS Y CAMBIO CLIMÁTICO: MONITORIZACIÓN GENÉTICA Y ECOLÓGICA	CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS DE BLANES (CSIC)	P.N.M.T.DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA Y P.N.M.T. DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA	OAPN
MONITOREO Y MODELIZACIÓN INTEGRADOS EN UN SISTEMA DE ALERTA DE LA VULNERABILIDAD CLIMÁTICA EN BOSQUES DE MONTAÑA	AGR-CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECOLOGÍA Y APLICACIONES FORESTALES CCT	P.N. DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI Y P.N. DE ORDESA Y MONTE PERDIDO	OAPN
PARQUES NACIONALES MARÍTIMOS VIRTUALES PARA MONITORIZACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	ESCUELA TECN.SUP. INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACION (UC)	P.N.M.T.DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA Y P.N.M.T. DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA	OAPN
LAGOS CENTINELA DE CAMBIO GLOBAL EN LOS PARQUES NACIONALES: ANÁLISIS MULTIDISCIPLINAR DE LOS ÚLTIMOS 6000 AÑOS. SUBPROYECTO CLIMA	FACULTAD DE TURISMO Y GEOGRAFÍA (URV)	P.N. DE SIERRA NEVADA	OAPN
VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA DE LOS BOSQUES MADUROS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN FORESTAL EN LOS PARQUES NACIONALES	SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA (INIA)	RED	OAPN
VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA DE LOS BOSQUES MADUROS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN FORESTAL EN LOS PARQUES NACIONALES	INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGÍA (CSIC)	RED	OAPN
PARQUES NACIONALES MARÍTIMOS VIRTUALES PARA MONITORIZACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA	P.N.M.T.DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA Y P.N.M.T. DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA	OAPN
DESARROLLO DE TÉCNICAS DE ADN AMBIENTAL Y MODELIZACIÓN DE NICHOS PARA EL CONTROL DE ESPECIES INVASORAS Y LA CONSERVACIÓN DE LA ICTIOFAUNA EN LOS PN MEDITERRÁNEOS	MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES (CSIC)	P.N. DE CABAÑEROS Y P.N. DE MONFRAGÜE	OAPN



## Actividades de difusión

### Seguimiento de la migración postnupcial de paseriformes en la isla de Ons

**Miguel de Gabriel Hernando**  
Grupo Ibérico de Anillamiento.

En el año 2013 el Grupo Ibérico de Anillamiento, en colaboración con el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia, puso en marcha un proyecto de seguimiento de la migración postnupcial de aves paseriformes en la isla de Ons. Este proyecto pretende, por un lado, desvelar el papel de las islas como puntos estratégicos de parada para las aves durante el paso otoñal y, por otro lado, contribuir al monitoreo de la migración a escala peninsular, atendiendo especialmente a las implicaciones del cambio climático global sobre este fenómeno biológico.

Este proyecto se lleva a cabo anualmente en el mes de septiembre gracias al programa de voluntariado del Organismo Autónomo Parques Nacionales, el cual ha contado hasta el momento con 90 participantes procedentes de toda la península. Así, los voluntarios y voluntarias han podido conocer las Islas Atlánticas desde el papel del investigador e implicarse en las actividades de seguimiento de la migración que se han puesto en marcha, consistentes en el anillamiento científico complementado con itinerarios de censo diarios realizados a lo largo de los distintos hábitats de la isla.

Desde el inicio del proyecto se han capturado 3.147 ejemplares de 48 especies diferentes, contabilizándose además 1.361 recapturas que han permitido comprobar aspectos clave como el tiempo de permanencia en la

isla, la tasa de engorde o la variabilidad en el tamaño y condición física de las distintas oleadas de migrantes. Los anillamientos y los resultados de los censos han permitido además estimar la variabilidad en la abundancia de las distintas especies en función del hábitat, la fecha y las condiciones meteorológicas. El mosquitero musical, el papamoscas cerrojillo, la curruca capirotada y el petirrojo han sido las especies más abundantes durante el paso otoñal, habiéndose recapturado ejemplares de estos migrantes procedentes de Francia, Inglaterra y Holanda.

Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de las Islas Atlánticas de Galicia como lugar estratégico de refugio y aprovisionamiento de energía para los paseriformes que migran hacia el sur siguiendo la línea de costa del litoral Atlántico, actuando como puentes para evitar el rodeo por las sinuosas costas gallegas. Además, este programa de seguimiento permite comprobar a medio y largo la incidencia del cambio climático sobre la migración a escala local, poniendo a disposición de la comunidad científica datos sistemáticos que permitan valorar los impactos a escalas más amplias. Cuando gran parte de los hábitats naturales del litoral atlántico se han visto progresivamente degradados, la preservación y mejora de los hábitats utilizados por las aves migratorias en el parque nacional puede suponer una contribución relevante en la conservación de las aves migratorias ante los impactos del cambio climático.



## Voluntariado para mejorar la conservación de las aves marinas en las Islas Atlánticas

**Beatriz Nieto Novoa**  
Programa océanos. WWF España.



Las aves marinas son uno de los principales valores naturales del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia que, con un 80% de superficie marina, acoge seis especies nidificantes. Este parque es la principal zona de reproducción del cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*) de la península ibérica y constituye un espacio de especial relevancia para especies migratorias e invernantes como la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*).

Por eso, desde el año 2018, WWF organiza una campaña de voluntariado, en colaboración con el Parque Nacional Islas Atlánticas de Galicia, para recoger información sobre cómo se distribuyen las aves marinas y las actividades humanas en el espacio marítimo del parque y las interacciones que se producen entre ambas.

Los archipiélagos que conforman este parque han sido históricamente de gran importancia para el sector pesquero artesanal en las Rías Baixas por la gran riqueza de sus recursos. Sus aguas forman parte de más de 12 planes de gestión de marisqueo (almejas, navajas, percebe o erizo) que incorporan más de 600 embarcaciones. Según los resultados del estudio realizado por WWF y el parque nacional entre 2016 y 2018, más de 200 embarcaciones diferentes faenan en el P.N. con artes de pesca pasiva (nasas, redes de enmalle y artes de anzuelo) que tienen como objetivo pulpo, nécora, centolla o diferentes peces como lubinas, sargos y congrios. Otras artes activas como la liña, el boliche o el cerco son también habituales en el parque. Por otro lado, estas aguas tienen una muy elevada intensidad de uso por actividades náuticas y recreativas, el turismo o el transporte.

Hasta el momento, hemos contado en el programa de voluntariado con más de 100 participantes de todos los puntos de la península, con estancias entre 8 y 12 días. Este año, condicionado por la pandemia del Covid-19, se han tomado medidas especiales para asegurar la salud de todos los participantes.

Durante su estancia, los voluntarios han podido conocer en profundidad el parque nacional y ver de primera mano las dificultades de la conservación de las especies marinas y sus hábitats en zonas densamente pobladas donde pueden confluir intereses aparentemente contrapuestos.

El programa de voluntariado busca la formación de las personas participantes, además de contribuir de manera decisiva en la conservación de los valores del parque. A lo largo de estas ediciones, los participantes han mostrado un elevado grado de motivación, que se ha traducido en un gran compromiso con el trabajo realizado.

Este programa cuenta con el asesoramiento científico para la elaboración de la información recabada y para la formación de los participantes. Dotados de prismáticos y telescopios, los voluntarios se han apostado en puntos fijos situados en las islas principales de los tres archipiélagos para observar el uso que las aves marinas hacen del espacio y sus interacciones con las actividades humanas en el espacio marítimo del parque.

Con esta información hemos podido obtener un mapa de riesgo de interacciones entre aves y actividades humanas, determinando zonas de conflicto donde existe un efecto negativo sobre la distribución y el comportamiento de las aves marinas, determinar el patrón espacio-temporal de estas interacciones y las especies más afectadas, conocer mejor las actividades humanas que se dan en el espacio marítimo del parque y la distribución de las aves marinas y del uso que hacen del mismo.

Con todo ello, se han elaborado recomendaciones y propuestas para garantizar un estado de conservación adecuado, a medio y largo plazo, para las poblaciones de aves marinas. Las especies que sufren más molestias por el tráfico de embarcaciones, uno de los principales impactos, son por orden de frecuencia: la gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*), el cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*), la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*), el alcatraz atlántico (*Morus bassanus*), la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) y la gaviota sombría (*Larus fuscus*).

Esta investigación forma parte de la colaboración que mantiene, desde 2010, WWF con este parque para recabar información que apoye la gestión basada en el conocimiento científico y en el establecimiento de foros de diálogo y confianza con las partes implicadas.



## La visión del gestor

Entrevista a Vicente Piorno González, José Antonio Fernández Bouzas, Montserrat Martínez Morán y Emilia Castro Villaverde.



*Equipo técnico del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia.*

**¿Qué valor tiene para la gestión y la investigación en el PNMT de las Islas Atlánticas de Galicia que el parque participe en la Red de Seguimiento del Cambio Global, y en particular los equipamientos marítimos?**

Un valor muy alto. La investigación y el seguimiento son una de las finalidades legales de los parques nacionales, y por ello desde Islas Atlánticas les damos una alta importancia. La red de seguimiento del cambio global es una oportunidad excelente para este fin, que nos permite trabajar en un aspecto fundamental para la conservación de forma coordinada con todos los parques españoles. Tal y como está diseñada complementa además adecuadamente el equipamiento y los seguimientos de que dispone el parque. Los equipamientos marinos son especialmente importantes para este parque, considerando nuestro carácter marítimo terrestre. Existe un déficit histórico en el conocimiento y la conservación de los valores naturales del medio marino que desde el parque nos esforzamos en corregir. La red es una gran ayuda en ese sentido.

**¿Qué especies, hábitats, sistemas y procesos ecológicos considera los más sensibles al cambio climático en las Islas? ¿Cuáles serían las principales problemáticas asociadas al medio marino?**

Tal vez el proceso ecológico más importante del parque es el fenómeno del afloramiento costero. El régimen de vientos y corrientes marinas existente en las Rías Baixas provoca una ascensión periódica de aguas profundas cargadas de nutrientes, que son las responsables de la gran productividad y biodiversidad del medio marino del parque. Este régimen de circulación del agua es muy sensible a las condiciones climáticas. Existen evidencias científicas de que este proceso está amenazado por los cambios oceanográficos asociados al cambio global.

A escala más global, existe también constancia de impactos de los cambios en la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) relacionados con el cambio global. Científicos que trabajan en el parque han documentado el efecto que este impacto tiene sobre la productividad del medio marino en su entorno y en la población de aves marinas que nidifican en él.

**¿Cuáles son los efectos del cambio global más evidentes, y en particular del cambio climático, en el estado de los sistemas naturales o las especies?**

En el parque estamos registrando algunos cambios para los que existen importantes indicios de asociación con el cambio global. Por ejemplo, algunos hábitats del parque muy sensibles a las alteraciones climáticas y oceanográficas son las playas y dunas, los bosques de algas pardas, y los fondos de Maërl. Científicos de la universidad de Vigo han constatado los efectos del cambio del régimen de oleaje y vientos en el sistema playa-duna-laguna del Lago dos Nenos, un sistema que alberga hábitats y especies de gran importancia para la conservación. Existen

también datos que muestran un declive de los bosques de laminarias, los fondos de Maërl y de los efectivos reproductores de varias de las aves marinas que nidifican en el parque. Nos preocupa también el efecto potenciador que el cambio global pueda tener en otros factores de amenaza, como la colonización de especies invasoras o en otros procesos de desaparición de especies de flora y fauna.

**¿En qué temas resulta prioritario profundizar para mejorar el conocimiento científico sobre el impacto del cambio global en el parque nacional?**

Como antes comentábamos, existe un déficit muy importante en el conocimiento de los aspectos relacionados con la conservación de la biodiversidad en el medio marino. La caracterización completa de los fondos marinos del parque, por ejemplo, es muy reciente. El mar es un medio donde trabajar es más complicado y costoso, pero mantener este esfuerzo a largo plazo es fundamental para conocer los efectos del cambio global. Algunos temas que tienen gran repercusión en el parque serían el impacto de los cambios en los regímenes de oleaje, corrientes y viento en sistemas sedimentarios, o el efecto de los parámetros oceanográficos en los fondos marinos, especialmente bosques de laminarias y fondos de Maërl. También los efectos del cambio global en las redes tróficas marinas, con respecto a la pesca y las aves marinas.

**¿Cuáles son los parámetros de seguimiento del cambio climático y global más relevantes para la gestión del parque?**

Desde nuestro punto de vista, uno de los aspectos más importantes para una adecuada monitorización de los efectos del cambio global es asegurar la continuidad de series temporales largas, especialmente en cuanto a datos básicos de seguimiento, como por ejemplo variables meteorológicas y oceanográficas o datos sobre el estado de conservación de especies y hábitats de interés para la conservación. En este sentido, el parque cuenta con algunas series de datos de muy buena calidad, como por ejemplo los derivados de la colaboración con Meteogalicia y el Intecmar, o los relativos a las poblaciones reproductoras de aves marinas obtenidos por el parque o la universidad de Vigo. Como se apuntaba antes, se han sentado ya las bases para un seguimiento a largo plazo de los fondos marinos, en un esfuerzo que es preciso mantener. Son también de gran interés para el parque la monitorización de la actividad pesquera tradicional y las tendencias de las especies invasoras.

**¿Cómo debería adaptarse la política de espacios naturales protegidos a los efectos del Cambio Climático?**

A nosotros nos parece que el cambio climático debe ser uno de los ejes en torno a los que debe girar la gestión de los espacios protegidos en un futuro inmediato, que la adaptación a este debería estar presente en prácticamente todos los aspectos de la gestión. En nuestro caso concreto nos parecen de gran importancia cuestiones como la reducción del impacto de algunas infraestructuras litorales, o la mitigación del efecto de otros factores de amenaza potenciados por el cambio climático, como pueden ser el impacto de las invasiones biológicas o la extracción pesquera. Tampoco podemos olvidar que los parques nacionales son el destino de un número muy elevado de visitantes, espectadores atentos de nuestra forma de manejar estos espacios. En este sentido, deberíamos de priorizar las prácticas ejemplares de sostenibilidad en nuestra gestión, o la concienciación sobre las causas y las consecuencias del cambio global en nuestras actividades de interpretación y divulgación.



## La visión del investigador

### Entrevista a Pablo Ramil Rego

*Instituto de Biodiversidad Agraria y Desarrollo Rural (IBADER)-Universidad de Santiago de Compostela.*

#### ¿Qué valor tiene para la gestión y la investigación la integración del PNMT de las Islas Atlánticas de Galicia en la Red de seguimiento del Cambio Global?

Las prioridades en la política ambiental y en las líneas de I+D+i sobre medio ambiente confluyen en el concepto del Cambio Global. Los espacios naturales, y especialmente la Red de Parques Nacionales deben ser capaces de establecer mecanismos de colaboración con las entidades públicas y privadas implicadas en la investigación de los sistemas naturales para mejorar y mantener los sistemas de monitoreo y seguimiento a largo plazo tanto sobre los ecosistemas, hábitats y poblaciones de especies protegidas y exóticas. Datos que tienen una enorme utilidad para la gestión de los parques nacionales, pero que también sirven de apoyo para el diseño de otras actuaciones que pueden desarrollarse en el ámbito de otras redes de áreas protegidas (Red de Áreas Protegidas del Convenio OSPAR, Red de Humedales de Importancia Internacional, Red de Reservas de Biosfera, Red Natura 2000, etc).

#### ¿Se pueden extraer conclusiones en relación a los efectos del cambio climático en los ecosistemas característicos del parque?

El Cambio Climático constituye uno de los principales factores de modificación en la configuración de los ecosistemas de los archipiélagos que conforman el Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia a lo largo del Pleistoceno y del Holoceno. La acción antrópica efectuada a lo largo del último milenio ha sido muy intensa, y los procesos de antropización directos (modificación de la cubierta vegetal, introducción de especies exóticas, explotación insostenible de recursos, uso reiterado del fuego, etc), han tenido probablemente un peso más significativo sobre el estado de conservación de los ecosistemas que las derivadas del calentamiento global. Pese a ello, los efectos de este no resultan insignificantes y se evidencian tanto en cambios en el ciclo biológico de determinados tipos de hábitats (charcas y charcos temporales) y en consecuencia sobre el ciclo biológico de las especies que dependen de estos, como en los procesos que propician la naturalización y expansión de especies exóticas invasoras. Y aquí de nuevo encontramos la dificultad de distinguir entre la señal causada por el cambio climático y la provocada por la antropización.

#### ¿Qué componentes del cambio global (cambio climático, cambios de uso del suelo, contaminación, invasiones biológicas...) resultan más relevantes en las Islas?

En el medio terrestre todavía están presentes las consecuencias de los modelos desarrollistas impulsados a mediados del siglo XIX, marcado por la configuración de grandes superficies de silvosistemas intensivos dominados por pinos, eucaliptos, acacias y otras especies exóticas. El establecimiento de los silvosistemas se realizó a costa de reducir de forma muy significativa la superficie ocupada por hábitats naturales y seminaturales. La reversión de esta situación que lleva desarrollando el parque nacional es un proceso lento y delicado que redundará positivamente en el estado de conservación de los ecosistemas y en su diversidad. La gestión pesquera y marisquera ha experimentado igualmente importantes modificaciones si se compara con la situación previa a la declaración del parque nacional, pero todavía debe fortalecerse y afianzarse en un uso racional y sostenible sobre un singular y delicado ecosistema.

#### ¿En qué temas resulta prioritario profundizar para mejorar el conocimiento científico sobre el impacto del cambio global en el caso de las Islas Atlánticas? En las Islas Atlánticas de Galicia ¿cuáles son las señales más evidentes de los efectos del cambio climático?

Las señales son las mismas que las que se registran en el ámbito litoral Atlántico, aunque aquí incrementadas dadas las características de las islas. Entre ellas destaca el desacople estacional de las condiciones térmicas y pluviométricas con respecto a los datos históricos. Así las precipitaciones, aun manteniendo sus valores anuales, modifican su reparto mensual, concentrándose en los meses de invierno, reduciéndose o desapareciendo las lluvias durante la mayor parte del periodo primaveral y estival, con el consiguiente efecto sobre los hábitats y las poblaciones de flora y fauna vinculados con estos. La falta de fríos invernales, y el incremento de las temperaturas máximas estivales son otros factores que podrían identificarse con unas condiciones climáticas distintas a las normales.

#### ¿Qué especies, hábitats, sistemas y procesos ecológicos considera más sensibles al cambio climático en el Parque Nacional? ¿Qué medidas de seguimiento y/o gestión adaptativa deberían adoptarse de forma prioritaria?

Es difícil encontrar un hábitat de interés comunitario presente en el ámbito del Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia que no se encuentre significativamente afectado por cambios en las condiciones climáticas estacionales. Aunque las mayores repercusiones se producen en los humedales, tanto en la laguna costera del Lago dos Nenos, como en los pequeños humedales estacionales que habitualmente se formaban en el seno de los sistemas dunares, brezales. Análogamente los sistemas dunares pueden ser más resilientes a los incrementos de temperatura y a la distribución irregular de las precipitaciones, pero esta condición no se puede aplicar a todas las especies que los conforman, ya que muchas de ellas, son muy sensibles a las modificaciones fenológicas de sus hábitats.

Como se ha indicado anteriormente la reducción de las superficies de silvosistemas intensivos y su sustitución por hábitats naturales y seminaturales constituye una oportunidad única para reforzar la presencia y distribución de hábitats singulares (pequeños charcos y charcos temporales, brezales húmedos, matorrales sobre dunas, depresiones intradunares húmedas, etc) que contribuirían a mitigar los efectos del cambio climático sobre determinados componentes de la biodiversidad.

En cuanto a las medidas de gestión se deben de incrementar las acciones de control y mitigación de las especies exóticas invasoras ya establecidas, tanto en el medio marino como en el terrestre. Estableciendo mecanismos para el rápido control de nuevos elementos exóticos.

El parque nacional dispone de una buena red de seguimiento de parámetros climáticos (estaciones meteorológicas) que debería ser complementada con sensores de medición continua en determinados tipos de hábitats (cuevas, ecosistemas dunares, matorrales, bosques, etc), disponiendo sensores tanto en el seno de las biocenosis, como en los medios acuáticos y edáficos.

#### ¿Puede sugerir un pequeño número de indicadores clave de impactos y vulnerabilidad de los ecosistemas en Islas Atlánticas?

Indicadores climáticos:

- Total de precipitación registrado/ Total pluviométrico normal
- Porcentaje de superficie con precipitación inferior a la normal
- Número de días sin lluvia / Número de días con lluvia
- Horas totales de sol/ Horas totales de sol normal
- Duración del periodo de heladas/ Duración del periodo de heladas normal
- Índice estandarizado de sequía pluviométrica
- NDVI/ NDVI normal (Normalized Difference Vegetation Index)
- Etc.

Indicadores sobre hábitats. Análisis comparativo de ortofotomágenes de alta resolución cada 5-10 años, combinado con datos recogidos in situ.

- Modificación de la superficie de los principales tipos de hábitats (unidades ambientales).
- Modificación de la superficie ocupada por especies exóticas invasoras
- Modificación de la superficie / estructura / composición biocenosis de humedales
- Modificación de la superficie / estructura / composición biocenosis del sistema playa-duna
- Modificación de la superficie / estructura / composición biocenosis del sistema playa-duna-lagoon
- Reducción de la superficie de silvosistemas
- Modificación de los parámetros ambientales en medios cavernícolas (furnas)



## Estudiando la biología costera del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (PNMTIAG) en la era del cambio global



**Cristina Piñeiro-Corbeira, Sara Barrientos, Pilar Díaz-Tapia, Viviana Peña, Ignacio Bárbara, Sergio Roiloa, Javier Cremades y Rodolfo Barreiro**  
Grupo BioCost, Facultad de Ciencias y Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas (CICA)-Universidad de A Coruña.

Los ecosistemas marinos proveen de bienes y servicios a los seres humanos pero están sometidos a diversos impactos derivados de la actividad humana desde hace décadas. En este contexto, las áreas protegidas como los parques nacionales cobran especial relevancia al permitir que una muestra representativa de los ecosistemas marinos del lugar donde se crean, se mantenga en condiciones de conservación adecuadas. El grupo de investigación en Biología Costera (BioCost) de la Universidad de A Coruña (UDC) lleva más de una década estudiando el medio costero del PNMTIAG.



Fig. 1. Banco de maërl (Foto: Ignacio Bárbara)

Entre los primeros trabajos realizados, está un estudio intensivo de la distribución y abundancia de los bancos de maërl y su flora asociada, gracias al cual se localizaron 47 bancos de maërl que cubren 16 km<sup>2</sup> (Fig.1). Posteriormente, fuimos pioneros en usar herramientas moleculares para desentrañar la diversidad de algas calcáreas que forman estos bancos. Esto nos llevó a describir una especie de maërl nueva para la ciencia (*Phymatolithon lusitanicum*).

En 2012, realizamos un estudio multidisciplinar para diseñar rutas submarinas que diesen a conocer los fondos del archipiélago de Cíes a los visitantes mediante la práctica de *snorkeling*. Para



Fig. 2. Paisaje submarino Cíes (Foto: Ignacio Bárbara)



Fig. 3. Intermareal impactado por recolección de mejilla (izquierda) e intermareal sin impacto (derecha)

ello, desarrollamos una herramienta para cuantificar la calidad del paisaje subacuático y encuestamos a los visitantes para descubrir su conocimiento del mismo. Los resultados mostraron la calidad del paisaje submarino de Cíes (Fig. 2) y el potencial del snorkeling para dar a conocer los valores paisajísticos de los fondos marinos.

A pesar de ser un área protegida, el PNMTIAG todavía permite ciertas actividades extractivas que tienen gran impacto. Es el caso de la recolección de semilla de mejillón. En 2016 y 2017, cuantificamos el impacto de esta actividad en el intermareal de Cíes, Ons y Sálvora. También evaluamos experimentalmente la eficacia de algunas medidas que podrían disminuir el impacto de la extracción y elaboramos una guía de buenas prácticas. Los resultados demostraron el gran impacto de esta actividad en las comunidades intermareales, que son incapaces de recuperarse durante el periodo de veda oficialmente estipulado (Fig. 3).

Los bosques de laminariales son uno de los principales hábitats marinos del

PNMTIAG. Sin embargo, se ha observado una desaparición dramática de las especies que los componen (*Laminariales*: *Laminaria ochroleuca*, *L. hyperborea* y *Tilopteridales*: *Saccorhiza polyschides*) (Fig. 4). Esto es especialmente preocupante para las Laminariales, ya que son especies perennes que forman bosques consolidados que sirven de hogar, cobijo y alimento a otras especies de importancia socio-económica. Actualmente estamos investigando el estado en el que se encuentran estos bosques y los posibles motivos de su declive.



Fig. 4. Muestreo en bosque de Laminarias (Foto: Pilar Díaz Tapia)



## Seguimiento a largo plazo de mariposas diurnas en el Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia

**Saba González Lorenzo**  
BMS España.



En el año 2015 se implantó el Programa de Seguimiento de mariposas diurnas en el Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia, en el marco de la Red de Seguimientos a Largo Plazo de la Red de Parques Nacionales españoles. Forma parte además de la red europea eBMS, convirtiendo a este programa en la red de seguimiento de insectos más importante de Europa.

¿Qué se pretende con el seguimiento a largo plazo de lepidópteros? Las mariposas son excelentes bioindicadores del estado de conservación de los ecosistemas, poseen ciclos de vida cortos por lo que responden rápidamente a cualquier cambio. Además de conocer la situación de sus poblaciones en el parque nacional y la evolución en el tiempo, seremos observadores de aquellas adaptaciones y cambios frente a impactos sobre los hábitats a estudio.

Están citadas en este espacio natural protegido 51 especies de mariposas diurnas, un número bastante elevado tratándose de ecosistemas insulares. A este respecto hay que tener en cuenta que se trata de archipiélagos cercanos a la costa, y formados recientemente en

términos geológicos, teniendo su origen en la subida del nivel del mar a causa de la última glaciación hace unos 12.000 años, cuando algunas partes altas de las sierras litorales gallegas quedaron aisladas del resto del continente.

Por archipiélagos, Ons y Cortegada presentan en sus censos mayor diversidad de especies (32), seguidas de Cíes con 25 especies. La isla de Sálvora se incorporó al BMS en 2020, contabilizando un total de 21 especies.

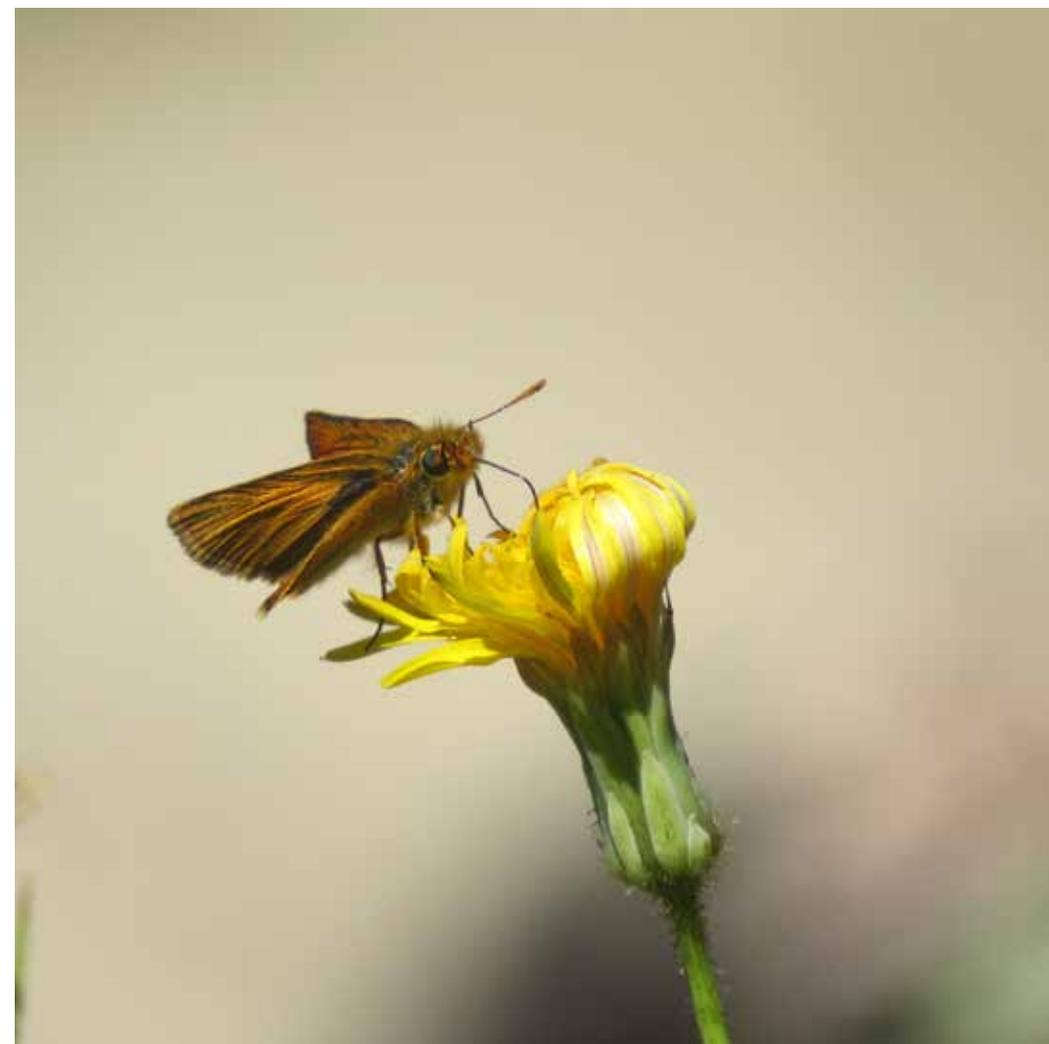
Los censos se llevan a cabo siguiendo un protocolo común y sencillo que comienza con el diseño de un transecto. Los transectos se componen de distintos tramos en los que se equilibran distancias y una representación de los hábitats presentes en el archipiélago, para hacer que las observaciones sean representativas del mismo. Un grupo de 15 voluntarios, se reparten los censos en las islas principales del parque nacional en temporada de vuelo de estos insectos, que suele ir desde el mes de marzo a septiembre-octubre.

En cuanto a los datos, en tan sólo 5 años de censos se han recogido más de 15.000 observaciones, con una media de 8-10 visitas a cada isla por temporada. Hemos citado nuevas especies para el parque como *Apatura illia* en Cortegada o *Argynnis pandora* en Monteagudo, Cortegada y Sálvora, y añadido nuevas citas de especies por islas.

Aunque pueda ser temprano para hablar de tendencias poblacionales, los datos recogidos empiezan a indicar a dónde dirigir nuestra atención: la abundancia

de las poblaciones de algunas especies incitan a estudios científicos más profundos. También se han constatado alteraciones en las poblaciones de algunas especies de mariposas por cambios moderados en los hábitats, o que las islas son lugares de paso tanto en migraciones largas como parciales para algunas especies de mariposas.

Sin duda censar en el Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia, pese a cualquier dificultad y lejos de presentarse monótono, está dando unos resultados asombrosos. Y los datos recogidos ayudarán a gestionar este espacio protegido para que sea garantía de protección de los ecosistemas, algo necesario frente al impacto global de la pérdida de biodiversidad.



## Seguimiento de microplásticos en la playa de Rodas

**María Plaza Arroyo y José Luis Buceta Miller**  
Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEDEX).



Las basuras marinas son un problema global que afecta a todos los océanos del mundo, como resultado de malas prácticas en la gestión de residuos sólidos y de comportamientos humanos indiscriminados. Estas basuras se componen de una amplia gama de materiales, siendo la basura de plástico el tipo más abundante. Entre esta fracción plástica destacan los microplásticos, denominados así por su tamaño, inferior a 5 mm, que pueden proceder de diversas fuentes, denominándose primarios a los fabricados con ese tamaño para su uso directo, y secundarios a los que resultan de la fragmentación de plásticos de mayor tamaño como consecuencia de la exposición a la luz solar y otros procesos físico-químicos.

La Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (2008/56/EC) tiene por objetivo lograr o mantener un Buen Estado Ambiental del medio marino, siendo las basuras marinas un indicador de este estado (Descriptor 10). Para caracterizar este descriptor, el indicador 10.1.3 hace referencia a la presencia de microbasuras en todos los ambientes del medio marino, siendo los microplásticos el factor más significativo dentro de este indicador.

Desde 2015, la actual Dirección General de la Costa y el Mar (DGCM), con el apoyo del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, ha trabajado en el seguimiento de micropartículas en playas dentro de los Programas de Seguimiento de las estrategias marinas (subprograma BM-6). Este subprograma comenzó en octubre de 2016, contando actualmente con una red de muestreo integrada por 14 playas en toda España, entre las que se encuentra la playa de Rodas (Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia).

Desde 2016 se han llevado a cabo en esta playa cada año dos campañas semestrales (en primavera y otoño). Los muestreos se realizan en la posición de la última pleamar, con un marco de 50 x 50 cm en el que se retira la capa superficial de arena de 1 cm de espesor, por personal propio del parque, siguiendo las indicaciones del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, organismo responsable de la ejecución del subprograma, y que estuvo presente en otoño de 2016. Las muestras son procesadas y analizadas en el Laboratorio de Calidad del Medio Marino del CEDEX, siguiendo un protocolo de análisis desarrollado por este mismo Laboratorio en 2015 a partir de las metodologías recomendadas por el Sub-grupo Técnico de Basuras Marinas (TG-ML) de la Unión Europea.

La figura 1 muestra la concentración media (en partículas/kg) encontrada en las diversas playas estudiadas desde el inicio del subprograma. En ella, destacan las concentraciones muy elevadas detectadas en la playa de El Ámbar (LAM, Lanzarote), muestreada por primera vez

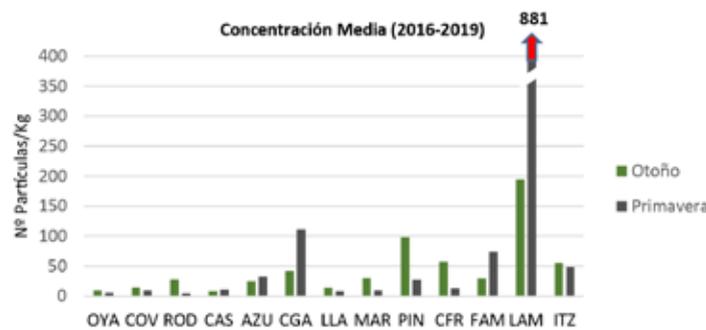


Figura 1: Concentración media de N° partículas/kg por playa y estación

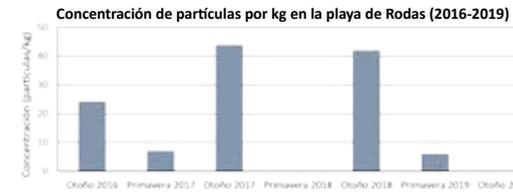


Figura 2: Concentración de microplásticos (partículas/kg) encontrada en la playa de Rodas en las diferentes campañas (2016-2019)

en 2019, con hasta 881 partículas/kg de arena, seguida por Cabo de Gata (CGA, Almería), La Pineda (PIN, Tarragona) y Famara (FAM, Lanzarote). Las concentraciones encontradas en la playa de Rodas están muy por debajo de los valores de El Ámbar, pero las del otoño no quedan lejos de Cabo de Gata, Pineda o Famara, con una media de 27,5 partículas/kg en las tres campañas realizadas hasta 2019 (figura 2). En esta última figura puede observarse la variabilidad en la concentración, que oscila entre 0 y 44 partículas/kg.

Además de la concentración total de microplásticos, el programa de seguimiento incluye la determinación de otra información complementaria como el tamaño de cada partícula, su forma y su color. El panel izquierdo de la figura 3 representa los resultados obtenidos en toda España para todas las partículas contabilizadas desde 2016 (algo más de 11.000), donde se observa que la clase de tamaño más frecuente es la inferior a 200 µm, con aproximadamente un 43% del total.

Para el resto de clases de tamaño, y aun a pesar de las importantes concentraciones de pellets pre-producción detectadas ocasionalmente en algunas playas, las diferencias no son demasiado significativas, distribuyéndose las partículas de manera homogénea. En el caso de la playa de Rodas (panel derecho de la figura 3) también se destaca la predominancia de partículas inferiores a 200 µm y la práctica ausencia de tamaños superiores a 1 mm, fracción correspondiente a los pellets de pre-producción industrial, que en efecto apenas se han recogido durante los muestreos de Rodas.

Respecto a la distribución por tipo de partícula encontrada a lo largo de todas las campañas que se han llevado a cabo en la playa de Rodas, en el 60% de los casos se trata de fragmentos granulares, y en el 38% se trata de fibras o filamentos.

Por último y en cuanto a las tendencias observadas, todavía es escaso el número de datos recopilados, sin que se observe por el momento ninguna tendencia significativa, por lo que se considera recomendable continuar con este seguimiento. En este contexto, cabe destacar el esfuerzo que está realizando la DGCM con el apoyo del CEDEX en el seguimiento de los microplásticos en las playas de nuestro litoral, siendo España uno de los pocos países de Europa que tiene implementado este seguimiento rutinario en playas.

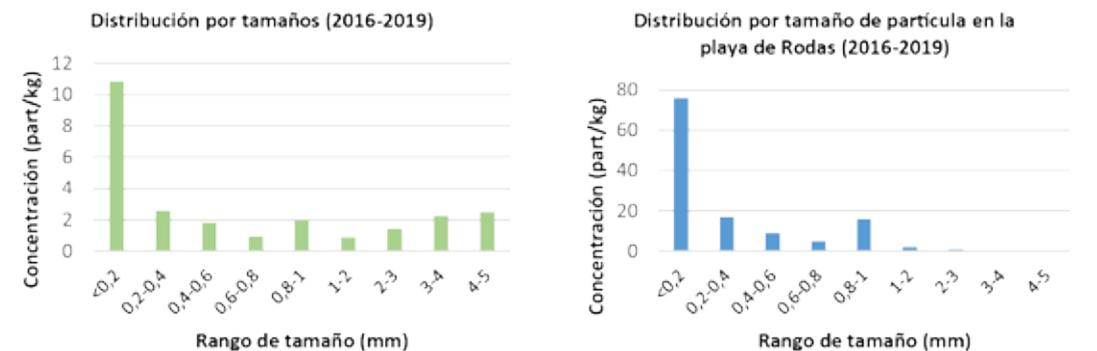


Figura 3. Concentración media según tamaño de partícula para todas las muestras analizadas en el período 2016-2019 en las playas españolas (izquierda) y la playa de Rodas (derecha)



## Seguimiento de Contaminantes Orgánicos Persistentes en huevos de gaviota patiamarilla del Parque Nacional de Islas Atlánticas

**Silvia Lacorte, Pere Colomer-Vidal y Pablo Zapata**

*Departamento de Química Ambiental, IDAEA-CSIC, Barcelona.*

**Albert Bertolero**

*Associació Ornitològica Picapall de les Terres de l'Ebre, Amposta.*

**Francisco Javier Santos**

*Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Universidad de Barcelona, Barcelona.*

**Vicente Piorno y José Fernandez-Bouzas**

*Parque Nacional de Islas Atlánticas de Galicia.*

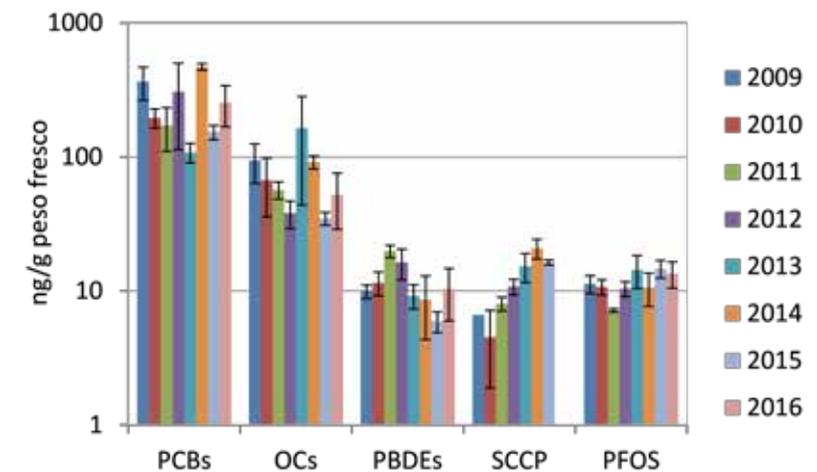
Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) son compuestos persistentes, con capacidad de bioacumularse y biomagnificarse a lo largo de las cadenas tróficas y presentan una elevada toxicidad. Están regulados por el Convenio de Estocolmo, que tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente a través de la implementación de programas de monitorización y control.

En el 2009 iniciamos una colaboración con el Parque Nacional de Islas Atlánticas de Galicia con el fin de investigar la contaminación por COPs utilizando los huevos de gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) como bioindicador, concretamente recolectando huevos frescos en las colonias de Cíes, Ons y Sálvora. Ante nuestra sorpresa, todas las muestras contenían elevadas concentraciones de bifenilos policlorados (PCBs) y pesticidas organoclorados (DDTs, dieldrin y lindano, entre otros), y niveles traza de retardantes de llama bromados de la familia de los polibromodifenil éteres (PBDEs), de parafinas cloradas de cadena corta (SCCPs), dioxinas y furanos, y compuestos perfluorados (PFAS). Su presencia estaba asociada al uso indiscriminado de estas sustancias y su vertido al medio durante las décadas de los años '70 hasta su prohibición entre los años 1990 y 2000. En este momento, surgió la oportunidad de solicitar un proyecto en la convocatoria de Organismo Autónomo Parques Nacionales. Gracias a los proyectos 2009/038 y 2012/768 de este organismo, desde el 2009 y de forma altruista hasta la actualidad hemos iniciado una red de seguimiento anual de los niveles de todos los COPs legislados por el Convenio de Estocolmo en muestras de gaviota de Cíes, Ons y Sálvora con el fin de evaluar la presencia, evolución e impacto de estos contaminantes y proponer medidas de actuación para la conservación de espacios naturales protegidos.

Actualmente se dispone de datos de una serie continua de 12 años (2009-2020). Los resultados demuestran que los huevos de gaviota son excelentes bioindicadores de la contaminación producida por COPs. Los PCBs constituyen el 70% del total de contaminantes debido a su elevado uso en la década de los '70 en fluidos de transformadores y condensadores eléctricos y como aditivos en muchos productos industriales. En segundo lugar se detectan los pesticidas organoclorados (20% del total de contaminantes detectados), siendo el DDE el compuesto más abundante atribuido al uso de DDT en actividades agrícolas y fumigaciones en la zona. Los PBDEs, las SCCP y los PFOS re-

presentan cada familia el 3% del total de contaminantes. Se ha encontrado que todas las muestras analizadas estaban contaminadas, lo que demuestra que el Parque Nacional de Islas Atlánticas está actualmente afectado por el uso histórico de estas sustancias recalcitrantes de difícil eliminación. Durante el periodo 2009-2016 (Figura 1) se observa una estabilidad en los niveles de todos los COPs excepto para las SCCPs, cuya concentración aumenta significativamente. La presencia de SCCPs se puede atribuir a su uso creciente como retardantes de llama (en sustitución de los PBDEs) y plastificantes, así como aditivos en muchos fluidos industriales (en sustitución a los PCBs). La restricción en el uso de PCBs, OCs y PBDEs explica que las concentraciones detectadas no aumentan con el tiempo y esperamos que en algún momento los niveles presenten una tendencia a la baja. En relación a los PFOS, se observa que no hay diferencias significativas ni entre las 3 colonias ni a lo largo del periodo estudiado, lo que indica unos niveles basales de contaminación atribuidos al extenso uso de estos compuestos en espumas contra incendios, en la producción de teflón y masivamente en material de montaña y senderismo, como botas y prendas impermeables. Todos estos compuestos son bioacumulables, hecho que provoca efectos nocivos agudos y también a largo plazo ya que son teratogénicos, neurotóxicos y pueden afectar a nivel de hormonas tiroideas y reproductoras.

El protocolo de muestreo no invasivo y el método analítico desarrollado y validado ha permitido implementar de forma sistemática un sistema de seguimiento de más de 80 COPs incluidos en el convenio de Estocolmo. A lo largo de estos 12 años de fructífera colaboración con personal del Parque Nacional de Islas Atlánticas de Galicia hemos podido constatar que la contaminación por COPs es aún vigente incluso en zonas con elevado nivel de protección y que es necesario aunar esfuerzos para identificar las fuentes de contaminación y proponer herramientas de gestión efectivas ante la contaminación ambiental. Asimismo, hemos generado un valioso banco de muestras que nos puede proporcionar información retrospectiva de otras familias de contaminantes. El objetivo es continuar con los muestreos para tener una serie completa que permita identificar la distribución geográfica de los COPs, las principales fuentes de contaminación y las tendencias temporales a largo plazo (>10 años).



Concentración media de cada familia de COPs a lo largo del periodo 2009-2016 (n=3) en el Parque Nacional de Islas Atlánticas de Galicia.



## Seguimiento de ictiofauna mediante telemetría acústica

**Alexandre Alonso Fernández y Gonzalo Mucientes Sandoval**  
Grupo de Ecología Pesquera-Instituto de Investigaciones Marinas-CSIC.



El Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (PNMTIAG) se encuentra situado en una de las zonas de mayor productividad de la costa gallega, con una elevada actividad socioeconómica relacionada con la pesca. Un objetivo prioritario del PNMTIAG, y del resto de parques de ámbito marino de la Red Nacional, es la conservación de la biodiversidad marina, y en particular de especies vulnerables y con baja resiliencia, dentro de sus límites, y por extensión en su área de influencia compatibilizando tanto la conservación de los valores naturales y ambientales del parque como el uso sostenible del patrimonio ambiental marino promoviendo la gestión integral del ecosistema.

Los animales se mueven por diferentes motivos como la búsqueda de alimento, evitar depredadores, comportamiento reproductivo, búsqueda de refugio, etc. A través de estos movimientos, muchos de ellos con un patrón estacional, se produce un transporte de nutrientes, biomasa y energía a través de distintos hábitats e incluso entre ecosistemas. A su vez, estos movimientos están directa o indirectamente afectados por variaciones en las condiciones medioambientales y el estado fisiológico, endocrino y energético del individuo. Todo esto determina en último término la estructura de las poblaciones y de los ecosistemas, manteniendo la función de los mismos y su productividad. En este sentido, entender y cuantificar los patrones espacio-temporales de movimiento y distribución, su afinidad por los diferentes tipos de hábitat y su relación con la variabilidad ambiental es de gran importancia para la correcta caracterización, evaluación y monitorización de las especies que habitan en un área de especial consideración como un parque nacional en un contexto de cambio global. Toda esta información debe ser considerada a la hora de diseñar la estrategia de gestión más adecuada.

El proyecto TAC, monitoreo con Telemetría Acústica del Comportamiento de especies costeras y evaluación de la protección ejercida por un área marina protegida, con la colaboración de la Fundación Biodiversidad a través del Programa pleamar cofinanciado por el FEMP y con la colaboración del PNMTIAG, se basa en la aplicación de técnicas de telemetría acústica para el seguimiento del movimiento y comportamiento de especies de peces costeros en el entorno del archipiélago de las Islas Cíes. A través de este proyecto se ha establecido una red fija de observación del comportamiento y movimiento de organismos marinos en el PNMTIAG convirtiéndolo en un laboratorio de experimentación natural único. Esta red formará parte de la iniciativa de investigación europea European Tracking Network (ETN, <http://www.european-trackingnetwork.org/>), que aglutina las redes acústicas del continente y facilita el acceso a los datos generados.

El alto tiempo de residencia en zonas relativamente pequeñas es un comportamiento típico entre los peces asociados a los arrecifes y se ha documentado para muchas familias de peces diferentes. Los resultados del proyecto TAC confirman el comportamiento sedentario de la maragota, *Labrus bergylta*, ya sugerido en estudios previos. Además, se han documentado por primera vez tiempos de residencia prolongados durante los meses de verano para la raya mosaico, *Raja undulata*. Mientras que *L. bergylta* permanece en la zona de estudio durante todo el año, los estudios realizados en el parque indican una presencia con un marcado carácter

estacional para la *R. undulata*. Estos hallazgos tienen fuertes implicaciones en cuanto al papel que puede jugar el PNMTIAG en aspectos relacionados con la protección espacial para estas especies.

Ambas especies (*L. bergylta* y *R. undulata*), de interés comercial para la flota artesanal, tienen hábitats bien definidos de uso del espacio. Por un lado la maragota limita sus movimientos a los arrecifes rocosos mientras que la raya mosaico hace un uso más extenso de los fondos arenosos y mixtos. Además, las maragotas muestran un rango de movimientos pequeño mostrando incluso comportamientos territoriales muy marcados en determinadas épocas del año, coincidiendo con su periodo reproductivo. En cuanto a *R. undulata*, los trabajos del proyecto TAC han identificado un área de agregación para esta especie en una zona muy concreta del parque por la cual muestran una clara fidelidad desde finales de primavera a principios de otoño, información de gran valor para la gestión de este recurso. Los resultados del presente trabajo sugieren que el PNMTIAG (Islas Cíes en concreto) podría jugar un papel importante dentro del ciclo vital de la *R. undulata*.

Esta red fija de monitoreo ha supuesto una oportunidad única para entender el papel que el archipiélago juega en la ecología espacial de algunas de las especies de peces costeros más emblemáticos de los fondos gallegos.

## Nuevas tecnologías de detección remota para el cartografiado y gestión de la biodiversidad en áreas marinas protegidas: Las Islas Cíes como laboratorio de prueba

**Marta Román, Jesús S. Troncoso, Elsa Vázquez y Celia Olabarria**  
Departamento de Ecología e Biología Animal, Facultad de Ciencias do Mar, Universidade de Vigo.  
Centro de Investigación Mariña (CIM)-Vigo.  
**Juan Luis Rodríguez-Somoza y Pedro Arias**  
CINTECX, Applied Geotechnologies Research Group-Vigo.



Las macroalgas proporcionan importantes servicios ecosistémicos, como alimento y hábitat a diversas especies marinas, el secuestro de carbono, la regulación del cambio del pH oceánico, o la oxigenación del medio marino. Sin embargo, las macroalgas están amenazadas por el calentamiento global, que implica incrementos en la temperatura global y el aumento en la intensidad y la frecuencia de las olas de calor. En el norte de la península ibérica, los incrementos de la temperatura del agua en las últimas décadas se han relacionado con descensos en su abundancia y distribución. Los efectos negativos del calentamiento del agua en las macroalgas intermareales pueden verse acentuados durante la bajamar, cuando la exposición a altas temperaturas e intensa luz solar son críticos para su fisiología y supervivencia, especialmente si ocurren episodios de olas de calor cuando la bajamar coincide con las horas del mediodía durante el verano.

Para determinar si el calentamiento global está afectando a la distribución de las macroalgas en el Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (PNMTIAG) es necesario conocer su distribución actual y hacer un seguimiento temporal, esfuerzos que pueden optimizarse con el uso de técnicas de detección remota.



El objetivo general del proyecto Alganat2000 fue contribuir a la gestión sostenible de áreas marinas protegidas con actividad pesquera y al seguimiento y mantenimiento de la biodiversidad marina, a través del desarrollo de nuevas metodologías que permitan el cartografiado de las macroalgas y la evaluación de su estado fisiológico y de conservación.

El proyecto se llevó a cabo en la zona intermareal rocosa del archipiélago de las Islas Cíes, perteneciente al PNM-TIAG. Se seleccionaron como especies objeto de estudio aquellas más abundantes en la zona intermareal: *Asparagopsis armata*, *Bifurcaria bifurcata*, *Colpomenia peregrina*, *Cystoseira tamariscifolia*, *Sacchoriza polyschides*, *Sargassum muticum*, *Ulva spp.* y *Codium spp.*

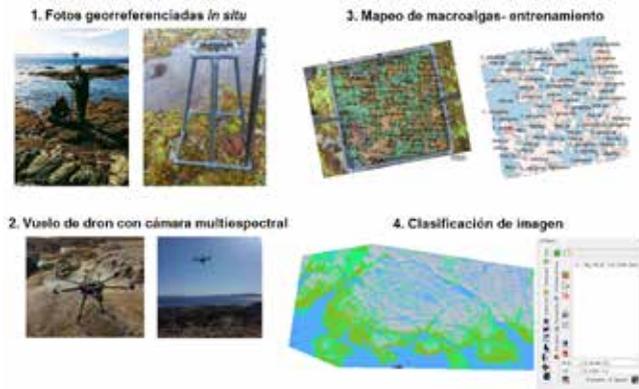


Figura 1. Metodología de campo (1, 2) y de gabinete (3, 4) empleada para la creación del clasificador espacial semi-automático.

Para crear el clasificador de cobertura espacial de macroalgas se tomaron datos entre junio y octubre de 2019, con el fin de abarcar las diferentes fases de su desarrollo. El equipo del proyecto tomó fotografías de la cobertura de las macroalgas en el intermareal y georreferenció su posición. Además se realizaron vuelos con un vehículo aéreo no tripulado (UAV) equipado con una cámara multispectral. Posteriormente, las especies de macroalgas se clasificaron en las fotografías georreferenciadas y las imágenes multispectrales obtenidas con UAV se usaron para entrenar el clasificador semiautomático (Fig. 1).

Con el fin de difundir nuestros resultados, se desarrolló un visor de clasificación en línea (SIGWEB), que muestra la cobertura de las macroalgas con los datos tomados por la cámara multispectral del UAV. Esta herramienta permite obtener de forma remota información sobre la cobertura de macroalgas de la zona estudiada y está disponible en: <http://193.147.83.216/alganat/map.phtml> (Fig. 2).

Los resultados de nuestro estudio indicaron que el método de clasificación semiautomática muestra un buen desempeño para la identificación rápida a gran escala de la cobertura de las macroalgas en la zona intermareal. Por otra parte, se llevó a cabo un experimento complementario de laboratorio en el que se evaluó el efecto del incremento de la temperatura del aire en bajar y de la temperatura del agua en la eficiencia fotosintética, el crecimiento y la mortalidad de las macroalgas. Se observó que el incremento de la temperatura del aire fue crítico para el buen funcionamiento fisiológico y la supervivencia de las tres especies estudiadas, mientras que los efectos del incremento de la temperatura del agua fueron sub-letales.

En conclusión, el incremento de la temperatura del aire es crítico para las macroalgas intermareales. Los resultados indican que, si hay un incremento en la intensidad de las olas de calor, la distribución y la abundancia de estas macroalgas pueden verse afectadas, y enfatizan la necesidad de monitorizar sus poblaciones.

La herramienta de clasificación desarrollada (SIGWEB) debe ser alimentada con nuevos datos. En estudios futuros sería recomendable continuar con un registro continuado de la temperatura del aire y del agua, y la cobertura de las distintas macroalgas en el PNM-TIAG, para poner a disposición de los gestores de áreas marinas protegidas series temporales de datos que ayuden en la toma de decisiones para la adaptación al calentamiento global.



Figura 2. Visor SIGWEB del proyecto ALGANAT.

## Guía básica de aves marinas del Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia y de las Rías Baixas

Esta publicación trata de las 16 aves marinas que se observan con mayor frecuencia en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia y en su zona de influencia, las Rías Baixas. Sus colonias de cría han transformado la vegetación hasta el punto de que, sin ellas, el paisaje isleño sería muy distinto al actual.

El parque es muy importante para las aves marinas porque en sus islas nidifica una parte mayoritaria de las aves marinas del litoral atlántico ibérico. Además, el espacio maríti-

mo alrededor de las islas, y en general todas las Rías Baixas, conforman una zona de especial relevancia para otras especies que nos visitan durante sus migraciones o que se quedan por aquí a pasar el invierno.



Es muy difícil apreciar lo que no se conoce. Por eso, puede decirse que el principal objetivo de esta publicación es dar a conocer el fascinante mundo de las aves.

[https://cies.gal/wp-content/uploads/guia\\_avesmarinas\\_es.pdf](https://cies.gal/wp-content/uploads/guia_avesmarinas_es.pdf)

## Mardeaves. Portal das aves mariñas das Rías Baixas.

Portal con la finalidad de recopilar y facilitar al público el conocimiento existente sobre las aves marinas en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia y su zona de influencia, las Rías Baixas.



abierto y listas para descargar en formato pdf. Además de tablas de datos con censos de poblaciones de aves marinas y otros datos de interés y una descripción de la biología y ecología de las especies de aves marinas más comunes en el parque nacional y Rías Baixas.

En él encontrarás un repositorio de publicaciones científicas y técnicas, muchas de ellas de acceso

<https://mardeaves.org/>

## Visor de escenarios de cambio climático. AdapteCCa.

Desarrollado en el marco del PNACC (Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático), este visor está orientado a facilitar el acceso para conocer, visualizar y descargar las proyecciones más actualizadas para el clima futuro de nuestro país.

Climático) en el marco de la iniciativa Escenarios PNACC y concretamente, de la colección de Escenarios PNACC 2017.

Aquí podrás consultar las proyecciones regionalizadas de cambio climático para España realizadas a partir de las proyecciones globales del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio



Los datos disponibles se nutren principalmente de dos fuentes: proyecciones puntuales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y proyecciones en rejilla procedentes de la iniciativa internacional Euro-CORDEX.

<http://escenarios.adaptecca.es>



## Boletín de la Red de Parques Nacionales. Lepidópteros diurnos: aprendiendo sobre el cambio global con las mariposas.

Con este número 63 del boletín de la Red de Parques Nacionales, primero que se edita en el año 2020, comienza un cambio de enfoque que hará que en las próximas ediciones los boletines se dediquen principalmente a temas monográficos relacionados con los trabajos que se realizan en los parques nacionales y en la Red.

En concreto, esta edición se centra en las mariposas, uno de los grupos de especies que tienen un papel más evidente como indicadores del cambio climático y del estado de conservación de los ecosistemas. Los contenidos de



esta publicación están muy relacionados con los objetivos de divulgación, conservación y seguimiento de los valores tan destacados de la Red de Parques Nacionales. De hecho, los artículos han sido escritos por los participantes en el IX seminario de seguimiento ecológico a largo plazo en la Red, que se celebró en el CENEAM (Valsaín) en septiembre de 2019 y se dedicó específicamente a las mariposas diurnas.

[https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/boletin/boletin\\_63\\_tcm30-507853.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/boletin/boletin_63_tcm30-507853.pdf)

## Boletín de la Red de Parques Nacionales. Conservación y seguimiento de anfibios en la Red de Parques Nacionales. Adaptándonos al cambio.

Los anfibios son el grupo de vertebrados más amenazado del planeta. De hecho, los últimos datos disponibles, indican que más de la mitad de las especies están amenazadas. Se trata, además, de un fenómeno global que afecta a todo el planeta, y que tiene incluso lugar en espacios en principio bien conservados, como son los Parques Nacionales. Las principales amenazas que se ciernen sobre ellos son la pérdida, degradación y fragmentación de su hábitat, las enfermedades emergentes, las especies exóticas invasoras, la contaminación, el aumento de la radiación ultravioleta, su explotación y comercio y, cómo no, el cambio climático.

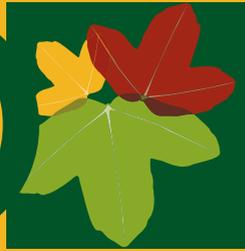


Según los datos recopilados en 2015, en la Red de Parques Nacionales están presentes 27 especies de anfibios. Esta diversidad, unida al carácter especial de los Parques Nacionales desde el punto de vista de su protección, hace de la Red un marco muy adecuado para establecer un programa de seguimiento a largo plazo, que permita obtener información de las distintas especies, no solo en cada parque nacional, sino en toda la red.

[https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/boletin/boletin\\_64\\_anfibios\\_tcm30-510343.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/boletin/boletin_64_anfibios_tcm30-510343.pdf)



REDD



cambio global