

# RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EN EL ESPACIO NATURAL DE DOÑANA 2009

Oficina de Coordinación de la Investigación  
Estación Biológica de Doñana  
CSIC



Sevilla, Marzo 2010

**RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EN EL  
ESPACIO NATURAL DE DOÑANA  
2009**

**Oficina de Coordinación de la Investigación  
Estación Biológica de Doñana  
CSIC**

*Fernando Hiraldo Cano*  
Coordinador de la Investigación

*Guyonne Janss*  
Responsable de la Oficina de Coordinación

*Begoña Arrizabalaga Arrizabalaga*  
Gestión de proyectos

*Rocío Astasio López*  
*Rosa Rodríguez Manzano*  
*Miguel Ángel Bravo Utrera*  
Seguimiento de proyectos

La ilustración de la portada procede del libro  
*Hermann Adolph Köhler. 1887. Köhler's Medizinal-Pflanzen in  
naturgetreuen Abbildungen mit kurz erläuterndem. Atlas zur  
Pharmacopoea germanica, austriaca, belgica, danica, helvetica,  
hungarica, rossica, suecica, neerlandica, british pharmacopoeia, zum  
Codex medicamentarius, sowie zur Pharmacopoeia of the United States  
of America, 1. edition, volume 2, plate 152.*

## ÍNDICE

1. Resumen de la actividad investigadora .....	3
2. Lista de proyectos y prospecciones.....	11
ANEXO 1. Resultados de los proyectos y prospecciones .....	18
ANEXO 2. Publicaciones e informes .....	152
ANEXO 3. Tesis.....	162
ANEXO 4. Congresos, reuniones, seminarios.....	164

## 1. Resumen de la actividad investigadora

- Proyectos

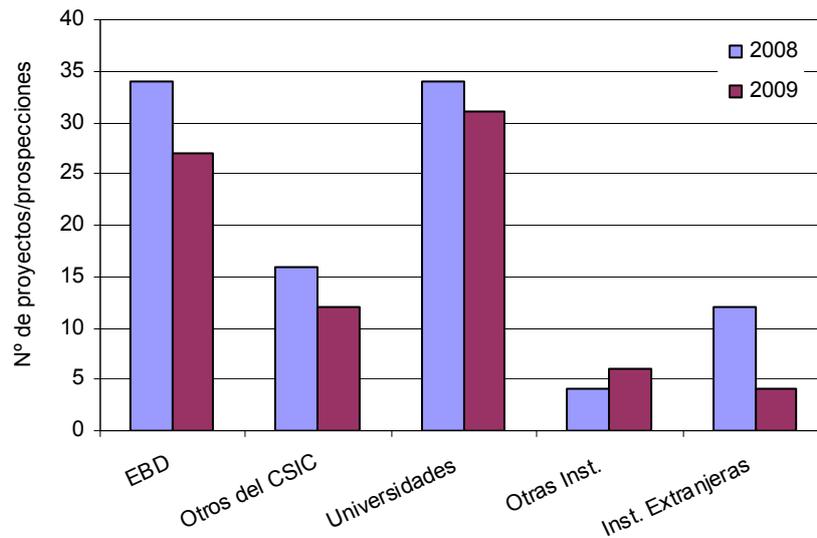
A lo largo del año 2009 han estado vigentes 69 proyectos de investigación, 5 proyectos de seguimiento y 6 prospecciones, lo que hace un total de 80 investigaciones (Anexo 1). De estas investigaciones, 38 no están incluidas en el informe de objetivos correspondientes año 2009, 8 de ellas porque son prórrogas de proyectos que deberían haber finalizado en 2008 (4/2005, 22/2007, 15/2007, 28/2007, 38/2007, 42/2007, 2/2008, 17/2008) y 30 porque fueron presentadas con posterioridad a la aprobación del mencionado informe (27/2008, 1 al 4/2009 y 6 al 24/2009; 31/2009; 33/2009; 35/2009; 36/2009; 41/2009; 46/2009).

Durante este año, la Comisión de Trabajo de Investigación del Consejo de Participación del Espacio Natural de Doñana se reunió en 3 ocasiones (19/03/2009; 07/07/2009; 25/11/2009) para discutir e informar las nuevas propuestas presentadas así como otros temas relacionados con la investigación. La última reunión fue celebrada en la Reserva Biológica de Doñana (CSIC).

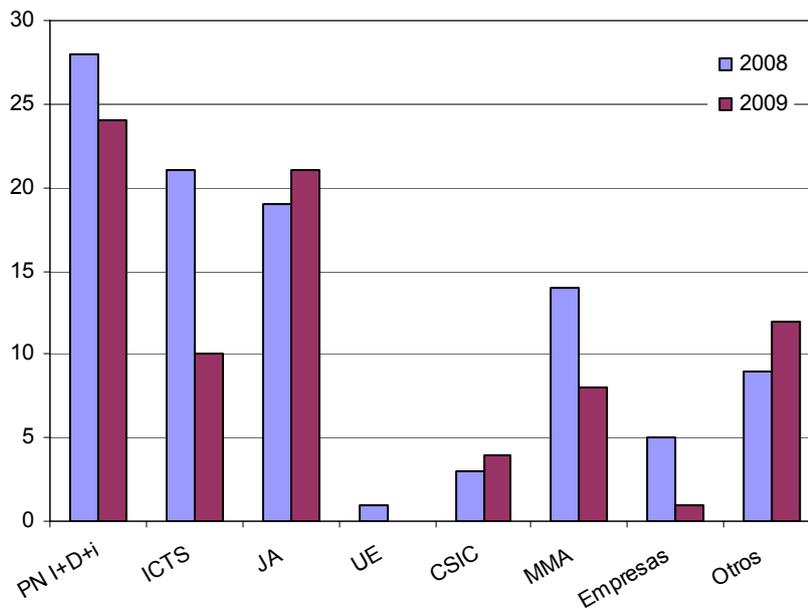
Atendiendo al realizador, los proyectos presentan una distribución similar a la del año anterior: el 49% de los proyectos y prospecciones han sido dirigidos por investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (34% pertenecientes a la EBD), el 39% por investigadores de diversas universidades españolas, el 5% por investigadores extranjeros, y el 7% por investigadores pertenecientes a otros OPIs o instituciones (Fig. 1).

En la figura 2 se representan los proyectos agrupados según la entidad financiadora. La mayoría de los proyectos (30%) fueron financiados por el Plan Nacional (Ministerio de Ciencia e Innovación). En segundo lugar figuran los proyectos financiados por la Junta de Andalucía (26%). Otras dos entidades financiadoras relevantes de los proyectos de investigación han sido el Ministerio de Ciencia e Innovación el Ministerio a través de los fondos que pone a disposición de investigadores para realizar estudios en las ICTS españolas y el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. El número de proyectos financiados por los fondos para la ICTS, Infraestructura Científica y Tecnológica Singular - Reserva Biológica de Doñana, ha sido más bajo que el año pasado al no salir la nueva convocatoria de ayudas hasta septiembre de 2009. Se han presentado un total de 27 propuestas a dicha convocatoria, de las cuales han sido seleccionadas 22 para ser financiadas con las ayudas del Ministerio.

De las 80 investigaciones vigentes en 2009, 44 se realizaron en el Parque Nacional, 1 en el Parque Natural, y 35 incluyeron en su área de estudio ambos espacios protegidos. En las tablas 1 y 2 se exponen los proyectos y prospecciones agrupados según las líneas prioritarias establecidas en sendos PRUG. Como puede observarse la mayoría de los proyectos realizados en el Parque Nacional se refieren a estudios biológicos de especies de interés, por el contrario sólo se registra 1 proyecto en el área sociocultural y educativa. En el Parque Natural las líneas "base para el diseño de una red de corredores ecológicos", "valoración y percepción de la gestión por la población de la comarca", y "estudio de las potencialidades y oportunidades de aprovechamiento de energías renovables", aparecen desiertas, y 18 proyectos no se encuadran en ninguna de las líneas prioritarias.



**Figura 1.** Proyectos y prospecciones vigentes en los años 2008 y 2009 agrupados según el organismo realizador.



**Figura 2.** Proyectos y prospecciones vigentes en los años 2008 y 2009 agrupados según la entidad financiadora. PN I+D+i = Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico. ICTS = Infraestructura Científico y Técnica Singular. JA = Junta de Andalucía. UE = Unión Europea. CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas. MMA = Ministerio de Medio Ambiente.

**Tabla 1.** Proyectos agrupados según las líneas principales de trabajo establecidas en el PRUG del Parque Nacional de Doñana (Decreto 48/2004, BOJA núm. 44: 5.517-5.580).

<b>LÍNEAS PRINCIPALES DE TRABAJO</b>	<b>Nº PROYECTOS</b>
<b>1. Investigación básica para mejorar el conocimiento de las especies y de los ecosistemas del parque y de las dinámicas que los caracterizan.</b>	<b>Total 25</b>
<b>2. Investigación aplicada para dar respuesta a los problemas que plantea la gestión del Parque, con las siguientes líneas de trabajo prioritarias:</b>	<b>Total 54</b>
a) Elaboración de un modelo hidráulico de la marisma y un modelo hidrogeológico del acuífero, que incluya el análisis de los procesos de sedimentación y de transporte y permita el desarrollo de medidas de gestión.	5
b) Distribución y evolución de la salinidad del agua subterránea en el contacto acuífero libre-marisma y de las aguas congénitas del acuífero confinado bajo la marisma.	
c) Funcionamiento de los distintos tipos de humedales y su relación hidrogeológica con el acuífero de Doñana.	3
d) Contaminación de las aguas subterráneas por actividades antrópicas.	
e) Dinámica de los metales pesados en los suelos, aguas y biocenosis del Parque Nacional, en particular para el caso de la marisma.	
f) Realización de un inventario y dinámica de la biodiversidad del Parque Nacional y su contribución a la biodiversidad nacional e internacional.	9
g) Estrategias y metodologías para la regeneración y restauración de formaciones vegetales y procesos asociados.	4
h) Estudios biológicos de especies de interés (amenazadas, clave, indicadoras y plaga) que sirvan de base para la gestión de sus poblaciones.	14
i) Efectos ecológicos de los elementos bióticos y abióticos introducidos en el Parque Nacional.	5
j) Control de poblaciones, particularmente en especies introducidas.	1
k) Aspectos funcionales de los ecosistemas y las relaciones ecológicas en Doñana: evolución histórica y situación actual.	9
l) Evaluación de la capacidad de carga del Parque para los distintos usos y aprovechamientos.	1
m) Búsqueda de parámetros que puedan ser usados como indicadores biológicos de cara a la integración en un programa de seguimiento con base en modelos predictivos.	3
<b>3. Investigación en áreas socioculturales y educativas, con las siguientes líneas de trabajo:</b>	<b>Total 1</b>
a) Antropología e interacciones del hombre y su entorno en el Parque Nacional.	0
b) Aspectos históricos y culturales que han contribuido en la formación del concepto Doñana.	0
c) Investigación social de los colectivos del entorno, de sus preferencias y demandas.	1
d) Calidad y eficiencia del sistema de uso público, tipología de visitantes y demanda e impacto de los programas de educación ambiental del entorno.	0
e) Aportación del Parque Nacional a los modelos de desarrollo sostenible del entorno.	0
f) Búsqueda de criterios ecológicos de sostenibilidad.	0
g) Impacto generado por las actividades humanas en el medio.	0

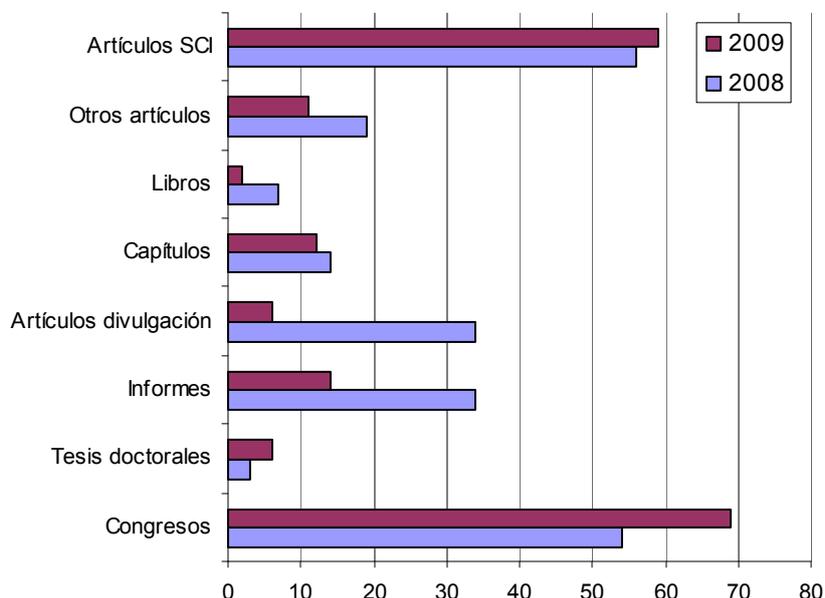
**Tabla 2.** Proyectos agrupados según las líneas prioritarias de investigación establecidas en el PRUG del Parque Natural de Doñana (Decreto 97/2005, BOJA núm. 105: 98-192).

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PRIORITARIAS	Nº PROYECTOS
Caracterización de procesos biofísicos clave	17
Cartografía ecológica	0
Base para el diseño de una red de corredores ecológicos	0
Valoración y percepción de la gestión por la población de la comarca	0
Estudio de las potencialidades y oportunidades de aprovechamiento de energías renovables	0
Otros	18

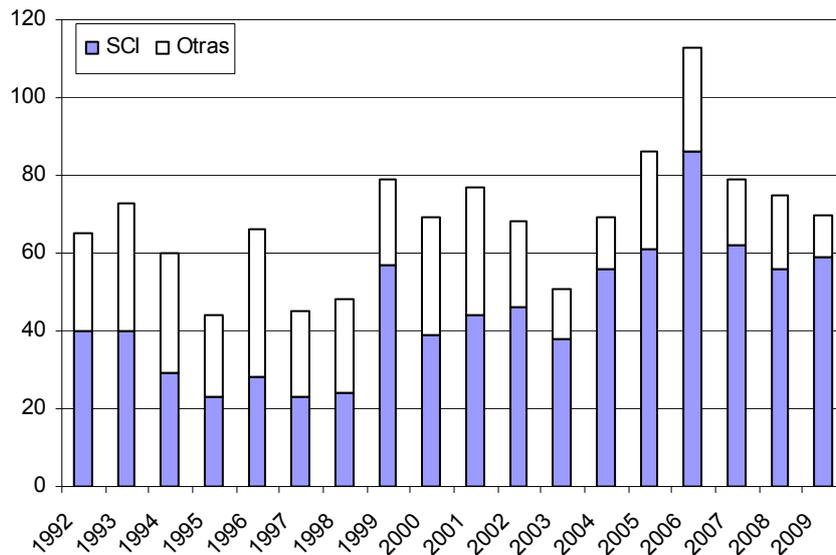
- Publicaciones, tesis y congresos

Atendiendo a la producción científica, a lo largo de este año se han generado al menos 70 publicaciones, 59 de ellas en revistas recogidas en el Science Citation Index (SCI). Además, se han leído 6 tesis doctorales y 4 de maestría. Por otra parte se han presentado 69 ponencias y póster en congresos científicos (fig. 3). En las figuras 4 y 5 se puede observar la evolución del número de publicaciones científicas a lo largo de los últimos años. En los anexos 2, 3 y 4 se relacionan todas las referencias bibliográficas, tesis y congresos correspondientes al año 2009.

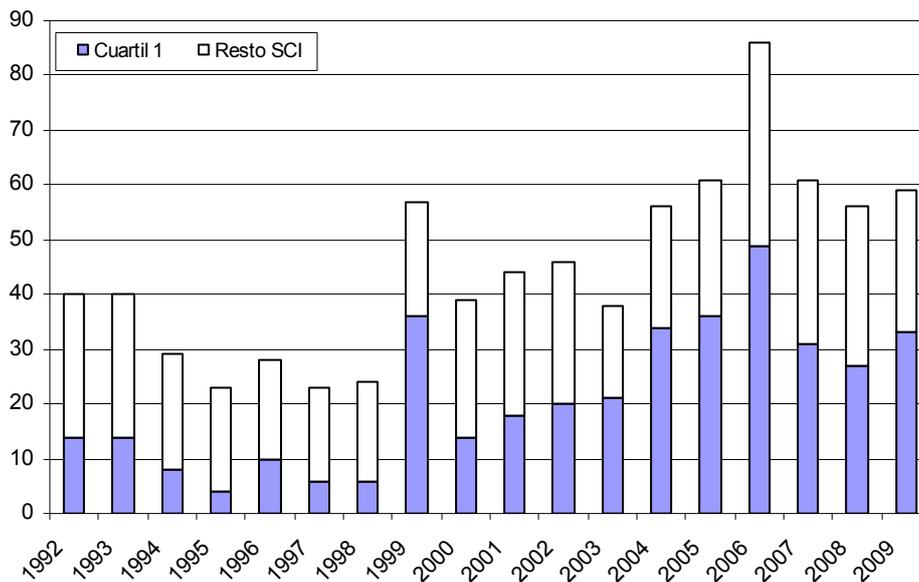
El listado de publicaciones se seguirá completando y actualizando de modo regular desde la Oficina de Coordinación de la Investigación de la Estación Biológica de Doñana (EBD) y está disponible en la página del centro (<http://www.ebd.csic.es/website1/PublicacionesParque/PublicParque.aspx>).



**Figura 3.** Publicaciones, informes y tesis producidas y participación en congresos (comunicaciones y póster) en los años 2008 y 2009.



**Figura 4.** Evolución del número de publicaciones científicas a lo largo de los últimos años, separando entre artículos publicados en revistas incluidas en el Science Citation Index (SCI) y los publicados en otras revistas.

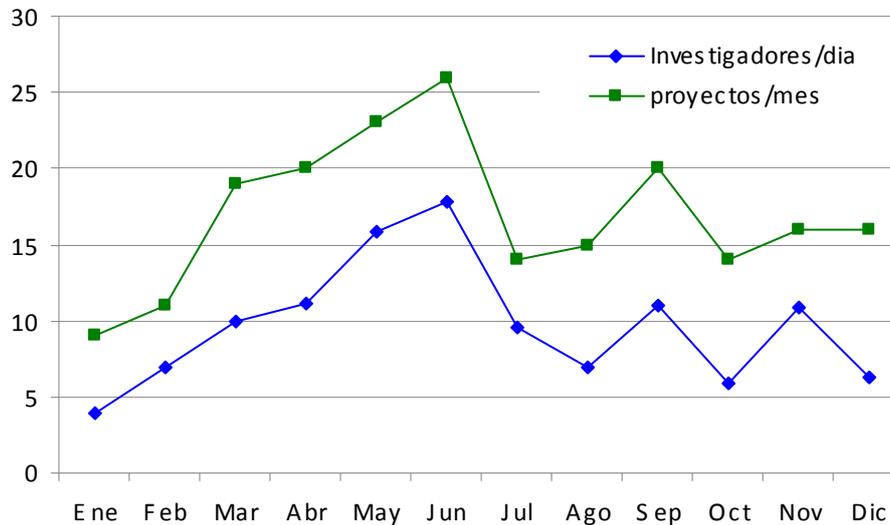


**Figura 5.** Evolución del número de artículos publicados en revistas recogidas en el SCI. En azul los publicados en revistas que se encuentran situadas en el primer cuartil de su apartado, cuando se ordenan según su índice de impacto.

- Análisis de la presencia científica en el Parque Nacional

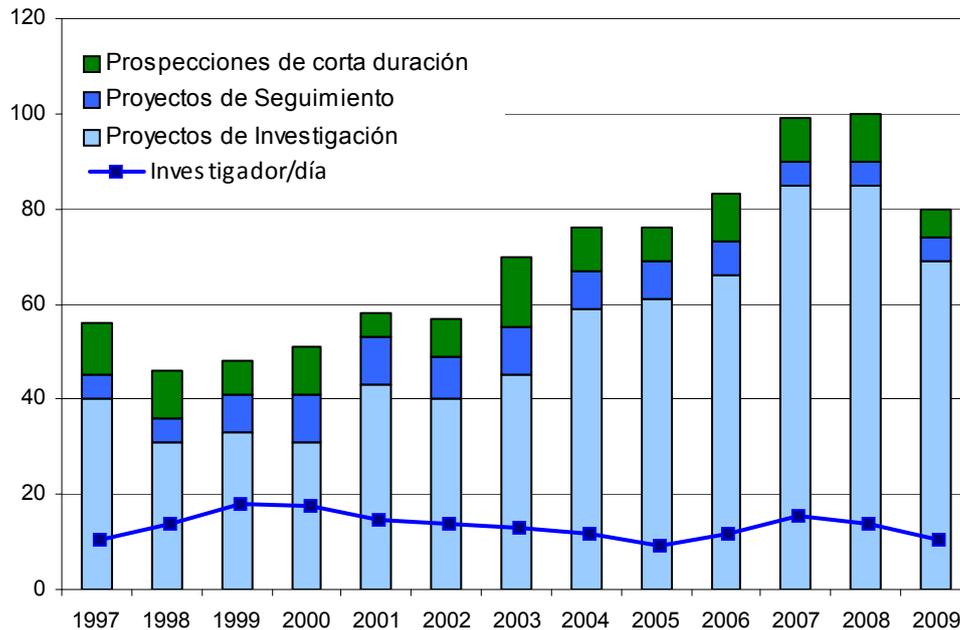
La información utilizada para la elaboración de este apartado procede del programa informático diseñado para poder automatizar el registro de peticiones de permisos de entrada a la Reserva Biológica de Doñana, con acceso on line (<http://www.ebd.csic.es/Website1/Reserva/Permisosgrupo.aspx>). Todos los investigadores con proyectos en vigor en el END gestionan a través de esta aplicación su permiso de entrada a la RBD y, en su caso, la reserva para alojamiento en el

Palacio. En los cálculos realizados no está incluido el personal del Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD ni tampoco investigadores que trabajan en otras zonas del Espacio y que, por lo tanto, no necesitan un permiso específico de entrada. Por ello hay que tener en cuenta que el dato que se presenta sirve para los análisis comparativos con años anteriores, pero subestima la carga real en el Espacio.

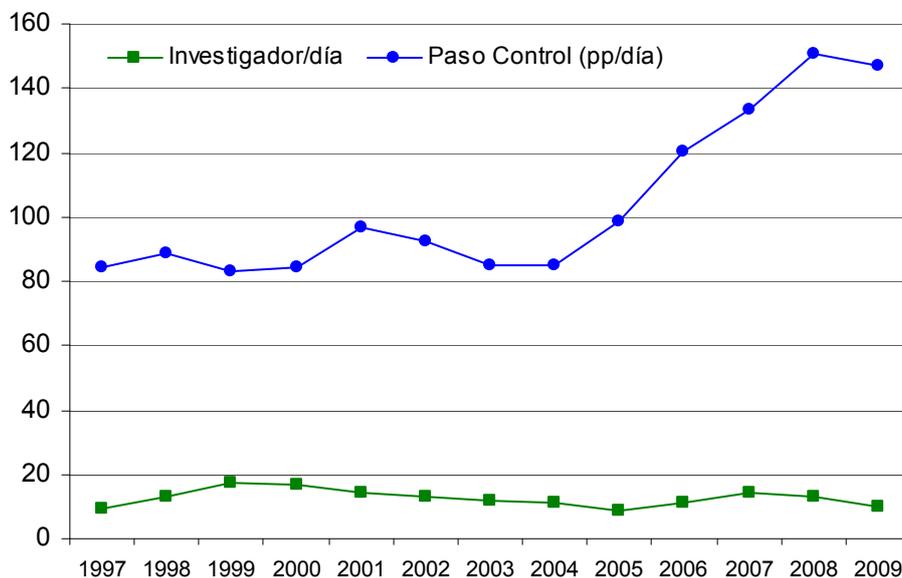


**Figura 6.** Presencia científica (nº medio de investigadores en la RBD por día y nº de proyectos ejecutándose en el campo por mes) en el Parque Nacional de Doñana durante el año 2009. La información utilizada proviene de la aplicación de registro de peticiones de acceso y alojamiento en la RBD (en estos cálculos no se incluye al personal adscrito al Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD).

Se estima que, a lo largo del año 2009, accedieron a la RBD un promedio de 9,7 investigadores/colaboradores por día, valor algo inferior al calculado para el año 2008 (12,9 investigadores/ayudantes), por lo que ha sido el segundo año consecutivo durante el cual ha bajado la presencia de investigadores en la RBD. A lo largo del año se observa un pico en el número de investigadores entre los meses de mayo y junio, y un mínimo en el mes de enero (Figura 6). Además de registrar una menor presencia de investigadores, por primera vez en más de 10 años, se observa también una reducción en el número de investigaciones ejecutándose simultáneamente en el Espacio Natural (Figura 7). Al mismo tiempo parece haberse estabilizado el número de personas que pasa a diario por el Control (acceso principal a la RBD; Figura 8), después de mostrar un importante incremento entre los años 2004 a 2008. Este registro incluye a todas las personas que acceden a la RBD (investigadores, gestores, técnicos del Espacio, etc.).

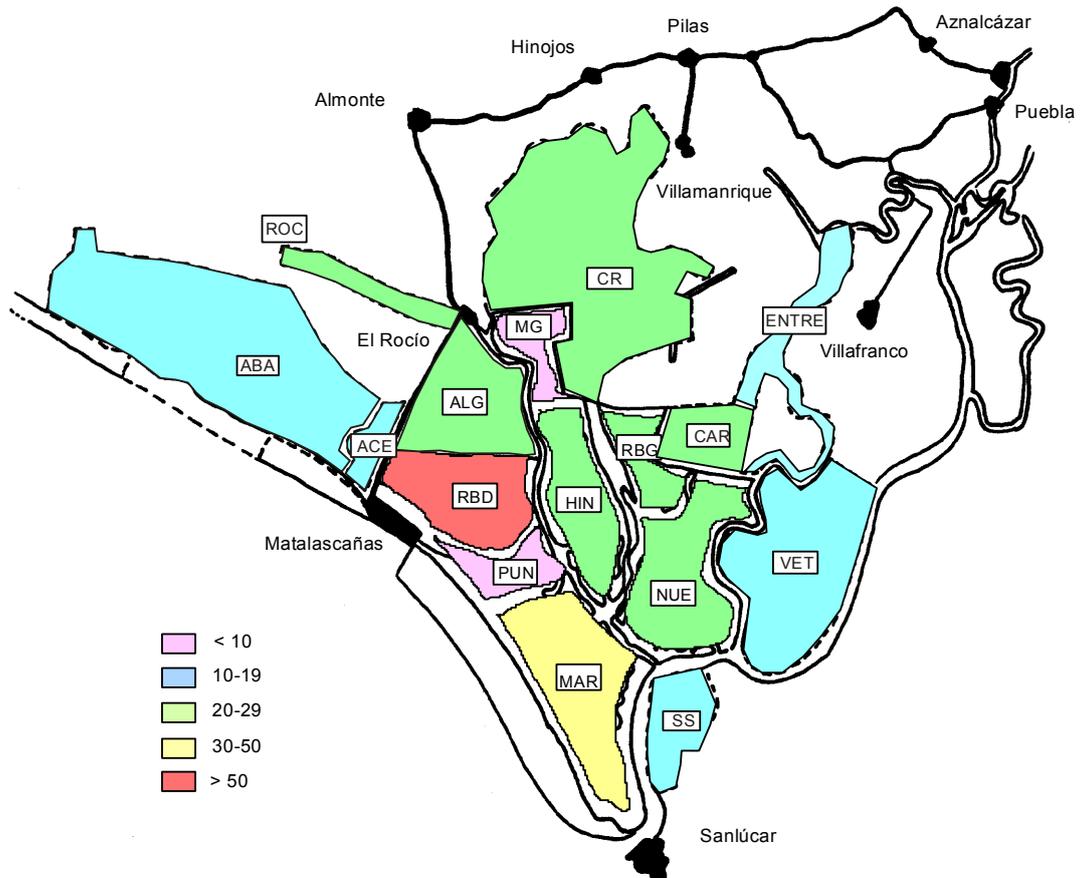


**Figura 7.** Evolución del número de proyectos de investigación, seguimiento, prospecciones, y promedio de investigadores a lo largo de los últimos años (dato investigador/día del 2002: extrapolado).



**Figura 8.** Evolución del número promedio de investigadores a lo largo de los últimos años (dato 2002: extrapolado) y del promedio de personas que pasan por el Control (acceso a la RBD).

Atendiendo a la distribución espacial de los proyectos/prospecciones en el Parque (fig. 9), hay que destacar que el área más utilizada ha sido la Reserva Biológica de Doñana y las áreas menos utilizadas el Puntal y la finca Matasgordas.



**Figura 9.** Número de proyectos/prospecciones realizados por área en el año 2009. ALG= Algaida y Sotos; RBD= Reserva Biológica de Doñana; PUN= Puntal; MAR= Marismillas; MG= Matasgordas; HIN= Hinojos; RBG= Reserva Biológica de Guadamar; CAR: Caracoles; NUE= Nuevas y Matochal; ABA= Abalarío; ROC= Rocina; CR= Coto del Rey; ENTRE= Entremuros; VT= Vetlapalma; SS= Salinas de Sanlúcar.

## 2. Lista de proyectos y prospecciones

**1/1988** (Proyecto de seguimiento) “Seguimiento de procesos naturales con fines de investigación y gestión”. Andreu Rubio, Ana (Juan Calderón 1988-1997, Francisco Fernández Parreño 1998-2000, Manuel Máñez Rodríguez 2001-2005). Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**26/1998** (Proyecto de seguimiento) “Seguimiento de los niveles piezométricos en las lagunas de la Reserva Biológica de Doñana”. García Novo, Francisco. Universidad de Sevilla.

**17/1999** (Proyecto de seguimiento) “Piezometría del acuífero Almonte-Marismas”. Palancar Sánchez, Mariano. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, MIMAM.

**23/1999** (Proyecto de seguimiento) “Estudio sobre la capacidad de carga de la marisma II”. Soriguer Escofet, Ramón C. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**22/2003** (Proyecto de seguimiento) “Seguimiento de la población de pino piñonero del Corral Largo (EBD)”. Gallego Fernández, Juan Bautista. Facultad de Biología, Universidad de Sevilla.

**4/2005** (Proyecto de investigación) “El fenómeno de la colonización de Doñana por parte del búho real *Bubo bubo*. Patrones espacio-temporales de la población y efectos sobre las comunidades de aves y mamíferos”. Penteriani, Vincenzo. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**13/2005** (Proyecto de investigación) “Ecología de restauración de la fauna y flora en la finca de Caracoles integrada en un marco de gestión adaptativa. Funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y estructura y papel funcional de las aves. (Actuación nº 6 del Proyecto Doñana 2005)”. Green, Andrew J. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**2/2006** (Proyecto de investigación) “Facilitación e inhibición entre especies autóctonas e invasoras. Reparto de recursos en comunidades vegetales dunares”. Zunzunegui González, María. Universidad de Sevilla.

**3/2006** (Proyecto de investigación) “Seguimiento científico de las águilas imperiales de Doñana”. Ferrer Baena, Miguel A. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**4/2006** (Proyecto de investigación) “Función de los macroinvertebrados en la estructura de las comunidades que habitan las lagunas temporales de Doñana: Rasgos ecológicos e interacciones tróficas”. Díaz Paniagua, Carmen. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**16/2006** (Proyecto de investigación) “Estudio de la estructura genética y dinámicas poblacional y reproductiva de *Carex elata* All. subsp. *elata* en el Parque Nacional de Doñana y su entorno”. Luceño Garcés, Modesto. Universidad Pablo de Olavide.

**19/2006** (Proyecto de investigación) “Estudio de la exposición al plomo y otros metales pesados del ánzar común y otras aves acuáticas en Doñana”. Green, Andrew J. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**20/2006** (Proyecto de investigación) “Patrones de funcionamiento ecosistémico en regiones mediterráneas y sus efectos sobre consumidores primarios”. Delibes de Castro, Miguel. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**21/2006** (Proyecto de investigación) “Reconstrucción histórica de la dinámica de inundación de las marismas de Doñana mediante teledetección”. Bustamante Díaz, Javier M<sup>a</sup>. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**22/2006** (Proyecto de investigación) “Funcionalidad de los sistemas acuáticos temporales de Doñana y la conservación de flora y fauna”. Díaz Paniagua, Carmen. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**23/2006** (Proyecto de investigación) “Variabilidad espaciotemporal de la dinámica y genética de poblaciones de la crucífera *Arabidopsis thaliana*”. Picó Mercader, Francisco Javier. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**25/2006** (Proyecto de investigación) “Alteraciones de la resiliencia ecológica de un ecosistema de marisma mediterránea (marismas de Doñana) mediadas por la presencia de una especie invasora, el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*)”. Montes del Olmo, Carlos. Universidad Autónoma de Madrid.

**26/2006** (Proyecto de investigación) “Reproducción, genética, condición física y tamaño de la población de los lince del Parque Nacional de Doñana en relación con un programa de alimentación suplementaria: evaluación científica de varios métodos de estudio y seguimiento”. Palomares Fernández, Francisco. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**1/2007** (Proyecto de investigación) “El cambio global vincula ecosistemas andaluces a los de otros continentes: el caso de un depredador carismático y amenazado que cría en el Parque Nacional de Doñana”. Donázar Sancho, Jose Antonio. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**3/2007** (Proyecto de investigación) “Estudio biogeográfico del Espacio Natural de Doñana y caracterización de especies singulares”. Valdés Castrillón, Benito. Universidad de Sevilla.

**4/2007** (Proyecto de investigación) “Biodiversidad y ecología funcional de microorganismos desnitrificantes”. Bedmar Gómez, Eulogio J. Estación Experimental del Zaidín, CSIC.

**6/2007** (Proyecto de investigación) “Fundación por fisión colonial en las hormigas *Aphaenogaster senilis* y *Cataglyphis floricola*”. Cerdá Sureda, Xim. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**7/2007** (Proyecto de investigación) “Recursos hídricos y gasto de agua por la vegetación de los cotos arenosos del área de Doñana”. Merino Ortega, José Angel. Universidad Pablo de Olavide.

**10/2007** (Proyecto de investigación) “Conectividad, dispersión y efectos de prioridad como motores de la biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas en comunidades de

charcas temporales (BIOPOOL)". Figuerola Borrás, Jordi. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**15/2007** (Proyecto de investigación) "La lagartija de Carbonell en el bajo Guadalquivir. Caracterización taxonómica, modelos biogeográficos y estado de conservación. (The Carbonell Lizard, *Podarcis carbonelli*, in the low Guadalquivir. Taxonomical characterisation, biogeographical modelling and conservation status)". Carretero Fernández, Miguel Angel. Universidad de Oporto (Portugal).

**22/2007** (Proyecto de investigación) "Variación en el dimorfismo sexual para el tamaño y estrés hídrico en *Donacosa merlini* (Araneae, Lycosidae) [Local variation in sexual size dimorphism and water stress in *Donacosa merlini* (Araneae, Lycosidae)]". Fernández Montraveta, Carmen. Universidad Autónoma de Madrid.

**28/2007** (Proyecto de investigación) "Evaluación del DDT y sus derivados en ecosistemas de especial interés. Aplicación de técnicas de cromatografía multidimensional al estudio de su origen y caracterización". Jiménez Luque, Begoña. Instituto de Química Orgánica General del CSIC.

**30/2007** (Proyecto de investigación) "Relaciones epidemiológicas de cepas del patógeno emergente *Clostridium difficile* aisladas de fauna silvestre, animales domésticos y hombre". García Sánchez, Marta Eulalia. Universidad Complutense de Madrid.

**34/2007** (Proyecto de investigación) "Geociencias en Iberia: Estudios integrados de topografía y evolución 4D. "Topo-Iberia"". Gallart Muset, Josep. Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera", CSIC.

**35/2007** (Proyecto de investigación) "Flexibilidad en el sistema de apareamiento del ciervo". Carranza Almansa, Juan. Universidad de Extremadura.

**38/2007** (Proyecto de investigación) "Efecto de los episodios de sequía en la dinámica de sabinas y matorrales". Lloret Maya, Francisco. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals CREAF, Universitat Autònoma Barcelona.

**42/2007** (Proyecto de investigación) "El significado de los modelos de coloración en serpientes como estrategia antipredatoria frente a las aves (The significance of snake colour patterns as an antipredatory strategy against avian predators)". Mappes, Riitta Johanna. University of Jyväskylä (Finlandia).

**48/2007** (Proyecto de investigación) "Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Subproyecto I: Escenarios de cambio en las comunidades de aves marismas y del río Guadalquivir". Bustamante Díaz, Javier M<sup>a</sup>. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**50/2007** (Proyecto de investigación) "Dispersión de huevos de resistencia e impacto sobre la biodiversidad de sistemas acuáticos. REDIBIO". Conde Porcuna, José María. Universidad de Granada.

**52/2007** (Proyecto de investigación) “Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Subproyecto II: Dinámica geomorfológica del río Guadalquivir y su entorno”. Rodríguez Ramírez, Antonio. Universidad de Huelva.

**53/2007** (Proyecto de investigación) “Caracterización y Conservación de germoplasma del Caballo de las Retuertas”. Vega Pla, Jose Luis. Laboratorio de Investigación Aplicada (Ministerio de Defensa).

**54/2007** (Proyecto de investigación) “Adaptación local y reclutamiento en *Pyrus bourgaeana* Denec: consecuencias de las interacciones planta-animal en paisajes fragmentados”. Fedriani Laffitte, Jose María. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**1/2008** (Proyecto de investigación) “Circulación de virus de influenza en aves silvestres de Doñana y su entorno”. Figuerola Borrás, Jordi. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**2/2008** (Proyecto de investigación) “Coloraciones aposemáticas en aves. Relación de la coloración de los "coraciiformes" con defensas químicas frente a depredadores”. Martín-Vivaldi Martínez, Manuel. Universidad de Granada.

**7/2008** (Proyecto de investigación) “Integrado de redes espaciales y genéticas de poblaciones: conservación de dos especies de anfibios autóctonas de Andalucía”. Bascompte, Jordi. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**8/2008** (Proyecto de investigación) “Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Subproyecto III: Macrofauna ictiológica del estuario del Guadalquivir”. Arias García, Alberto Manuel. Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, CSIC.

**12/2008** (Proyecto de investigación) “Implicaciones ecológicas de la presencia de la gramínea exótica invasora *Spartina densiflora* en el Parque Nacional de Doñana y su entorno. Prevención, control y erradicación”. Castellanos Verdugo, Eloy M. Universidad de Huelva.

**14/2008** (Proyecto de investigación) “Estudio de la red de transmisión de un virus emergente: las interacciones huésped (Aves) – vector (Mosquitos) – patógenos (Flavivirus – virus West Nile) en Doñana”. Figuerola Borrás, Jordi. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**17/2008** (Proyecto de investigación) “Determinación de estrés oxidativo y su relación con el grado de melanización del plumaje en el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*)”. Negro Balmaseda, Juan José. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**18/2008** (Proyecto de investigación) “Prospección y diagnóstico preliminar del alcornocal de la pajarera de Doñana”. García Fernández, Luis-Ventura. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNAS), CSIC.

**19/2008** (Proyecto de investigación) “AEROMAB: Tecnologías aeroespaciales aplicadas a la conservación del medio ambiente y la biodiversidad”. Negro Balmaseda, Juan José. Estación Biológica de Doñana. CSIC.

**22/2008** (Proyecto de investigación) “Ecología de restauración de la vegetación de la Fauna y Flora en la finca de Caracoles (Actuación nº 6 del Proyecto Doñana 2005). Procesos de colonización y factores que los regulan: Regulación del ensamblaje de la comunidad vegetal”. Castellanos Verdugo, Eloy M. Universidad de Huelva.

**24/2008** (Proyecto de investigación) “Interacciones de restauraciones ecológicas”. Muñoz Reinoso, José Carlos. Universidad de Sevilla.

**25/2008** (Proyecto de investigación) “Evaluación de los efectos del tránsito a motor sobre especies y comunidades de interés en el Espacio Natural de Doñana”. Revilla Sánchez, Eloy. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**26/2008** (Proyecto de investigación) “Estudio de la conectividad migratoria en especies de migración transahariana: el abejaruco europeo (*Merops apiaster*) como modelo de estudio y los isótopos estables como aproximación metodológica”. González Forero, Manuela. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**27/2008** (Proyecto de investigación) “Phylogeography of Marbled newts (*Triturus marmoratus* and *T. pygmaeus*)”. Arntzen, J. W. National Museum of Natural History.

**1/2009** (Proyecto de investigación) “Dinámica y conectividad hidro-bio-geomorfológica de las lagunas de Doñana: modelos de funcionalidad y evolución por transectos a escala de detalle mediante un SIG (SIGRALD) para una gestión adaptada a la variabilidad climática”. Díaz del Olmo, Fernando. Universidad de Sevilla.

**2/2009** (Prospección) “Una vida al filo: adaptaciones de anfibios al estrés ambiental (Life on the edge: amphibian adaptations to environmental stress)”. Gómez Mestre, Iván. Universidad de Oviedo.

**3/2009** (Prospección) “Seguimiento y descarga de datos de las instalaciones realizadas para el estudio eco-hidrológico del sistema suelo-vegetación-atmósfera”. Guardiola Albert, Carolina. Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

**4/2009** (Proyecto de investigación) “Evaluación de la hidrología del Área Ramsar Doñana mediante técnicas isotópicas (Assessment of the Doñana Ramsar site (SW Spain) wetlands hydrology with isotopic techniques)”. Manzano Arellano, Marisol. Universidad Politécnica de Cartagena.

**6/2009** (Proyecto de investigación) “Presiones selectivas actuales sobre las poblaciones de anuros. Ambiente sonoro y cambio climático”. Márquez Martínez de Orense, Rafael Ignacio/ Beltrán Gala, Juan Francisco. Museo Nacional de Ciencias Naturales / Universidad de Sevilla.

**7/2009** (Proyecto de investigación) “Caracterización y seguimiento de la dinámica dunar a corto plazo mediante técnicas topográficas de alta precisión en el Parque Nacional de Doñana”. Vallejo Villalta, Ismael. Universidad de Sevilla.

**8/2009** (Proyecto de investigación) “Seguimiento de procesos naturales. Cambio global y distribución de las especies: Dinámica poblacional y dispersión de una especie en expansión”. Figuerola Borrás, Jordi. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**9/2009** (Proyecto de investigación) “Vigilancia de contaminantes orgánicos persistentes y otras sustancias en algunas matrices y zonas de interés”. Jiménez Luque, Begoña. Instituto de Química Orgánica General, CSIC.

**10/2009** (Proyecto de investigación) “Estudio de la limnología de las marismas del Parque Nacional de Doñana: balance térmico y transporte sólido”. Dolz Ripollés, José. Universidad Politécnica de Cataluña.

**11/2009** (Prospección) “Ecology and collection of seed and rhizobia from *Melilotus siculus* and other pasture legumes and grasses in salt marsh areas of southern Spain”. Nichols, Phillip. Department of Agriculture and Food Western Australia (DAFWA).

**12/2009** (Proyecto de investigación) “Biotecnología Ambiental: Aplicación Integradora de Tecnologías Ómicas”. Pueyo de la Cuesta, Carmen. Universidad de Córdoba.

**13/2009** (Proyecto de investigación) “Efecto de la invasión de hormiga argentina sobre la red trófica de los alcornoques de Doñana”. Cerdá Sureda, Xim. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**14/2009** (Proyecto de investigación) “Viabilidad y conectividad ecológica de un nuevo modelo de reforestación: aplicación al Corredor Verde del Guadiamar”. Rodríguez Blanco, Alejandro. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

**15/2009** (Proyecto de investigación) “Relaciones interespecíficas entre los pinos y la vegetación de matorral en las arenas costeras”. Díaz Antunes-Barradas, Mari Cruz. Universidad de Sevilla.

**16/2009** (Prospección) “Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Subproyecto IV: Acción de la dinámica marina del entorno costero de Doñana”. Losada Rodríguez, Miguel Angel. Universidad de Granada.

**17/2009** (Proyecto de investigación) “Prospección y recolección de poblaciones de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) naturalizadas en la marisma del Guadalquivir”. Gil Ligeró, Juan. Universidad de Córdoba.

**18/2009** (Proyecto de investigación) “Proyecto Hinojos: Contrastación de la hipótesis Wickboldt-Kühne, fase II, en Hinojos (Huelva)”. Celestino Pérez, Sebastián. Instituto de Arqueología, CSIC.

**19/2009** (Prospección) “Solicitud de toma de muestras de herrerillo común (*Cyanistes caeruleus*) y carbonero común (*Parus major*) por parte del Equipo de Seguimiento de los Procesos Biológicos”. Moreno Rueda, Gregorio. Academia Austriaca de las Ciencias.

**20/2009** (Proyecto de investigación) “Efectos de la montaña del río sobre la comunidad de peces de las marismas del Parque Nacional de Doñana mediante el uso de estaciones de referencia”. Fernández Delgado, Carlos. Universidad de Córdoba.

**21/2009** (Proyecto de investigación) “La presencia y papel de los microorganismos poco abundantes podría explicar la elevada diversidad microbiana de ambientes naturales. Un estudio en el Parque Nacional de Doñana”. González Grau, Juan Miguel. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNAS), CSIC.

**22/2009** (Prospección) “Muestreo de *Spirulina* sp autóctona para ensayo de cultivo”. Asensio Beltran, Enrique. Instituto de Acuicultura de Torre la Sal, CSIC.

**23/2009** (Proyecto de investigación) “Efectos de depredadores nativos y exóticos sobre larvas de anfibios y sus consecuencias para redes tróficas acuáticas”. Gómez Mestre, Iván. Universidad de Oviedo.

**24/2009** (Proyecto de investigación) “Biotecnología Ambiental: Aplicación Integradora de Tecnologías Ómicas”. Pueyo de la Cuesta, Carmen. Universidad de Córdoba.

**31/2009** (Proyecto de investigación) “The light pollution at the Doñana Biological Reserve”. Sánchez Sánchez, Sebastián Francisco. Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón, CSIC (CEFCA).

**33/2009** (Proyecto de investigación) “Ensayo de cámara de fototrampeo digital en infrarrojo para detección y estudio de comportamiento de mamíferos en la Reserva Biológica de Doñana (ICTS RBD)”. Vicente Baños, Joaquín. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos, CSIC.

**35/2009** (Proyecto de investigación) “Bird-mediated gene flow in aquatic snails in Doñana”. Van Leeuwen, Casper Hendrik Abram. Netherlands Institute of Ecology (NIOO-KNAW).

**36/2009** (Proyecto de investigación) “Population genetic structure of a potentially endangered wolf spider (*Donacosa merlini* Alderweireldt & Jocqué 1991) at the area of Doñana”. Fernández Montraveta, Carmen. Universidad Autónoma de Madrid.

**41/2009** (Proyecto de investigación) “Road impact on ungulates’ densities in Doñana National Park”. Periquet, Stéphanie. Université Lyon 1, France.

**46/2009** (Proyecto de investigación) “Paratuberculosis en España: Importancia de los reservorios silvestres”. Gortázar Schmidt, Christian. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos, IREC (CSIC-UCLM-JCCM).

## **ANEXO 1. Resultados de los proyectos y prospecciones**

1/1988 (Proyecto de seguimiento) **Seguimiento de procesos naturales con fines de investigación y gestión**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Andreu Rubio, Ana (Juan Calderón 1988-1997, Francisco Fernández Parreño 1998-2000, Manuel Máñez Rodríguez 2001-2005)

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: CSIC, CHG (2002-2005, 2007), Organismo Autónomo de Parques (2003-2006), EGMASA (2004-2006), Consejería de Medio Ambiente JA (2006-2007), Dirección General del Agua MIMAM (2006-2009)

CANTIDAD: En función de los convenios vigentes

DURACIÓN: desde 1988

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural de Doñana

### **RESULTADOS:**

1. Durante el año 2009, el Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales (ESPN) ha realizado los seguimientos incluidos en el Programa de Seguimiento del Espacio Natural Doñana. A principios de noviembre de 2009 se entregó la memoria anual correspondiente al periodo hidrometeorológico 2008-2009, financiado a través de una Subvención por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Los resultados del Seguimiento en Doñana durante este año están disponibles, así mismo, en la página web de la Estación Biológica de Doñana.

2. Por otra parte se han realizado los seguimientos a nivel de flora, fauna y paisaje, estipulados en la Encomienda de Gestión que se firmó con la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, para valorar el impacto de las actuaciones desarrolladas dentro del Proyecto Doñana 2005, sobre el paisaje, la flora y la fauna de Doñana. Fruto de estos trabajos se está redactando la memoria final que se ha entregado en diciembre de 2009.

3. Dentro del Contrato de Servicios con EGMASA, para la "Realización de Censos de Aves Acuáticas en la comarca de Doñana", firmado en marzo de 2009, se han seguido introduciendo los censos mensuales en la aplicación informática de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y se han entregado 4 informes: uno sobre censos generales que recoge principalmente la invernada, un informe de reproducción y dos informes recopilatorios para el día Mundial de los Humedales y el día Mundial de las Aves.

4. La oficina de Anillamiento, ha seguido realizando la coordinación del anillamiento con marcas especiales a nivel del estado español, la gestión de las anillas del grupo de anilladores de la Estación Biológica de Doñana, y ha centralizado y tramitado los anillamientos realizados por dichos anilladores. Ha seguido además la labor de actualización y depuración de sus bases de datos y ha puesto a punto una nueva web que entrará en funcionamiento en diciembre de 2009 y permitirá realizar la mayoría de los trámites de la Oficina a través de la web, mejorando además las consultas de los usuarios.

5. Se ha llevado a cabo una nueva campaña de muestreo dentro de la Red de Alerta de Algas tóxicas, cuyo objetivo principal es evitar las mortandades periódicas de vertebrados que se suceden en Doñana desde tiempo inmemorial.

6. Durante 2009, se ha participado activamente en varias reuniones internacionales de la red AlterNet. Se continúa con los trabajos de los proyectos incluidos en esta red.

7. Integración con el proyecto de seguimiento automatizado que se lleva a cabo en Doñana. El Equipo de Seguimiento está colaborando activamente en el desarrollo de las nuevas bases de datos y página web interactiva de la Estación Biológica de Doñana.

9. Otros Proyectos de Investigación con participación activa del ESPN:

- -“Ecología del Morito en Doñana: Implicaciones para la conservación y gestión del PN y su entorno”. (Inv. responsable: Andy Green). La colaboración ha consistido en el anillamiento y censo de la colonia y la lectura de anillas a distancia.
- “Biogeoquímica de Isótopos estables en el PN de Doñana”. (Inv. responsable: Antonio Delgado). Nuestra colaboración ha consistido en la recogida de muestras quincenales de agua en distintos puntos del Parque durante todo el periodo del convenio.
- “La gripe aviaria en las aves acuáticas de Doñana”. (Inv. responsable: Jordi Figuerola). Se han capturado individuos de diferentes especies de aves a las que se les extrae sangre la cual es enviada a los investigadores. La colaboración implica varios días a la semana durante todo el periodo del convenio.
- “Requerimientos ecológicos y demografía de la gaviota picofina. Establecimiento de las bases para su conservación en Doñana”. (Inv. responsable: Manuela Forero). La colaboración ha consistido en el anillamiento y censo de la colonia y la lectura de anillas a distancia.
- Además se han realizado un número elevado de colaboraciones de escasa intensidad con una veintena de estudios llevados a cabo por distintos investigadores tanto de la Estación Biológica de Doñana como externos.

26/1998 (Proyecto de seguimiento) **Seguimiento de los niveles piezométricos en las lagunas de la Reserva Biológica de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: García Novo, Francisco

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Universidad de Sevilla

CANTIDAD: 1.803,036 € anuales (300.000 ptas anuales)

DURACIÓN: desde 1998

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

El total de precipitaciones registradas en el ciclo 2008/2009 fue algo inferior a la media de los últimos 30 años pero estuvo dentro del intervalo de confianza del 95%, por lo que las precipitaciones en este ciclo se mantuvieron dentro del intervalo promedio. A diferencia de

las demás lagunas estudiadas, Santa Olalla y La Dulce, continuaron con agua en superficie desde el ciclo anterior, y las lagunas de El Taraje y Las Verdes comenzaron a llenarse en octubre de 2008 después de haber permanecido secas durante un corto periodo de tiempo al término del ciclo anterior. Sin embargo, es destacable que la laguna del Zahillo no comenzara a llenarse hasta finales de diciembre de 2008 y, además se secó antes que las anteriormente mencionadas, de forma que a principios de mayo de 2009 ya no había agua en la superficie de la cubeta principal. Por tanto, el hidroperiodo de la laguna del Zahillo fue la mitad de corto que en el ciclo anterior (4,5 meses) y la mitad de corto que el de la vecina laguna de El Taraje durante el presente ciclo. Este hecho tan llamativo alerta sobre la posibilidad de que la laguna del Zahillo comience a comportarse como la laguna del Charco del Toro, la cual se sitúa algo más próxima a los bombeos de Matalascañas y se mantuvo totalmente seca durante todo el ciclo 2008/09, situación que se mantiene desde los últimos cuatro años.

17/1999 (Proyecto de seguimiento) **Piezometría del acuífero Almonte-Marismas**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Palancar Sánchez, Mariano

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, MIMAM

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Obras Hidráulicas, MIMAM

CANTIDAD: 30.050,605 € anuales (5.000.000 ptas anuales)

DURACIÓN: desde 1999

ÁREA DE ESTUDIO: Algaida, Reserva Biológica de Doñana, Puntal, Marismillas, Matasgordas, Hinojos, Reserva Biológica Guadiamar, Las Nuevas, Rocina, Abalarío, Coto del Rey, Veta la Palma, Salinas de Sanlúcar, Caracoles y Entremuros

RESULTADOS:

Resultados nos presentados por el investigador principal del proyecto de seguimiento.

23/1999 (Proyecto de seguimiento) **Estudio sobre la capacidad de carga de la marisma II**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Soriguer Escofet, Ramón C.

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Proyecto de investigación: Organismo Autónomo de Parques Nacionales, MIMAM. Proyecto de seguimiento: CSIC

CANTIDAD: Proyecto de investigación: 72.121,452 € (12.000.000 ptas)

DURACIÓN: Proyecto de Investigación: 2000 - 2002. Proyecto de Seguimiento: desde 2003

ÁREA DE ESTUDIO: Hinojos, Reserva Biológica Guadiamar y Las Nuevas

RESULTADOS:

Las irregulares precipitaciones (476.3 mm) recogidas en el año agrícola 2008-2009, se concentraron en el otoño-invierno del 2008-9 con una primavera muy escasa en precipitaciones y un prolongado invierno y otoño. Las lluvias (torrenciales) no se iniciaron hasta la navidad del 2009. Este largo periodo de estiaje ha acentuado la situación de estrés y deficiencia de biomasa. Este año, la marisma ha sufrido una inundación temprana con bajos niveles en general. Gran parte de la biomasa disponible procedía del año anterior,

pero en cualquier caso ha sido insuficiente para soportar la carga de herbívoros domésticos. Las comunidades de herbáceas anuales (paciles y pastizales entre almajos) iniciaron su crecimiento vegetativo en el otoño y mantuvieron una buena oferta forrajera en los meses de invierno y primavera. Las zonas más bajas de la marisma (lucios y caños) han permanecido inundadas hasta finales de primavera.

Desde 2005 se ha observado un incremento muy preocupante del daño por pisoteo en Matochal, donde el impacto de las pisadas ha afectado entre el 40-80% de la superficie (2005, 2006, 2007, 2008, 2009), una disminución alarmante de la altura y cobertura de la vegetación herbácea y el sobrepastoreo de ciertas especies (candilejo). Aquí se observa un proceso retroalimentado: a menor producción de herbáceas → incremento de longitud de itinerario para conseguir la comida → recorrer (mayor pisoteo) más territorio → mayor daño. Esta finca, con la carga ganadera actual (número de cabezas y composición) ve seriamente amenazada la estabilidad de su comunidad de herbáceas y leñosas y su fauna asociada. La ubicación de colonias de aves en zonas altamente visitadas por el ganado (principalmente Vetas) y los resultados obtenidos del impacto de caballos y vacas en colonias artificiales indican que el riesgo de daños a las colonias naturales es elevadísimo y se recomienda una particular vigilancia y se propone una adecuación de la carga a la baja. La extraordinaria acumulación de excrementos en las zonas de descanso y abrevaderos y la ausencia significativa de coprófagos están generando un gran impacto tanto visual como de daño generalizado muy intenso.

Indirectamente, se observa una pérdida muy marcada de coprófagos. Se recomienda urgentemente un estudio de estas comunidades.

La Marisma de Hinojos, después de la sensible reducción de su carga ganadera en años anteriores (insuficiente a la vista de la situación observada actual), como consecuencia de la elevada densidad de grandes herbívoros, incluso para la productividad primaria acumulada en estos últimos 18 meses, muestra signos inequívocos de sobrepastoreo. Esta situación es muy marcada en la zona norte. Las zonas que han estado más protegidas, y por lo tanto estaban más conservadas durante los últimos 15 años, durante el año 2005 se vieron sometidas a una tremenda presión de pastoreo como consecuencia de la abertura de nuevos puntos de agua, que hicieron posible la “colonización” de estos nuevos territorios, inalcanzables antaño para el ganado (p. ej, la Reserva Biológica de la Marisma de Hinojos). Adicionalmente, estas infraestructuras han determinado mayor carga sobre las vetas (p. ej. Veta Carrizosa). Otras Vetas, tradicionalmente sobre pastoreadas, p. ej. Veta la Arena, ha continuado a niveles realmente insoportables. Durante el año 2006 y 2007 ésta situación se ha mantenido, a pesar del sustancial incremento en la disponibilidad de biomasa aérea herbácea y se ha hecho más crítica en el 2008.

La restauración de las vallas en la Reserva Biológica de Guadiamar ha permitido la recuperación parcial de la situación de sobrepastoreo del periodo 2006-2007. Afortunadamente el reestablecimiento de las vallas y de la gestión ganadera ha permitido volver a una situación más controlada y similar a la anterior a 2005-2006.

## 22/2003 (Proyecto de seguimiento) **Seguimiento de la población de pino piñonero del Corral Largo (EBD)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Gallego Fernández, Juan Bautista

Facultad de Biología, Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Grupo de Investigación RNM-140 del PAI (Junta de Andalucía)

CANTIDAD: 80 €

DURACIÓN: desde 2003

ÁREA DE ESTUDIO: Corral Largo

RESULTADOS:

Muestreo de la población de pinos en el Corral Largo, abril 2009.

4/2005 (Proyecto de investigación) **El fenómeno de la colonización de Doñana por parte del búho real *Bubo bubo*. Patrones espacio-temporales de la población y efectos sobre las comunidades de aves y mamíferos**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Penteriani, Vincenzo

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

CANTIDAD: 120.200,00 €

DURACIÓN: 2005-2007 prorrogado hasta 2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO: El Puntal, Marismillas, la Algaida, la Reserva Biológica de Doñana, el Acebuche, la Rocina, Coto del Rey, Soto Chico (Finca de Los Sotos), Soto Grande y el Hondón. A partir de mayo de 2005 se amplía el área de estudio a Matasgordas y otras áreas donde eventualmente pueda ser detectada la especie, previo conocimiento y autorización del Área de Conservación del Parque Nacional de Doñana.

RESULTADOS:

1. Se ha desarrollado un experimento para comprobar una nueva hipótesis sobre predación intra-gremio. Los resultados obtenidos están ahora en curso de análisis y serán objeto de una publicación científica.

2. Se han comparado las características del hábitat de las áreas de asentamiento temporal de los jóvenes de búho real en dispersión y del área de cría de los reproductores. Los resultados obtenidos están ahora en curso de análisis y serán objeto de una publicación científica.

13/2005 (Proyecto de investigación) **Ecología de restauración de la fauna y flora en la finca de Caracoles integrada en un marco de gestión adaptativa. Funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y estructura y papel funcional de las aves. (Actuación nº 6 del Proyecto Doñana 2005)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Green, Andrew J.

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (COPASA y ALPY S.A.)

CANTIDAD: 350,000 €

DURACIÓN: 2005-2008 prorrogado hasta 2009 prorrogado hasta 2010

ÁREA DE ESTUDIO: Caracoles y áreas de referencia en el Parque Nacional (Reserva Biológica del Guadiamar, Las Nuevas, Caño Travieso), Parque Natural (Marisma Gallega,

Lucio del Cangrejo Grande, Huerta Tejada, Veta de Las Piedras, Parcelas de la FAO) y Corredor Verde). A partir del 31 de enero de 2006 se muestreará también en Veta la Palma.

## RESULTADOS:

En el año hidrológico 2008-2009, se ha seguido con el estudio de la colonización por parte del zooplancton de los lucios artificiales construidos durante la restauración de la finca Caracoles en los años 2004 y 2005. El hidroperiodo 2008-2009 fue más húmedo que el hidroperiodo anterior (2007-2008) y se inundaron todos los lucios de nueva creación. Se realizó un único muestreo en el mes de abril con un total de 50 puntos muestreados. Al contrario que el hidroperiodo anterior, donde gran parte de los lucios del bloque norte no se inundaron al presentar una cota topográfica más alta, en abril de 2009 se pudieron muestrear lucios de ambos bloques (18 en el bloque norte y 19 en el sur), más todos los lucios aislados (8). En este muestreo también se muestrearon 5 de los puntos de referencia (ecosistemas temporales naturales) seleccionados en los alrededores de la finca. Se ha escogido el mes de abril para poder realizar una comparativa con años anteriores, ya que el mes de abril siempre fue el óptimo para realizar un muestreo completo de un gran número de lucios y analizar un gran número de variables. Los muestreos en abril durante los sucesivos ciclos hidrológicos son la base para un seguimiento a largo plazo de las comunidades de zooplancton en esta zona restaurada.

Al igual que en el hidroperiodo anterior, aparte de las muestras de zooplancton para la cuantificación e identificación (fijadas con lugol) y el análisis genético (etanol 100%), se recogieron muestras de agua para la determinación del contenido en Clorofila-*a* y para el análisis de la concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo total), que se han llevado a cabo en el laboratorio de Ecología Acuática (LEA). Actualmente se está llevando a cabo la identificación y recuento de las muestras de zooplancton.

Con los resultados obtenidos en los muestreos de Abril 2006 y Abril 2007, ya presentados en distintos congresos durante el año 2008, se ha elaborado el manuscrito titulado "*Restoring zooplankton communities: diversity patterns in the first two hydroperiods of new temporary ponds in the Doñana National Park (SW Iberian Peninsula)*" que actualmente está en proceso de revisión en la revista científica *Hydrobiologia* (Badosa et al.). En él se describen los patrones de diversidad encontrados en el zooplancton de los lucios de nueva creación sujetos al estudio (N=47) y se comparan entre años. Se observó un aumento de la diversidad alfa y beta del zooplancton en el año 2007 aunque no hubo ningún incremento en el número de especies encontradas o riqueza. La composición específica fue muy diferente entre años, y mientras los rotíferos y los copépodos ciclopoideos dominaron las comunidades en abril del 2006, los copépodos calanoides y los cladóceros lo hicieron en 2007.

Con los resultados obtenidos en el análisis de los muestreos mensuales realizados durante el primer hidroperiodo de inundación de los lucios (2006-2007) se ha elaborado otro manuscrito titulado "*Colonization – revisiting the missing link in metacommunity ecology*", actualmente en proceso de revisión en la revista *Journal of Animal Ecology* (Frisch et al.). En él se han cuantificado las tasas de colonización para los distintos grupos de zooplancton (rotíferos, cladóceros y copépodos) en las primeras fases de la colonización de los lucios y se han analizado la importancia relativa de factores ambientales y espaciales sobre estas tasas. Los factores espaciales fueron los más determinantes para la colonización del

zooplancton pero sus efectos difirieron en función del grupo de organismos. Mientras que para los copépodos y los cladóceros los factores espaciales suponían una limitación para su dispersión, para los rotíferos no fue así. Para la realización de este manuscrito se contó con la colaboración del Dr. Karl Cottenie, investigador de la Universidad de Guelph, en Canadá.

Aparte, los resultados obtenidos en experimentos de eclosión realizados con muestras de sedimentos obtenidas en los lucios recién construidos y después del primer hidropériodo, se han presentado en el “Resurrection Ecology symposium” organizado en Suiza en septiembre de 2009 (Frisch et al. 2009).

2/2006 (Proyecto de investigación) **Facilitación e inhibición entre especies autóctonas e invasoras. Reparto de recursos en comunidades vegetales dunares**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Zunzunegui González, María

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia

CANTIDAD: 20000,00 €

DURACIÓN: 2006-2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana, Matasgordas, La Rocina, El Abalarío y Coto del Rey

**RESULTADOS:**

Las medidas realizadas durante el año 2009 forman parte de un proyecto desarrollado entre el periodo 2007 y 2008. Como consecuencia de una avería del equipo que medía la tasa fotosintética, no se pudieron realizar dichas medidas estacionales en invierno y primavera, motivo por el cual se pidió la ampliación de la autorización para trabajar en el entorno de Doñana durante 2009.

Se trabajo en zonas:

- Arroyo del partido (37° 10'03,07" N 6°27'26,05 O): donde se utilizó como modelo de especies invasora *Nicotiana glauca*, y como especies autóctonas *Tamarix africana*.
- Arroyo de la Osa (37° 10'29,84" N 6°37'06,98 O). En esta zona se trabajo con *Acacia dealbata* como especie invasora y con *Halimium halimifolium* y *Calluna vulgaris* como autóctonas.

Los resultados se muestran en las figuras 1,2, 3, 4 y 5. Las medidas de primavera se realizaron en abril y las de invierno en febrero para las poblaciones del arroyo de la Osa y a finales de diciembre en las poblaciones del Arroyo del Partido ya que las especies de estudio de esta zona al ser caducas debían ser medidas al principio del invierno, antes de la caída de la hoja.

Las especies estudiadas mostraron un patrón común en la respuesta a la interacción con una especie invasora en la asimilación de CO<sub>2</sub>. Los datos mostraron una mayor tasa

fotosintética en los individuos aislados en todas las estaciones excepto en verano, cuando se registraron los valores más elevados de asimilación de CO<sub>2</sub> en los individuos que se encontraban en interacción. Éstos resultados fueron comunes a todas las especies de estudio tanto para las especies invasoras como para las autóctonas aunque las diferencias entre individuos aislados y en interacción en verano no fueron siempre significativas.

Estos datos pueden ser explicados por efecto de sombreado que ejercen las especies invasoras. Durante el verano se registran los valores más elevados de radiación y de temperatura del año, que sumado al déficit hídrico reúnen las condiciones ambientales de mayor estrés que sufren las plantas mediterráneas anualmente. Es por ello que una reducción de la radiación pueda permitir una mayor tasa en los individuos en interacción.

Las plantas aisladas presentaban en general una mayor eficiencia en el uso de agua, mostrando por tanto valores más elevados que los individuos en interacción. Aunque la tasa de transpiración de los individuos que se encontraban aislados era mayor que los que estaban en interacción, probablemente debido a la menor competencia por el agua, la mayor tasa fotosintética en estos individuos permitió una mayor eficiencia en el uso del agua de las plantas aisladas. *Halimium halimifolium* sin embargo mostró en otoño un patrón opuesto al resto de especies.

**Zona Arroyo del Partido**

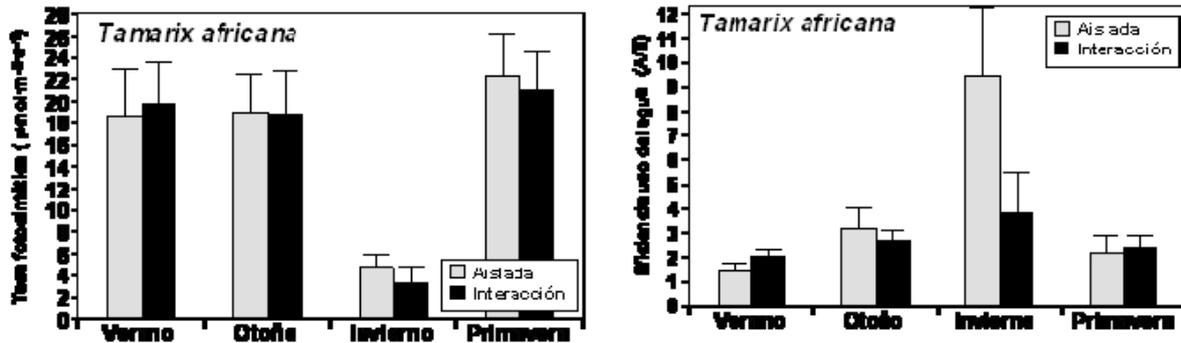


Figura 1: Evolución estacional de la tasa fotosintética y la eficiencia en el uso del agua (cociente entre los moles de CO<sub>2</sub> asimilados y el gasto de moles de H<sub>2</sub>O por la transpiración) en la especie autóctona *Tamarix africana*

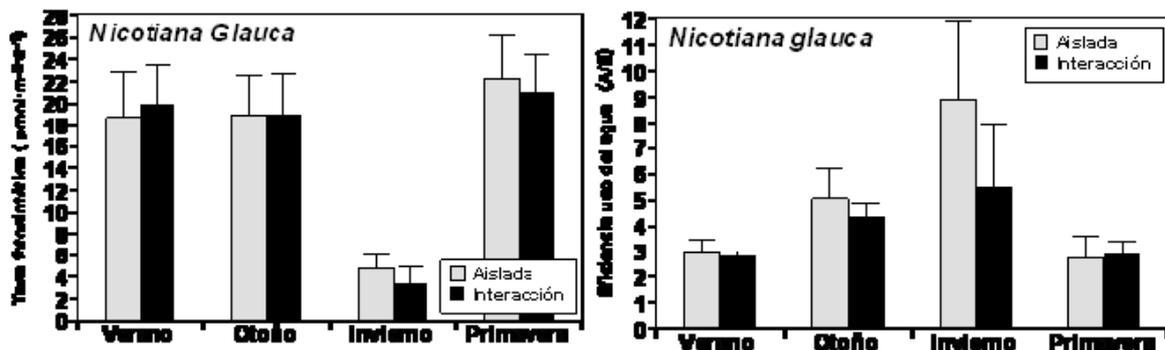


Figura 2: Evolución estacional de la tasa fotosintética y la eficiencia en el uso del agua (cociente entre los moles de CO<sub>2</sub> asimilados y el gasto de moles de H<sub>2</sub>O por la transpiración) en la especie invasora *Nicotiana glauca*

**Zona Arroyo de la Osa**

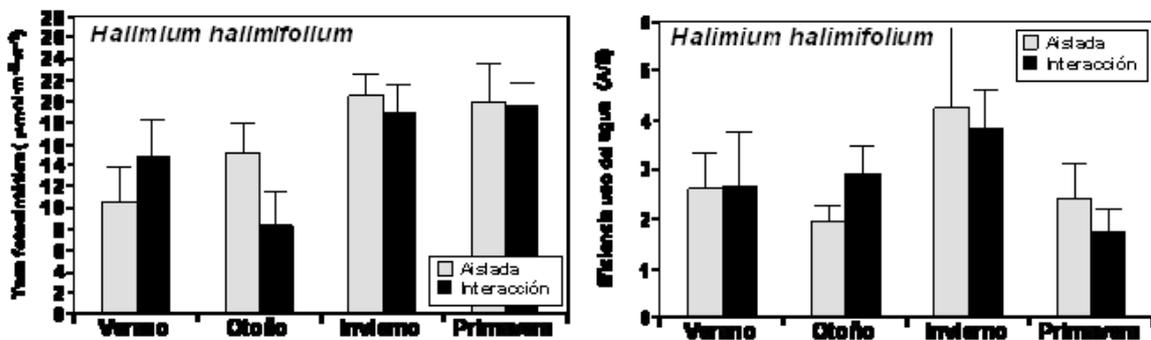


Figura 3: Evolución estacional de la tasa fotosintética y la eficiencia en el uso del agua (cociente entre los moles de CO<sub>2</sub> asimilados y el gasto de moles de H<sub>2</sub>O por la transpiración) en la especie autóctona *Halimium halimifolium*.

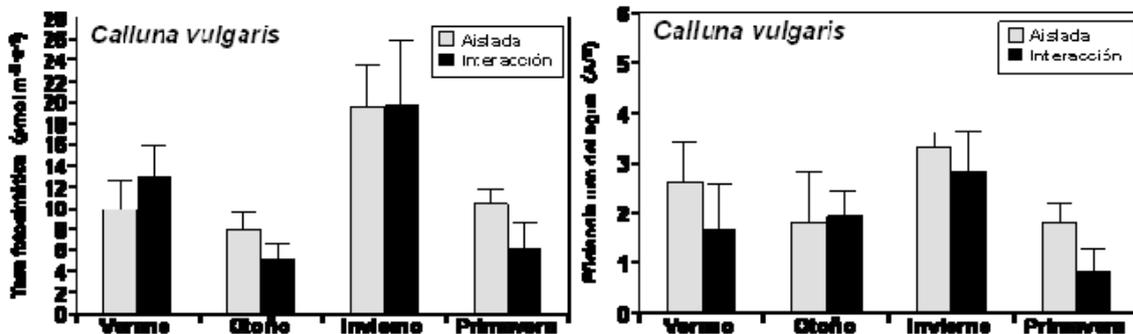


Figura 4: Evolución estacional de la tasa fotosintética y la eficiencia en el uso del agua (cociente entre los moles de CO<sub>2</sub> asimilados y el gasto de moles de H<sub>2</sub>O por la transpiración) en la especie autóctona *Calluna vulgaris*

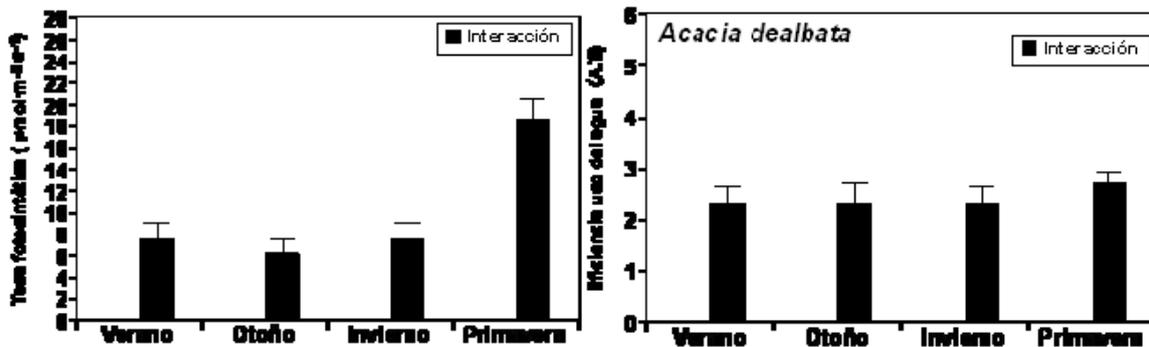


Figura 5: Evolución estacional de la tasa fotosintética y la eficiencia en el uso del agua (cociente entre los moles de CO<sub>2</sub> asimilados y el gasto de moles de H<sub>2</sub>O por la transpiración) en la especie invasora *Acacia dealbata*

### 3/2006 (Proyecto de investigación) Seguimiento científico de las águilas imperiales de Doñana

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Ferrer Baena, Miguel A.

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Organismo Autónomo de Parques Nacionales

CANTIDAD: 198.680 €

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural de Doñana

#### RESULTADOS:

En 2009, el equipo Consejería de Medio Ambiente-Estación Biológica de Doñana ha marcado 4 jóvenes de águila imperial nacidos en 3 nidos del Espacio Natural de Doñana. El marcaje se ha efectuado con anillas de metal y de PVC y se han equipado los pollos con emisores convencionales de mochila pocos días antes del abandono del nido. En la tabla 1 se muestran los datos identificativos de los pollos marcados.

**Tabla 1. Datos identificativos de los pollos marcados en 2008**

Fecha marcaje	PVC	Nido	Metal	VHF	Emisor	Sexo
03/06/2009	B[F2]	Mancha del Vinagre	1102019	148578	Batería	M
03/06/2009	B[F3]	Mancha del Vinagre	1019852	148982	Batería	M
23/06/2009	B[F4]	Casa de los Guardas	1019856	149225	Batería	M
29/06/2009	B[F6]	Punta del Caño	1019857	148815	Batería	M

Durante el periodo de dependencia (desde que los pollos realizan su primer vuelo hasta que pasan la primera noche fuera del territorio paterno), se ha efectuado un seguimiento de 3-4 días a la semana. Este consistía en buscarlos y seguirlos mediante telemetría por las distintas zonas de dispersión que usan las águilas imperiales en el Suroeste de la Península Ibérica, localizándolos, triangulándolos e incluso visualizándolos cuando resultaba posible. A continuación se detalla el comportamiento de cada uno de los jóvenes seguidos, tanto durante el periodo de dependencia como en la fase del periodo de independencia incluida en el presente informe (hasta el 30 de septiembre):

- **Pollos de Veta de Alí.** Ninguno de los pollos nacidos en este territorio ha sido marcado. De los tres ejemplares que componían la nidada, dos llegaron a volar. Lo hicieron el 23 de junio, con una edad aproximada de 71 días. No pudieron finalizar la etapa de dependencia, ya que fueron envenenados. Se les encontró muertos en el propio territorio el día 5 de julio, con una edad de 83 días aproximadamente.
- **B[F2].** Nacido en el nido de Mancha del Vinagre, el 4 de julio efectuó su primer vuelo, a una edad aproximada de 79 días. Su primer cicleo fue el 10/07/09, a la edad de 85 días. Se recuperó el emisor en el propio territorio el día 24/07/09. El último contacto visual tuvo lugar el día 09/09/09, por lo cual se presume que abandonó el territorio paterno ese mismo día (a los 146 días).
- **B[F3].** También nacido en el territorio de Mancha del Vinagre, donde voló por primera vez el 1 de julio, a una edad aproximada de 76 días. Su primer cicleo se observó el 16/07/09, con 91 días. Abandona el territorio paterno el día 7 de septiembre (con 143 días de edad), perdiéndose su señal hacia norte de Cádiz. Transcurridos 9 días sin recibir su señal, es hallado muerto y sin emisor en los montes de Los Alcornocales malagueños. Debido al avanzado estado de descomposición no es posible determinar en el CAD la causa de su muerte (el informe correspondiente se presenta en el Capítulo 11). Su emisor no fue hallado en la zona.
- **B[F4].** Nacido en el nido de Casa de los Guardas, no llegó a efectuar el primer vuelo en su territorio debido a los problemas de caída de plumas que presentaba. Tras ser retirado del nido y recuperado en el CREA de Granada se le trasladó a la Dehesa de Gato, donde completó su fase de dependencia junto a los pollos allí reintroducidos. Allí efectuó su primer cicleo el 15 de septiembre, con 136 días. La primera noche que pasó fuera de la zona de reintroducción fue el 16 de octubre, cuando durmió dentro del END. Al día siguiente abandonó definitivamente la zona de suelta, iniciando la dispersión hacia Cádiz con 168 días de edad.

- **B[F6]**. Este pollo voló el 20 de julio del nido de Punta del Caño a una edad de 70 días. El 1 de agosto llevó a cabo su primer cicleo a una edad de 82 días, más temprano de lo habitual. Es observado en su territorio paterno durante la mañana del día 16 de septiembre, fecha en la cual lo abandonó (con 128 días) ya que por la tarde del mismo día es triangulado durmiendo cerca de San José del Valle (Cádiz). En los días posteriores fue localizado en algunas fincas de la campiña gaditana, compartiendo espacio con algunos de los pollos del *hacking* de La Janda 2009. Asimismo, se le localizó muy cerca de la finca donde se desarrolla dicho programa de reintroducción. El día 30 de septiembre sigue siendo localizado por la provincia de Cádiz.

4/2006 (Proyecto de investigación) **Función de los macroinvertebrados en la estructura de las comunidades que habitan las lagunas temporales de Doñana: Rasgos ecológicos e interacciones tróficas**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Díaz Paniagua, Carmen

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Proyecto de Investigación de Excelencia)

CANTIDAD: 80748,00 €

DURACIÓN: 2006-2010

ÁREA DE ESTUDIO: La Algaida, la Reserva Biológica de Doñana, el Puntal y Marismillas

RESULTADOS:

A lo largo del periodo de duración del proyecto se han realizado las siguientes tareas:

- Seguimiento de las poblaciones de anfibios y macroinvertebrados acuáticos en 21 charcas temporales de la Reserva Biológica de Doñana. Se ha realizado a lo largo de dos periodos completos, siendo parte de los resultados de la Tesis Doctoral de A. Portheault.
- Determinación de las especies de macroinvertebrados y anfibios en más de 90 medios temporales distribuidos a lo largo del Parque. Con menor intensidad que el anterior, pero cubriendo todo el área de Doñana, estos resultados han permitido determinar la distribución de las especies depredadoras y anfibios, constituyendo un capítulo de la Tesis Doctoral de A. Portheault.
- Determinación de la dieta de las especies depredadoras de los anfibios de Doñana. Dentro de este objetivo, se han tomado y analizado las muestras, para dos periodos anuales, en uno de ellos se ha realizado además un muestreo simultáneo de la disponibilidad de recursos tróficos.
- Determinación del ciclo de actividad de los macroinvertebrados y larvas de anfibios en charcas temporales. Los resultados de este objetivo relacionados con los macroinvertebrados están en su fase de redacción para enviarlos a una revista científica sobre ecología acuática. En este artículo destaca la importancia del ciclo de vida en la eficacia de los sistemas de muestreos, con los que hemos detectado

un número de especies que son principalmente diurnas, mientras que otras son eminentemente nocturnas, como es el caso de los coleópteros *Colymbetes fuscus*.

- Experimentos de depredación sobre huevos y larvas de las especies de anfibios de Doñana. Se han realizado un gran número de experimentos que constituyen la parte más importante de la Tesis Doctoral de A. Portheault, y que se han resumido con mayor detalle en el informe del becario de años anteriores. En general, se aprecia que en los medios temporales, aunque no existen los grandes depredadores propios de medios permanentes, existe un amplio número de especies que actúan como depredadores de las fases tempranas de algunas especies de anfibios, que pueden llegar a condicionar su éxito reproductivo. Entre los principales depredadores de huevos y larvas de anfibios destacan los adultos de las tres especies de urodelos, las larvas de *Pleurodeles waltl*, *Triops mauritanicus* y la especie exótica *Procambarus clarkii*. Una parte de estos resultados se ha presentado en diversos Congresos Científicos.
- Determinación del efecto de la acidificación ocasionada por el efecto de la extrema desecación de las lagunas temporales sobre los huevos de los anfibios. Este objetivo no estaba previsto inicialmente, sino que se ha desarrollado a partir del momento en que se detectó un problema de mortalidad de los huevos de anfibios, ocasionado por la acidificación asociada a los procesos de desecación que están sufriendo algunas lagunas peridunares de Doñana.

16/2006 (Proyecto de investigación) **Estudio de la estructura genética y dinámicas poblacional y reproductiva de *Carex elata* All. subsp. *elata* en el Parque Nacional de Doñana y su entorno**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Luceño Garcés, Modesto

Universidad Pablo de Olavide

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia

CANTIDAD: 600 € (Doñana), 95.200 € (Total)

DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Arroyo de la Rocina

RESULTADOS:

El seguimiento de las poblaciones simpátricas de *C. elata* subsp. *elata* y *C. trinervis* y su estudio desde el punto de vista morfológico, citogenético y molecular ha revelado los siguientes resultados sobre la dinámica introgresiva de ambas poblaciones:

- Los marcadores plastidiales *ycf6-psbM* y *rp132-trnL<sup>UAG</sup>*, que actúan como un *barcoding* adecuado para las especies de *Carex* sect *Phacocystis*, no muestran signos directos de hibridación (captura plastidial) en las poblaciones de Doñana.
- El estudio preliminar de AFLPs basado en tres combinaciones de primers en el que se incluyeron poblaciones del resto de Europa y de táxones afines, muestra para *C. elata* un patrón geográfico, pero para *C. trinervis* (incluida la población de Doñana)

un claro patrón taxonómico que apoya su identidad taxonómica frente a especies próximas.

- El muestreo citogenético analizado hasta el momento no muestra evidencias de hibridación. *Carex elata* exhibe en Doñana un número cromosómico dentro de su rango normal de variación (76-78[80]) y *C. trinervis* dentro del suyo (83-85).
- La morfología observada en algunos individuos de ambos taxones parece, sin embargo, ser un signo de hibridación, si bien a la luz de los resultados anteriores parece que ambas poblaciones se mantienen independientes. Por ello, estos individuos desviantes podrían ser más el fruto de eventos puntuales de hibridación que introgresión a mayor escala.

19/2006 (Proyecto de investigación) **Estudio de la exposición al plomo y otros metales pesados del ánsar común y otras aves acuáticas en Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Green, Andrew J.

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

CANTIDAD: 24.000 € (Doñana), 138.040 € (Total)

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Cerro de los Ánsares, Veta Carrizosa, Caracoles, Entremuros y Veta la Palma

RESULTADOS:

Al final, no se realizó ningún trabajo de campo en el año 2009. Se adjunta informe final y copia de dos publicaciones, productos de nuestra investigación<sup>1</sup>.

20/2006 (Proyecto de investigación) **Patrones de funcionamiento ecosistémico en regiones mediterráneas y sus efectos sobre consumidores primarios**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Delibes de Castro, Miguel

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Proyecto de Investigación de Excelencia)

CANTIDAD: 117.400 €

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Natural y Nacional de Doñana

RESULTADOS:

**Creación de bases de datos espaciales de atributos funcionales**

Se adquirieron imágenes del sensor MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) de la NASA cada 8 ó 16 días (según el producto) entre 2000-2009. Se han preprocesado imágenes de temperatura superficial, índices de vegetación, reflectancia

<sup>1</sup> Disponible en la Oficina de Coordinación

en superficie, fPAR (Fracción de radiación fotosintéticamente activa) y LAI (índice de área foliar). Por otro lado se adquirieron y depuraron datos meteorológicos de estaciones próximas a Doñana de la Junta de Andalucía y del INM incluyendo: temperatura máxima, media y mínima, insolación, vapor de agua y velocidad del viento. Estas actividades han servido para completar la caracterización funcional incorporando indicadores de balance de energía y de agua a los ya utilizados de balance de carbono en fases previas.

### **Modelización mediante imágenes de satélite de balance de energía y evapotranspiración real**

Utilizando imágenes MODIS y datos climáticos se modelizaron las respuestas a la sequía en monte negro, monte blanco, pinar y marisma. Para ello se analizaron los resultados de evapotranspiración y otras variables relacionadas con el balance energético (radiación neta, indicadores de humedad del suelo) y la productividad (NDVI) en dos años con niveles de precipitación muy distintos ya que durante 2004/05 la lluvia anual se redujo en un 75% respecto al año anterior.

Se aplicaron dos tipos de modelización para evapotranspiración: resistencia-superficie y un método contextual derivado de la relación entre temperatura superficial y un índice de vegetación (EVI). Ambos detectaron respuestas a la sequía, sin embargo el método contextual proporcionó mejores resultados si bien está pendiente de validación con datos de tierra.

Desde el punto de vista ecológico, los ecosistemas más vulnerables a la sequía fueron la marisma y el monte blanco. Los pinos y el monte negro fueron capaces de amortiguar sus impactos por su capacidad de acceso al freático, reflejada en ratios evapotranspiración/precipitación superiores a 3 en el año seco.

Estos resultados sugieren que a largo plazo, el éxito de las diferentes estrategias de uso del agua y en última instancia de la supervivencia del ecosistema, dependerá de la capacidad de equilibrar las extracciones del freático con la recarga en el caso de pinos y monte negro, y del potencial de recuperación después de una secuencia de años secos en el caso de marisma y monte blanco.

### **Recopilación de datos sobre parámetros poblacionales y riqueza específica en comunidades animales**

Se ha recopilado, corregido y filtrado la base de datos de abundancia de conejos en el END para los años 2000-2004. Estos datos consisten en un muestreo extensivo de 1000 puntos de conteo de excrementos indicativos de abundancia relativa. Se han comenzado las labores de extracción de datos de funcionamiento ecosistémico en los puntos de muestreo necesarios para evaluar hipótesis sobre respuestas poblacionales a la variabilidad espacial y temporal en el funcionamiento de ecosistemas.

### **Montaje de una nueva estación de campo (monte negro) para medida de intercambios de agua y calor**

Permitirá profundizar en el conocimiento del funcionamiento en continuo de este ecosistema, clave en Doñana, posibilitando además la evaluación de los modelos de funcionamiento derivados de teledetección. La estación consta de un equipo para medir flujo de savia con 4 (Dynamax), un datalogger (Campbell CR1000) y el sistema de alimentación. Este equipo se ha cofinanciado entre la ICTS y este proyecto. Además la EEZA-CSIC nos ha prestado 6 sensores de temperatura infrarrojos (Apogee IRTS-P), y 2

albedómetros (Hukseflux). Los equipos se encuentran en la actualidad en fase de calibración en laboratorio.

### **Se propuso una ampliación de objetivos**

Se pretende realizar un análisis retrospectivo de la dinámica funcional en pinares. Se estudiará la relación entre variables funcionales ecosistémicas (productividad primaria y evapotranspiración) y las sequías hidrológicas (que afectan al acuífero). Primero se compararán series temporales dendrocronológicas de pinares (situados en zonas con distintas distancias al nivel freático) con series de variables de funcionamiento ecosistémico derivadas de imágenes. A partir de estos análisis se podrá realizar una evaluación retrospectiva (hasta 50 años) del funcionamiento de los pinares y espacializar los resultados. Hasta la fecha y en colaboración con la Oficina del Parque Nacional se han recogido 30 muestras de dos zonas de Marismillas y 12 muestras del entorno de la Rocina.

21/2006 (Proyecto de investigación) **Reconstrucción histórica de la dinámica de inundación de las marismas de Doñana mediante teledetección**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bustamante Díaz, Javier M<sup>a</sup>

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia

CANTIDAD: 125.000 €

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Marismas de los Parques Nacional y Natural de Doñana y zonas inundadas o inundables del entorno

RESULTADOS:

### **GRUPO J. BUSTAMANTE (EBD):**

Durante el año 2009 el trabajo realizado en el proyecto ha consistido en:

#### **1. Adquisición de imágenes de satélite (Landsat y Chris-Proba)**

ref	Fecha
B02C_DonanaN_2009-02-17.jpg	17/02/09
B185_DonanaS_2009-03-16.jpg	16/03/09
B194_Tinto-Odiel_2009-03-17.jpg	17/03/09
B2E8_DonanaN_2009-04-11.jpg	11/04/09
B3CE_DonanaS_2009-04-29.jpg	29/04/09
B43E_DonanaN_2009-05-07.jpg	07/05/09
B44B_DonanaS_2009-05-08.jpg	08/05/09
B4AF_DonanaN_2009-05-16.jpg	16/05/09
B4BE_DonanaS_2009-05-17.jpg	17/05/09

Tabla 1: Imágenes CHRIS-Proba de Doñana Norte, Doñana Sur y Tinto y Odiel adquiridas en 2009.

ref	Fecha	Satélite	Georeferenciada	Cor. Radiométrica	Normalizada
200901107etm202_34	10/01/09	L7	nubes		
200901185etm202_34	18/01/09	L5	Sí	Sí	Sí
200902035etm202_34	03/02/09	L5	nubes		
200902117etm202_34	11/02/09	L7	Sí	Sí	Sí
200902195etm202_34	19/02/09	L5	nubes		
200902277etm202_34	27/02/09	L7	nubes		
200903075etm202_34	07/03/09	L5	nubes		
200903157etm202_34	15/03/09	L7	nubes		
200903235etm202_34	23/03/09	L5	Sí		
200903317etm202_34	31/03/09	L7			
200904085etm202_34	08/04/09	L5	Sí		
200904245etm202_34	24/04/09	L5	Sí		
200905027etm202_34	02/05/09	L7			
200905105etm202_34	10/05/09	L5	nubes		
200905187etm202_34	18/05/09	L7			
200905265etm202_34	26/05/09	L5	Sí		
200906115etm202_34	11/06/09	L5	Sí	Sí	Sí
200906275etm202_34	27/06/09	L5			
200907135etm202_34	13/07/09	L5			
200907295etm202_34	29/07/09	L5	Sí	Sí	Sí
20090830L5TM202_34	03/08/09	L5	Sí	Sí	Sí
200909237etm202_34	23/09/09	L7			
200910097etm202_34	09/10/09	L7			

Tabla 1: Imágenes Landsat adquiridas en 2009 y situación de tratamiento hasta la fecha

Se han adquirido todas las imágenes de Landsat posibles a través del Plan Nacional de teledetección y a través del servidor Glovis del USGS. Aquellas imágenes libres de nubes se han georeferenciado, corregido radiométricamente y normalizado (ver Tabla 1). A partir de estas imágenes se producirán las coberturas de inundación.

También se solicitó la adquisición de imágenes CHRIS-Proba. Las adquisiciones con éxito se presentan en la Tabla 2.

## 2. Toma de datos de campo simultáneos con la adquisición de imágenes

Se han realizado salidas de campo simultáneas con las adquisiciones de imágenes para la toma de datos de verdad terreno.

### **3. Planificación de una campaña de campo con el AHS en la primavera de 2009**

Se realizó una planificación de esta campaña que finalmente no se pudo ejecutar por problemas con el avión del INTA. Se ha pospuesto la campaña a la primavera de 2010.

### **4. Presentaciones a Congresos**

Se asistió en 2009 al ECCB 2009 – European Congress of Conservation Biology, Praga Septiembre 2009, donde se presentaron los resultados del uso de imágenes hyperspectrales de un vuelo aeroportado del sensor “Eagle” para la clasificación de *Azolla filiculoides*. Se adjunta un pdf de la presentación<sup>2</sup>. También se asistió al congreso Nacional de Teledetección celebrado en Calatayud en el que se realizaron varias presentaciones.

## **GRUPO J. FIGUEROLA (EBD):**

### **1. Estimación de la disponibilidad de hábitat para aves acuáticas a partir de imágenes de Landsat**

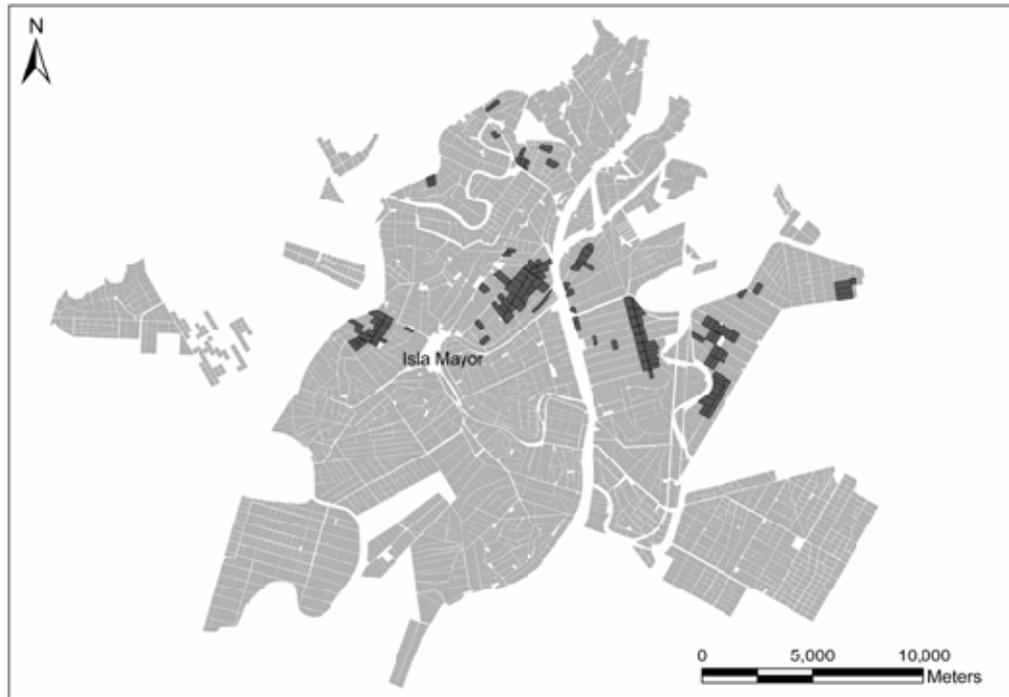
Los arrozales constituyen unos importantes hábitats alternativos para las aves acuáticas, especialmente en aquellas zonas donde los humedales naturales han desaparecido. Muchas aves acuáticas se alimentan en los arrozales del sur de Europa durante la migración otoñal. Durante este periodo las actividades asociadas al cultivo del arroz pueden producir rápidos cambios en la disponibilidad de hábitat para las aves. Conocer la disponibilidad de hábitat es importante debido a que la dramática reducción en la superficie de los humedales naturales ha convertido a los arrozales en refugios vitales para las aves acuáticas. Dentro del presente proyecto hemos desarrollado la metodología necesaria para usar series temporales de imágenes del satélite Landsat para mapear la distribución de los distintos estadios del cultivo del arroz utilizados por distintos grupos de aves acuáticas en Doñana.

A partir de los censos realizados en arrozales de Doñana (Figura 1) durante el otoño de los años 2005-2006 y 2006-2007 determinamos las preferencias de hábitat de 22 especies de aves. Al mismo tiempo determinamos las condiciones de los campos censados (estado del cultivo del arroz y nivel de inundación). El análisis de redundancia (RDA) explicó el 97.9% de la variación especies-ambiente (Figura 2). Durante el ciclo de cultivo del arroz los análisis indicaron que los patos se concentraron en los campos inundados mientras que las aves limícolas se concentraron en los campos fangueados. Las aves acuáticas no suelen utilizar campos de arroz secos o con las plantas totalmente crecidas.

A partir de 7 imágenes del satélite Landsat, derivamos funciones discriminantes para clasificar el estadio del cultivo del arroz. Las funciones obtenidas se validaron con el método de ‘dejar una fuera’. Las funciones discriminantes derivadas clasificaron correctamente el 91% de los campos y permitieron reconstruir las variaciones estacionales en la disponibilidad de hábitat para las distintas especies de aves (Figura 3) y mapear la disponibilidad de hábitat para distintos grupos de aves a partir de una serie de imágenes Landsat (Figura 4). Esta información será muy útil para monitorizar la disponibilidad de hábitat a gran escala en Doñana y proporcionar información relevante para comprender las respuestas comportamentales y poblacionales de las aves que usan los arrozales.

---

<sup>2</sup> Disponible en la Oficina de Coordinación



*Figura 1: Mapa de los arrozales en Doñana (en gris) y localización de las 113 parcelas visitadas para censar las aves y determinar el estado del cultivo del arroz*

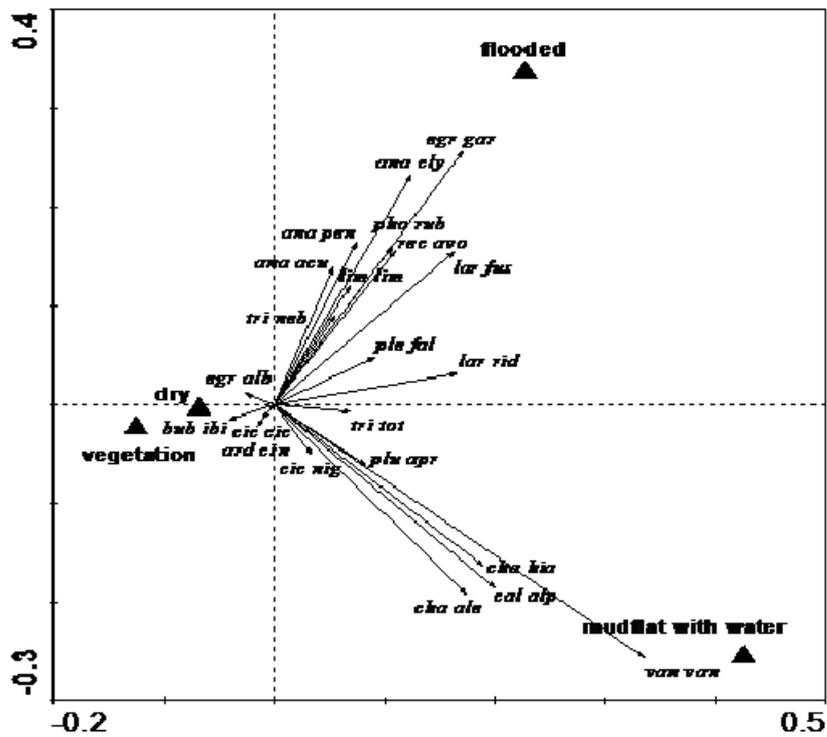


Figura 1: Ejes 1 y 2 del Redundancy Analysis (RDA) mostrando la distribución de las distintas especies de aves en relación con el estadio del cultivo en los arrozales de Doñana basado en censos realizados en los otoños (Septiembre-Enero) del 2005-2006 y 2006-2007. Acrónimos utilizados: Ana cly (*Anas clypeata*), rec avo (*Recurvirostra avosetta*), ana pen (*Anas Penelope*), lim lim (*Limosa limosa*), ana acu (*Anas acuta*), pho rub (*Phoenicopterus ruber*), egr gar (*Egretta garzetta*), cic cic (*Ciconia ciconia*), ple fal (*Plegadis falcinellus*), bub ibi (*Bubulcus ibis*), egr alb (*Egretta alba*), tri neb (*Tringa nebularia*), ard cin (*Ardea cinerea*), lar fus (*Larus fuscus*), lar rid (*Larus ridibundus*), cic nig (*Ciconia nigra*), tri tot (*Tringa tetanus*), plu apr (*Pluvialis apricaria*), cha ala (*Charadrius alexandrinus*), cha hia (*Charadrius hiaticula*), cal alp (*Calidris alpina*), van van (*Vanellus vanellus*)

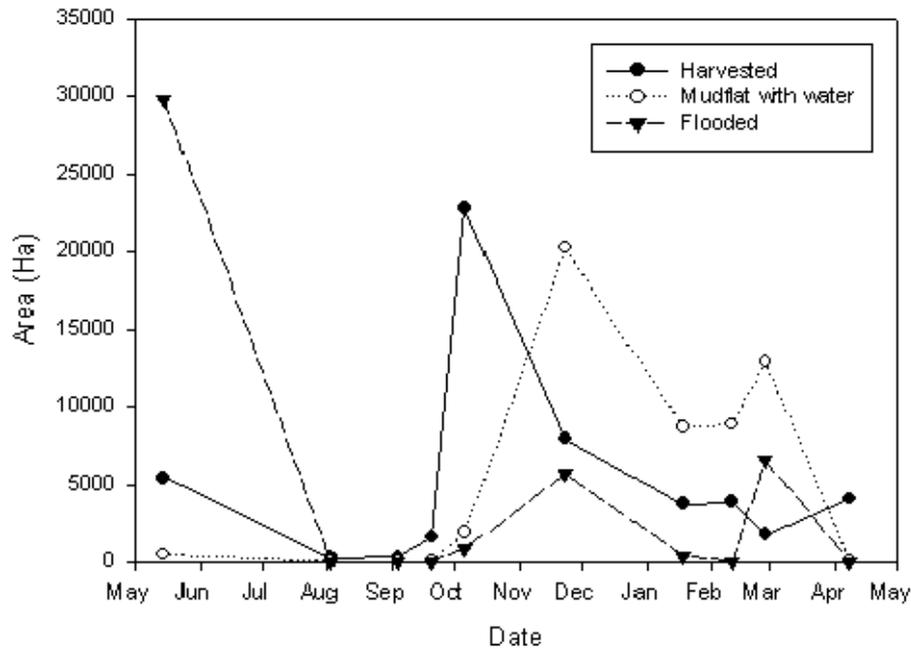


Figura 1: Cambios en la superficie de arrozal en los distintos estadios de cultivo asociados a distintas especies de aves reconstruidos para la temporada 2005-2006 a partir de 10 imágenes del satélite Landsat.

**GRUPO L. SANTAMARÍA (IMEDEA):**

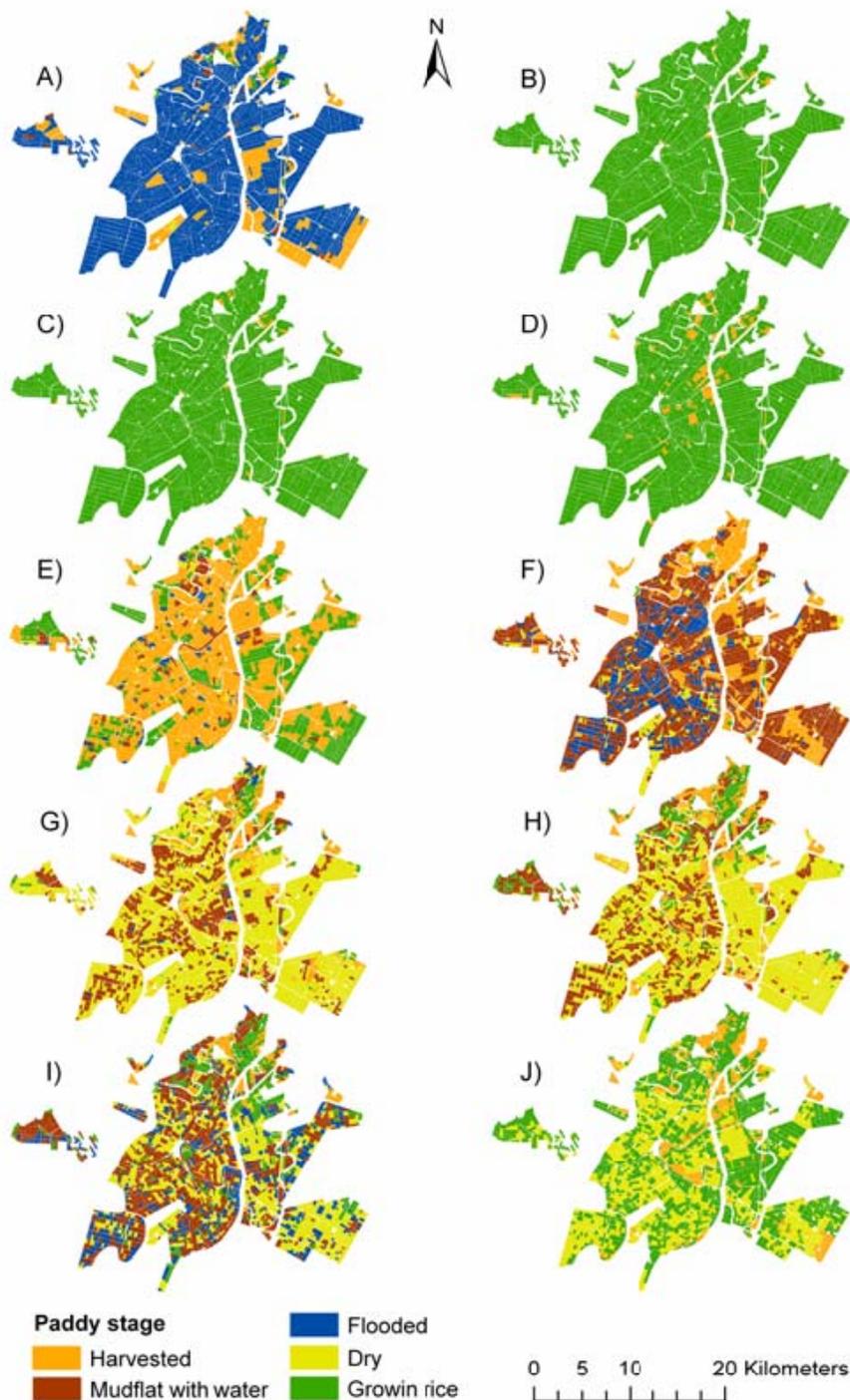


Figura 1: Reconstrucción de la disponibilidad de hábitat en los arrozales de Doñana basado en imágenes del satélite Landsat tomadas entre Mayo del 2005 y Abril del 2006.

Durante enero y mayo de 2009 se llevó una vez más a cabo la caracterización de una submuestra de 28 lucios restaurados, que incluyen una representación de los dos niveles

de conectividad (4 aislados y 24 de los grupos norte y sur) y, para los lucios agrupados, una combinación factorial de los tres tamaños y las dos profundidades (8 grandes, 8 medianos y 8 pequeños). En cada muestreo y para cada humedal, se determinó la cobertura de cada especie de macrófito flotante o sumergido en cuatro cuadrantes de 2 x 2 m, situados en los extremos de sus ejes mayor y menor, a 10 m de la orilla, utilizando cinco categorías semi-cuantitativas (ausencia, <12,5%, 12,5-25%, 25-50%, 50-75% y 75-100% de cobertura). En el centro de cada uno de los 28 lucios muestreados, se midieron las siguientes variables:

1. Profundidad: altura de la columna de agua ( $\pm 1$  cm).
2. Temperatura: medidor multiparamétrico Hach-Lange ( $\pm 0.01$  °C).
3. pH: medidor multiparamétrico Hach-Lange con sensor específico ( $\pm 0.01$ ).
4. Conductividad: medidor multiparamétrico Hach-Lange con sensor específico ( $\pm 0.01$  mS).
5. Oxígeno disuelto: medidor multiparamétrico Hach-Lange con sensores específicos ( $\pm 0.01$  mg/l).
6. Turbidez: turbidímetro Oakton T-100 ( $\pm 0.1$  UNTs).
7. Concentración de sólidos en suspensión: peso seco tras filtrado de 250 ml de agua en filtros Waltman GMF ( $\varnothing 47$  mm) (en g/l).
8. Concentración de clorofila: fluorimetría tras filtrado de 250 ml de agua en filtros Waltman GMF ( $\varnothing 47$  mm) y extracción en acetona (en mg/l chlor  $\alpha$ ).

En los lucios construidos la interacción entre las variables que determinan el ambiente local cambia de una fecha a otra y las variables que caracterizan el ambiente lumínico bajo el agua (turbidez, sólidos en suspensión y clorofila) varían con la configuración espacial. El efecto de los factores ambientales sobre la presencia de las diferentes especies varía entre especies y períodos de muestreo. En general, los factores que influyen significativamente en la colonización de las especies son los que determinan el clima lumínico: esto es, la interacción entre la profundidad y la turbidez, o algunos de los determinantes causales de ésta última como son: las concentraciones de sólidos en suspensión y de clorofila. Estos factores afectan negativamente a todas las especies de macrófitos sumergidos (carófitos, *Riella* y *Ruppia*), pero este efecto negativo desaparece para las dos especies con hojas flotantes (*Ranunculus* y *Baldellia*). Así, la turbidez, sólidos en suspensión y/o clorofila tienen efectos negativos sobre la presencia de macrófitos sumergidos, aunque a veces el efecto combinado de dos variables resulte en efectos parciales positivos de una de ellas (los sólidos en suspensión). La conductividad sólo afecta la colonización de las especies particularmente sensibles a ella, como la especie halófila *Ruppia drepanensis*, presente en las áreas más salinizadas de la marisma circundante, o la especie anfibia *Baldellia ranunculoides*, cuyos requerimientos de baja salinidad hacen que tan solo abunda en la marisma en años de precipitaciones abundantes. Durante este año la colonización de macrófitos es influida selectivamente por las características de los humedales y las variables ambientales que determinan el clima lumínico en una interacción compleja de turbidez, sólidos en suspensión y clorofila. Así la influencia del clima lumínico es especie específica; va mediando la composición de la comunidad, al cambiar la colonización de las especies en los lucios construidos y es dependiente de las condiciones iniciales del hidoperíodo.

En mayo de 2009, realizamos una última campaña para estimar el efecto de la vegetación en los procesos de resuspensión del sedimento. Para ellos seleccionamos 10 parejas de lucios artificiales, recientemente creados en la finca Caracoles. Estos lucios se crearon con

forma elíptica y basados en un diseño factorial de tamaños, profundidades y localización. Así, en cada uno de los dos bloques creados hay cuatro lucios grandes (dos profundos y dos someros), ocho lucios medianos (4 profundos y 4 someros) y 24 lucios pequeños (12 profundos y 12 someros). Los lucios de cada una de las parejas se seleccionaron por presentar características iniciales similares, es decir, igual tamaño y profundidad inicial, pero distinta abundancia de vegetación macrófita, seleccionando siempre un lucio con abundante vegetación y otro con vegetación escasa. Los dos lucios de cada pareja se muestrearon simultáneamente, para aislar el ruido producido en el análisis por las diferencias climatológicas entre días. En el centro de cada uno de los lucios se instaló una estructura que soportaba una sonda de temperatura y turbidez en su parte sumergida y un anemómetro y termómetro en su parte aérea. Para la medición de turbidez utilizamos dos sondas Hydrolab, una MS5 y una DS5X y con el objeto de evitar posibles sesgos debidos a diferencias entre ambas sondas, alternamos entre días (parejas) consecutivas la sonda usada para el lucio con vegetación. Las mediciones de velocidad y dirección del viento y temperatura aérea recurrimos a sendos anemómetros magnéticos Kestrel K4500 con soporte y veleta. Cada pareja se muestreo durante un día completo (24 h). Debido a problemas con el funcionamiento de las sondas y la escasez de agua al final del periodo, finalmente sólo se pudieron muestrear adecuadamente siete de las diez parejas, lo que supone un total de 14 lucios muestreados. En todos los lucios que formaron parte de las parejas de muestreo se procedió a la caracterización general de la vegetación macrófita, así como parámetros físico-químicos y estimación de seston y clorofila, siguiendo el protocolo descrito más arriba.

Finalmente, durante los últimos cuatro días de la campaña, hicimos un seguimiento más extensivo de la relación entre turbidez y vegetación en el resto de lucios del sector norte que aún conservaban agua suficiente. Para ello, se tomó una muestra de agua de cada uno de estos lucios cada dos horas, por medio de un muestreador automático desarrollado al efecto por la empresa de desarrollos tecnológicos Albatros para el Laboratorio de Ecología Espacial del Imdea. Debido a que dicho muestreador precisa de energía solar para su funcionamiento autónomo, éstas sólo se tomaron durante las horas diurnas, cuatro días consecutivos. Dichas muestras fueron inmediatamente llevadas al laboratorio, donde se estimó su turbidez por medio de un nefelómetro ¿?? y se filtró una submuestra para la posterior estima del seston. Todos estos lucios fueron, así mismo, sometidos al protocolo general de seguimiento descrito más arriba, por lo que disponemos datos de cobertura de vegetación, evolución temporal de la turbidez y evolución temporal de la dirección e intensidad de viento en la zona (gracias a los anemómetros instalados en las parejas experimentales).

Estos datos están siendo actualmente analizados, por lo que aún no se dispone de resultado alguno al respecto.

## GRUPO FLUMEN:

Los progresos llevados a cabo por el grupo de investigación Flumen de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) durante el año 2009 en el marco del proyecto HYDRA se enumeran bajo estas líneas. Los documentos adjuntos 1, 2 y 3 muestran ejemplos de cada uno de los progresos.

### 1. Desarrollo y calibración del modelo hidrodinámico de la marisma (CARPA)

- Clasificación de la resistencia al flujo.
- Modelo digital de terreno: nuevas opciones de mallado.
- Modelación de compuertas y vertederos.
- Modelación del transporte de sedimento por arrastre de fondo
- Calibración del arrastre ejercido por el viento.
- Estimación y modelación de las pérdidas por evaporación.
- Simulación de distintos escenarios:
  - Entrada de agua mareal a través de las compuertas del caño de la Figuerola.
  - Afección de las mareas por una apertura de compuertas en el caño del Cherry.
  - Secado de la marisma de Hinojos a lo largo de dos meses y medio.
  - Desborde del caño la Carrajola debido a la influencia mareal, para validar una propuesta de gestión.
  - Avenida por la Canariega. Simulación de la situación futura sin puente actual.
  - Estudio de operación de compuertas en el caño La Cerrajola.
  - Inundación de la marisma por un episodio extraordinario de precipitación.

### 2. Adquisición y análisis de datos hidrometeorológicos

- Seguimiento hidrometeorológico del año 2008-2009.
- Comportamiento térmico de la marisma: agua, sedimento y flujos de calor.

### 3. Adquisición y análisis de imágenes de teledetección de radar de apertura sintética (SAR)

Obtención y análisis de la signatura temporal de retrodispersión radar de las siguientes zonas de la marisma: áreas profundas de suelo desnudo, paciles, zonas de castañuela (*Scirpus maritimus*) y zonas de bayunco (*Scirpus litoralis*).

22/2006 (Proyecto de investigación) **Funcionalidad de los sistemas acuáticos temporales de Doñana y la conservación de flora y fauna**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Díaz Paniagua, Carmen

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC

CANTIDAD: 98.000 €

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Lagunas temporales de todo el Parque Nacional de Doñana

## RESULTADOS:

El principal objetivo de este proyecto consistía en resaltar la importancia del sistema de lagunas temporales de Doñana como hábitats acuáticos. Además de las grandes lagunas y la marisma, El Parque Nacional de Doñana presenta un sistema de lagunas temporales, que se caracterizan porque anualmente suelen sufrir un periodo de desecación (localizado en verano) que limita su capacidad de hábitats acuáticos a las especies que son capaces de resistir fases de sequía. Tanto sus características físicas como las químicas sufren una amplia variación a lo largo de cada periodo de inundación anual. A mayor escala temporal, también se aprecian cambios importantes en las comunidades faunísticas y de vegetación que albergan. Estos sistemas de charcas se consideran actualmente con un interés prioritario para su conservación, estando incluidos en la Directiva de Hábitats de la Unión Europea (código 3170). A diferencia de otros sistemas de charcas temporales existentes en Europa, el de Doñana es especialmente importante por el alto número y la heterogeneidad de medios acuáticos que contiene, y porque la mayoría son de origen natural. Sistemas de este tipo, con origen natural y que mantengan todavía una dinámica natural, son muy escasos, especialmente en Europa, donde la mayoría de los medios temporales están actualmente asociados a actividades humanas.

En este proyecto se ha realizado una cartografía de lagunas del Parque Nacional de Doñana, en el que se han identificado más de 3000 cuerpos de agua en años de gran inundación (Gómez-Rodríguez 2009). Mediante análisis de imágenes de satélite hemos realizado el estudio de la variación de la inundación que ha sufrido el área de la Reserva Biológica durante un periodo de 23 años (1984-2007). Las lagunas temporales constituyen un gran y heterogéneo sistema con amplia variabilidad espaciotemporal, característica que es importante para el mantenimiento de la diversidad de su fauna y flora acuática, especialmente de las especies propias de medios no permanentes. Sin embargo, aunque la variación temporal está normalmente asociada a diferencias entre años en cuanto a precipitación anual, también hemos detectado evidencias preocupantes para la conservación del sistema. Se detecta actualmente una tendencia hacia el acortamiento del periodo de inundación anual (hidroperiodo) de las lagunas, que no está asociado a la cantidad de lluvias anuales, sino que parece estar relacionado con causas externas al sistema, como la sobreexplotación del acuífero que lo sustenta (Gómez-Rodríguez 2009, Gómez-Rodríguez et al 2009).

Se ha realizado una descripción físico-química de estos medios temporales, así como de las especies de fauna y flora que encontramos en ellos. La caracterización general de estos medios se ha realizado a través del muestreo de un número de lagunas (91-150 lagunas en 2006 y 2007) en las que además de identificar hidrófitos, macroinvertebrados y anfibios, se registraron parámetros físico-químicos en un único muestreo anual, realizado en abril o mayo. Un muestreo más intensivo se ha llevado a cabo con periodicidad mensual, realizado para el caso de los anfibios con 19 lagunas temporales y para macroinvertebrados con 21 lagunas temporales, todas en la Reserva Biológica de Doñana.

Existe una gran variedad en cuanto a tamaño de las charcas o lagunas temporales, que lleva asociado asimismo una gran variación en cuanto a profundidad, aunque la mayoría tienen escasa pendiente y son someras (profundidad < 1m). El pH del agua es próximo a la neutralidad, aunque ligeramente ácido en la mayoría de los casos y suelen tener conductividad inferior a 1000 microS/cm. Los iones predominantes son Cl and Na,

teniendo baja concentración de nutrientes (tabla 1)(Gómez-Rodríguez et al 2009; Díaz-Paniagua et al in press).

<b>Variable</b>	<b>min</b>	<b>Max</b>	<b>median</b>	<b>n</b>
<b>water depth (cm)</b>	<b>9</b>	<b>124</b>	<b>70</b>	<b>90</b>
<b>E.C. (mS cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.09</b>	<b>9.87</b>	<b>0.50</b>	<b>90</b>
<b>pH</b>	<b>5.4</b>	<b>10.4</b>	<b>8.8</b>	<b>87</b>
<b>Alkalinity (meq L<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.10</b>	<b>15.97</b>	<b>2.52</b>	<b>39</b>
<b>Cl<sup>-</sup>(meq L<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.55</b>	<b>30.99</b>	<b>2.37</b>	<b>39</b>
<b>Na<sup>+</sup>(meq L<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.02</b>	<b>27.58</b>	<b>2.98</b>	<b>39</b>
<b>Ca<sup>2+</sup>(meq L<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.05</b>	<b>7.25</b>	<b>1.15</b>	<b>39</b>
<b>Mg<sup>2+</sup>(meq L<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.18</b>	<b>11.99</b>	<b>0.98</b>	<b>39</b>
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(meq L<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.04</b>	<b>2.89</b>	<b>0.36</b>	<b>39</b>
<b>K<sup>+</sup>(meq L<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.02</b>	<b>1.74</b>	<b>0.14</b>	<b>39</b>
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>(mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>0.04</b>	<b>3.58</b>	<b>0.04</b>	<b>90</b>
<b>i-P (µg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>10</b>	<b>750</b>	<b>10</b>	<b>90</b>

La inundación de las lagunas temporales se suele producir cuando la cantidad de lluvias anuales (producidas a partir del verano) llega a alcanzar un valor superior a 200 mm (Díaz Paniagua et al in press). El hidroperiodo puede variar ampliamente entre años, y el inicio del periodo de inundación varía dependiendo de cuándo se producen las lluvias más intensas. Aunque, dentro de cada año, la fecha de inundación suele coincidir para la mayoría de las charcas, la de desecación es variable pudiendo clasificarse las lagunas cada año según su hidroperiodo (efímeras, de duración intermedia, de larga duración).

A nivel de suelos, se distingue un tipo de lagunas que presenta una capa freática colgada apoyada sobre una formación arenosa (arenas basales mio-pliocenas), de textura franco-arcillosa, capaz de retener el agua, a una profundidad que oscila entre 40 y 60 cm, y una potencia no determinada. Este horizonte favorece el desarrollo de un potente horizonte rico en materia orgánica que, gracias a su mayor humedad, continúa captando elementos finos que contribuyen en un proceso de feedback a alargar el tiempo de encharcamiento de la laguna. Los suelos de estas lagunas evolucionan en función de la actuación de tres procesos: hidromorfía, acumulación de materia orgánica y formación de un horizonte enriquecido en elementos finos en profundidad siguiendo la catena: Typic Psammaquent – Typic Haplaquoll – Typic Argiaquoll - Thapto Psammentic Ochraqulf – Typic Ochraqulf o Typic Natraqulf. El último estadio corresponde a un suelo con horizonte argílico que puede presentar acúmulo de sales (Na<sup>+</sup>, en concreto).

Un segundo tipo de lagunas son alimentadas por el nivel freático general (profundo) de la zona, por tanto de origen hipogénico. Se sitúan en zonas de dunas más jóvenes y cercanas al rosario de grandes lagunas (entre las que se encuentran las permanentes) que bordea el sistema de Dunas Móviles y que llega hasta la Marisma. En ellas no se encuentran las arenas basales en el perfil del suelo. Dependiendo del tiempo de encharcamiento, presentarán un horizonte orgánico más o menos potente en superficie (Siljestrom et al 2009; Díaz-Paniagua et al in press).

La evolución de los suelos seguiría dos procesos, el de acumulación de materia orgánica y el de hidromorfía, pudiendo tener este último una influencia tal, que anule al primero (caso

del Typic Sulfaquent). La catena de evolución sería la siguiente: Aquic Xeropsamment - Humaqueptic Psammaquent – Typic Humaquept – Typic Sulfaquent.

Es muy importante tener en cuenta que los cambios que está sufriendo el hidropereodo actualmente con la disminución de tiempo de encharcamiento se van a reflejar en la catena de evolución en un plazo medio-largo, ya que la hidromorfía es el factor fundamental del que dependen todos los demás procesos en la formación de un suelo que sustenta una laguna. Los datos obtenidos en este proyecto van a ser de enorme utilidad para estudiar los efectos antropogénicos (del bombeo de urbanizaciones y cultivos cercanos), así como de las variaciones en las condiciones climáticas en un medio-largo plazo.

Se ha descrito el listado de especies de plantas (Díaz-Paniagua et al in press), macroinvertebrados (Florencio et al 2009) y de anfibios que se encuentran en las lagunas temporales de Doñana (Díaz-Paniagua et al in press, Gómez-Rodríguez et al 2009, Gómez Rodríguez 2009).

Respecto al estudio de las especies vegetales que habitan estos sistemas acuáticos temporales, el número de especies localizadas asciende a 80 taxones diferentes incluidos en la Div. Spermatophyta, Div. Pteridophyta, así como las especies acuáticas de la Div. Briophyta y los pertenecientes a la Cl. Charophyceae de la Div. Chlorophyta. Por tipos biológicos, se localizaron 45 especies de helófitos, 12 especies de macrófitos flotantes y 23 especies de macrófitos sumergidos.

El sistema de lagunas temporales de Doñana alberga un importante número de especies vegetales asociadas a habitats húmedos con algún grado de amenaza. Alrededor del 25% de las especies encontradas están actualmente incluidas en listas nacionales o regionales de flora amenazadas con diferentes categorías IUCN. Algunos ejemplos son *Thorella verticillainundata*, *Lemna trisulca*, *Wolfia arrhiza*, *Zannichelia obtusifolia* or *Hydrocharis morsus-ranae*. Esta última es la especie más amenazada de todas las encontradas, siendo la localidad de Doñana una de las dos únicas poblaciones que quedan en territorio español.

La composición de la vegetación en esos medios está claramente influenciada por las diferentes unidades geomorfológicas descritas en el área, pudiendo discriminarse especies idiosincrásicas para cada una de ellas.

El análisis de los datos de abundancia de taxones en las diferentes localidades muestreadas nos han permitido determinar qué variables ambientales influyen más directamente la distribución de especies en los medios temporales de Doñana y cuánto influye la estructura espacial en dicha distribución. Esta contribuye significativamente en el porcentaje final de varianza explicada, sugiriendo que la ubicación geográfica y las distancias entre cuerpos de agua constituyen factores fundamentales para la colonización de nuevos habitats. La principal variable ambiental que estructura la comunidad es la superficie de la laguna, siguiendo un patrón clásico observado en multitud de estudios ecológicos previos. La salinidad (la cual sigue un gradiente N-S en el área de estudio) también influye de manera muy significativa en la distribución y abundancia de especies vegetales.

La sucesión temporal en este sistema altamente dinámico es favorecida por la elevada heterogeneidad de especies con diferentes requerimientos ecológicos. Así en los primeros estadios de la inundación confluyen especies de ciclo de vida corto íntimamente ligadas al

medio acuático, siendo sustituidas cuando la rápida evaporación del agua convierte los cuerpos de agua en praderas, por otras de pastizales húmedos con periodo de vida más largo.

Entre los macroinvertebrados, se han descrito 123 taxones diferentes, de los cuales los más abundantes y frecuentes en las lagunas de Doñana fueron *Corixa affinis* Leach, 1817, *Cloeon* spp. [siendo *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1761) la especie más abundante] y *Anisops sardeus* Herrich-Schäffer, 1849. Coleoptera, Heteroptera y Odonata fueron los órdenes de macroinvertebrados que alcanzaron mayor número de especies y más abundantes. El heterogéneo y abundante sistema de charcas de Doñana, se describe como una importante red de charcas que permite que la comunidad de macroinvertebrados se reestructure de una manera anidada cada año, desde la inundación hasta que las primeras lagunas temporales empiezan a secarse. Además de especies importantes para la conservación como *Coenagrion scitulum* (Rambur, 1842) (Odonata: Coenagrionidae) y *Lestes macrostigma* (Eversm., 1836) (Odonata: Lestidae) que aparecen como vulnerables en la Lista Roja de la IUCN (Verdú & Galante, 2005), podemos nombrar otras especies cuya distribución se encuentra restringida al la zona sur-central de la Península Ibérica y Norte de África, como son *Hygrotus lagari* (Fery, 1992), *Hydroporus lucasi* Reiche, 1866, *Cybister tripunctatus africanus* Laporte, 1834, muy frecuentes y abundantes en el sistema de charcas de Doñana, y *Lacobius revelieri* Perris, 1864, una especie localmente rara, o incluso algunas especies endémicas de la Península Ibérica como es el caso de *Haliphus andalusicus* Wehncke, 1874 y *Rhantus hispanicus* Sharp, 1882. Adicionalmente, se han detectado un número de especies idiosincráticas que a pesar de ser más comunes presentan una distribución no general en el sistema de charcas de Doñana destacando su importancia para la conservación como son *Ischnura pumilio* (Charp., 1825) y *Sympetrum fonscolombei* (Selys, 1841), por ejemplo, las especies más abundantes de las familias Coenagrionidae y Libellulidae en Doñana, (Flores et al., 2009). Estas especies idiosincráticas suelen localizarse en determinados cuerpos de agua (que se consideran por ello idiosincráticos) que deben tener especial interés para la conservación, dada la particular composición de macroinvertebrados que presentan. Sin embargo, la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presenta una dinámica inter e intra anual, que se ve favorecida por las importantes variaciones meteorológicas que se producen entre años y que condicionan la duración del periodo de inundación y el número de cuerpos de agua. En función de estas variaciones, las lagunas idiosincráticas no son las mismas todos los años, sino que la comunidad de macroinvertebrados, se ajusta a la disponibilidad de medios de cada año, por lo que hay que considerar que no sólo determinadas lagunas son importantes para la conservación de la diversidad de macroinvertebrados de Doñana, sino que todo el sistema, con su gran heterogeneidad y abundancia de medios, es importante.

Adicionalmente hay que destacar como amenazas a la biodiversidad de macroinvertebrados la presencia de especies exóticas, entre las que en este estudio se ha detectado la introducción de *Trichocorixa verticalis* (Fieber 1851), hemíptero acuático que aunque es más abundante en las marismas, se ha detectado en las lagunas temporales más próximas este medio (Rodríguez et al 2009).

Para las especies de anfibios, el sistema de charcas temporales de Doñana se ha comprobado que funciona como una robusta red espacial, ya que contiene un gran número de cuerpos de agua entre los que se mantienen las distancias adecuadas para permitir la reproducción de las especies incluso en años de escasa inundación (Fortuna et al 2006). Asimismo, la gran heterogeneidad de medios y las amplias variaciones que sufren

interanualmente, ocasiona que exista una gran variación en cuanto al número de especies y las abundancias de larvas que se presentan cada año (Gómez-Rodríguez 2009, Díaz-Paniagua et al 2009). Esta dinámica es fundamental para el funcionamiento y buen estado de conservación de una comunidad de anfibios, y debe ser una de las condiciones que cumpla un área para garantizar el buen estado de conservación de su comunidad de anfibios.

El área de Doñana, se considera actualmente como un área ejemplar para la conservación de su fauna de anfibios (Díaz-Paniagua et al 2006), especialmente porque el alto número de medios temporales que contiene garantiza la reproducción de la mayoría de las especies, y la variación interanual favorece unos años a determinadas especies y otros años pueden favorecer a otras diferentes, con lo que a largo plazo se favorece la conservación de toda la comunidad.

Aunque en los medios temporales se considera que los anfibios tienen menor presión de depredación que en medios permanentes, donde la mayoría de las especies no alcanzan éxito reproductivo, en este proyecto se ha abordado el estudio de los depredadores de anfibios, especialmente durante su fase de huevo, embrionaria y larvaria. Entre los depredadores más importantes que podemos detectar en estos medios, podemos destacar a los adultos de las tres especies de urodelos, las larvas de *Pleurodeles waltl*, *Triops mauritanicus* y la especie exótica *Procambarus clarkii*. Esta depredación es especialmente importante para determinadas especies, que por ello tienden a utilizar las lagunas más efímeras, donde los principales depredadores no suelen encontrarse (Porthault et al 2007a). Las tasas de depredación que ejercen estos depredadores varían considerablemente dependiendo de la especie de anfibio depredada, lo cual se atribuye a la diferente protección de la que se encuentran provistas las puestas (Porthault et al. 2007b).

La presencia del cangrejo exótico está especialmente asociada a las zonas de Marismas, pero en este estudio se detecta con frecuencia en algunos medios temporales, donde su papel como depredador tiene importantes repercusiones sobre el éxito reproductivo de las especies con las que convive. Durante este proyecto se ha detectado además, que las defensas que las larvas de anfibios utilizan contra los depredadores nativos, entre las que se encuentran las asociadas a cambios morfológicos de las larvas, no son efectivas ante el cangrejo. Asimismo, en charcas temporales en las que se ha producido la introducción del cangrejo se ha comprobado una importante depredación sobre los adultos reproductores de tritones, así como sobre las larvas de *Pelobates cultripes*.

A lo largo de este proyecto hemos realizado además algunas observaciones importantes que revelan amenazas importantes para el sistema. Se han detectado, entre los años recientes, años con ausencia total de precipitaciones en los que no ha llegado a producirse la inundación de las charcas y lagunas temporales, lo que ha impedido la reproducción (en general) de anfibios en el medio. Este es el caso durante nuestro estudio del periodo 2004-2005. Asimismo, desde el año 2005, hemos observado que no se ha producido la inundación de una laguna de gran entidad, la del Charco del Toro, que constituía en la década de los 60 una de las grandes lagunas peridunares del Ecotono entre las Dunas y las arenas estabilizadas. La desecación de esta laguna pone en evidencia la importante amenaza que representa para Doñana la sobreexplotación del acuífero, que en este caso se encuentra además muy influenciado por la proximidad de esta laguna a los puntos de extracción de aguas para la urbanización de Matalascañas. Por ello, durante el desarrollo

de este proyecto se ha realizado una revisión de estudios anteriores en los que se denunciaba la disminución de los niveles piezométricos que registran el estado del acuífero y la necesidad de remediarlo, especialmente para el mantenimiento de los sistemas acuáticos de Doñana (Díaz-Paniagua 2008).

Con la desecación del Charco del Toro, hemos observado que se están produciendo en esta laguna, y también en la del Zahillo, procesos importantes de acidificación, especialmente cuando se producen fuertes precipitaciones que inundan o sobreenundan zonas u orillas que tienen gran cantidad de materia orgánica. Se han detectado valores de pH que oscilan entre 3 y 4,5, y que pueden llegar a mantenerse durante el otoño y parte del invierno. La mayor acidez se detecta en los momentos en que se producen las mayores precipitaciones, que coinciden con los episodios de puesta de algunas especies de anfibios, especialmente del sapo de espuelas, *Pelobates cultripes*. Durante el otoño de 2006 y de 2007, se detectó la mortalidad de todas las puestas de esta especie realizadas en la charca que temporalmente se formó en el Charco del Toro (pH medio <5), así como en las zonas del Zahillo en las que se observó un pH inferior a 5, aunque se desarrollaron con éxito aquéllas depositadas en otras zonas de la misma laguna con pH superior a 5 (Gómez-Rodríguez et al 2008).

23/2006 (Proyecto de investigación) **Variabilidad espaciotemporal de la dinámica y genética de poblaciones de la crucifera *Arabidopsis thaliana***

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Picó Mercader, Francisco Javier

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC

CANTIDAD: 20.000 € (Doñana) 57.000 € (Total)

DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Puntos por determinar en el Parque Nacional

**RESULTADOS:**

Todas las semillas de la planta anual *Arabidopsis thaliana* cosechadas previamente en las poblaciones del poblado de la Plancha y el pinar de Bonanza fueron sembradas en el invernadero del CNB-CSIC de Madrid. Las semillas resultantes (F2) fueron almacenadas debidamente para el mantenimiento de la colección de genotipos. Una muestra de individuos de las dos poblaciones fueron genotipadas con 240 SNPs neutros repartidos por todo el genoma para estudios de genética de poblaciones. Además, se secuenció totalmente el gen de floración FRI (3,5 Kb) y fragmentos de los genes de floración CRY2 y FAQ en los que se sabe que existen polimorfismos funcionales. Paralelamente se realizaron experimentos en condiciones controladas para cuantificar la cantidad de variación genética para el crecimiento vegetativo y el tiempo de floración de otra muestra de individuos de las dos poblaciones. Todos estos trabajos forman parte de un proyecto más amplio para analizar la asociación entre genotipo funcional (variantes en genes de floración) y fenotipo para el tiempo de floración como variable de interés ecológico y evolutivo relevante. Los resultados todavía no han sido publicados pero se espera que se empiecen a publicar a partir de 2010.

25/2006 (Proyecto de investigación) **Alteraciones de la resiliencia ecológica de un ecosistema de marisma mediterránea (marismas de Doñana) mediadas por la presencia de una especie invasora, el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Montes del Olmo, Carlos

Universidad Autónoma de Madrid

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC

CANTIDAD: 90.000 €

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Manecorro, Charco de la Boca, Marisma Dulce, esquina de la Reserva frente al caño de las Gangas, 500 m al norte del lucio de Martinazo

RESULTADOS:

### Objetivos

1. Comprobar la existencia de distintos estados estables alternativos (p.ej. *aguas claras* vs *aguas turbias*) en la marisma de Doñana y caracterizar dichos estados.
2. Evaluar el papel del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) como uno de los impulsores internos de cambio entre los distintos estados estables alternativos de la marisma.

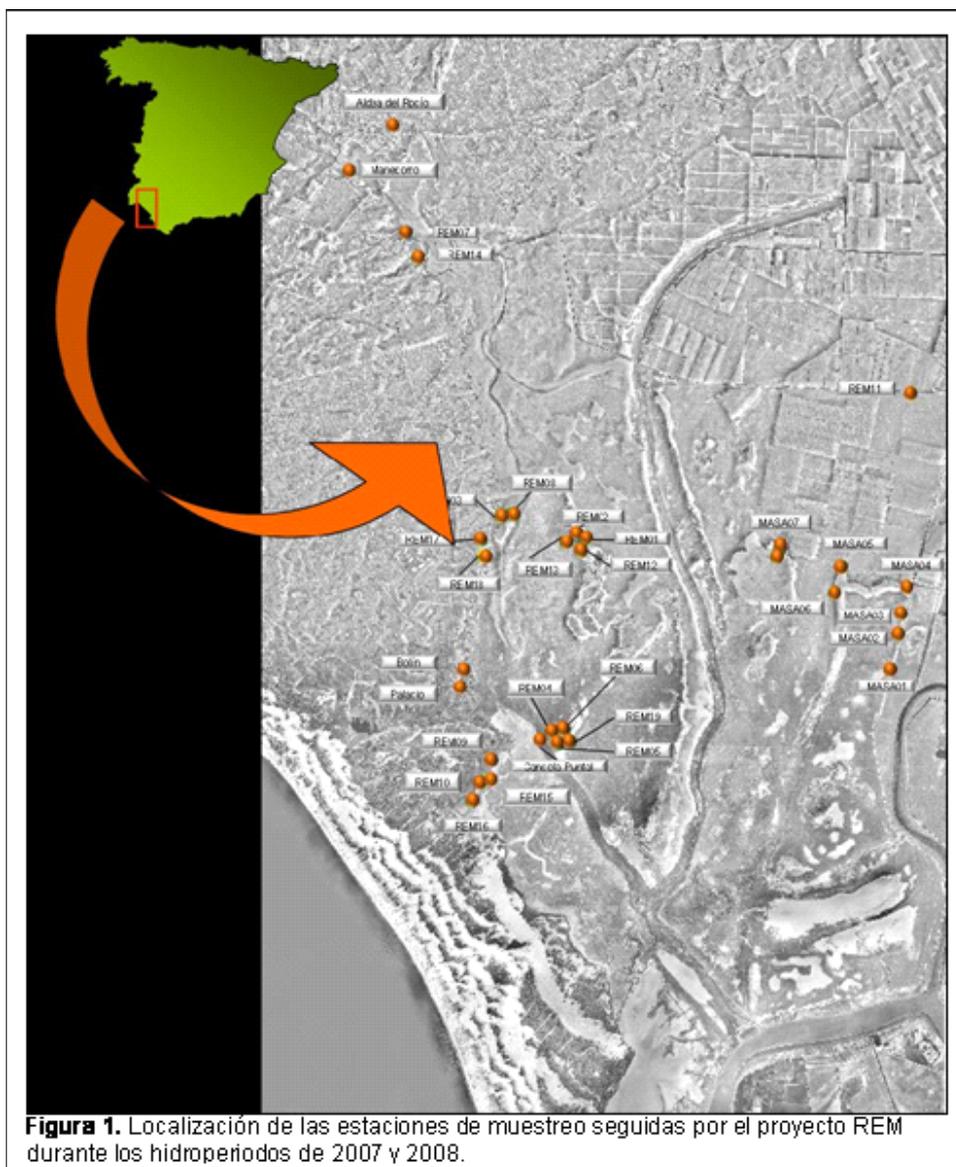
Hipótesis: el funcionamiento ecológico de la marisma de Doñana está basado en la estructura de un mosaico dinámico de parches, en el que coexisten distintos estados alternativos que además se influyen unos a otros y cambian a escala local según la influencia de factores internos (p.ej. presión herbívoros) o exógenos (p.ej. cambios en la calidad del agua). Entre los factores internos que ayudan a explicar esta estructura cabe mencionar el papel jugado por *P. clarkii*.

### Material y Métodos

El trabajo de campo del proyecto se llevó a cabo en 27 estaciones localizadas en la marisma de Doñana (Figura 1, Tabla 1). Las variables medidas en el estudio así como los métodos utilizados para su determinación se resumen en la Tabla 2. Durante el curso 2009 nuestra actividad se ha centrado, por un lado, en terminar de analizar las muestras recolectadas en el trabajo de campo realizado en los años anteriores (2007-08) y procesar y analizar toda la información generada.

**Tabla 1.** Resumen de la posición geográfica y resumen de los descriptores principales de cada estación

Estación de Muestreo	Topónimo	Datum	X-UTM	Y-UTM	Presencia <i>P. Clarkii</i> (2 Estado Ecológico 2007)	Estado Ecológico 2008	Tipo de Sedimento
REM01	Chozas Almonte	EUR-D	197533	4103678	Baja	Aguas Turbias	Arcilloso
REM02	Chozas Almonte	EUR-D	197323	4103822	Baja	Aguas Claras	Arcilloso
REM03	Lucio Martinazo	EUR-D	194987	4104401	Baja	Aguas Claras	No Muestreado
REM04	Vetacarrizosa	EUR-D	196608	4098079	Media	Aguas Claras	Arcilloso
REM05	Vetón de los Gansos	EUR-D	196668	4097912	Media	Aguas Turbias	Arcilloso
REM06	Vetacarrizosa	EUR-D	196913	4098179	Media	Aguas Claras	En transición
REM07	Hato Barrera	EUR-D	191982	4112542	Media	Aguas Turbias	No Muestreado
REM08	Lucio de las Gangas (Corrales)	EUR-D	195308	4104413	Media	Aguas Claras	Arcilloso
REM09	Puntal	EUR-D	194598	4097354	Baja	Aguas Turbias	Arcilloso
REM10	Lucio del Olivar (?)	EUR-D	194265	4096693	Baja	Aguas Claras	En transición
REM11	Caño Travieso	EUR-D	207750	4107948	Nula	Aguas Turbias	No Muestreado
REM12		EUR-D	197425	4103449	Nula	Aguas Turbias	Arcilloso
REM13	Rodada hacia las Chozas de Almonte	EUR-D	196975	4103651	Baja	Aguas Claras	Arcilloso
REM14	Caño de la Algaida	EUR-D	192291	4111921	Alta	Aguas Turbias	Arcillo-Arenoso
REM15	Lucio del Puntal	EUR-D	194500	4096760	Media	Aguas Turbias	Arcilloso
REM16	Lucio del Olivar Sur(?)	EUR-D	194007	4096111	Baja	Aguas Claras	Arcilloso
REM17	Caño de Martinazo	EUR-D	194291	4103719	Alta	Aguas Turbias	Arcillo-Arenoso
REM18	Lucio Pajareras	EUR-D	194473	4103218	Baja	Aguas Claras	Arcilloso
REM19	Honduras del Carrizo	EUR-D	197046	4097895	Baja	Aguas Claras	Arcilloso
MASA01		EUR-D	207314	4101007	Nula	Aguas Turbias	No Muestreado
MASA02	Lucio del Cangrejo chico	EUR-D	207005	4099961	Nula	Aguas Claras	No Muestreado
MASA03	Lucio del Aro	EUR-D	207438	4101586	Nula	Aguas Claras	No Muestreado
MASA04	Travieso Nuevo NE	EUR-D	207588	4102383	Nula	Aguas Turbias	No Muestreado
MASA05	Travieso Nuevo SO	EUR-D	205360	4102176	Nula	Aguas Turbias	No Muestreado
MASA06	Travieso Nuevo NO	EUR-D	205468	4102955	Nula	Aguas Turbias	No Muestreado
MASA07	Lucio Marilópez orilla	EUR-D	203605	4103370	Nula	Aguas Turbias	No Muestreado
MASA08	L. Marilópez interior	EUR-D	203560	4103263	Nula	Aguas Claras	No Muestreado



**Tabla 2.** Resumen de las variables medidas en el estudio, así como de los métodos empleados para su toma y procesamiento de muestras

Variable y código utilizado	Método	Referencia
<b>Conductividad (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>		
<b>Oxígeno disuelto (% , mg/l)</b>	Medición <i>in situ</i> con WTW Multi350i multisonda	
<b>pH</b>		
<b>Tª(°C)</b>		
<b>Turbidez (NTU)</b>	<i>In situ</i> con turbidímetro HANNA HI91703	
<b>Fósforo reactivo soluble</b> <b>P.R.S (<math>\mu\text{g}/\text{l}</math>)</b>	Muestra de agua filtrada en campo con filtro Whatman GF/C (1.2 $\mu\text{m}$ tamaño de poro), almacenada en botella de vidrio opaca y congelada hasta su análisis	APHA, Clesceri et al. (1999)
<b>Fósforo total</b> <b>P-total (<math>\mu\text{g}/\text{l}</math>)</b>	Muestra de agua tomada y almacenada en botella de vidrio opaca y congelada hasta su análisis (método ácido ascórbico tras digestión con persulfato)	APHA, Clesceri et al. (1999)
<b>Contenido Fósforo total en sedimentos</b> <b>P-total sed (<math>\mu\text{g}/\text{l/g}</math>)</b>	Muestra de los 3 primeros cm de la superficie del sedimento tomada con una jeringuilla de 3 cm de diámetro. Muestra almacenada en bolsas de plástico y congelada hasta su análisis por el método de ignición.	Andersen (1976)
<b>Contenido Materia Orgánica en sedimento</b> <b>M.O. (%)</b>	Muestra de los 3 primeros cm de la superficie del sedimento tomada con una jeringuilla de 3 cm de diámetro. Muestra almacenada en bolsas de plástico y congelada hasta su análisis por el método de pérdida de peso por ignición a 550 °C en crisoles de porcelana durante 12 h en una mufla.	APHA, Clesceri et al. (1999)
<b>Clorofila<sub>a</sub> total (<math>\mu\text{g}/\text{l}</math>)</b>	Muestra de agua filtrada en campo con filtro Whatman GF/C (1.2 $\mu\text{m}$ tamaño de poro). Extracción de pigmentos con acetona (90 % v/v)	Jeffrey & Humphrey (1975)
<b>Cobertura de macrófitos sumergidos</b> <b>% Macrof Cob.</b>	Porcentaje de cobertura en tres cuadrados de (50 cm <sup>2</sup> ) colocados aleatoriamente en cada estación	Prodon (1988)
<b>Abundancia de cangrejos expresadas en Capturas por Unidad de Esfuerzo</b> <b>(CPUE, n°cangrejos, trampa, día)</b>	Capturas utilizando 5 nasas anguileras (6 mm tamaño de poro) cebadas con sardina fresca que se dejan en el campo durante 24 h	

### *Análisis estadísticos*

Cada estación fue asignada a un estado estable alternativo según el modelo de Scheffer et al. (1993): *aguas claras* (estaciones con aguas transparentes y extensas praderas de macrófitos sumergidos) o *aguas turbias* (estaciones con muy pocos macrófitos o sin ellos y con escasa visibilidad del fondo).

Se exploró la normalidad de las variables y se aplicaron las transformaciones oportunas [ $\log(x)$ ,  $\log(x)+1$  o  $\arcseno(x)$ ] para encontrar las asunciones de los tests paramétricos. Posteriormente, se testaron las diferencias globales entre los dos estados previamente

definidos mediante test-T para todas las muestras analizadas conjuntamente y por cada hidroperiodo por separado.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP-all) para ordenar todos los datos conjuntamente (todas muestras recolectadas en las estaciones durante los dos hidroperiodos estudiados) según los principales descriptores del modelos de Scheffer et al. (1993) (turbidez, cobertura de macrófitos, PRS y Clorofila a) y además también independientemente para cada hidroperiodo por separado (PCA-007 y PCA-08).

Posteriormente también se emplearon regresiones lineales para analizar la contribución de la turbidez biogénica a la turbidez global [ $\text{Log}(\text{turbidity})$  vs  $\text{Log}(\text{Chlorophyll}_a + 1)$ ], y para explorar la influencia de la abundancia de los cangrejos al patrón de ordenación de las estaciones [ $\text{CP-1}$  vs  $\text{Log}(\text{crayfish CPUE} + 1)$ ] (Tabla 3).

Finalmente se utilizó una construcción de modelos según Burnham & Anderson (2002) para explicar la presencia de los parches de aguas claras en la marisma utilizando las siguientes variables: turbidez, PRS, Total-P en agua y sedimento, clorofila-a, cobertura de macrófitos, densidad de cangrejos y coordenadas (scores) del PC1 del PCA-all (Tabla 3).

**Tabla 3.** Resumen de los códigos de las variables empleados en los análisis estadísticos así como sus transformaciones y tipo de análisis en el que han sido utilizadas

Variable	Código y transformación aplicada	Análisis
Turbidez	Log(Turbidity)	t-test, PCA, Linear Regression, Model Building
P.R.S.	Log(S.R.P.)	t-test, PCA, Model Building
P-Total	Log(Total-P)	t-test, Model Building
P-Total en sedimento	Log(Psed)	t-test, Model Building
Contenido Materia Orgánica en sedimento	Arcsine (O.M.)	t-test
Cobertura de macrófitos	Arcsine (macrophyte coverage)	t-test, PCA, Model Building
Clorofila <sub>a</sub>	Log( $\text{Chl}_a + 1$ )	t-test, PCA, Linear Regression, Model Building
Abundancia de cangrejos	Log(CPUE+1)	t-test, Linear Regression, Model Building
CP1 scores (de ACP-all)	PC1 - PCA-all	linear regression, Model Building

## Resultados a partir del trabajo de campo

Las principales características de las 27 estaciones muestreadas se resumen en la Tabla 4, todas ellas están localizadas en zonas muy someras de la marisma con profundidades inferiores a 45 cm y el tipo de sedimento es arcilloso en la mayor parte de ellas. La comparación global entre estados es significativa para cinco variables (Tabla 5) siendo la clorofila-a marginalmente significativa ( $p=0.15$ ). El contenido en fósforo total y materia orgánica del sedimento no muestran diferencias significativas entre estados. Cuando las comparaciones entre estados son hechas para cada hidroperiodo por separado, sólo tres variables muestran diferencias significativas en 2007 y cinco en 2008 (Tabla 5). La turbidez y la densidad de cangrejos siempre muestran diferencia significativas independientemente de las escalas temporales utilizadas en las comparaciones.

Los dos primeros componentes del ACP-all explican casi el 70 % de la varianza total. La ordenación de las estaciones muestra una alta variabilidad (Figura 2), pero a pesar de ello el CP-I parece estar relacionado con el gradiente aguas claras-aguas turbias donde la variable que aporta un mayor peso es la cobertura de macrófitos. Este mismo gradiente también es encontrado cuando se exploran los cambios de estado en cada hidoperiodo (Figuras 3 y 4). Sin embargo, contrariamente a las predicciones del modelo aguas claras vs aguas turbias de Scheffer et al (1993), tanto la clorofila-a como el PRS tienen una contribución mínima al patrón de variación global. La turbidez en la marisma de Doñana posee una débil correlación con la clorofila-a ( $r=0.343$ ,  $p<0.001$ ) sugiriendo que la turbidez es principalmente de origen abiótico. La abundancia de cangrejos también explica débilmente el patrón de variación encontrado ya que la correlación entre esta variable y las coordenadas del CP-I es significativa pero baja ( $r=0.377$ ,  $p<0.001$ ).

Respecto a la construcción de modelos, se seleccionaron los 18 primeros que son los que están incluidos en el 95% de los límites de confianza de dicho set de modelos (Tabla 6) y se realizó un modelo promediado ya que no existen diferencias muy claras entre ellos (Tabla 7) donde las variables que más peso aportan son otra vez la turbidez y la abundancia de cangrejos.

**Tabla 4.** Características físicas y químicas de las 27 estaciones de la marisma de Doñana incluidas en proyecto REM. Valores medios y rangos calculados para el conjunto global de datos (n=8, 4 en 2007 y 4 en 2008)

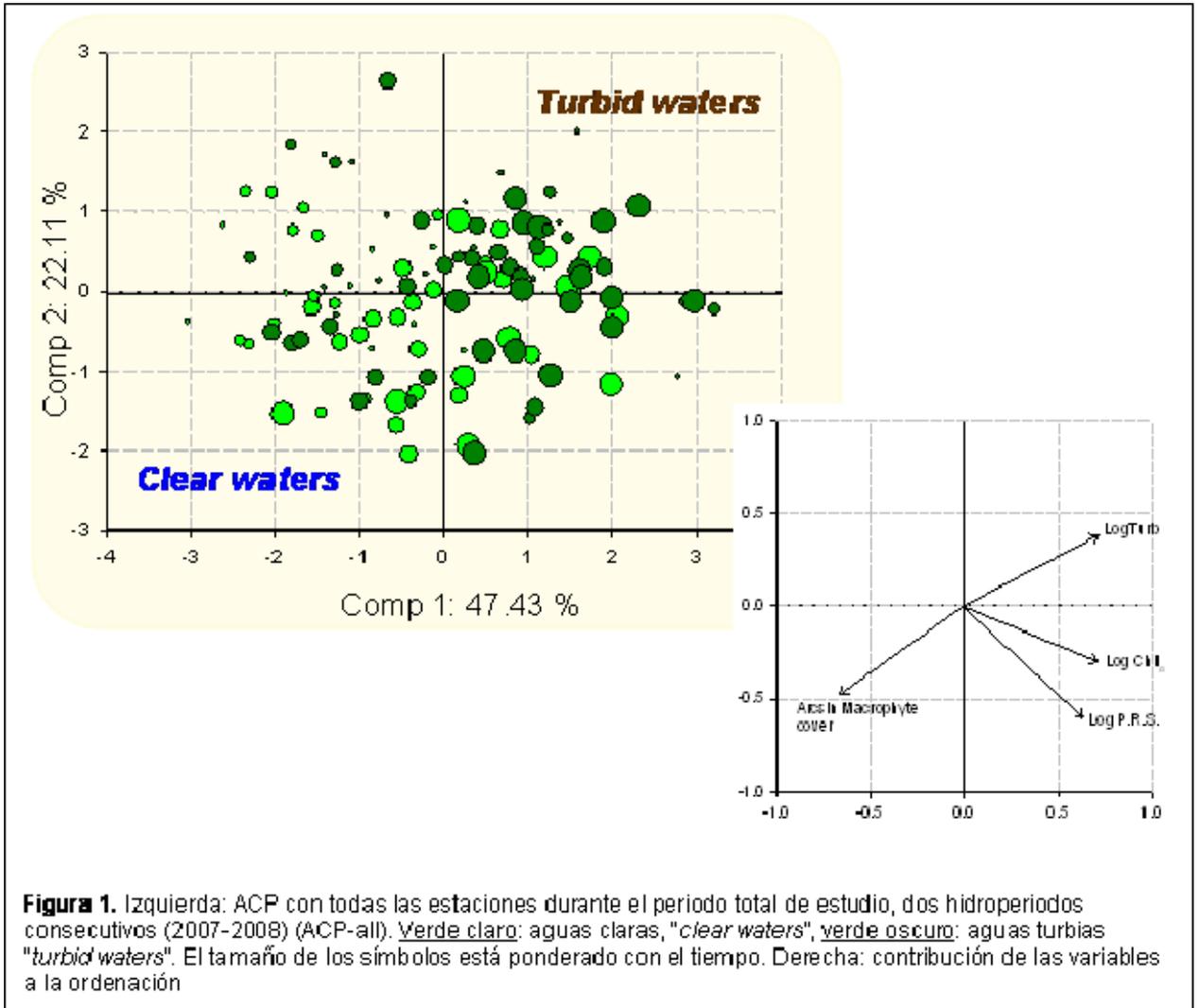
Estación	Z (cm)		O <sub>2</sub> (mg/l)		pH			Conductividad (µS/cm)			T <sup>a</sup> (°C) media	Tipo de sedimento	Estado ecológico	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango			2007	2008
MASA01	36.0	43	29	6.1	9.3	2.8	8.1	10135.0	12310.0	7960.0	19.9	arcilloso	a. turbias	no data
MASA02	11.8	18.5	5	13.3	15.4	11.2	9.1	19135.0	31900.0	6370.0	21.8	arcilloso	a. claras	no data
MASA03	15.0	23.5	6.5	11.3	13.4	9.3	8.7	24240.0	41700.0	6780.0	22.9	arcilloso	a. claras	no data
MASA04	20.5	29.2	11.7	12.3	13.7	10.9	9.6	13665.0	20800.0	6530.0	25.5	arcilloso	a. turbias	no data
MASA05	15.8	27	4.5	13.3	14.9	11.7	9.6	11990.0	18950.0	5030.0	24.9	arcilloso	a. turbias	no data
MASA06	17.9	28	7.8	12.7	16.2	9.2	9.1	12170.0	18520.0	5820.0	24.9	arcilloso	a. turbias	no data
MASA07	20.8	29	12.5	14.9	15.3	14.6	9.4	8425.0	12060.0	4790.0	27.2	arcilloso	a. turbias	no data
MASA08	21.1	30	12.1	12.9	17.4	8.4	9.3	8330.0	11980.0	4680.0	28.0	arcilloso	a. claras	no data
REM01	16.0	38.9	6.5	10.6	11.4	10.0	9.4	3251.2	10690.0	1111.0	23.0	arcilloso	a. turbias	a. turbias
REM02	26.3	36.8	17	11.5	17.0	8.1	8.9	1825.9	4400.0	762.0	22.0	arcilloso	a. claras	a. claras
REM03	11.1	12	10.1	15.1	19.2	11.1	9.0	1733.0	2360.0	1106.0	23.4	arcilloso	a. claras	no data
REM04	14.2	27	4.2	11.4	12.9	8.0	8.4	4442.7	8670.0	1376.0	22.6	arcilloso	a. claras	a. claras
REM05	13.3	27	5.3	17.7	20.4	13.2	9.1	3229.8	5910.0	1250.0	24.8	arcilloso	a. turbias	a. turbias
REM06	14.6	24	5.5	13.5	22.8	6.1	8.6	4114.7	7600.0	1246.0	21.8	arcilloso	a. claras	In transition
REM07	17.3	21.6	13.5	6.7	12.5	0.6	7.5	804.3	1124.0	399.0	22.9	arcilloso	a. turbias	no data
REM08	21.3	32	14	9.9	13.2	5.8	8.3	1466.6	2160.0	664.0	19.7	arcilloso	a. claras	a. claras
REM09	25.8	37.6	12	12.4	18.4	3.4	9.0	11145.1	18170.0	1291.0	22.4	arcilloso	a. turbias	a. turbias
REM10	23.1	38.9	10.5	10.5	20.4	3.2	9.2	10171.3	17560.0	2430.0	21.3	arcilloso	a. claras	In transition
REM11				13.3	13.3	13.3	9.2	4560.0	4560.0	4560.0	22.1	arcilloso	a. turbias	no data
REM12	13.5	24.5	2	10.8	15.0	4.2	9.1	2411.3	6280.0	799.0	24.8	arcilloso	a. turbias	a. turbias
REM13	23.9	38.6	13	12.0	14.9	6.9	9.1	1773.8	3830.0	803.0	24.2	arcilloso	a. claras	a. claras
REM14	45.7	61	32	7.8	22.6	2.2	7.8	717.7	1111.0	405.0	20.4	Arcillo-arenoso	a. turbias	a. turbias
REM15	26.8	32	16	11.2	18.1	6.2	8.9	12433.3	17690.0	8030.0	22.8	arcilloso	a. turbias	a. turbias
REM16	24.1	34.5	12.5	8.0	10.9	4.4	8.8	11113.3	15910.0	6360.0	21.1	arcilloso	a. claras	a. turbias
REM17	30.6	41	16	8.3	12.5	5.6	7.9	824.8	1810.0	182.0	22.2	Arcillo-arenoso	a. turbias	a. turbias
REM18	21.0	29	8.4	5.8	7.8	2.5	7.7	1814.0	2610.0	1196.0	21.4	arcilloso	a. claras	a. claras
REM19	20.6	25.5	12	9.9	12.2	5.3	8.4	4419.3	5800.0	2300.0	21.8	arcilloso	a. claras	a. claras



Resultados de la investigación. Espacio Natural de Doñana. Año 2009

**Tabla 5.** Resumen de las comparaciones del test-t para las variables medidas según los dos estados descritos. Grupo 1: *aguas claras*, Grupo 2: *aguas turbias*.

<b>Ambos hidroperiodos (2007, 2008)</b>						
	<b>Media ± D.S.</b> grupo 1	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>Media ± D.S.</b> grupo 2	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>(0.05, g.l.)</sub></b>	<b>p</b>
<b>Log(Turbidity)</b>	1.1818 ± 0.5238	45	1.6472 ± 0.4988	51	-4.4551	<0.0000
<b>Log(P.R.S.)</b>	1.5260 ± 0.5960	45	1.8796 ± 0.6054	51	-2.8758	0.0049
<b>Log(Total-P)</b>	2.1858 ± 0.2564	45	2.3171 ± 0.3337	51	-2.1394	0.0349
<b>Log(Psed)</b>	3.5993 ± 0.1482	45	3.5495 ± 0.3380	51	0.9117	0.3642
<b>arcsine(O.M.)</b>	0.8378 ± 0.1505	45	0.8447 ± 0.0825	51	-0.2804	0.7797
<b>arcsine(macrophyte coverage)</b>	0.7790 ± 0.4768	45	0.4590 ± 0.4912	51	3.2288	0.0017
<b>Log(Chl<sub>a</sub>+1)</b>	1.0610 ± 0.4444	45	1.1889 ± 0.4235	51	-1.4433	0.1522
<b>Log(CPUE+1)</b>	0.1121 ± 0.1799	45	0.3491 ± 0.4803	51	-3.1210	0.0023
<b>Hidroperiodo de 2007</b>						
<b>Log(Turbidity)</b>	1.2237 ± 0.5531	31	1.5182 ± 0.4757	30	-2.2262	0.0298
<b>Log(P.R.S.)</b>	1.5817 ± 0.5758	31	2.0016 ± 0.5127	30	-3.0040	0.0039
<b>Log(Total-P)</b>	2.2386 ± 0.2831	31	2.3534 ± 0.3841	30	-1.3312	0.1882
<b>Log(Psed)</b>	3.6072 ± 0.1693	31	3.6173 ± 0.3130	30	-0.1572	0.8755
<b>arcsine(O.M.)</b>	0.8259 ± 0.1735	31	0.8478 ± 0.0755	30	-0.6330	0.5291
<b>arcsine(macrophyte coverage)</b>	0.7437 ± 0.5394	31	0.6008 ± 0.5630	30	1.0123	0.3155
<b>Log(Chl<sub>a</sub>+1)</b>	1.0578 ± 0.5034	31	1.1006 ± 0.4804	30	-0.3394	0.7355
<b>Log(CPUE+1)</b>	0.0765 ± 0.1150	31	0.2647 ± 0.4664	30	-2.1792	0.0333
<b>Hidroperiodo de 2008</b>						
<b>Log(Turbidity)</b>	1.0892 ± 0.4573	14	1.8315 ± 0.4831	21	-4.5468	<0.0000
<b>Log(P.R.S.)</b>	1.4027 ± 0.6430	14	1.7052 ± 0.6935	21	-1.3008	0.2023
<b>Log(Total-P)</b>	2.0688 ± 0.1274	14	2.2653 ± 0.2445	21	-2.7572	0.0094
<b>Log(Psed)</b>	3.5817 ± 0.0879	14	3.4528 ± 0.3562	21	1.3214	0.1954
<b>arcsine(O.M.)</b>	0.8642 ± 0.0782	14	0.8403 ± 0.0934	21	0.7898	0.4352
<b>arcsine(macrophyte coverage)</b>	0.8572 ± 0.2974	14	0.2565 ± 0.2655	21	6.2515	<0.0000
<b>Log(Chl<sub>a</sub>+1)</b>	1.0680 ± 0.2889	14	1.3151 ± 0.2919	21	-2.4630	0.0191
<b>Log(CPUE+1)</b>	0.1910 ± 0.2633	14	0.4698 ± 0.4850	21	-1.9603	0.0584



**Tabla 6.** Resultados de la construcción de modelos para la probabilidad de encontrar parches de aguas claras en la marisma de Doñana, donde aparecen los detalles de los primeros 18 modelos dentro del límite de confianza del 95%<sup>a</sup>.

Model	Log(Turb.)	Log(P.R.S.)	Log(Tot.-P)	Log(P <sub>sed</sub> )	Arcsine (macroph. cov.)	Log(Chl <sub>a</sub> +1)	Log(CPUE+1)	Comp.I-PCA	AIC	$\Delta$ AIC <sup>b</sup>	w <sub>i</sub> <sup>c</sup>
1	X						X		115.6630	0.0000	0.0920
2						X		X	115.9420	0.2790	0.0800
3	X						X	X	116.0459	0.3829	0.0760
4	X				X		X		116.0975	0.4345	0.0740
5	X	X					X		116.3621	0.6991	0.0649
6						X	X	X	116.3835	0.7205	0.0642
7	X	X	X			X		X	116.8680	1.2050	0.0504
8	X					X	X	X	116.9627	1.2997	0.0480
9	X	X			X		X		117.1046	1.4417	0.0448
10				X		X		X	117.1903	1.5273	0.0429
11	X	X	X				X		117.4218	1.7588	0.0382
12	X	X			X				117.4332	1.7702	0.0380
13							X	X	117.4718	1.8088	0.0372
14					X	X		X	117.5028	1.8398	0.0367
15	X					X	X		117.5105	1.8475	0.0365
16	X		X				X	X	117.5130	1.8500	0.0365
17	X	X							117.5465	1.8835	0.0359
18	X				X				117.5526	1.8896	0.0358

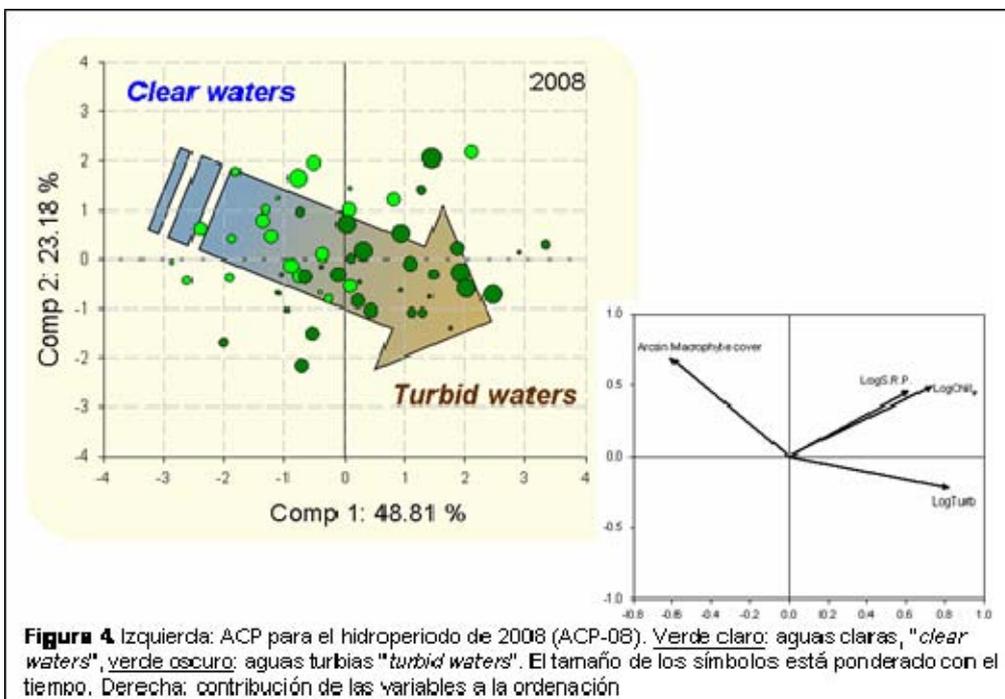
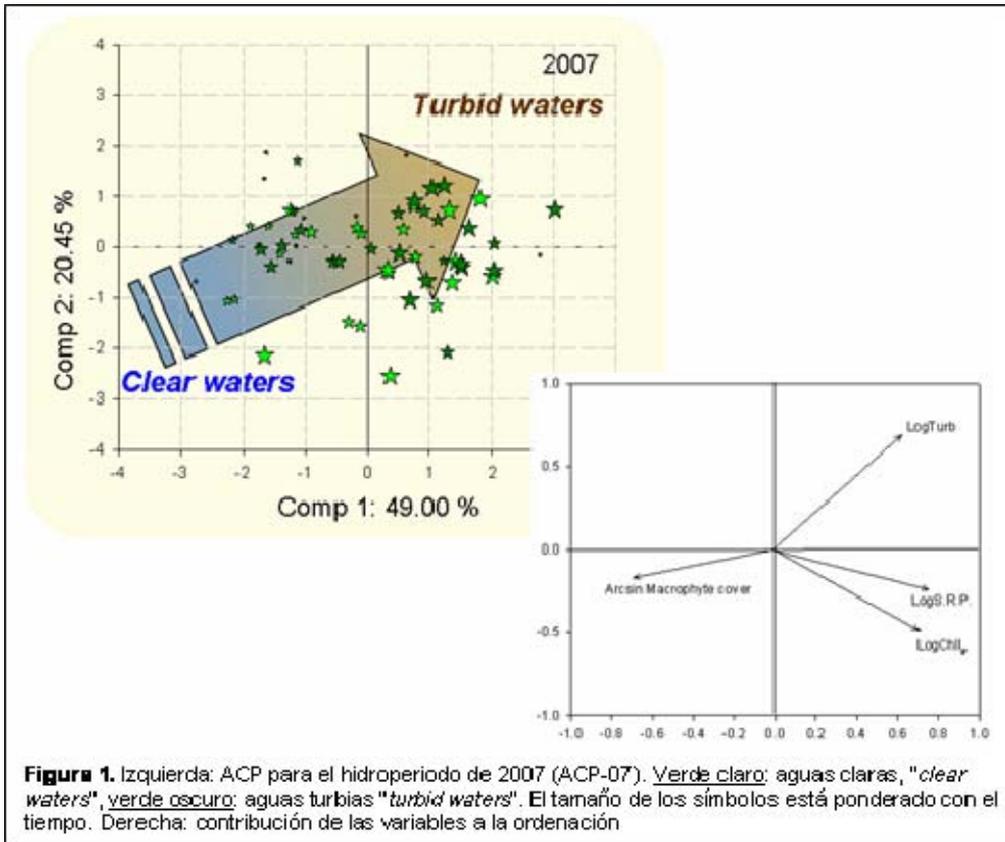
<sup>a</sup>Límite de confianza de los modelos para los que la suma acumulada de los pesos  $W_i$  es mayor que 0.95; X indica la inclusión de una determinada variable en cada modelo

<sup>b</sup>La diferencia en los valores AIC (Akaike's Information Criterion) comparada con el valor del modelo más económico (el mejor modelo, el primero)

<sup>c</sup>pesos Akaike

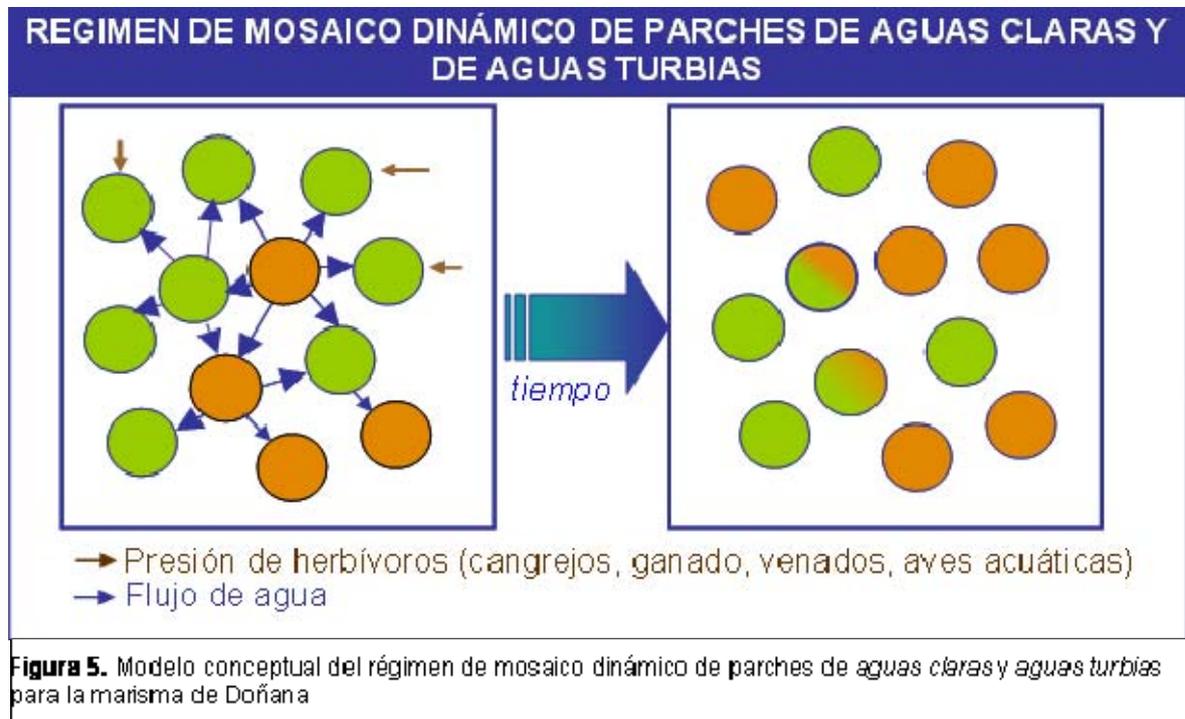
**Tabla 7.** Resultados del modelo promediado para la probabilidad de encontrar parches de aguas claras en la marisma de Doñana, con la pendiente el estimador promediado del modelo ( $\beta$ ) y los errores estándar incondicionales (E.S.) para todos los predictores

Predictor	$\beta$	S.E.	90 % CI	
			Upper	Lower
Log(Turbidity)	-0.8132	0.4358	-0.0984	-1.5279
Log(CPUE+1)	-0.9055	0.6266	0.1221	-1.9332
CompI-PCA	-0.3608	0.2827	0.1028	-0.8244
Log(Chl <sub>a</sub> +1)	0.5301	0.4720	1.3042	-0.2439
arsin(macrophyte coverage)	0.1609	0.1785	0.4536	-0.1318
Log(P.R.S.)	-0.0797	0.1101	0.1009	-0.2603
Log(Total-P)	0.0650	0.0996	0.2284	-0.0985
Log(Psed)	0.0252	0.0484	0.1045	-0.0541
Constant	0.3643	1.9761	3.6051	-2.8764



## Discusión y conclusiones

El funcionamiento ecológico de la marisma de Doñana tiene un basado en la coexistencia de parches de *aguas claras* y *turbias*. Los parches de cada categoría funcional no están aislados sino que están rodeados por otros parches del mismo tipo o no, de modo que cada uno está influenciando la existencia del otro. Estas interacciones no son constantes en el tiempo ni uniformes en el espacio sino que están sujetas a la variabilidad estacional y anual, así como a influencia de los flujos de agua locales y regionales (Figura 5). Según estas asunciones parece que no cabría esperar un patrón predecible claro de los parches de aguas claras a gran escala. De hecho, los patrones obtenidos al analizar series datos de parches muestreados en distintas fechas (Figuras 2-4) sugieren que las estaciones con distintos “puntos de partida” al comienzo de cada hidropereodo (de estado *aguas claras* a *turbias*) evolucionan a lo largo del tiempo que dura la fase de inundación-retención hacia un estado de *aguas turbias*. Las variables que mejor definen esta dinámica en la marisma de Doñana difieren de aquellas propuestas por Scheffer et al. (1993) para describir los distintos estados de los lagos someros de las zonas templadas de Europa. En Doñana, los mejores descriptores para las *agua turbias* no están relacionados con el crecimiento de fitoplancton sino más bien con la cantidad de partículas inorgánicas en suspensión resultado de la acción del viento que opera a gran escala en los sistemas acuáticos someros. Como resultado, las unidades funcionales encontradas en Doñana no son equivalentes a las descritas por Scheffer et al. (1993).





La turbidez y la densidad de cangrejo rojo (*P. clarkii*) son las variables que explican mejor la presencia de los parches de aguas claras y turbias (Tablas 6 y 7), lo que manifiesta la importancia de *P. clarkii* como uno de los impulsores de cambio entre estados interno al sistema. A pesar de ello, existen otros factores externos e internos que son mucho más efectivos contribuyendo a dichos cambios (p.ej. presión herbívoros vertebrados o la acción del viento).

Como resultado, el modelo de funcionamiento ecológico de la marisma se explica por la existencia de un régimen que consiste en un mosaico dinámico de parches de *aguas claras y turbias*, condicionado tanto por la interacción con factores externos al sistema (acción del viento) como con factores internos (presión de herbívoros), que operan tanto a escalas cortas como largas espaciales y temporales. Bajo este modelo conceptual, la resiliencia de la marisma de Doñana, entendida ésta como la cantidad de perturbación que un ecosistema puede soportar sin cambiar los procesos de auto-organización ni la estructura basada en estados estables alternativos (Gunderson 2000), reside en el banco de semillas, esporas y propágulos de los macrófitos. De hecho, la composición y estructura de los distintos parches depende de la interacción de la expresión de este banco con las características de cada hidropereodo (duración y calidad del agua) y la microtopografía de la superficie del sedimento, característica modulada por la actividad de los distintos tipos de herbívoros (ganado, venados, flamencos-*Phoenicopterus ruber*; peces bentívoros-*Cyprinus carpio*; cangrejos-*Procambarus clarkii*, etc).

## TRABAJO EXPERIMENTAL ADICIONAL

### *Diseño experimento preferencias alimenticias de P.clarkii*

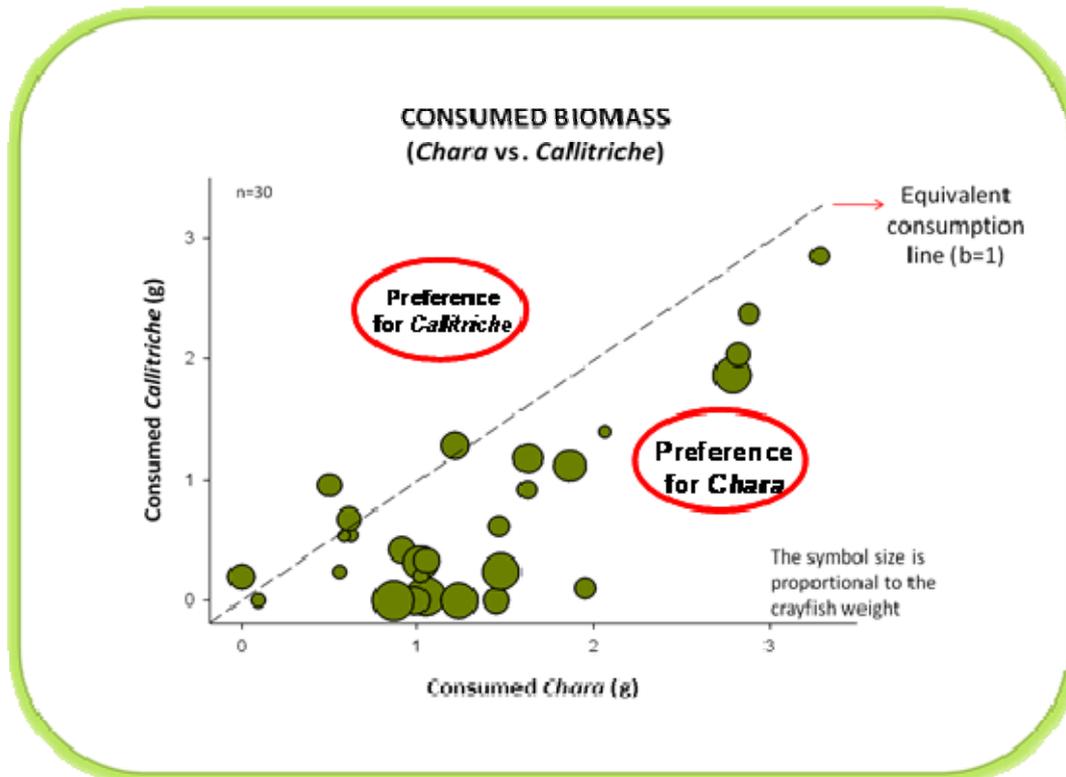
Por otro lado, se ha llevado a cabo un experimento de laboratorio para analizar las preferencias alimenticias de *Procambarus clarkii* ante tres macrófitos sumergidos abundantes en la marisma de Doñana (*Callitriche brutia*, *Chara connivens* y *Ranunculus peltatus*). Para ello, se utilizó un diseño pareado cruzado parcial donde se ofrecían durante 1 hora cantidades fijas de comida (expresadas en biomasa fresca, g) a los cangrejos experimentales (n=30 por tratamiento) que estaban individualizados en acuarios de vidrio de 30 l capacidad. La biomasa de recurso consumida se estimó a través de las diferencias en peso encontradas. Los cangrejos experimentales utilizados fueron cultivados en el laboratorio y alimentados con larvas de quironómidos durante dos meses. Previamente a la realización del experimento fueron mantenidos en ayuno durante 72 h para garantizar su vaciado estomacal, y fueron pesados, medidos y sexados.

Tras el experimento los cangrejos se individualizaron en bolsas de plástico y congelaron. Además se recolectaron los restos de macrófitos, pesaron y también se guardaron en bolsas de plástico y congelaron. Posteriormente todas las muestras se procesaron para medir los isótopos estables de C y N (músculo abdominal de los cangrejos y restos de macrófitos).

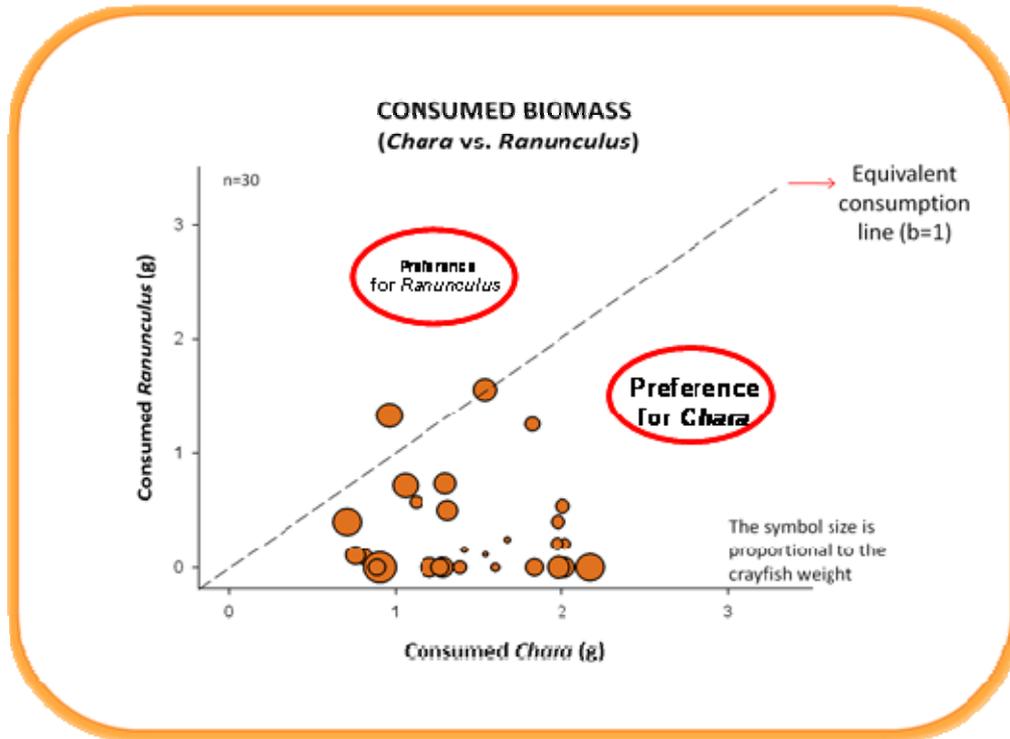
### *Resultados y discusión*

Los cangrejos muestran una clara preferencia por el uso de *Chara connivens* respecto a los otros dos recursos utilizados (*Callitriche brutia* y *Ranunculus peltatus*) (Figuras 6 y 7).

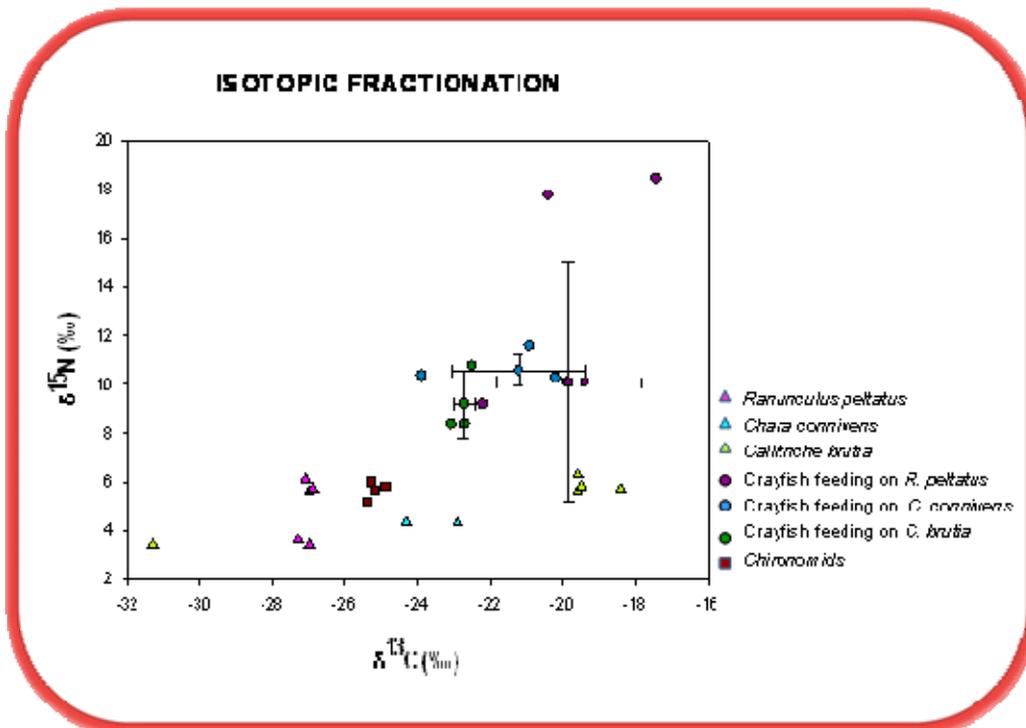
Las señales isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  de los cangrejos reflejan la señal del recurso utilizado durante las dos últimas semanas de su vida (Figura 8). Sin embargo el fraccionamiento negativo en C observado para los cangrejos alimentados con *C. brutia* sugieren la influencia del recurso utilizado anteriormente (larvas de quironómidos). Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  de los cangrejos es superior al de los recursos utilizados como era de esperar, aunque posiblemente estén influenciados también por la señal isotópica de los quironómidos utilizados como dieta antes del experimento.



**Figura 8: Biomasa consumida de *C. complanata* y *C. brutia* en el experimento de las preferencias de alimentación**



**Figura 7:** Biotas consumidas de *C. connexa* y *R. peltatus* en el experimento de las preferencias de alimentación



**Figura 8:** Valores isotópicos de los caméfitos y sus sucesores (*C. connexa*, *R. peltatus* y *C. brutia*). La señal isotópica de los quemamientos está indicada ya que fue el recurso utilizado para la dieta de los caméfitos antes de realizar el experimento.



**26/2006 (Proyecto de investigación) Reproducción, genética, condición física y tamaño de la población de los lince del Parque Nacional de Doñana en relación con un programa de alimentación suplementaria: evaluación científica de varios métodos de estudio y seguimiento**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Palomares Fernández, Francisco

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente (Ayudas para la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales)

CANTIDAD: 186.875 €

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: En toda la zona de matorral del Parque Nacional

**RESULTADOS:**

Muestreo en 69 cuadrículas de 2x2 km de huellas de carnívoros generalistas y domésticos en el interior del Parque Nacional de Doñana entre los meses de octubre de 2008 y abril de 2009. Se recorrieron un total de 219.155 metros (media de 3.272 m por cuadrícula), y se registraron 4.312 rastros de carnívoros.

Muestreo en las 69 cuadrículas de 2x2 km de huellas de presas potenciales de los carnívoros (conejos, perdices, micromamíferos, ungulados, culebras, lagartos y tortugas). En total se hicieron 462 censos (en promedio 7 por cuadrícula).

Se analizó los factores climáticos y del método que afectaron los resultados sobre el nº de huellas encontradas, encontrando que variables como los días transcurridos desde la última lluvia, la velocidad media de realización de los censos, así como el observador y la zona en la que dichos censos eran llevados a cabo, afectaban significativamente al número de rastros de carnívoros y sus potenciales presas.

Foto-trampeo para determinar si los rastros de gatos encontrados correspondían a gato montés o doméstico. Se han realizado 9 muestreos de un mes de duración entre julio de 2008 y noviembre de 2009. Durante cada muestreo se usaron entre 15 y 30 cámaras, y se obtuvieron un total de 8 visitas de gatos.

Radio-rastreo de 2 zorros en la RBD para determinar el papel de diferentes infraestructuras humanas como pueden ser caminos y vallados, en los movimientos de los zorros. En total se han obtenido 4599 localizaciones de estos dos zorros.

Se estudió la identidad de los lince que depositaron marcas fecales en un área de Doñana donde, simultáneamente, se conocían todos los individuos residentes y sus movimientos mediante radioseguimiento, a través del genotipado de los excrementos. Se localizaron 476 heces, de las que en 308 se consiguió extraer ADN de linco y genotipar. Las letrinas, con independencia de su tamaño, fueron producidas por un máximo de 5 individuos diferentes. A menudo todos los individuos que compartían el territorio fueron encontrados en las mismas letrinas. El 52% de las letrinas que contenían excrementos producidos por individuos de territorios distintos se encontraron en el área de solapamiento entre sus respectivos territorios.

**1/2007 (Proyecto de investigación) El cambio global vincula ecosistemas andaluces a los de otros continentes: el caso de un depredador carismático y amenazado que cría en el Parque Nacional de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Donázar Sancho, Jose Antonio

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Junta de Andalucía



CANTIDAD: 189.000 €

DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Se hará radio-seguimiento en todo el Parque Nacional y potencialmente en todo Parque Natural

RESULTADOS:

1. Trampeo de 190 adultos de Milano negro con red cañón.
2. Equipamiento de 15 adultos de Milano negro con radio-emisores convencionales.
3. Equipamiento de 36 adultos y 4 pollos de Milano negro con radio-emisores satélite.
4. Radio-seguimiento de todos los individuos marcados.
5. Lectura de anilla de adultos de Milano negro (de parejas territoriales y a dormideros de no-reproductores).
6. Censo de parejas reproductoras de Milano negro en la Reserva Biológica, la Algaida, y Matasgordas.
7. Controles de éxito reproductivo en las mismas áreas.
8. Anillamiento de pollos de Milano negro en todo el Parque.
9. Recogida de egagrópilas y restos de presas desde nidos, posaderos habituales y dormideros.

3/2007 (Proyecto de investigación) **Estudio biogeográfico del Espacio Natural de Doñana y caracterización de especies singulares**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Valdés Castrillón, Benito  
Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Proyecto de Investigación de Excelencia)

CANTIDAD: 30.000 € (Doñana) 185.363 € (Total)

DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: La mayoría de las observaciones sobre *Thymus mastichina* subsp. *donyanae*, *Vulpia fontquerana* y *Linaria tursica* se realizarán en el Parque Nacional y Parque Natural, en poblaciones que se fijarán y marcarán en las primeras visitas a ambos parques, por lo que es prematuro indicar la posición exacta de las mismas. Se estará en condiciones de indicar a la oficina de Coordinación la posición exacta de los puntos de muestreo y estudio en abril de 2007. En ningún caso se realizarán observaciones dentro o cerca de áreas especialmente protegidas del Parque Nacional de Doñana (como las de nidificación del águila imperial, proximidades de las pajareras, etc.). Las demás especies se estudiarán preferentemente en el Espacio Natural de Doñana.

RESULTADOS:

**VULPIA**



En abril de 2009 se embolsaron 12 plantas de *Vulpia fontquerana* en el Corralillo Oscuro (29SQA205962) para estudio del sistema de reproducción, retirándose las bolsas y recolectando material de referencia para estudio de la incidencia de alogamia en mayo.

En abril de 2009 se embolsaron 12 plantas de *V. membranacea* en una población situada detrás de la Casa Control de la pista de acceso al Palacio (29SQB175003). Se retiraron las bolsas para comprobar la incidencia de autogamia y se recolectó material de referencia para estudio de la incidencia de alogamia en mayo de 2009.

En mayo de 2009 se embolsaron 12 plantas de *Vulpia alopecuros* en un cortafuegos al N de la Casa Control de la pista de acceso al Palacio (29SQB175005). Se retiraron las bolsas para comprobar la autogamia y se recolectó material de referencia para estudio de la incidencia de alogamia en junio de 2009.

Se han recolectado además para estudio de proporción polen/óvulo botones florales de *V. fontquerana* y *V. membranacea* en las dos poblaciones indicadas, en abril de 2009 y de *V. alopecuros* en mayo de 2009.

## THYMUS

En mayo de 2009 se estudió la proporción y distribución de sexo (plantas femeninas y hermafroditas) en *Thymus mastichina* subsp. *donyanae*, en una población del Corralillo Oscuro (29SQA205962).

En diciembre de 2009 se ha iniciado el estudio de demografía y reclutamiento de la citada población del Corralillo Oscuro de *T. mastichina* subsp. *donyanae*, que se controlará mensualmente durante 2010.

## 4/2007 (Proyecto de investigación) **Biodiversidad y ecología funcional de microorganismos desnitrificantes**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bedmar Gómez, Eulogio J.

Estación Experimental del Zaidín, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC

CANTIDAD: 121.000 €

DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Cañada del Acebrón, La Canariega, La Marisma del Rocío, Honduras del Burro (cercano al nivel 14), Pozo de Veta la Arena, Vetallengua (cercano al nivel 31), Lucio del Rey (cercano al nivel 28)

## RESULTADOS:

Se han realizado cuatro muestreos, cada uno en los meses de enero, abril, julio y octubre, que cubren el año hidrológico 2009. Puesto que hubo diferencias notables en cuanto al régimen de pluviosidad, siendo julio y octubre las épocas más secas, se afectó notablemente la hidromorfología de las zonas estudiadas, transformándose las lagunas, los arroyos y el agua de la marisma muestreada en aguas empantanadas y cenagosas, lo que se reflejó en la caracterización fisicoquímica del agua superficial. Debido al estancamiento del agua, alguno de los puntos mostró una clara eutrofización



y durante el muestreo más seco, concretamente en octubre, algunas de las zonas estudiadas estaban prácticamente secas.

Las zonas de estudio se agruparon en tres claramente diferenciadas, cuyas coordenadas UTM se indican en la Tabla 1: el arroyo de la Rocina, la zona de humedales artificiales (Guayules y Mimbrales) y el arroyo del Partido. Todas mostraron un elevado contenido de nitratos en las aguas superficiales, en muchos casos superiores a 50 mg L<sup>-1</sup>.

Además de estas zonas, se analizaron muestras de agua de cerca de 60 emplazamientos dentro del Parque que fueron proporcionadas por el “Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales”. Los valores obtenidos en cuanto al contenido en nitrato para la mayoría de las muestras fueron relativamente bajos. Sólo se observaron valores apreciables en aquellos puntos que están situados dentro de las tres zonas de estudio mencionadas anteriormente.

De los estudios realizados, se pueden deducir las siguientes conclusiones (Figura 1): Las condiciones medioambientales tales como la precipitación, la morfología hidrológica y el contenido en materia orgánica influyen notablemente en las propiedades fisicoquímicas de las aguas superficiales y en la actividad biológica y producción de gases de efecto invernadero de sus correspondientes sedimentos acuáticos. De hecho, el contenido en materia orgánica de los sedimentos se correlacionó positivamente con parámetros tales como la actividad enzimática β-glucosidasa (implicada en el ciclo del carbono) y con la producción de CO<sub>2</sub>. La materia orgánica también influyó en la desnitrificación, siendo mayor con el contenido de esta tal y como mostraron los datos de desnitrificación potencial (DP), un parámetro que analiza el potencial de producción de desnitrificación en condiciones óptimas. Aún así, los factores que más influyeron en la desnitrificación fueron la concentración del nitrato en agua y la sequía, produciéndose una mayor producción de gas N<sub>2</sub>O en los sedimentos en los muestreos que reunían esas condiciones.

**Tabla 1.** Coordenadas UTM de las zonas estudiadas.

	<i>Arroyo de la Rocina</i>	<i>Humedales artificiales</i>	<i>Arroyo del Partido</i>
El Acebrón	29S 0717797, 4113881		
Vado de la Canariega	29S 0722653, 4111704		
Marisma del Rocío	29S 0723654, 4111088		
Arroyo de la Cañada	29S 0718632, 4114294		
Canal de los Mimbrales		29S 0721735 4108590	
Canal de los Guayules		29S 0722249 4109459	
Caño Marín			29S 0724602, 4112678
Antigua Estación de Seguimiento S.A.I.C.A.			29S 0725696, 4117270
Embalse			29S 0725602, 4118286
Presa La Matanza			29S 0725379, 4119590
Puente Olivarejos (Almonte)			29S 0721278, 4124141

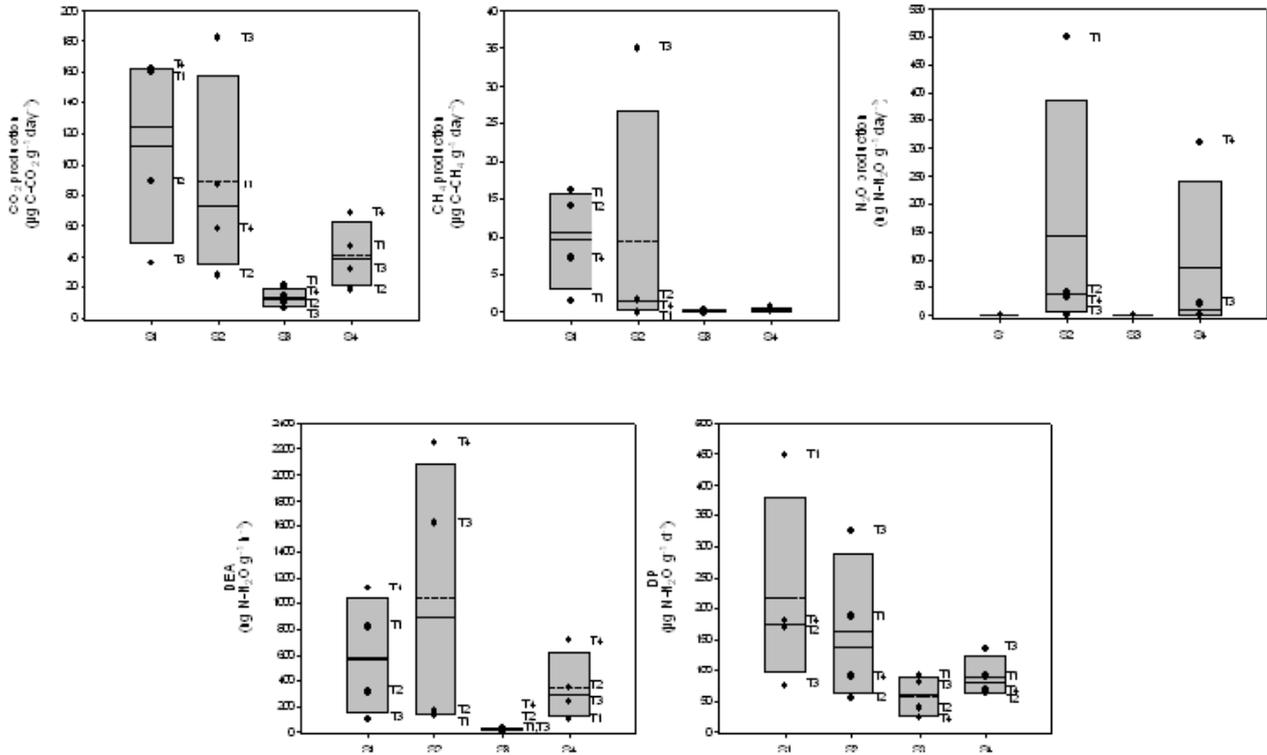


Figura 1. Producción de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nítrico (N<sub>2</sub>O), actividad desnitrificante (DEA) y potencial de desnitrificación (DP) en los sedimentos de las zonas estudiadas. Las barras verticales representan la mediana (línea discontinua), media (línea continua) y los 5<sup>os</sup>/95<sup>os</sup> percentiles. S1: Palacio del Acebrón, S2: Arroyo de la Cañada, S3, Vado de la Canariega, S4, Marisma del Rocío, T1, T2, T3 y T4 representan los meses de octubre de 2008 y enero, abril y julio de 2009.

6/2007 (Proyecto de investigación) **Fundación por fisión colonial en las hormigas *Aphaenogaster senilis* y *Cataglyphis floricola***

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Cerdá Sureda, Xim

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia (Plan Nacional I+D+I)

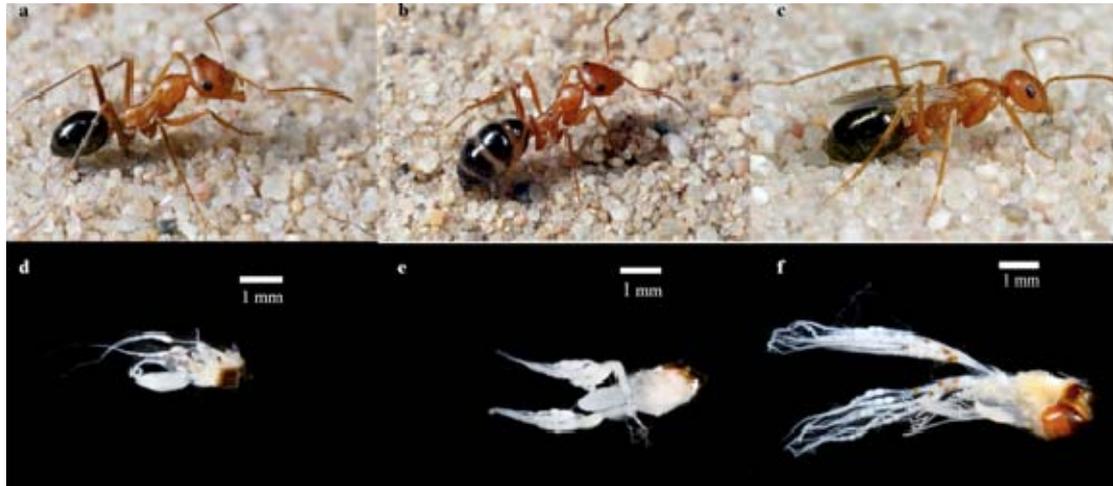
CANTIDAD: 90.000 € (Doñana) 118.580 € (Total)

DURACIÓN: 2007-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana y Pinar de la Algaida en Sanlúcar de Barrameda

RESULTADOS:

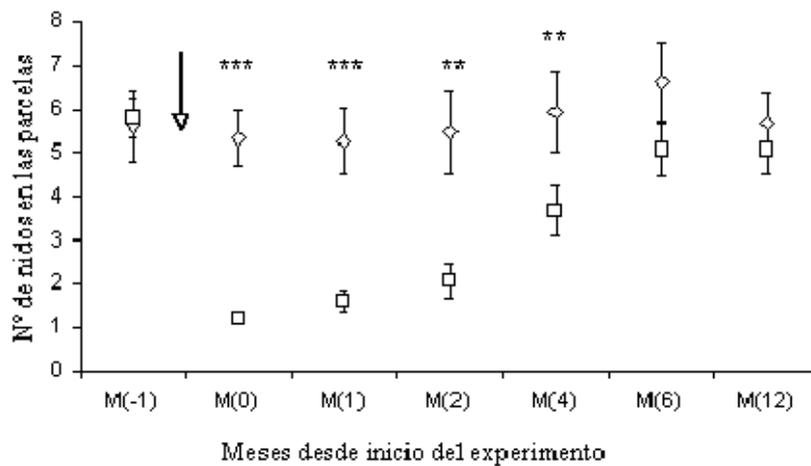
En 2009 el trabajo de campo se ha concentrado sobre la especie endémica de Doñana, *Cataglyphis floricola*, continuando (como ya se hizo en 2008) el seguimiento en el campo de los procesos de fundación por fisión colonial. Ha quedado confirmada la presencia de dos tipos de hembras reproductoras: las braquípteras (o "verdaderas" reinas) y las ergatoides (reinas con morfología de obrera) (véase la Figura 1).



**Figura 1** - Diferencias morfológicas y del aparato reproductivo entre las obreras (a, d), las hembras ergatoides (b, e) y las reinas braquípteras (c, f). Es de resaltar el gran tórax y las cortas alas (que no les permiten volar) de las braquípteras. El abdomen dilatado de la ergatoide no supone una diferencia respecto a las obreras, pues algunas obreras pueden presentar un abdomen similar por ser fisiogastras. Aunque las ergatoides son reinas funcionales, su aparato reproductor es considerablemente menor que el de las braquípteras, por lo que les suponemos una menor producción de huevos. (Fotos: Fernando Amor).

Ambos tipos de hembras reproductoras han perdido la capacidad de volar y la fundación es de tipo dependiente, abandonando el nido madre una fracción de las obreras para fundar el nido hijo. Estas obreras transportan los capullos de las futuras reinas. Las ergatoides pueden ser producidas en exceso antes de la fisión, pero son eliminadas por las obreras cuando eclosionan. Al final del proceso, en cada nido hijo queda una única hembra reproductora, braquíptera o ergatoide.

Respecto a la fundación en *Aphaenogaster senilis*, durante 2009 se ha procedido al análisis de las muestras y datos tomados en los experimentos realizados en 2007. Recordemos que en 15 parcelas experimentales se eliminaron todos los nidos de *A. senilis* dejando un único nido central (focal), mientras otras 15 parcelas sin tratamiento fueron utilizadas como controles (considerando también un nido focal). Tras el primer período reproductivo (en junio), la densidad de nidos en las parcelas experimentales regresó a un nivel no significativamente diferente de los controles (Figura 2). En ambos tipos de parcelas la distribución de los nidos era sobredispersa, sugiriendo la existencia de una exclusión mutua por competencia intraespecífica. La reducción de la densidad de nidos no afectó a la biomasa de las colonias focales, medida justo antes de la reproducción. Sin embargo, el cociente de biomasa de machos y biomasa de ninfas de obreras fue menor en las parcelas experimentales, sugiriendo que las colonias experimentales redirigieron parte de los recursos destinados a la producción de machos para producir obreras (necesarias para la fisión colonial). Un análisis con microsatélites indicó que tras el período reproductor, muchas colonias de las parcelas experimentales presentaban una reina joven que era la madre de los huevos y larvas presentes pero no de las obreras viejas. Esto reveló que la reducción de la densidad colonial estimuló la fisión de las colonias focales.



**Figura 2** - Número de nidos (media  $\pm$  S.E.) en las parcelas experimentales de *Aphaemogaster senilis* (rombos: parcelas control; cuadrados: parcelas de exclusión). La reducción experimental de la densidad de nidos (dejando un único nido focal) fue realizada en tre marzo y abril de 2007 (flecha).

7/2007 (Proyecto de investigación) **Recursos hídricos y gasto de agua por la vegetación de los cotos arenosos del área de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Merino Ortega, José Angel

Universidad Pablo de Olavide

ENTIDAD FINANCIADORA: Junta de Andalucía (Ayuda a los Grupos de Investigación)

CANTIDAD: 3.000 € (Doñana) 8.482 € (Total)

DURACIÓN: 2007-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Entorno de Laguna del Ojillo, alcornocal de la Vera, entorno de la Cota 32 y entorno de Encinillas Altas (Reserva Biológica de Doñana)

RESULTADOS:

**1. INTRODUCCION**

El estudio tiene como objetivo global la cuantificación del gasto de agua por las comunidades de las arenas estabilizadas del Área de Doñana y el análisis de los determinantes de ese gasto. Los objetivos parciales incluyen la caracterización y cuantificación de los recursos hídricos del suelo, la caracterización y tipificación de las relaciones hídricas de las especies características de las comunidades (Fase I del estudio) y el análisis de flujos globales suelo-planta-atmósfera (Fase II del estudio). Hasta el momento, aunque se dispone ya de una torre para el análisis de flujos de agua y propiedades físicas, no se ha pasado a la Fase II del estudio.

Los resultados obtenidos hasta el momento se refieren a la evolución estacional del contenido de agua en el suelo, al análisis diario y estacional del grado de estrés hídrico (potencial hídrico foliar), a la conductancia estomática y al potencial osmótico foliar.



Las comunidades consideradas en el estudio incluyen las del gradiente de humedad generado por la microtopografía y la profundidad de la capa freática. Más concretamente, la comunidad de Sabinar (o de cresta de duna), representada por *Juniperus oophora*, *Halimium halimifolium*, *H. commutatum*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus libanotis*, *Lavandula stoechas* y *Helichrysum picardii*; la comunidad de ladera de duna estabilizada integrada por los restos del bosque planifolio (alcornocal) representada en el estudio por *Quercus suber*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus* y *Olea europea*; y, finalmente, la comunidad del entorno lagunar, representada por una sola especie (*Erica scoparia*).

## 2. RESULTADOS

Los resultados obtenidos hasta el momento dependen de la variable considerada y de la estación anual, aunque, en términos generales, reflejan distintos tipos de comportamiento asociados a la comunidad, a la ecología de la especie y a la forma de vida.

- Conductancia estomática

Los valores de conductancia están entorno a  $0,02 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$  (valor mínimo registrado) y  $0,2 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$  (valor máximo) y pueden considerarse bajos e indicativos de bajas pérdidas de agua. Estas bajas conductancias se registran incluso cuando hay agua libre en el suelo, sugiriendo que las características de las plantas de las distintas comunidades (por ejemplo las características hidráulicas) e, incluso, la fuerte limitación por nutrientes (posiblemente Nitrógeno y Fósforo) contribuyen a explicar el bajo grado de apertura estomática observado.

Dentro de la comunidad de cresta de duna existen fuertes diferencias según las formas de vida. Así, aunque matorrales y árboles experimentan descensos estacionales nítidos (del orden del 100%), las conductancias tienden a ser más elevadas en la especie arbórea, lo que posiblemente tiene que ver con la distinta profundidad de sus sistemas radicales.

En las comunidad de planifolios, la conductancia media del alcornoque es del mismo orden que la de las especies de la cresta de duna, lo que puede considerarse sorprendente, ya que debido a la proximidad de la capa freática la accesibilidad de agua es mucho mayor; lo que podría tener relación con la posición más superficial de sus sistemas radicales. En lo que respecta a la comunidad del entorno de laguna, *Erica scoparia* presenta una conductancia del orden de 4 ó 5 veces superior a las de la cresta de la duna, lo que puede considerarse lógico teniendo en cuenta la proximidad de la capa freática en esos puntos y, consecuentemente, la mayor accesibilidad de agua durante el ciclo anual.

En la mayoría de las especies la conductancia exhibe un patrón diario descendente, sin dar muestras significativas de recuperación (aumento) al final del día.

- Potencial hídrico

Todas las especies consideradas se comportan con un patrón similar en su evolución diaria con una depresión más o menos marcada hacia el medio día, con una evolución estacional en el sentido de potenciales hídricos más negativos en la época seca, y con nítidas recuperaciones (todas las especies) con la llegada de las



primeras precipitaciones (final del verano y comienzo del otoño). No obstante, en términos cuantitativos, se aprecian claras diferencias en la evolución del estrés hídrico estacional. Así, *Rosmarinus officinalis*, *Halimium commutatum* y *Cistus libanotis* alcanzan en Agosto valores en torno a -7 MPa (y posiblemente inferiores) sin experimentar recuperaciones apreciables al final del día. Otras especies como *H. halimifolium*, *Helichrysum picardii* alcanzan valores próximos a los -3 MPa. (*Lavandula stoechas* puede considerarse en este mismo grupo, pero con valores algo más bajos, en torno a -4 MPa).

Un tercer grupo está formado por las especies del bosque planifolio (*Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus* y *Olea europea*) que alcanzan valores en el en torno a los -3 MPa. Es interesante señalar que, en contraste con las 3 especies anteriores, el alcornoque, mantiene a lo largo del año unos valores de potencial hídrico más bajos y menos variables, sugiriendo que, bien como consecuencia del control estomático o bien como consecuencia de un sistema radical desarrollado, tiende a mantener un estado hídrico más favorable a lo largo de todo el año.

Finalmente, un cuarto grupo está formado por las especies localizadas en el entorno del lagunar, con valores superiores (menos negativos) a -2 MPa.

- Evolución del potencial osmótico

El análisis de la evolución diaria del potencial osmótico de las especies estudiadas muestra escasa variación, tanto en las épocas del año en las que la disponibilidad de agua en el suelo es elevada, como en la época del año en la que la disponibilidad es muy baja; lo que está en contra de lo esperado, ya que los fuertes déficits hídricos durante el verano harían esperar un ajuste osmótico durante las horas del día en los que la demanda de agua es más alta. Sorprendentemente, tampoco se observa un claro patrón estacional con valores medios de potencial osmótico a turgencia cero relativamente constantes, en el entorno de los 3MP.

La comparación de ese valor de potencial osmótico con los altos potenciales hídricos observados en la comunidad de las crestas de dunas sugiere que, desde el punto de vista evolutivo, parece inviable cualquier ajuste de la presión osmótica que permitiese mantener un diferencial de potencial hídrico con el suelo que fuese favorable para las plantas. En el caso de comunidades de planifolios y de entorno de laguna, la semejanza de los potenciales hídricos de las plantas y del valor medio de su potencial osmótico sugiere que en esta comunidad el suministro de agua puede mantenerse durante una gran parte del ciclo anual.

10/2007 (Proyecto de investigación) **Conectividad, dispersión y efectos de prioridad como motores de la biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas en comunidades de charcas temporales (BIOPOOL)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Figuerola Borrás, Jordi

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC

CANTIDAD: 51.000 €

DURACIÓN: 2007-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana y Espacio Natural de Doñana



## RESULTADOS:

Se han completado 2 experimentos en la zona experimental de Huerta Tejada.

En el primer experimento se ha determinado la importancia de la riqueza de especies en limitar el establecimiento de nuevas especies. En los tanques se colocó sedimento de lagunas de la zona de Caracoles caracterizadas por presentar distinto número de especies de macrófitos. Los tanques se llenaron con agua y en distintos momentos del invierno y de la primavera se inoculó una mezcla de semillas y propágulos de invertebrados. Los resultados preliminares sugieren una cierta importancia de la riqueza de especies de macrófitos mientras que los resultados para zooplankton fueron mucho menos claros.

En el segundo experimento se intentó determinar la importancia de los efectos de prioridad en limitar la capacidad de invasión de nuevos clones. Se formaron poblaciones monoclonales de *Daphnia longispina* que se invadieron un mes más tarde por otro clon. Desafortunadamente las temperaturas en los tanques de agua fueron demasiado elevadas como para permitir la viabilidad de las poblaciones y no se pudo completar el experimento con éxito.

15/2007 (Proyecto de investigación) **La lagartija de Carbonell en el bajo Guadalquivir. Caracterización taxonómica, modelos biogeográficos y estado de conservación. (The Carbonell Lizard, *Podarcis carbonelli*, in the low Guadalquivir. Taxonomical characterisation, biogeographical modelling and conservation status)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Carretero Fernández, Miguel Angel  
Universidad de Oporto (Portugal)

ENTIDAD FINANCIADORA: Secretaría General de Política Científica y Tecnológica, MEC (Mejora y acceso de las Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares, ICTS. Plan Nacional I+D+I)

CANTIDAD: 4.500 €

DURACIÓN: 2007-2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Espacio Natural de Doñana

## RESULTADOS:

El proyecto, previsto sólo para 2007 y 2008, fue prorrogado hasta 2010 con el fin de completar el muestreo para el análisis morfométricos. Una campaña adicional para el Acebuche se realizó en mayo 2009 con el fin de reunir otros 20 ejemplares adultos (10 varones 10 mujeres) de *Podarcis carbonelli*. Los resultados de esta investigación están aceptados para su publicación en un diario de SCI.

22/2007 (Proyecto de investigación) **Variación en el dimorfismo sexual para el tamaño y estrés hídrico en *Donacosa merlini* (Araneae, Lycosidae) [Local variation in sexual size dimorphism and water stress in *Donacosa merlini* (Araneae, Lycosidae)]**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Fernández Montraveta, Carmen  
Universidad Autónoma de Madrid



ENTIDAD FINANCIADORA: Secretaría General de Política Científica y Tecnológica, MEC (Mejora y acceso de las Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares, ICTS. Plan Nacional I+D+I)

CANTIDAD: 4.500 €

DURACIÓN: 2007-2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Sotos Marisma de El Rocío, Raya Hato Juan Villa-Sotos, La Mogeja, Reserva Biológica de Doñana

## RESULTADOS:

Durante el año 2009 hemos realizado dos visitas al área de Doñana, coincidentes con el momento de dispersión de las crías de *Donacosa merlini* (mayo 2009) y con el periodo de apareamiento de los adultos (noviembre 2009). Durante la primera visita estimamos la densidad de las crías dispersadas (Objetivos 2 y 3) en las 4 localidades en las que inicialmente (noviembre 2007) habíamos evaluado el tamaño de maduración y el dimorfismo sexual. Puesto que las hembras adultas de esta especie mueren poco después de la eclosión, medimos la densidad de crías tanto en puntos seleccionados al azar en el hábitat como en manchas de hábitat óptimo, definidas por la presencia de un subadulto. Nuestros resultados anteriores indicaban diferencias significativas en el tamaño corporal y el dimorfismo sexual para el tamaño corporal entre localidades. Las diferencias en el dimorfismo sexual se deben a que la variación en el tamaño de maduración de las hembras es mayor que la de los machos, por lo que esperábamos que existieran diferencias entre localidades en la fecundidad de las hembras. De acuerdo con nuestra predicción, encontramos diferencias significativas en el número medio de crías dispersadas entre las localidades, independientemente del tipo de punto que hubiéramos utilizado como referencia. Sin embargo, y en contra de lo esperado, el número de crías no es mayor en las localidades en las que las hembras son más grandes, sino que el patrón es el inverso. Por otro lado, y tras comparar la estimación del número de crías dispersadas con los datos del año anterior, podemos concluir que no ha habido variación en el crecimiento de las poblaciones en ninguna de las localidades estudiadas. Durante la segunda visita tomamos datos orientados a estimar el tamaño de maduración de las hembras en las cuatro localidades. Para minimizar el efecto negativo de nuestra manipulación, obtuvimos esta estimación a partir de imágenes tomadas en el campo. Debido a lo reciente de esta visita (23 noviembre-7 diciembre) no disponemos en la actualidad de los resultados. Sin embargo, y en función del tamaño de las poblaciones estimado a partir de la densidad de nidos en, no hemos detectado tampoco ninguna variación significativa respecto a los dos años anteriores de los que disponemos de datos (2007 y 2008).

A lo largo de este año también hemos avanzado en el análisis de los datos obtenidos en años anteriores. En particular, hemos aplicado técnicas de morfometría geométrica para analizar la variación intersexual e interpoblacional en el tamaño de maduración y en la forma de las arañas. Los resultados de nuestro análisis indican que existe variación independiente en ambos parámetros (tamaño y forma), tanto entre sexos como entre localidades. La mayor parte de la variación interpoblacional e intersexual está relacionada con la forma, pero mientras que la variación intersexual tiene que ver con las proporciones entre el prosoma y el opistosoma, la variación interpoblacional afecta a la forma de las estructuras tróficas (Fernández-Montraveta *et al.* 2009).



28/2007 (Proyecto de investigación) **Evaluación del DDT y sus derivados en ecosistemas de especial interés. Aplicación de técnicas de cromatografía multidimensional al estudio de su origen y caracterización**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Jiménez Luque, Begoña

Instituto de Química Orgánica General del CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: CSIC

CANTIDAD: 68.400 €

DURACIÓN: 2007-2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO:

RESULTADOS:

**1. Optimización del análisis enantiomérico del contenido de o,p'-DDT en suelos por cromatografía multidimensional**

Con objeto de poder determinar las fracciones enantioméricas (EF) del contenido de o,p'-DDT en suelos, se llevó a cabo la optimización del análisis de los enantiómeros del o,p'-DDT por cromatografía multidimensional (MDGC) en su modalidad heart-cutting. Para ello se probaron diferentes combinaciones de columnas, con fase estacionaria acquiral en primera dimensión y quiral en la segunda. Adicionalmente, y con el objetivo de minimizar al máximo la degradación de todas las especies de DDTs, se probaron diferentes condiciones de presión y temperatura en la inyección y análisis de la muestras haciendo uso de un inyector PTV.

La optimización resultante permitió mantener la degradación del DDT por debajo del 15%, así como un alto grado de sensibilidad con un límite de detección de 2,1 pg/ $\mu$ L, y altos índices de repetibilidad (RSD<2,0%) y reproducibilidad (RSD<3,2%). Este trabajo ha dado lugar a la publicación SCI, una comunicación a un congreso internacional y otro nacional.

**2. Muestreo de suelos del área de estudio**

El muestreo se llevó a cabo en el Espacio Natural Doñana, área resultante de la fusión de los parques Natural y Nacional de Doñana (figura 1), así como en la llamada "Comarca de Doñana", constituida por trece municipios con una alta actividad agrícola distribuidos entre las provincias de Sevilla y Huelva alrededor del Espacio Natural Doñana.

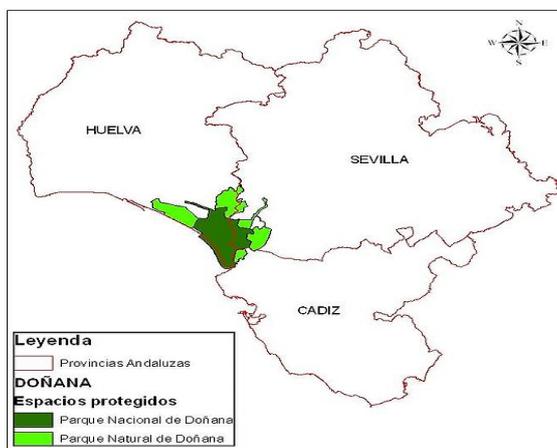


Figura 1. Localización del Espacio Natural Doñana.

Durante las primaveras de los años 2007 y 2008 se tomaron muestras de 34 suelos distintos incluyendo zonas del Espacio Natural Doñana y de diferentes cultivos de cítricos, arroz, fresa, algodón, olivar y vid de la Comarca de Doñana, según se detalla en la Figura 2. Las muestras tomadas variaron entre los 100 y 200 gramos pertenecientes a los 10 primeros centímetros de la superficie de cada suelo.



**Figura 2.** Localización de los trece municipios muestreados de la Comarca de Doñana.

### 3. Análisis y determinación de la contaminación por DDTs

Las muestras de suelos fueron secadas y tamizadas (2mm). Seguidamente fueron suplementadas con PCB 200 como patrón de recuperación, extrayéndose con tolueno en soxhlet durante 18 horas. Posteriormente se realizó un clean-up consistente en el paso de los extractos por una columna de sílice multicapas (neutra y modificada básica y ácidamente). Finalmente, el contenido de DDTs de los extractos se analizó por cromatografía de gases de alta resolución y detección de microcaptura electrónica (HRGC- $\mu$ ECD). La inyección en el sistema cromatográfico se realizó *on-column* lo cual permitió mantener la degradación del p,p'-DDT por debajo del 5%.

El p,p'-DDE seguido del p,p'-DDT fueron las especies predominantes en todos los suelos analizados siendo además detectados en el 100% de las muestras pertenecientes a la Comarca de Doñana, tal y como se refleja en la tabla 1.



**Tabla 1.** Concentraciones en suelos (ng/g) de las diferentes especies de DDT analizadas

(ng/g) →	Media Aritmética	Mediana	Media Geométrica	Intervalo
p,p'-DDT	0,32	0,11	0,10	0,01- 2,18
o,p'-DDT	0,04	0,01	0,02	ND – 0,44
p,p'-DDD	0,11	0,01	0,02	ND – 2,57
o,p'-DDD	0,12	0,04	0,04	ND - 2,00
p,p'-DDE	1,17	0,19	0,30	0,02 – 8,70
o,p'-DDE	0,03	0,01	0,02	ND – 0,25
Σ DDTs	1,79	0,52	0,59	0,08 – 11,1

ND: no detectado

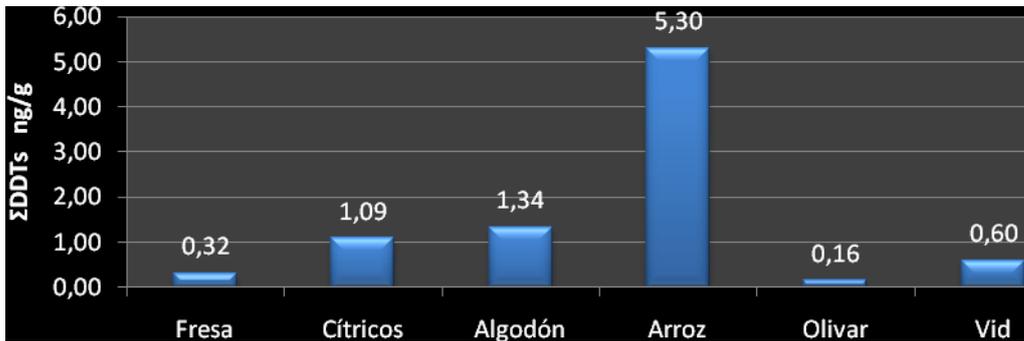
Los valores obtenidos para el ratio  $[p,p'\text{-DDE} + p,p'\text{-DDD}] / [p,p'\text{-DDT}]$  sugirieron que se había producido un uso reciente del insecticida en aproximadamente un 43% de las muestras de la Comarca de Doñana (16,7% de las muestras con ratio <1 y 26.7% de las muestras con valores de ratio entre 1 y 2).

**Tabla 2.** Valores de los ratios calculados para las distintas especies de DDTs

(ng/g) →	Media Aritmética	Mediana	Media Geométrica	Intervalo
$(pp'\text{-DDE} + pp'\text{-DDD}) / pp'\text{-DDT}$	8,46	2,74	3,12	0,39 – 66,3
$op'\text{-DDT} / pp'\text{-DDT}$	0,16	0,10	0,13	0 – 0,71

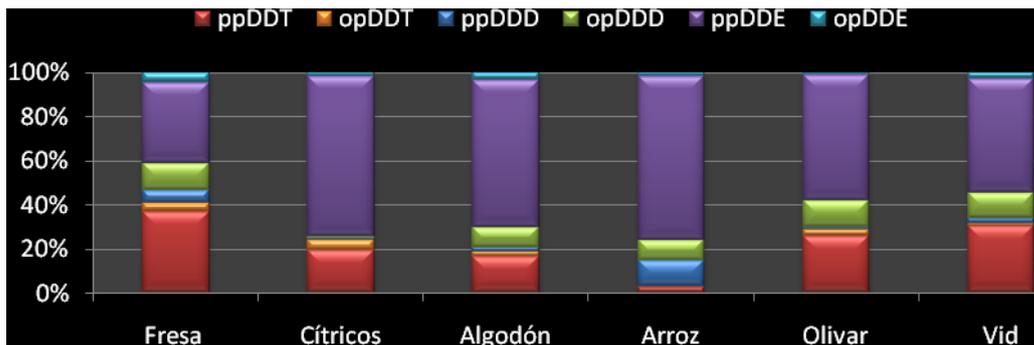
Los valores detectados para la relación  $[o,p'\text{-DDT}] / [p,p'\text{-DDT}]$  fueron superiores a 0,2 en cerca de un 27% de las muestras, sugiriendo con ello una aportación en los correspondientes suelos del acaricida Dicofol. Se observó como dichos suelos pertenecieron a cultivos de fresa, cítricos y algodón, siendo estos tres tipos de cultivos susceptibles de ser tratados con el citado acaricida. No obstante, los suelos sospechosos de haber recibido un aporte de Dicofol no se correspondieron con aquellos suelos en los que se midieron las mayores concentraciones de ΣDDTs.

El análisis por tipo de cultivo puso de manifiesto una mayor contaminación por DDTs para el caso concreto del arrozal, con concentraciones de entre 4 y 33 veces superiores a las del resto de los cultivos estudiados (figura 3).



**Figura 3.** Concentración de ΣDDTs (ng/g) en cada tipo de cultivo estudiado.

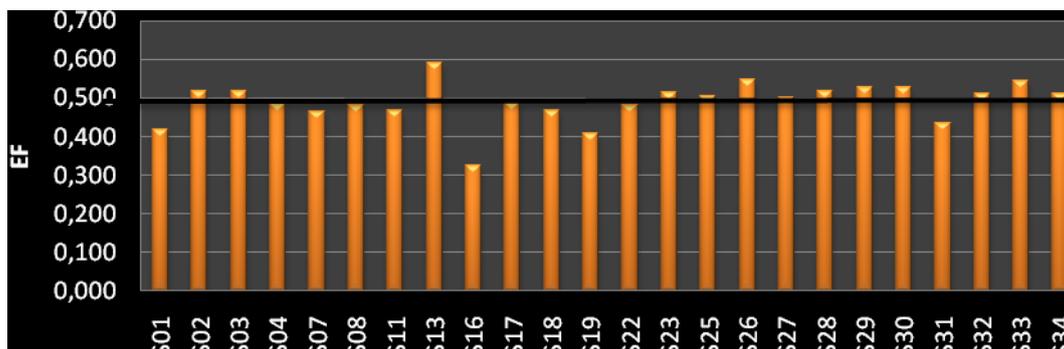
El estudio de los perfiles isoméricos reveló la predominancia del p,p'-DDE seguido del p,p'-DDT con pequeñas contribuciones del resto de especies en todos los tipos de cultivos excepto en el caso del arroz. Las condiciones anaeróbicas asociadas a este tipo de cultivo podrían explicar la mayor abundancia detectada en el mismo del metabolito p,p'-DDD (figura 4).



**Figura 4.** Perfiles isoméricos del contenido de DDTs por cada tipo de cultivo.

Adicionalmente, se realizó un estudio estadístico por Análisis de Componentes Principales (PCA), el cual no reveló ningún patrón claro de distribución de la contaminación por DDTs entre las dos provincias ni entre los seis tipos de cultivos estudiados.

Se llevó a cabo por heart-cutting MDGC la medida de las EF de los 24 suelos muestreados que presentaron niveles de o,p'-DDT por encima del límite de detección de la técnica. Se observó como 19 de los suelos presentaron valores de EF significativamente diferentes desde un punto de vista estadístico al valor de 0,5 asociado al valor racémico (figura 5), sugiriendo así un uso pasado del DDT. Sin embargo, la mayoría de las variaciones con respecto a dicho valor fueron pequeñas y no presentaron un patrón claro con ningún tipo de cultivo.



**Figura 5.** Valores de EF del contenido de o,p'-DDT para los distintos suelos.

No se encontraron correlaciones entre la magnitud de las EF medidas (en relación a su desviación con respecto al valor racémico de 0,5) y los ratios  $[p,p'\text{-DDE} + p,p'\text{-DDD}] / [p,p'\text{-DDT}]$  y  $[o,p'\text{-DDT}] / [p,p'\text{-DDT}]$ .

Debido a la enorme diversidad que puede producirse en las colonias de microorganismos presentes a diferentes profundidades y en áreas relativamente reducidas, la degradación enantioselectiva, en este caso del o,p'-DDT, puede modificarse fuertemente o incluso invertirse para diferentes muestras de un mismo suelo. Este hecho parece sugerir que los resultados del análisis enantioselectivo en suelos han de tomarse con cautela y contrastarse con otras fuentes de información como puedan ser los ratios anteriormente descritos.

30/2007 (Proyecto de investigación) **Relaciones epidemiológicas de cepas del patógeno emergente *Clostridium difficile* aisladas de fauna silvestre, animales domésticos y hombre**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: García Sánchez, Marta Eulalia  
Universidad Complutense de Madrid

ENTIDAD FINANCIADORA: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)

CANTIDAD: 70.008 €

DURACIÓN: 2007-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Todo el Espacio Natural de Doñana

**RESULTADOS:**

A lo largo del presente año sólo se ha podido realizar un muestreo directo en Doñana. La razón ha sido la tardanza en la liberación de la correspondiente anualidad por parte del INIA, entidad financiadora del Proyecto de investigación. Sin embargo, hemos seguido contando con la colaboración de otros investigadores para muestreos específicos, muy especialmente el Dr. Jordi Figuerola que nos ha remitido muestras de heces de diferentes especies de aves.

Así, nosotros personalmente recogimos 65 muestras de heces de animales salvajes, correspondientes a las siguientes especies: Caballo de Retuertas, Vaca mostrenca, Ciervo, Gamo, Jabalí, Conejo. Además, en la zona del preparque, se han recogido muestras de heces de animales domésticos: caballo y vaca, hasta un total de 80 muestras.



En nuestro laboratorio hemos recibido un total de 138 muestras enviadas por el Dr. Figuerola, correspondientes a las siguientes especies de aves: *Anas clypeata*, *Tachybaptus ruficollis*, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos*.

### **Aislamiento de *Clostridium difficile*:**

Por el momento, la totalidad de las muestras de heces analizadas han resultado negativas a la presencia de esta bacteria. Ello ha hecho que empecemos a pensar que nos podemos encontrar ante lo que denominamos una “bacteria de la civilización”, que en un futuro pueda ser considerada como un marcador de la cercanía de los animales al hombre, incluyendo el consumo de antibióticos por parte de dichos animales. Esta hipótesis ha sido presentada en forma de conferencia en el Congreso Mundial de Diagnóstico Laboratorial Veterinario, como reflejamos posteriormente.

### **PCR para detección directa en heces de *C. difficile*:**

Ya en nuestro informe del año 2008 recogíamos el inicio de nuestras investigaciones en este sentido, con el desarrollo de una metodología PCR para detección de la bacteria, sin ser preciso su aislamiento microbiológico. Con el uso de nuestra metodología, evitamos la acción de los inhibidores de la reacción PCR que normalmente se encuentran en las heces. En el ADN amplificado buscamos tres tipos de genes: el específico de *C. difficile*, que nos da la identificación plena de especie; el específico de la capacidad de síntesis de toxina A; y, el específico que nos da la capacidad de síntesis de toxina B.

Queremos resaltar que hasta el momento este es el primer trabajo sobre detección de ADN de esta bacteria en heces de animales, y que ha sido publicado en la revista Veterinarni Medicina.

### **Zoonosis emergentes: *C. difficile* como un ejemplo:**

*Clostridium difficile* es una bacteria Gram-positiva esporulada de amplia distribución en el ambiente. En los últimos años, este microorganismo se ha convertido en un importante patógeno emergente en humanos y animales, habiéndose descrito, además, un incremento en la virulencia de las cepas aisladas y su resistencia a los agentes antibióticos. Un aspecto discutido es el posible papel de los animales como reservorio de *C. difficile* y su consiguiente transmisión zoonótica. A este respecto, diversos trabajos han señalado una elevada prevalencia de *C. difficile* en animales domésticos, muy especialmente en animales de producción. Sin embargo, a día de hoy poco se sabe sobre la prevalencia de este microorganismo en fauna salvaje.

¿Existen diferencias en la prevalencia de *C. difficile* entre animales domésticos y fauna salvaje?, ¿son todas las especies igual de susceptibles a la colonización por *C. difficile*?, ¿juega el ser humano algún papel en la transmisión del patógeno?

Para intentar dar respuesta a algunas de estas preguntas, en nuestro laboratorio estamos llevando a cabo el presente proyecto, encaminado a estudiar la prevalencia de *C. difficile* en fauna salvaje. Durante los últimos dos años hemos analizado numerosas muestras fecales procedentes de diferentes especies de anfibios, aves y mamíferos que habitan en el Espacio Natural de Doñana. Hasta el momento no hemos detectado la presencia de *C. difficile* en heces de animales salvajes, lo cual contrasta con nuestras anteriores observaciones en animales de producción.

Estos resultados sugieren una hipotética resistencia del tracto digestivo de los animales salvajes a la colonización por *C. difficile*. Alternativamente, *C. difficile* podría ser un ejemplo de microorganismo cuya transmisión se ve favorecida por el ser humano. Esta



segunda hipótesis serviría para explicar la mayor prevalencia de esta bacteria en animales domésticos y de producción, sobre todo en aquellos sometidos a elevada presión antibiótica, y, en caso de confirmarse, tendría importantes repercusiones sobre la salud pública.

### **Estudio comparativo de la diversidad de enterobacterias en aves migratorias:**

La principal población de ave migratoria que habita las marismas del Guadalquivir (Parque Natural de Doñana) durante el periodo invernal, está constituida por gansos (*Anser anser*) que llegan desde el norte de Europa. El cambio de lugar de residencia, obliga a estas aves a un cambio en su dieta, que se asocia a un cambio en la flora intestinal.

Esto nos ha llevado a estudiar la variación en composición y diversidad de la flora intestinal bacteriana, centrándonos en el grupo de Enterobacterias, en una población de aves migratorias tras su estancia en el Parque Natural de Doñana, en el periodo de invernación. Para ello, se estudiaron 29 muestras de heces de ganso (*Anser anser*) recogidas en el Parque Natural de Doñana, 14 durante el mes de noviembre tras la llegada de las aves (grupo 1), y 15 durante el mes de enero, poco antes de su partida (grupo 2). Todas las muestras fueron tomadas mediante escobillón estéril y almacenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su procesamiento.

Las muestras se incubaron 4h en PBS a  $37^{\circ}\text{C}$  y se sembraron en agar sangre y agar MacConkey. De cada tipo colonial, se realizó una resiembra. Los microorganismos bacilos gramnegativos, oxidasa negativos, fueron identificados mediante tira API 20E (Biomérieux).

De esta forma se obtuvieron un total de 15 enterobacterias diferentes del primer grupo de muestras, de 9 géneros diferentes, con un ligero predominio del género *Pantoea*, con 5 aislados. Del segundo grupo, se obtuvo el mismo número total de enterobacterias aisladas, pero con representantes sólo de 3 géneros diferentes, predominando *Enterococcus*, con 10 aislados.

Como indican los resultados, la composición en la flora bacteriana de los gansos, ha sufrido una modificación tras su estancia en el Parque Natural. Debido a que el número total de aislados en cada grupo es el mismo, podemos afirmar que cuando llegan los gansos a Doñana, su flora intestinal es más diversa por contener un mayor número de géneros representados, en comparación con la menor diversidad que muestra la flora intestinal de los gansos tras la estancia invernal.

Estudios similares se han llevado a cabo con el ganso canadiense, listando las especies que pueden encontrarse como habitantes normales de la flora intestinal del ganso o analizando las variaciones en el número total de unidades formadoras de colonias de coliformes fecales. Sin embargo, este es el primero que estudia el efecto del cambio de hábitat por migración en la diversidad de la flora normal intestinal, aportando nuevos datos sobre la dinámica de ésta.

### **Identificación de *C. difficile*: comparación de perfil bioquímico y técnicas moleculares:**

La importancia de *Clostridium difficile* como patógeno emergente hace necesaria la existencia de métodos que permitan su rápida identificación. Sin embargo, los procedimientos convencionales para la identificación de las bacterias anaerobias de importancia clínica son largos y complejos, lo cual limita su aplicación en la mayoría de laboratorios de diagnóstico clínico. Para superar estas dificultades, se han desarrollado diferentes sistemas comerciales de lectura rápida, los cuales están basados en una batería de pruebas bioquímicas. Es por ello que nos propusimos comparar la validez de uno de estos sistemas de identificación de bacterias anaerobias mediante pruebas bioquímicas con las técnicas de PCR utilizadas en el diagnóstico molecular de *C. difficile*.



Así, partimos de un total de 130 cepas de *C. difficile* que habían sido aisladas de heces de lechones de 1 a 7 días de edad por el procedimiento habitual de choque etanólico y cultivo en medio selectivo (*C. difficile* agar, BioMérieux). La identificación presuntiva de los aislados se hizo en función de las características macroscópicas de la colonia, el característico olor a heces de caballo que presenta *C. difficile* y la tinción de Gram.

Para la identificación bioquímica se utilizó el sistema API Rapid ID32A (BioMérieux), siguiendo las indicaciones del fabricante. Los perfiles bioquímicos obtenidos fueron comparados con los almacenados en la base de datos del fabricante (<https://apiweb.biomerieux.com/>).

Por su parte, para la identificación molecular de las cepas se utilizaron dos PCR que amplifican secuencias específicas de *C. difficile* relacionadas con la producción de toxinas.

Mediante el uso de la identificación bioquímica, de las 130 cepas estudiadas:

- 86 cepas (66.15%) fueron correctamente identificadas como *C. difficile*.
- 39 cepas (30%) dieron una identificación dudosa, poco significativa o inaceptable.
- 5 cepas (3.85 %) fueron erróneamente identificadas como *Clostridium glycolicum*.

Las 130 cepas fueron identificadas como *C. difficile* mediante las técnicas de PCR utilizadas, detectándose en todos los casos los genes que codifican para las toxinas A y B de este microorganismo.

Por tanto, podemos concluir que las pruebas bioquímicas presentan una utilidad limitada en el diagnóstico de *C. difficile*. Por el contrario, las técnicas moleculares resultan más útiles para llegar a una correcta identificación de este microorganismo, con la ventaja adicional de proporcionar información sobre la presencia o ausencia de secuencias relacionadas con la patogenicidad de los aislados.

### **Nuevo laboratorio de Microbiología:**

A lo largo de nuestros estudios hemos comprobado lo interesante que resultaría procesar las muestras a las pocas horas de su aislamiento sin necesidad de llegar a nuestro laboratorio.

Como hemos comentado, en nuestras investigaciones hemos contado con la colaboración inestimable del equipo de seguimiento de Doñana. Es por ello que el Dr. Miguel Angel Bravo nos ofreció la posibilidad de disponer de un pequeño espacio en las instalaciones que poseen en Matalascañas, y contar con un pequeño equipamiento de laboratorio de Microbiología. Hemos asesorado al Dr. Bravo, y ya hemos realizado algunos procesados de muestras en dicho laboratorio, que esperamos en un futuro cercano pueda ser utilizado por otros Grupos de investigación.

### **34/2007 (Proyecto de investigación) Geociencias en Iberia: Estudios integrados de topografía y evolución 4D. "Topo-Iberia"**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Gallart Muset, Josep

Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera", CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia

CANTIDAD: 4.800 €

DURACIÓN: 2007-2009



**ÁREA DE ESTUDIO:** Junto al Palacio de Doñana en el espacio reservado para los trabajos de campo

**RESULTADOS:**

A lo largo del año 2009 se realizó la adquisición de datos de la estación sísmica, así como el análisis preliminar, incluyendo el estudio de ruido.

Los datos obtenidos, de forma continua, a razón de 100 muestras por segundo, se han integrado en la base de datos sísmicos del proyecto TOPO-IBERIA.

Se realizaron visitas periódicas, aproximadamente cada 2 meses y medio, para volcado de datos y mantenimiento de baterías.

**35/2007 (Proyecto de investigación) Flexibilidad en el sistema de apareamiento del ciervo**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** Carranza Almansa, Juan  
Universidad de Extremadura

**ENTIDAD FINANCIADORA:** Plan Nacional de I+D

**CANTIDAD:** 15.000 €

**DURACIÓN:** 2007-2010

**ÁREA DE ESTUDIO:** Principalmente en la Reserva Biológica, y ocasionalmente en otras de las áreas de la vera más usadas por los ungulados

**RESULTADOS:**

Durante Agosto y Septiembre de 2009, coincidiendo con el período de apareamiento del ciervo en Doñana, se han llevado a cabo los siguientes trabajos de campo en la Reserva Biológica:

- A los tres puestos de observación habituales (Bolín, Caño de la Aulaga y Martinazo) se añadió un cuarto puesto en la zona de las Gangas. Para ello se realizó un estudio a fondo de la caracterización del terreno y de la vegetación (pradera y vegetación de marisma).
- Como viene siendo habitual se estudió la vegetación de cada uno de los puestos de observación. Para ello se muestrearon entre 80 y 100 puntos en cada puesto recogiendo datos de cobertura (%), altura (cm), proporción de vegetación verde (esquinas verdes respecto a esquinas con vegetación), presencia/ausencia de leguminosas, densidad de vegetación de marisma (castañuela y fragmite) (nº de tallos por m<sup>2</sup>).
- Se han realizado observaciones del comportamiento desde 4 puntos situados a lo largo de la marisma. Estas observaciones se realizaron desde las 17 h. hasta el crepúsculo. Durante las observaciones se tomaron los siguientes datos:
  - Se caracterizaron los individuos allí presentes (grupo de edad y sexo) así como también se realizaron registros de su comportamiento reproductivo y su distribución espacial.



Resultados de la investigación. Espacio Natural de Doñana. Año 2009

- Los machos fueron identificados a través de la cuerna y alguna característica representativa. A estos machos identificados se les realizó un seguimiento exhaustivo de su comportamiento a lo largo de todo el periodo de estudio, determinando la estrategia reproductiva llevada a cabo: seguimiento de harenes o defensa de territorios o recursos.
- En cuanto a las hembras se prestó especial atención al comportamiento reproductivo y su distribución espacial.
- Se analizaron las interacciones entre ciervos y otras especies de ungulados, especialmente con gamos. Para ello, se registró la distribución espacial, grupo de edad y sexo, así como sus interacciones con los ciervos.
- Una vez determinadas las zonas más utilizadas en la reproducción del ciervo, se recogieron muestras de vegetación para su posterior análisis bioquímico (proteína bruta, fibra bruta, grasa bruta y principales minerales).
- Se realizaron conteos diarios de ciervos y gamos en marisma especificando sexo y edad. Los conteos se llevaron a cabo en un mismo recorrido paralelo a la Vera de la Marisma. Éstos conteos se realizaron al amanecer (7.15-8.15 h.) y noche (22-00 h.). Antes de iniciar el recorrido y al finalizar el mismo se contaron los berridos por minuto escuchados.
- A lo largo de todo el periodo de estudio se recogieron datos climatológicos (temperatura, tipo de climatología) para relacionarlos con las posibles influencias en el comportamiento reproductivo. Estos datos fueron recogidos durante los conteos diarios así como también durante las observaciones.

Todos los datos recogidos se encuentran en proceso de análisis.

**38/2007 (Proyecto de investigación) Efecto de los episodios de sequía en la dinámica de sabinares y matorrales**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Lloret Maya, Francisco

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals CREAF, Universitat Autònoma Barcelona

ENTIDAD FINANCIADORA: Secretaría General de Política Científica y Tecnológica, MEC (Mejora y acceso de las Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares, ICTS. Plan Nacional I+D+I)

CANTIDAD: 7.750 €

DURACIÓN: 2007-2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Sabinares de las Navas, del Ojillo, del Marqués y pinar de Marismillas

**RESULTADOS:**

En el año 2005 se produjo un episodio de sequía invernal en el Parque Nacional de Doñana (PND) afectando a sabinares, pinares y matorrales. El objetivo de este estudio es analizar los patrones de mortalidad asociada a ese evento y evaluar la dinámica de la vegetación asociada. En concreto se está comprobando la regeneración y



rejuvenecimiento del matorral, su colonización por la sabina y el impacto del episodio en las poblaciones de sabina.

A pesar de que no se solicitó ayuda para el año 2009, del 16 al 20 de abril de ese año se realizaron censos de seguimiento del estado de recuperación del matorral en 18 parcelas establecidas en el año 2007 en base a la información proporcionada por El ESPN de la Estación Biológica de Doñana que estableció en 2003 una serie de parcelas de 1 ha para hacer un seguimiento del pinar y el sabinar (<http://www-rbd.ebd.csic.es/Seguimiento/mediobiologico/pinar/pinar.pdf>). Estas parcelas están localizadas en el sabinar del Marqués, el sabinar del Ojillo y en una zona próxima de monte blanco con colonización activa de la sabina. En estas parcelas de matorral se está cuantificado el grado de afectación de la cobertura vegetal después del episodio de sequía y su recuperación posterior. Se ha estimado el porcentaje de mortalidad de las principales especies del matorral (*Halimium halimifolium*, *Halimium commutatum*, *Cistus libanotis*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula stoechas*, *Thymus mastichina*, *Helichrysum italicum*, *Stauracanthus genistoides*) y la densidad de plántulas de las diferentes especies que se han establecido después del episodio. Se aprecia un rápido establecimiento y un vigoroso crecimiento de las plántulas establecidas después de la sequía. De hecho, el establecimiento de plántulas sería mayor en las zonas más afectadas por la sequía. También se han censado más de 200 plantas juveniles de sabina establecidas en zona de matorral con el objeto de seguir su crecimiento en función del grado de afectación por la sequía del matorral circundante.

También se ha proseguido durante el año 2009 al análisis de los datos obtenidos del banco de semillas del suelo a partir de un muestreo realizado en invierno de 2008. Después de varios meses de incubación en condiciones de invernadero se han identificado más de 30 especies, la mayoría herbáceas. Estos resultados apuntan a un agotamiento del banco de semillas como resultado de la germinación observada en el campo y resalta la vulnerabilidad de la regeneración en situaciones de episodios de sequía reiterados.

42/2007 (Proyecto de investigación) **El significado de los modelos de coloración en serpientes como estrategia antipredatoria frente a las aves (The significance of snake colour patterns as an antipredatory strategy against avian predators)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Mappes, Riitta Johanna

University of Jyväskylä (Finlandia)

ENTIDAD FINANCIADORA: Secretaría General de Política Científica y Tecnológica, MEC (Mejora y acceso de las Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares, ICTS. Plan Nacional I+D+I)

CANTIDAD: 1.600 €

DURACIÓN: 2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO: RBD

RESULTADOS:

European vipers, genus *Vipera* are venomous. These snakes have characteristic dorsal zigzag pattern on them but despite that distinctive pattern, they seem to be rather cryptic than conspicuous on the natural background. The zigzag pattern of the vipers has been suggested to be example of disruptive coloration and causing flicker fusion illusion and therefore reducing detectability of the snake and making its movement and speed more



difficult to estimate. However, recent studies have suggested that patterns have an aposematic function but those experiments did not exclude the possibility of a disruptive effect of a zigzag pattern.

In our experiments we examined if the zigzag pattern of European vipers offers disruptive or aposematic benefits against avian predators or if a zigzag pattern has simultaneously both antipredatory functions. We compared predation pressure, caused by avian predators, towards plasticine snakes which were painted with suitable markings. Experiments were conducted in Coto Doñana National Park during 2008 and 2009. In the first experiment, predation pressure caused by birds was compared between zigzag patterns (patterns were painted with and without a disruptive effect i.e. breaking body outline or not), classical disruptive coloration (pattern was painted randomly so that it breaks body outlines) and control markings (length-wise striped which enhance body outlines and detectability and patternless which controls interaction between paint *per se* and background) on natural and controlled backgrounds.

Results of our study indicate that the zigzag pattern of European vipers functions as a warning signal against predators. Our results also support that the effect was due to the warning signal efficiency without the effect of disruptiveness. Although the edge-breaking zigzag pattern (disruptive aposematism) was significantly more effective against avian predators than a zigzag pattern without disruptiveness, the results of the experiment in 2009 indicated that the better survival was due to the increased signal size (greater amount of paint on the models) rather than the disruptive effect of the pattern. Classical disruptive coloration provided equal protection to a normal zigzag pattern, providing further support for the theory of disruptive coloration and showing that disruptive coloration can also reduce the predation risk of snakes.

This data is part of the PhD-thesis by Janne Valkonen and it will be submitted for publication (*Animal Behaviour*) very soon. An MS-thesis written of this data is currently (December 2009) under evaluation. Janne Valkonen is also going to present results of these studies in the Biology of the Vipers Conference in Italy 30<sup>th</sup> March – 2<sup>nd</sup> April 2010.

In 2009 we collected also data about the effectiveness of the head flattening behaviour of *Natrix maura* as an antipredatory strategy (behavioural mimicry of the vipers) and our preliminary data indicates that it might be an effective strategy when combined with a zigzag pattern. On the other hand, preliminary data is too small to make any relevant conclusion. This work will be continued in spring 2010 and we will publish it during next year.

In 2004 we started collecting data on the predator community structure and its relation to predation on snakes in Doñana National Park, and continued it in 2008 and 2009. Preliminary data shows that when specialist predators such as Short-toed eagle (*Circaetus gallicus*) or common buzzards (*Buteo buteo*) are present, warningly coloured and non-warningly coloured snakes suffered equal predation pressure. This data is still under statistical analysis and we are also going to collect some more data about the phenomenon during 2010.



Resultados de la investigación. Espacio Natural de Doñana. Año 2009

**48/2007 (Proyecto de investigación) Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Subproyecto I: Escenarios de cambio en las comunidades de aves marismas y del río Guadalquivir**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bustamante Díaz, Javier M<sup>a</sup>

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Autoridad Portuaria de Sevilla

CANTIDAD: 380.619 € (Doñana) 2.874.759 € (Total)

DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Marisma y orilla río Guadalquivir

**RESULTADOS:**

Durante el año 2009 el trabajo de este proyecto ha continuado con visitas de campo cada 15 días para realizar censos de aves en estaciones puntuales. Estas estaciones de censo, enfocadas hacia aves acuáticas, se han realizado dentro del Espacio Natural Doñana en puntos fijos en las zonas de “la montaña del río- casa de Brenes”, “La Rocina”, “Lagunas de Santa Olaya y La Dulce” y “Caño de Guadiamar- muro de la FAO”. Durante esas visitas puntuales se ha registrado presencia y abundancia de especies de aves además de información sobre las características de los puntos de muestreo y se ha medido la conductividad en el suelo y en el agua. También se han realizado cada 7 días censos de aves acuáticas desde una embarcación a lo largo del río Guadalquivir desde Pto. Gelves a Sanlúcar de Barrameda. Los censos de aves se finalizaron en Febrero de 2009. Desde entonces se han analizado los datos y realizado modelos de distribución para las distintas especies.

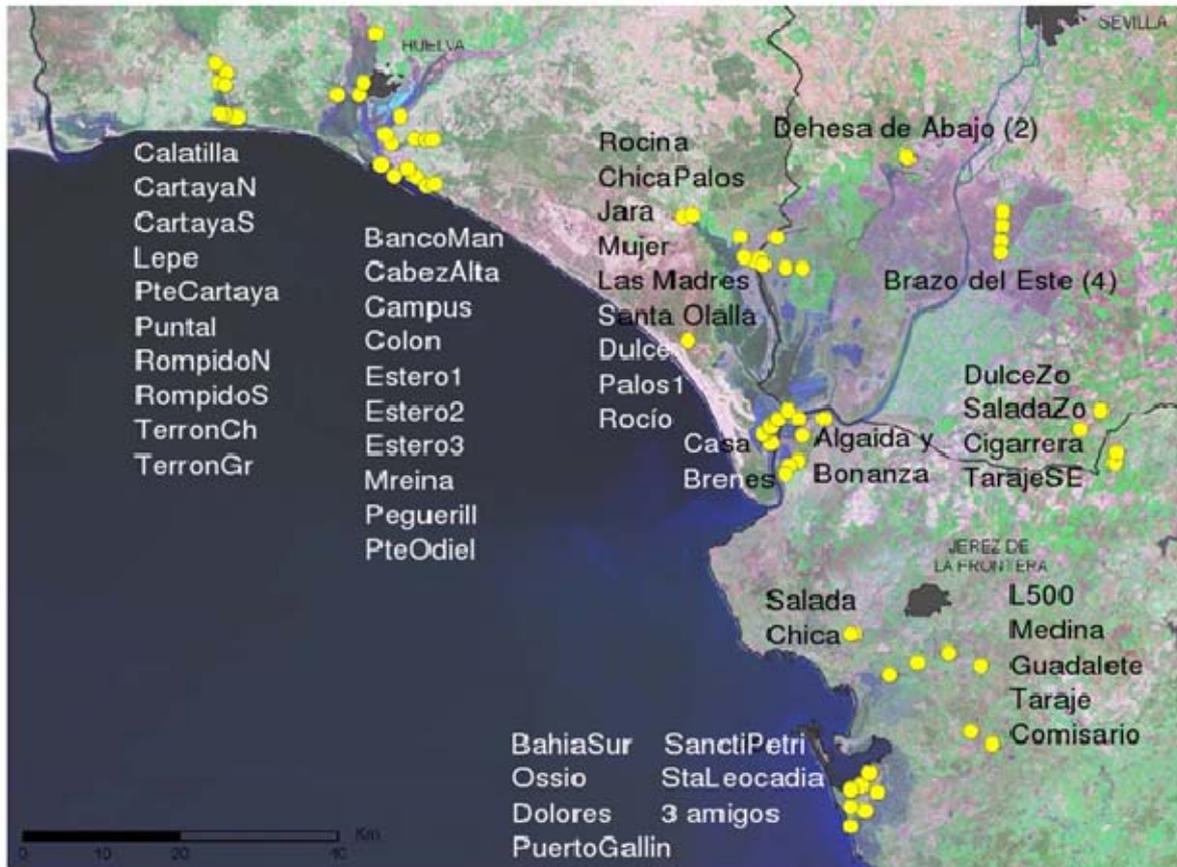


Figura 1: Localidades de muestreo visitadas cada 15 días durante el proyecto.

No hay todavía publicaciones y/o tesis que guarden relación con el trabajo. Se han elaborado un total de 8 informes para la Autoridad Portuaria de Sevilla, que es el organismo financiador. Se adjunta copia del informe final<sup>3</sup>.

50/2007 (Proyecto de investigación) **Dispersión de huevos de resistencia e impacto sobre la biodiversidad de sistemas acuáticos. REDIBIO**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Conde Porcuna, José María  
Universidad de Granada

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia

CANTIDAD: 30.000 € (Doñana) 90.000 € (Total)

DURACIÓN: 2008-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Lagunas de Santa Olalla y Dulce

RESULTADOS:

En este segundo año se continuó con la recogida de las deposiciones atmosféricas cada dos meses aproximadamente. Los colectores atmosféricos se encuentran situados entre las lagunas *Dulce* y *Santa Olalla* (aprox. 29S 724025 E; 4095761 N), y el otro

<sup>3</sup> Disponible en la Oficina de Coordinación



entre las lagunas de *Santa Olalla* y *Las Pajas* (aprox. 29S 724955 E; 4095582 N). Cada día de recogida se tomaron, además, muestras de plancton y nutrientes de las lagunas Dulce y Santa Olalla.

Durante este año se ha iniciado la identificación y conteo de los organismos del zooplancton. De los resultados preliminares obtenidos parece evidenciarse un cambio en la comunidad de rotíferos con respecto a años anteriores.

Se siguen analizando las muestras recogidas en los colectores tratando de encontrar formas de resistencia del zooplancton. El banco de huevos de resistencia está prácticamente caracterizado en las dos lagunas, destacando el hecho de que los huevos de resistencia de algunas especies eran abundantes en los sedimentos obtenidos durante el año 2005 y en las muestras de sedimentos obtenidas durante el año 2009 prácticamente no están presentes (p.e. *Brachionus plicatilis*).

Por último, para estudiar el papel de las aves en la dispersión de los huevos de resistencia, se recogieron muestras de excrementos de aves acuáticas los meses de Enero y Marzo, habiéndose analizado parte de las muestras. Se han localizado huevos de resistencia en las heces viables de *Daphnia*, *Alona* y *Brachionus* fundamentalmente. Durante el año 2010 se realizarán análisis genéticos de algunos organismos aislados tanto de las heces de las aves como de los sedimentos.

52/2007 (Proyecto de investigación) **Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Subproyecto II: Dinámica geomorfológica del río Guadalquivir y su entorno**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Rodríguez Ramírez, Antonio  
Universidad de Huelva

ENTIDAD FINANCIADORA: Autoridad Portuaria de Sevilla

CANTIDAD: 17.400 € (Doñana) 2.874.759 € (Total)

DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Salinas de Sanlúcar, Veta la Palma, las Nuevas y toda la orilla del río Guadalquivir

RESULTADOS:

### **Geomorfología del entorno del río Guadalquivir**

A lo largo de este año se han diferenciado las sucesivas formaciones geomorfológicas del entorno del río Guadalquivir, especialmente aquellas relacionadas con el medio marismero.

Geomorfológicamente, en las marismas se puede diferenciar una marisma alta y otra baja, con unos desniveles topográficos, entre una y otra, que no sobrepasan el metro. Las barras de meandro (pointbars) y de desbordamiento (levees) de los cursos fluvio-mareales constituye la porción topográfica más elevada, en lo que se denomina marisma alta o "pacil". Su génesis está ligada a la propia dinámica fluvial y mareal. En los desbordamientos, la mayor sedimentación tiene lugar precisamente en los márgenes de los cauces, por lo que la acreción es más rápida, constituyéndose como diques naturales que aíslan el canal del resto de la llanura, es por ello que los "paciles" se



extienden a lo largo de la geografía marismeña asociados a los principales cauces fluviales.

Los "paciles" relativamente recientes presentan buena continuidad, sin embargo con el paso del tiempo han sido erosionados por la dinámica fluvio-mareal, constituyéndose como diques degradados dando unas morfologías subredondeadas u ovaladas denominadas "vetas", ligeramente más elevadas que el relieve colindante. Es precisamente en estas vetas donde tienen lugar los principales asentamientos humanos, ya que no suelen inundarse en las riadas invernales.

Un modelado característico, formando parte de los retazos de marisma más elevada, son los que se han denominado como cordones estuarinos o "cheniers". Éstos se componen fundamentalmente de barras conchíferas de fauna estuarina, acumulados en los paleomárgenes del estuario.

El progresivo desarrollo de las barras de desbordamiento y meandriformes, de los diferentes cauces que dan lugar a la marisma alta o "pacil", delimita una serie de áreas deprimidas denominadas localmente "lucios". Estas áreas quedan alejadas de los cursos fluvio-maréales, llegando los sedimentos en las fases de desbordamientos fluviales, depositándose en éstos las fases más finas.

Como red encargada de redistribuir el líquido elemento, ya sea fluvial, mareal o pluvial, tenemos los cauces y caños. Los primeros activos y los segundos inactivos, actuando meramente como depresiones semicolmatadas de escasa circulación fluvial (Travieso, Guadiamar, La Madre). El Guadalquivir y Brazo de la Torre son funcionales, actuando como vías fluviales y de redistribución de la corriente mareal. La Madre de las Marismas y el Guadiamar, actúan hoy día como redes exclusivamente fluviales, tan solo funcionales en épocas de lluvias, sin influencia mareal. El Caño Travieso es inactivo por la captura producida aguas arriba por el Brazo de la Torre.

Los aportes hídricos de los Caños quedan normalmente confinados en los límites de la marisma por los paciles asociados al Guadalquivir y Brazo de la Torre, a los que se les denomina con el singular nombre de la Montaña del Río. Es por ello que ésta se comporta como una cubeta semiendorreica, donde se impide la salida de los aportes fluvio-pluviales y por otra parte se evita la entrada de flujos mareales. En años muy lluviosos, el agua sobrante sobrepasa esta barrera natural, rompiendo el pacil correspondiente, a través de una serie de pequeños arroyos llamados localmente "rompidos" o "gavetas", drenando las áreas interiores y más deprimidas hacia el mar y por donde puede entrar también la marea, aunque de forma muy leve.

La existencia de la Montaña del Río es lo que da a las marismas del Guadalquivir su característica más notable al quedar libre de la influencia mareal y constituirse como una marisma de agua dulce. Diferenciándose por ello del resto de marismas del Golfo de Cádiz.

La colmatación se intensifica sin duda por la actividad antrópica a partir de los dos últimos milenios, y especialmente en el último siglo. Dada la intensa actividad agrícola actual en los cauces vertientes a las marismas, los procesos de colmatación son especialmente intensos, con una pérdida de la variabilidad topográfica. Esto repercute en una menor capacidad de retención hídrica, mayor salinidad, y distribución de los seres vivos. Finalmente en las últimas décadas la realización de muros y caños, especialmente en la margen norte ha trastocado la circulación hidrológica natural.

## Erosión de la Montaña del Río

Un aspecto del proyecto que ha requerido una especial atención ha sido la intensa erosión de la Montaña del Río. Dada la importancia que esta morfología tiene para la dinámica de este enclave natural.

La naturaleza meandriforme del río Guadalquivir da lugar a comportamientos erosivo-sedimentarios muy diferentes según el sector analizado. El borde externo del meandro es de carácter erosivo mientras que el interno es sedimentario, formándose barras. En el tramo comprendido entre la confluencia del Brazo de la Torre y la flecha litoral de Doñana los procesos erosivos han sido especialmente intensos en las últimas décadas, con un retroceso significativo (Fig. 1). Este retroceso no es lineal, conformándose microensenadas, donde los procesos erosivos son mayores, con tasas del orden de 75 m (caño de la Figuerola) y 80 m (caño de Brenes), en el periodo entre 1956 y 1984.

La realización de pequeños perfiles estratigráficos en la barranca del río ha puesto en evidencia la sucesión de una serie de facies sedimentarias. Los procesos erosivos se centran allí donde las litologías son más erosionables. Estas facies más fácilmente erosionables corresponden a episodios de desbordamiento fluvial, que se apoyan sobre formaciones más competentes de marisma baja.



Figura 1.- Escarpe erosivo en la margen del Guadalquivir afectando a la Montaña del Río.

53/2007 (Proyecto de investigación) **Caracterización y Conservación de germoplasma del Caballo de las Retuertas**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Vega Pla, Jose Luis

Laboratorio de Investigación Aplicada (Ministerio de Defensa)

ENTIDAD FINANCIADORA: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)

CANTIDAD: 45.120 €



DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana y Guadamar

RESULTADOS:

### **Actividades realizadas**

Se han realizado las asignaciones de padre y madre a cada individuo en base al análisis genético para que las genealogías sean correctas.

Se han iniciado estudios de calidad seminal en los aspectos de motilidad, vitalidad, morfología y fragmentación de la cromatina para comprobar a priori el grado de fertilidad de los sementales escogidos, resultando que hay diferencias manifiestas en cuanto a motilidad y vitalidad post descongelación y sin embargo mantienen una fragmentación de cromatina reducida, afectando este aspecto poco a la fertilidad del semen.

Se ha puesto a punto una técnica básica de congelación espermática y se han congelado hasta el momento 250 dosis seminales (repartida cada una en 8 pajuelas de 0,5 ml) correspondientes a cuatro sementales representativos de la población.

### **Grado de cumplimiento de los objetivos**

*1. Identificación individual y control de filiación para el apoyo de la gestión genética del programa de conservación.*

Se han tomado muestras de los animales nacidos esta primavera durante los meses de agosto y septiembre de 2009 y se han llevado a cabo las tipificaciones y controles de paternidad de la totalidad de los individuos capturados.

*2. Creación de un banco de semen con dosis seminales y animales donantes suficientes para asegurar la posibilidad de recuperar la raza en caso de desaparición, de acuerdo con los parámetros internacionales.*

Se han adiestrado y entrenado los cuatro sementales capturados para ser donantes de semen. Se emplea una yegua como maniquí. Se ha puesto a punto una técnica de congelación de semen equino que garantice la viabilidad de las células espermáticas post-descongelación. Se ha comprobado un comportamiento diferente del semen de cada donante por lo que se están investigando los posibles factores que puedan estar influyendo en la calidad espermática. Como primer resultado se descarta que el grado de fragmentación de la cromatina influya negativamente pues ha resultado que es bajo en tres de los sementales (20% aprox.) y muy bajo en uno de ellos (9%). Los valores de motilidad están resultando irregulares por lo que se está valorando el ritmo de donaciones, niveles oxidativos de los espermatozoides con consecuencias de muerte celular y los medios de conservación. Aún así se han congelado unas 250 dosis seminales (ocho pajuelas de 0,5 ml de semen cada una por dosis) con resultados aceptables post-descongelación para asegurar la disponibilidad del banco ante una posible catástrofe sanitaria que pudiese ocurrir durante la duración de este proyecto.

54/2007 (Proyecto de investigación) **Adaptación local y reclutamiento en *Pyrus bourgaeana* Denec: consecuencias de las interacciones planta-animal en paisajes fragmentados**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Fedriani Laffitte, Jose María  
Estación Biológica de Doñana, CSIC



ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC

CANTIDAD: 102.000 €

DURACIÓN: 2008-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Marismillas, Reserva, Abalarío, Rocina, Matasgordas, Hato Ratón

## RESULTADOS:

A continuación se resumen las actividades realizadas durante 2009 con relación al proyecto arriba mencionado. Conviene recordar que, usando la metapoblación de piruétano, *Pyrus bourgaeana*, de Doñana (SO España), el proyecto cuenta con **cinco objetivos** concretos: i) Cuantificación del reclutamiento del piruétano y de su variación entre localidades de Doñana e identificación de los factores que lo condicionan, ii) Evaluación de la variación entre subpoblaciones de rasgos fenotípicos florales, de los frutos y de las semillas del piruétano potencialmente sometidos a presión selectiva, iii) Estimación experimental de la existencia de adaptación local de las flores de piruétano a la comunidad actual de polinizadores, iv) Estimación experimental de la existencia de adaptación local de los frutos de piruétano a la comunidad actual de dispersores de sus semillas, y v) Estimación experimental de la existencia de adaptación local de las semillas de piruétano a las características físico-químicas del suelo. Como veremos, durante 2009 se replicó todos los experimentos de campo y otras actividades ya realizadas en 2008 y previstas en el proyecto.

### **Objetivo 1:** *Variación local en la supervivencia de las plántulas, reclutamiento, y estructura de edades en la metapoblación de piruétano de Doñana*

Se seleccionaron cinco subpoblaciones y, en cada una, se establecieron 45 parcelas, 15 de ellas situadas a menos de 5 metros del piruétano más cercano, 15 a 25 m del piruétano más cercano, y 15 a 50 metros del piruétano más cercano. Durante todo el año 2009 (y desde enero de 2008) venimos contabilizando y marcando todas las plántulas de cada parcela, registrándose la causa de mortalidad (herbivoría, daño físico [i.e., "trampling"], desecación, congelación, hongos, etc). Para la estima de la edad de los individuos adultos hemos utilizado técnicas dendrocronológicas. Gracias a ello hemos datado individuos de más de cien años de edad.

### **Objetivo 2:** *Variación fenotípica entre localidades*

1. Rasgos florales: Al igual que la temporada anterior, durante Febrero-Marzo de 2009, de cada una de las cinco poblaciones seleccionamos quince individuos y de cada uno cinco flores: De cada flor hemos medido: 1) longitud y anchura de los pétalos, diámetro de la corola, 2) cantidad y concentración de néctar, utilizando para ello microcapilares calibrados y un refractómetro portátil y siguiendo el procedimiento descrito para *Pyrus communis*.

2. Rasgos de los frutos: Como en Otoño de 2008, este otoño de cada población seleccionamos quince individuos y de cada uno cinco frutos maduros. De cada fruto (pulpa + semillas) hemos medido: a) Peso total, peso de la pulpa, peso de las semillas, relación pulpa/semilla, número de semillas.

3. Otros rasgos de los frutos y semillas: Con los tamaños de muestra del apartado anterior (lógicamente usando distintos frutos) hemos contabilizado el número de semillas viables y no viables por fruto, y cada semilla se pesó con balanza de precisión.



**Objetivo 3:** *Evaluación de un posible patrón de adaptación local durante la polinización*  
Como en primavera de 2008, durante Marzo de 2009 realizamos translocaciones recíprocas de inflorescencias de las cinco poblaciones. En cada subpoblación se muestreó al menos diez individuos, colectando en total 100 inflorescencias por subpoblación (500 en total). Las flores ofrecidas fueron visitadas por una alta diversidad de insectos, principalmente dípteros y ortópteros, aunque también algunos coleópteros y lepidópteros.

**Objetivo 4:** *Evaluación de un posible patrón de adaptación local durante la dispersión de semillas.*

Hace pocos días finalizamos este experimento de campo. De cada subpoblación se seleccionaron al menos diez individuos (o madres) colectándose 100 frutos por población (en total, 500 frutos de las 5 poblaciones). Los frutos se ofrecieron en dos parcelas por población (50 frutos por parcela), separadas entre sí al menos 200 m. Dentro de cada parcela los frutos se dispusieron en grupos de cinco (un fruto de cada población). Los resultados, pendientes del correspondiente análisis, sugieren importantes efectos tanto de la “población origen” como de la “población destino” en las tasas de desaparición de los frutos.

**Objetivo 5:** *Evaluación de un posible patrón de adaptación local en la emergencia y supervivencia de plántulas.*

Durante todo 2009 hemos continuado el seguimiento de la siembra de semillas colectadas en las mismas cinco subpoblaciones iniciado en Noviembre de 2008.

#### 1/2008 (Proyecto de investigación) **Circulación de virus de influenza en aves silvestres de Doñana y su entorno**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Figuerola Borrás, Jordi  
Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

CANTIDAD: 200.000 €

DURACIÓN: 2007-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Lucio de la FAO, Manecorro y Veta la Palma

#### RESULTADOS:

Desde el final del 2008 se han recogido y analizado un total de 11.180 muestras correspondientes a 8000 individuos. Para los ejemplares capturados se tomaron de saliva y heces, y para las aves no capturadas se tomaron muestras ambientales de heces. Ninguna de las muestras presentó virus de H5N1 de elevada patogenicidad. Sí se detectaron virus de baja patogenicidad de los subtipos H3, H5, H7, H8, H9 y H10.

Las especies con mayores prevalencias de virus influenza han sido *Anas platyrhynchos*, *Anas clypeata*, *Anser anser* y *Larus ridibundus*.

Las muestras recogidas indican una mayor circulación de virus influenza de baja patogenicidad durante los meses de Julio-noviembre. Existe una fuerte variación anual en las fechas de mayor prevalencia, registrándose en noviembre en 2006, septiembre en 2007, agosto en 2008 y septiembre durante el 2009.



**2/2008 (Proyecto de investigación) Coloraciones aposemáticas en aves. Relación de la coloración de los "coraciiformes" con defensas químicas frente a depredadores**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Martín-Vivaldi Martínez, Manuel

Universidad de Granada

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Proyecto de Investigación de Excelencia)

CANTIDAD: 182.800 €

DURACIÓN: 2007-2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Parques Nacional y Natural

**RESULTADOS:**

Durante la primavera de 2009, la segunda temporada de campo prevista en el proyecto 2/2008, se han desarrollado en el interior del Espacio Natural de Doñana las actividades necesarias para finalizar el experimento 1 programado en el proyecto, para el que en 2009 se obtuvo un tamaño de muestra pequeño. Con el trabajo de este año, este primer objetivo está cubierto con un tamaño de muestra adecuado. En total, una vez depurados los problemas metodológicos que hubo que resolver al comienzo del estudio, durante las dos temporadas se han realizado 985 ensayos válidos con modelos de escayola de las cuatro especies de coraciiformes nidificantes en España. En esos ensayos se ha grabado con cámaras de video 93 ataques por parte de rapaces, principalmente milanos negro y real, así como algunos de aguilucho lagunero, águila calzada, cernícalo vulgar y ratonero común.

El primer objetivo del proyecto era determinar los efectos de la coloración de las cuatro especies de coraciiformes sobre el riesgo de depredación por rapaces. Los resultados obtenidos muestran que la coloración azul de la carraca incrementa significativamente el riesgo de depredación frente a una coloración críptica, por lo que es evidente que en este caso, el diseño de color tiene un coste en el contexto de las interacciones con los depredadores y por tanto no tiene una función aposemática. En abejaruco y martín pescador no existen diferencias en el riesgo de depredación entre la coloración natural y un diseño críptico, lo que parece indicar que su patrón de color realmente no es más llamativo en los paisajes de Doñana que uno típico de un ave críptica y no hay evidencias de que se pueda considerar aposemático. Por último, en la abubilla, al igual que en la temporada anterior, el número de ataques fue muy reducido y significativamente menor que en las otras especies, lo que indica que su diseño (podría ser de color o tener que ver con la silueta) reduce el riesgo de depredación. Este es un resultado muy interesante, ya que se trata de la especie con mayores evidencias de posesión de defensas químicas, lo que parece indicar que en este caso sí nos encontramos ante diseños de color con función aposemática.

Los resultados de este primer experimento están siendo elaborados para enviar a publicar como primer manuscrito derivado del proyecto. Para ello, en el artículo se van a reunir estos datos con información sobre depredación natural de estas especies en este Espacio Natural, que está disponible en las bases de datos de la Estación Biológica de Doñana, y para lo que estamos colaborando con un grupo de investigadores de la EBD. La publicación conjunta de ambos tipos de datos permitirá una visión mucho más completa del problema estudiado, al incluirse tanto resultados experimentales como descriptivos, así como referentes tanto a modelos artificiales como a aves reales. Para ayudar a la interpretación de los resultados obtenidos, estamos realizando un análisis de la conspicuidad relativa de los distintos tipos de modelos utilizados, usando medidas



objetivas (espectrofotométricas) de color y luminosidad de éstos así como de los ambientes donde se han expuesto.

El segundo objetivo del proyecto era estudiar el posible efecto antidepredador de la cresta desplegable existente en las abubillas. Los resultados del primer experimento, sin embargo, que muestran que los ataques a las parejas de abubilla son muy escasos, nos han conducido a plantear un experimento algo más completo, dedicado en exclusiva a la abubilla, pero para tratar de identificar si es el color o la silueta lo que hace que sean poco atacadas (debido a que hemos obtenido pocos ataques tanto a los modelos coloreados como a los crípticos). Este tipo de experimento ya se inició al final de la temporada de 2009, pero al comenzar cuando quedaba poco tiempo para el final de la época adecuada, será necesario continuar la próxima primavera (2010). El estudio de la función de la cresta en este contexto se está completando con experimentos realizados fuera del Espacio de Doñana, con aves mantenidas en cautividad en las instalaciones de la Universidad de Granada. Dada la baja tasa de ataques de los modelos de abubilla en el campo, este diseño en cautividad parece más adecuado para mostrar el efecto de la acción de despliegue de la cresta frente a depredadores. No obstante, para terminar de comprender cuál es el aspecto de los modelos estáticos utilizados en el campo que es responsable del bajo riesgo de depredación de las abubillas, es necesario repetir experimentos similares en los que alteremos aspectos particulares de silueta y color de los modelos en distintos grupos experimentales. Este diseño será llevado a cabo en la próxima primavera encaminado a comprobar el efecto independiente del patrón contrastado de color blanco y negro de las alas y espalda, y el de la presencia de una cresta en la silueta. Para poder completar este segundo objetivo es imprescindible trabajar de nuevo en Doñana, ya que es el único lugar donde podemos contar con una frecuencia de ataques a los modelos suficientemente elevada. Los resultados de este experimento se publicarán separados de los del experimento 1, en un artículo centrado en el análisis de las defensas de la abubilla.

En la solicitud original se programó trabajar dos temporadas de campo que ya han finalizado, sin embargo, y dado que el segundo objetivo no ha podido completarse y que hemos solicitado prórroga a la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa para que el periodo de ejecución del proyecto de Excelencia se prolongue hasta final de 2010 (terminaba en marzo), es nuestra intención solicitar autorización para continuar nuestro trabajo en el Espacio Natural de Doñana durante la primavera de 2010 (se adjunta ficha de objetivos para el año 2010). Por tanto, aunque este informe es el informe final del periodo previamente solicitado, en realidad el trabajo de investigación del proyecto no se ha terminado y lo hará en julio de 2010.

## APORTES DEL PROYECTO A LA CONSERVACIÓN

En la memoria- anteproyecto ya se indicaba que la investigación realizada en este proyecto no estaba encaminada a resolver problemas de conservación concretos. Nuestro estudio, no obstante, aporta información nueva que ayuda a entender las interacciones entre los depredadores y las aves coraciiformes y por tanto los procesos ecológicos que suceden no sólo a nivel del Espacio Natural, sino también en todo el área de distribución de estas especies.

**7/2008 (Proyecto de investigación) Integrado de redes espaciales y genéticas de poblaciones: conservación de dos especies de anfibios autóctonas de Andalucía**



Resultados de la investigación. Espacio Natural de Doñana. Año 2009

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bascompte, Jordi

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Proyecto de Investigación de Excelencia)

CANTIDAD: 150.000 € (Doñana) 317.830,12 € (Total)

DURACIÓN: 2008-2011

ÁREA DE ESTUDIO: Todo el Espacio Natural de Doñana

#### RESULTADOS:

Respecto a la especie objeto de estudio, el tritón pigmeo *Triturus pygmaeus*, hemos obtenido 900 muestras repartidas en 36 poblaciones durante la campaña de campo de 2009 en el Parque Nacional de Doñana. En el 2009 nos centramos en la zona norte y centro de la RBD cubriendo casi en su totalidad el área de distribución del tritón pigmeo en esa zona. La parte sur del Parque sólo se muestreó parcialmente, con 11 de las 39 poblaciones totales. Para todas esas poblaciones tenemos sus coordenadas geográficas y su proyección en un mapa del Parque Nacional de Doñana para su posterior localización y tratamiento. Para la campaña de este año 2010, iniciada en Enero nos proponemos aumentar el número de poblaciones en la zona sur del Parque (Marismillas) hasta cubrir toda el área de estudio. Esta zona es importante por ser (1) una de las menos estudiadas del parque, en cuanto a diversidad de anfibios y (2) porque los puntos de agua y zacallones, son excavaciones artificiales que funcionan como bebederos de ganado y no se secan en el verano. Actualmente tenemos extractos de ADN de 850 individuos de tritón pigmeo y después de encargar la primera tanda de microsatélites nos proponemos optimizarlos en el primer semestre de este año.

#### 8/2008 (Proyecto de investigación) **Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Subproyecto III: Macrofauna ictiológica del estuario del Guadalquivir**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Arias García, Alberto Manuel

Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Autoridad Portuaria de Sevilla

CANTIDAD: 2.800 € (Doñana) 2.874.759 € (Total)

DURACIÓN: 2007-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Los 2 km finales del Brazo de la Torre, es decir, desde su confluencia con el cauce del Guadalquivir hacia adentro del Brazo

#### RESULTADOS:

En el año 2009 no hemos realizado ninguna investigación en el Espacio Natural de Doñana, por lo que no tenemos resultados.

#### 12/2008 (Proyecto de investigación) **Implicaciones ecológicas de la presencia de la gramínea exótica invasora *Spartina densiflora* en el Parque Nacional de Doñana y su entorno. Prevención, control y erradicación**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Castellanos Verdugo, Eloy M.

Universidad de Huelva



ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente (Ayudas para la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales)

CANTIDAD: 65.550 €

DURACIÓN: 2008-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Marismas del Parque Nacional y del Parque Natural de Doñana. Márgenes derecha e izquierda del Guadalquivir. Derecha: de sur a norte, desde Punta del Malandar, siguiendo por la Montaña del río y su ampliación, Caño Travieso, Entremuros hasta la Vuelta de la Arena, Brazo de la Torre, caños y lucios asociados (Lucio del Membrillo, Caño de Brenes, Lucio de los Ánsares), Veta la Palma. Izquierda: de sur a norte, desde Bajo Guía, Punta de San Carlos, Salinas de Santa Teresa, Salinas de la Algaida, hasta Punta de la Mata

## RESULTADOS:

Aunque durante 2008 se iniciaron los estudios relacionados con la presencia de la gramínea exótica invasora *Spartina densiflora* en el Parque Nacional de Doñana y su entorno, y se abordaron algunas de las tareas previstas, debe puntualizarse que, al haber comenzado el Proyecto con retraso, se solicitó una prórroga al Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Concedida la prórroga, durante 2009 se han completando las tareas correspondientes al primer año del cronograma de trabajo.

**Objetivo 1.** Cuantificar la expansión de *Spartina densiflora* en el Parque Nacional y su entorno.

- Se trabajó en el registro y cartografía actual e histórica de las poblaciones de *Spartina densiflora* en el Parque Nacional y en su entorno, basándose en series de imágenes de satélite y vuelos con sensor hiperespectral aerotransportado, aunque dificultades técnicas están impidiendo aplicabilidad prevista de esta herramienta. Las imágenes con sensores hiperespectrales, fundamentales para actualizar con prontitud la cartografía de *Spartina*, no están dando los resultados esperados. Por ello, se hacen necesarios recorridos de campo detallados, que están dilatando la obtención de unos registros que son básicos para el inicio de otras tareas.
- Se han realizado recorridos de campo por las márgenes derecha e izquierda del Guadalquivir desde los límites del Espacio Natural de Doñana (Brazo de la Torre, Veta la Palma, El Puntal) hasta su desembocadura, necesarios para avanzar en el apartado anterior.
- Poblaciones relevantes de la margen derecha, establecidas a lo largo del muro de la Montaña del Río, se han referenciado con GPS diferencial. Un interés especial se ha tenido con poblaciones incipientes o en expansión activa, imprescindibles para conocer los procesos de colonización de *Spartina*.

**Objetivo 2.** Mecanismos de dispersión e invasión de *Spartina densiflora*.

- Se están caracterizando las poblaciones de *Spartina densiflora*, sus mecanismos vías de dispersión, monitorizando poblaciones incipientes o en expansión activa, tanto a lo largo de la Montaña del Río como en canales de distribución de agua de Veta la Palma.

**Objetivo 3.** Cambios ambientales e implicaciones ecológicas.



- Se han seleccionando zonas de marisma invadidas y otras similares próximas aún sin invadir para cuantificar la incidencia de esta especie sobre la comunidad vegetal, la avifauna acuática y la comunidad de invertebrados.
- Tras ponerse a punto la metodología para estimas de tasas de descomposición en marismas con y sin *Spartina densiflora*, las muestras de vegetación se trasladaron al campo. En total 1500 bolsas con material vegetal que estarán siendo retiradas para su análisis en laboratorio durante los próximos dos años.
- Se trabaja en la metodología para la caracterización genética de las poblaciones de *Spartina densiflora*.

**Objetivo 4.** Valorar distintas técnicas para el control y erradicación de *Spartina densiflora*.

- Se está experimentando en laboratorio con el uso de herbicidas convencionales.

14/2008 (Proyecto de investigación) **Estudio de la red de transmisión de un virus emergente: las interacciones huésped (Aves) – vector (Mosquitos) – patógenos (Flavivirus – virus West Nile) en Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Figuerola Borrás, Jordi

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Proyecto de Investigación de Excelencia)

CANTIDAD: 440.300,06 €

DURACIÓN: 2008-2012

ÁREA DE ESTUDIO: Manecorro, Huerta Tejada, la Esparragosilla, Reserva Biológica de Doñana, Entremuros, Caracoles, muro de la Fao, la Escupidera y alrededores hasta el Rocio

**RESULTADOS:**

1. Determinación de la fenología y distribución de las larvas de distintas especies de mosquitos. Cada 15 días se ha determinado la composición de abundancia de larvas en cuatro zonas distintas del parque.
2. Captura de mosquitos adulto para detección de virus y captura de hembras alimentadas. Se han operado 9 trampas de luz y dióxido de carbono para la captura de mosquitos. En el laboratorio se han analizado los mosquitos para detección de flavivirus.
3. Identificación de las presas de los mosquitos. Mediante técnicas moleculares se ha determinado el origen de la sangre encontrada en más de 1000 hembras de mosquito. Destaca por su abundancia la vaca, con una amplia variedad de presas que incluyen mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Se dan importantes diferencias en las preferencias de las distintas especies de mosquito.



4. Censo de huéspedes potenciales para los mosquitos. Se han realizado censos quincenales de aves y mamíferos en transectos cercanos a las zonas de captura de mosquitos para determinar la abundancia de las posibles presas para los mosquitos.

17/2008 (Proyecto de investigación) **Determinación de estrés oxidativo y su relación con el grado de melanización del plumaje en el águila calzada (*Hieraetus pennatus*)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Negro Balmaseda, Juan José

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC

CANTIDAD: 2.000 € (Doñana) 90.000 € (Total)

DURACIÓN: 2008 prorrogado hasta 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Todo el Espacio Natural de Doñana (Parque Nacional y Parque Natural)

RESULTADOS:

Durante la temporada de cría del año 2009 se han monitorizado más de 24 territorios de águila calzada. Este monitoreo se ha hecho con la ayuda del personal del equipo de seguimiento de procesos naturales de la Estación Biológica de Doñana CSIC. Coincidiendo con las actividades de anillamiento de pollos llevada a cabo por dicho personal, hemos aprovechado para obtener medidas corporales y muestras de sangre de 31 pollos pertenecientes a 24 nidos. Alguno de estos nidos se localizan en el Parque Nacional natural de Doñana, pero otros se localizan en las inmediaciones inmediatas, es decir, en el Parque Natural de Doñana. Las coordenadas UTM de dichos nidos han sido tomadas por el personal del equipo de seguimiento bien a través de una base de datos implementada en una PDA y usando el programa Cybertracker, o bien usando un GPS convencional. El éxito reproductor de los nidos muestreados fue 1.3 pollos por nido con éxito. Nosotros hemos muestreados siete pollos de fase oscura y 24 de fase clara, lo que indica que un 22% de los pollos volanderos son oscuros.

La sangre extraída (alrededor de 1ml) de la vena axilar de los individuos fue almacenada en una nevera de corcho sintética hasta su posterior traslado al Laboratorio de Ecología Química de la EBD. Allí fue centrifugada, siempre antes de 6 horas después de su extracción) a 4°C, 4500 rpm durante 10 minutos, con el objetivo de separar el plasma y la fracción celular de la sangre. Las dos fracciones fueron almacenadas a -80°C para su posterior análisis. Dichos análisis consistieron en la determinación de la concentración de ácido úrico y glutatión, la peroxidación de lípidos en los eritrocitos y la capacidad antioxidante total del plasma; y fueron realizados en el Instituto de Investigación de Recursos Cinegéticos (IREC) y el laboratorio de Ecofisiología de la EBD. Actualmente, los resultados de estos análisis están siendo interpretados existiendo ya un borrador en avanzado estado de un manuscrito cuyo título y autores se muestra en el apartado de publicaciones.

18/2008 (Proyecto de investigación) **Prospección y diagnóstico preliminar del alcornocal de la pajarera de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: García Fernández, Luis-Ventura

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNAS), CSIC



ENTIDAD FINANCIADORA: EGMASA

CANTIDAD: 98.394,64 €

DURACIÓN: 2008-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

**1. Subproyecto “Inventario y estado actual de los alcornoques de la Pajarera de la Vera de Doñana”.** (Ref. NET 850360). Responsable: Cristina Ramo (EBD, CSIC)

El trabajo de campo se completó entre agosto y noviembre de 2008. Se revisaron todos los alcornoques marcados y se anotaron todas las marcas, que, debido al mal estado, necesitaban reponerse. A los alcornoques que estaban sin marcar se les colocó una placa de PVC con el número 2008 seguido por tres dígitos. Con la ayuda de un GPS se procedió a localizar geográficamente todos los alcornoques de la Vera (Datum European 1950 para España y Portugal, proyección UTM, huso30), y al mismo tiempo se midieron (circunferencia del tronco a 1,30 m, fuste, altura total y copa), caracterizaron (mediante un índice de cobertura foliar que oscilaba entre 0, árbol muerto, y 5, árbol con alta cobertura y sin signos de deterioro o enfermedad) y fotografiaron. En total se localizaron y estudiaron 534 alcornoques vivos en el área prospectada.

**2. Subproyecto “Prospección y diagnóstico fitopatológico urgente del alcornocal de la Pajarera de Doñana”** (Ref. NET 460398). Responsable: Esperanza Sánchez (ETSIAM-Universidad de Córdoba).

Las conclusiones más relevantes obtenidas en el subproyecto son las siguientes:

- Todos los alcornoques ocupados por aves evaluados presentaron daños radicales significativos que oscilaron entre la podredumbre de las raíces absorbentes y la ausencia total de las mismas en los primeros 50 cm del perfil del suelo.
- Los alcornoques libres de ocupación aviar presentaron daños radicales (podredumbre) en un 60% de los casos. Las raicillas absorbentes, podridas o no, se encontraron a la profundidad normal en esta especie arbórea.
- Las podredumbres radicales están asociadas mayoritariamente a la infección por *Pythium spiculum*, patógeno conocido de los *Quercus* mediterráneos, frecuente en dehesas de la provincia de Huelva causando la muerte del arbolado
- También se ha aislado a *Phytophthora cinnamomi*, patógeno radical muy virulento de los *Quercus*, aunque menos frecuente que *Pythium spiculum* en la Vera de Doñana.
- Otra especie de *Pythium*, *Py. tracheiphillum*, ha sido asociado a la podredumbre radical, si bien no se conoce su potencial patogenicidad en alcornoque.
- Los síntomas de marchitez de ramas debidos a lesiones corticales fueron muy frecuentes en los alcornoques evaluados, aunque no aparecieron asociados a la ocupación aviar.



- La única especie asociada a las lesiones corticales ha sido *Botryosphaeria corticola* (*Diplodia corticola*), el patógeno cortical más agresivo del alcornoque. No se han encontrado otras especies conocidas menos virulentas.
- No se ha detectado ninguna otra enfermedad o plaga de insectos digna de mención.

**3. Subproyecto “Estudio de la afectación del suelo y tejidos de *Quercus suber* por las deyecciones aviares en la Pajarera de Doñana”.** (Ref. NET 460018).  
Responsable: Luis V. García (IRNAS, CSIC).

Se resumen seguidamente los resultados más relevantes obtenidos en los diferentes apartados del trabajo:

***Influencia aviaria, defoliación y cambios edáficos.***

- Se han encontrado relaciones altamente significativas y positivas entre distintos indicadores cuantitativos de intensidad de la influencia aviaria en los árboles y varios indicadores del grado de defoliación de los mismos, lo que sugiere que existe una relación entre la presión aviaria acumulada y el deterioro de los árboles.
- Se han detectado múltiples alteraciones en los suelos afectados por las aves de forma prolongada:

*Melanización.* Los suelos afectados por las aves desarrollan horizontes superficiales mucho más ricos en carbono (70%) y nitrógeno (150%) orgánicos que los suelos poco o nada afectados. El enriquecimiento en  $^{15}\text{N}$  que se observa en los suelos fuertemente afectados denota el origen aviario de gran parte del exceso de nitrógeno.

*Acidificación.* En promedio, los suelos muy afectados por aves presentan un pH casi una unidad inferior que los suelos no afectados.

*Salinización,* tanto a nivel superficial como subsuperficial. Los niveles de salinidad registrados bajo algunos árboles son de magnitud suficiente para producir el decaimiento y/o la muerte de plantas no tolerantes

*Hipereutrofización.* Los suelos fuertemente afectados por las aves presentan concentraciones decenas de veces superiores de formas altamente disponibles de los macronutrientes que normalmente limitan el crecimiento vegetal (N, P).

*Acumulación de calcio.* Los sitios fuertemente afectados por los detritos de las aves ven multiplicados por un factor superior a 10 el *stock* de calcio almacenado en el suelo y por el mismo factor la concentración de calcio soluble en agua.

*Alteración generalizada de las relaciones entre macronutrientes,* al producirse incrementos extremos en algunos de ellos (N, P, Ca), frente a incrementos moderados de otros (K, Mg, S).

*Incremento de las concentraciones totales y disponibles de micronutrientes y otros elementos traza.* Con carácter general, tanto las concentraciones totales como la



disponibilidad de micronutrientes y otros elementos traza es mayor en los sitios afectados por aves, si bien los niveles medidos no alcanzan los umbrales generales de fitotoxicidad. Sin embargo, los elevados niveles de disponibilidad de Zn que se alcanzan en sitios muy afectados por las aves pueden llegar provocar interferencias en la asimilación de otros nutrientes como el Cu.

### ***Influencia aviaria, composición foliar y signos de decaimiento de los árboles.***

- En los sitios afectados por las aves se detectan incrementos medios muy significativos en las concentraciones de nitrógeno (25%) y fósforo (90%), así como en los niveles de  $^{15}\text{N}$  de la hoja, lo que revela la incorporación de los productos aviarios a los tejidos vegetales.
- El incremento de la influencia aviaria se asocia a un enriquecimiento de la hoja en N, P, Mn, Mo y Pb y con un empobrecimiento de la misma en Cd y Cu. Este último se atribuye a interacciones con otros micronutrientes (particularmente Zn y Mn) que se encuentran en exceso en los sitios fuertemente afectados por las aves.
- Los niveles de  $^{13}\text{C}$  en hojas de alcornoques muy afectados por las aves son más elevados que los registrados en los árboles libres de influencia aviaria, lo que puede ser indicativo de una mayor eficiencia en el uso de agua en los árboles afectados.
- Los signos visibles de decaimiento (defoliación) se correlacionan de forma positiva y significativa con el parámetro  $\delta^{13}\text{C}$ , lo que lleva a concluir que los factores que condicionan las manifestaciones morfológicas de decaimiento pueden ser también responsables del incremento en los niveles de estrés hídrico.
- Los valores del parámetro  $\delta^{13}\text{C}$  se relacionan de forma positiva y significativa con las principales alteraciones en la composición química de la hoja derivadas de la influencia aviaria en el suelo (esto es, con el aumento de los contenidos de N, P y el descenso de Cu) y con la firma isotópica aviaria medida en la hoja ( $\delta^{15}\text{N}$ ) de los árboles afectados.
- Los signos morfológicos de decaimiento del árbol se asocian también de forma muy significativa con cambios en las variables foliares que más se relacionan con los indicadores de influencia aviaria, aumentando de forma paralela al incremento de  $\delta^{15}\text{N}$ , N, P, Fe y K y al descenso de Cu en las hojas.

### ***Conclusiones y recomendaciones***

- Las alteraciones del suelo inducidas por las aves afectan de forma significativa a la composición foliar y al status nutricional de los árboles, aumentando los signos de estrés.
- Los cambios edáficos y foliares derivados de la influencia de las aves se asocian de forma significativa y positiva con el decaimiento visible de los árboles, siendo altamente probable que las aves contribuyan, vía modificación del suelo, al



decaimiento e incremento en las tasas de mortalidad observada en los alcornoques de la Vera.

- Es necesario llevar a cabo estudios fisiológicos en el campo y experimentos en condiciones controladas para identificar qué procesos contribuyen en mayor medida al decaimiento y muerte de los árboles. Ello es imprescindible para evaluar las posibilidades de recuperación de los suelos y árboles bajo distintos supuesto de manejo de la zona.
- Es importante complementar los estudios sobre efectos indirectos (mediados por el suelo) con otros relativos a los efectos directos de las aves sobre los árboles. En tal sentido, hemos registrado porcentajes de recubrimiento de la superficie fotosintética por las deyecciones aviarias próximos al 50%, así como fracciones importantes de la masa foliar ocluida por la acumulación de nidos, cuya fabricación conlleva, asimismo, destrucción de masa foliar.

19/2008 (Proyecto de investigación) **AEROMAB: Tecnologías aeroespaciales aplicadas a la conservación del medio ambiente y la biodiversidad**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Negro Balmaseda, Juan José

Estación Biológica de Doñana. CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Proyecto de Investigación de Excelencia)

CANTIDAD: 300.000 € (Doñana) 394.000 € (Total)

DURACIÓN: 2008-2012

ÁREA DE ESTUDIO: Zona de trabajo (área de estudio): RBD, PND, PNATD

RESULTADOS:

- Estudio del impacto de SUAS (Small Unmanned Aerial Systems) sobre la fauna: ungulados. Estudio de las reacciones de alerta y huida.
- Estudio de la contaminación acústica producida por SUAS. (en colaboración con Tomás Redondo).
- Formación del personal del proyecto: cursos de aeromodelismo de aviones y helicópteros no tripulados.
- Determinación de las características óptimas para fotografía aérea de fauna desde SUAS y metodología de vuelo.
- Participación en el desarrollo de interfaz que permite visualizar en la estación de control en tierra, las imágenes y video en tiempo real obtenidas desde un UAS.
- Trabajos de georreferenciación de imágenes.
- Trabajos de proyección de recorridos de UAS en Google Earth mediante Franson GPS Gate.



22/2008 (Proyecto de investigación) **Ecología de restauración de la vegetación de la Fauna y Flora en la finca de Caracoles (Actuación nº 6 del Proyecto Doñana 2005). Procesos de colonización y factores que los regulan: Regulación del ensamblaje de la comunidad vegetal**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Castellanos Verdugo, Eloy M.

Universidad de Huelva

ENTIDAD FINANCIADORA: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (Doñana 2005)

CANTIDAD: 91.756 €

DURACIÓN: 2008-2011

ÁREA DE ESTUDIO: Finca Los Caracoles y áreas próximas de referencia, tanto en el Parque Nacional como en el Parque Natural y zonas limítrofes (Reserva Biológica del Guadiamar, Las Nuevas, Caño Travieso, Marisma Gallega, Huerta Tejada, Veta de Las Piedras, Lucio del Cangrejo Grande, Parcelas de la FAO, El Matochar)

**RESULTADOS:**

Durante 2009 se continuaron los estudios relacionados con la dinámica y seguimiento de la vegetación terrestre y de helófitos en la finca Caracoles, abordándose algunos de los aspectos que se contemplan en el desarrollo de la 2ª Fase de este proyecto. Se presenta cronológicamente la labor realizada durante este año:

**Periodo: enero-marzo 2009**

1. Experimento de germinación, con especies elegidas por su elevada cobertura en la finca (*Hordeum sp.*, *Lolium sp.*, *Scorzonera sp.*, *Beta sp.*, *Medicago sp.*, *Melilotus sp.*, *Polipogon sp.*), por su capacidad de dispersión hidrócora (*Rumex sp.*), por su importante papel en el climax de la marisma adyacente bien conservada (*Arthrocnemum macrostachyum*, *Suaeda vera*) o por ser especies helófitas autóctonas (*Juncus subulatus*, *Scirpus litoralis*, *Scirpus maritimus*).
2. Experimento de suplemento de semillas utilizando las especies *Arthrocnemum macrostachyum* y *Suaeda vera*, en 2 zonas dentro de la finca, con 2 pretratamientos sobre las semillas, a 4 densidades (0, 100, 1.000 y 10.000 semillas/m<sup>2</sup>) y con 4 réplicas. Seguimiento de las parcelas sembradas.
3. Cuarta prospección de semillas de dispersión hidrócora en los límites sur y oeste de la finca, donde durante la 1ª fase de la restauración (2005) los muros fueron eliminados, y a lo largo del Caño Travieso a su paso por la misma.

**Periodo: abril-agosto 2009**

4. Sexto muestreo anual de vegetación en los puntos de los niveles primario, secundario y terciario de la malla de puntos permanentes, en los 270 de la finca y en los 171 de las zonas de referencia (Reserva del Guadiamar, Lucio del Cangrejo Chico y Marilópez, Entremuros, Huerta Tejada, Matochar).
5. Cuarto muestreo de vegetación sobre el cauce de los canales de drenaje principales y secundarios de la finca Caracoles, que en la primera fase de la restauración (2005) fueron eliminados. Además, se tomaron muestras de suelos en cada uno de los puntos muestreados.



6. Toma de muestras de suelo en los puntos principales de la malla de muestreo para la posterior caracterización en laboratorio (pH, conductividad, textura, organoclorados derivados de los cultivos,...).

#### **Periodo: septiembre-diciembre 2009**

7. Recogida de semillas (*Arthrocnemum macrostachyum*, *Juncus subulatus*, *Scirpus litoralis*, *Scirpus maritimus*, *Suaeda vera*) para experimentos de germinación, suplemento y competencia que se están desarrollando durante la 2ª Fase del proyecto (ref. 22/2008).
8. Muestreo y seguimiento de la vegetación halófila perenne (*Arthrocnemum macrostachyum*, *Suaeda vera* y *Sarcocornia perennis subsp. alpini*) dentro de la finca Los Caracoles.
9. Estancia de 3 meses en la Universidad de East Anglia (Norwich, Reino Unido) de uno de los componentes del grupo RNM311 (XIV Plan Propio de Investigación de la Universidad de Huelva), en la que se realizaron grandes avances en el análisis de la información gracias a la colaboración del reconocido investigador Dr. Anthony Davy, muy experimentado en el ámbito de la restauración ecológica y de la conservación de ecosistemas acuáticos/semiacuáticos degradados. Además, se han visitado marismas restauradas previamente cultivadas para conocer otras actuaciones ingenieriles, experimentos de campo, medidas correctoras alternativas,....

#### **Periodo: enero-diciembre 2009**

10. Preparación de las muestras del banco de semillas de 2008, para su germinación y posterior traslado a cámaras de crecimiento hasta identificación de especies.
11. Seguimiento del nivel piezométrico y las precipitaciones en la zona de estudio.
12. Indagación de antecedentes históricos de la finca referidos a los cultivos (especies cultivadas, métodos de siembra, labranza y cosecha, tratamientos aplicados, maquinaria empleada,...)
13. Análisis de la información obtenida en experimentos de laboratorio, trabajos de campo, etc.

#### **Posibles aportes del proyecto a la gestión o conservación de Doñana**

Se enumeran distintas consideraciones para facilitar el desarrollo de la 2ª Fase del proyecto, sugerencias para la mejora del programa de investigación y posibles aportes del proyecto a la gestión/conservación del Espacio Natural de Doñana

- Cercado completo de la finca y control exhaustivo del ganado.
- Mejoras en la restauración de los perfiles topográficos del Caño Travieso.
- Mejoras en la eliminación de los canales de drenaje.
- Efectos de la ejecución de la anulación del sistema de drenaje en las parcelas experimentales.
- Alerta de riesgos de invasiones biológicas.



24/2008 (Proyecto de investigación) **Interacciones de restauraciones ecológicas**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Muñoz Reinoso, José Carlos

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería Innovación, Ciencia y Empresa

CANTIDAD: 4.000 €

DURACIÓN: 2008-2009 prorrogado hasta 2010

ÁREA DE ESTUDIO: El área de estudio comprende los ecosistemas arenosos de Doñana, tanto móviles como estabilizados en los que se distribuyen enebros, sabinas y pinos.

RESULTADOS:

1. Competencia en estadios avanzados de la sucesión.

En las arenas estabilizadas de Doñana se está estudiando la competencia por el agua entre especies vegetales, para lo cual se han tomado medidas de humedad con un sensor portátil de humedad (Theta probe ML2X), de forma periódica a un total de 10 individuos de Sabina (*Juniperus phoenicea subs turbinata*) los cuales han sido marcados con GPS. Estas medidas se han tomado mensualmente desde Enero, fallando la sonda durante la primavera (meses de Marzo a Junio). Las medidas se han tomado de forma estratificada a tres niveles de profundidad, comprendidos entre los 0-8, 9-16 y 17-25 cm, en tres zonas diferentes alrededor de cada individuo, una primera localizada bajo el individuo, una segunda correspondiente a la zona de influencia del individuo y una tercera correspondiente a la zona fuera de la influencia del individuo.

A lo largo del año ha habido una disminución del contenido de humedad del suelo, inicialmente más marcada bajo la copa de los individuos de sabina. Sin embargo, posteriormente, durante el verano, los menores contenidos de humedad del suelo han sido encontrados en las zonas de matorral alrededor de las sabinas. Tras el verano, las escasas precipitaciones mantienen los niveles más bajos de humedad bajo las sabinas y, aunque ésta ha aumentado en la zona de influencia de las sabinas y en el matorral, muestra los menores contenidos en la zona de influencia de la sabina.

Las sabinas y el matorral de las arenas estabilizadas tienen un sistema radical muy superficial (Muñoz Reinoso et al. 1997), tomando el agua en los primeros centímetros de suelo, lo que produce una gran competencia por el agua en estos niveles de profundidad. Esto produce que en la zona de influencia del individuo, la cantidad de vegetación presente sea sensiblemente menor.

Los individuos de sabina muestran un efecto paraguas durante las lluvias, registrándose valores menores de humedad dentro del individuo que fuera de él. Esta falta de humedad bajo la copa puede ser compensada explotando la superficie correspondiente a la zona de influencia, la cual presenta valores mayores de humedad.

Esta competencia en los primeros centímetros de suelo impide el establecimiento de otras especies como el pino piñonero, aunque este explote el agua en otros niveles de profundidad, pues estos mueren en su etapa juvenil, periodo en el que explotan el mismo nivel suelo, siendo más competitivas las sabinas. Durante esta fase del estudio se han encontrado numerosos pinos jóvenes muertos próximos a los individuos de sabina. De esta forma, las sabinas parecen estar ralentizando la invasión del pinar con



respecto a otras formaciones vegetales (Muñoz Reinoso 1997), en estas zonas donde el agua es un recurso limitante durante los inicio de su desarrollo.

## 2. Distribución de los pinos en los corrales interiores.

Se han obtenido dos levantamientos topográficos en el Corral Largo, uno de los corrales húmedos del sistema de dunas móviles. A lo largo de cada uno de los mismos, en las contradunas más recientes, pequeños lomos arenosos que se localizan en la superficie del corral, se ha registrado la posición de una treintena de pinos, estimándose la edad de estos y tomándose datos morfométricos.

Los levantamientos topográficos muestran un patrón de elevaciones a lo largo del mismo, correspondientes con las contradunas que se han formado a lo largo del corral, lugar en el que se establecen los pinos. En este parte del trabajo se pretende relacionar las causas de la formación de las dunas con las fluctuaciones de los niveles freáticos y el establecimiento de los a través de la comparación de fotogramas históricos de la zona, las edades de los pinos y el empleo del modelo de fluctuaciones del nivel freático.

## 3. Geomorfología, vegetación y factores abióticos.

En las dunas móviles, a lo largo de cuatro trayectos perpendiculares a la costa se están estudiando la movilidad de las arenas (depósito/erosión) y el depósito de spray salino en relación a la geomorfología y la vegetación.

Los transectos muestran una zonación en la vegetación que parece responder a la geomorfología y movilidad del sustrato. Ésta última parece estar condicionada por la altura de los frentes dunares y la presencia de vegetación de gran porte (enebros, pinos, sabinas), que actúan como barrera a los vientos susceptibles de mover las arenas. El primer tramo del corral, localizado tras el primer frente, está dominado por jaguarzo *Halimium halimifolium*. Los datos muestran que esta zona está caracterizada por una prácticamente nula movilidad del sustrato, lo que ha permitido el establecimiento del jaguarzo, así como de pinos, enebros y sabinas. En cambio, la cola de la duna, más expuesta, se caracteriza por la erosión de las arenas y está dominada por *Helichrysum picardii* y *Armeria pungens*, donde pueden colonizar individuos de enebro. En general, estas zonas de distinta movilidad se corresponden también con zonas de distinto depósito salino. Así en las crestas y la zona de la cola existe un mayor depósito de spray salino, en tanto que en la zona de jaguarzo, a pesar de estar más próxima a la costa, el depósito es menor.

En la transición entre las dos zonas (zona protegida con jaguarzo-zona de cola con *Helichrysum*), el crecimiento de los pinos está produciendo una sombra de viento que disminuye la movilidad del sustrato y el depósito de espray, lo que facilita la colonización de nuevos jaguarzos, que favorecerán la entrada de nuevos pinos. Esta retroalimentación positiva puede provocar la estabilización de las colas dunares.

25/2008 (Proyecto de investigación) **Evaluación de los efectos del tránsito a motor sobre especies y comunicados de interés en el Espacio Natural de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Revilla Sánchez, Eloy

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente



CANTIDAD: 198.891,56 €

DURACIÓN: 2008-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Todo el Espacio Natural de Doñana

#### RESULTADOS:

El presente resumen de resultados corresponde a lo presentado en el Avance III del proyecto “Evaluación de los Efectos del Tránsito a Motor sobre las Especies y Comunidades de Interés en el Espacio Natural de Doñana”, que se adjunta como pdf<sup>4</sup>. Se incluye además las capas con la nueva versión de la red de caminos del espacio natural.

En el avance se exponen los resultados obtenidos en el trabajo hasta la fecha. Consta de tres capítulos:

1. Descripción de la red de caminos del Espacio Natural de Doñana, en el que se hace una revisión de la distribución de los caminos por el área y se analizan las causas que se encuentran detrás de las diferentes densidades de viales. En este también se aportan datos comparativos, tanto temporal como espacialmente, con el objeto de establecer si son muchos o pocos los viales existentes.
2. Evaluación del impacto directo de la presencia de caminos sobre hábitats catalogados, en el que se revisan los diferentes tipos de hábitats de interés comunitario presentes en el Espacio y el grado de afección por los viales.
3. Estimación del número de vehículos que circulan por Doñana: Datos preliminares para un modelo de intensidad de tráfico, en el que se exponen en bruto los datos obtenidos hasta la fecha de densidad de vehículos en distintas zonas del Espacio Natural.

En estos momentos la mayor parte del proyecto está en fase de recogida de información de campo. Principalmente seguimos con la recogida de información sobre intensidad de tráfico y la toma de datos para la evaluación de los potenciales impactos que el tráfico y los caminos tienen sobre la flora y la fauna del END. Entre estos actualmente se está trabajando en:

1. Modelado de la intensidad de tráfico en función de las características de los viales y su ubicación en el END.
2. Análisis de los atropellos en el entorno del END.
3. Modelado de los riesgos de atropello en el END en función del tráfico, las características del camino, las características de la especie y su densidad.
4. Riesgo de atropello en las poblaciones de Camaleón en Mazagón.
5. Efecto del tráfico y la presencia de viales en las poblaciones de grandes herbívoros en el END.

---

<sup>4</sup> Disponible en la Oficina de Coordinación



26/2008 (Proyecto de investigación) **Estudio de la conectividad migratoria en especies de migración transahariana: el abejaruco europeo (*Merops apiaster*) como modelo de estudio y los isótopos estables como aproximación metodológica**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: González Forero, Manuela

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación

CANTIDAD: 30.000 €

DURACIÓN: 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Potencialmente toda la zona de la Reserva Biológica, en especial las zonas cercanas a la carretera del control.

RESULTADOS:

### NÚCLEOS REPRODUCTORES

Durante el año 2009 trabajamos en 2 núcleos de reproducción de abejaruco Europeo (*Merops apiaster*) localizados al lado de la carretera del control. El primer núcleo (NÚCLEO 1) estaba situado en el cruce entre la carretera del control y la pista que va hacia la casa de Santa Olalla (coordenadas: 36°59'23"N; 6°28'52"O). El segundo núcleo (NÚCLEO 2) estaba situado a unos 800 metros del anterior dirección del Palacio (36°59'22"N; 6°28'32"O). Ambos núcleos reproductores están rodeados por una serie de postes de madera.

### Localización de los núcleos reproductores



### PROTOCOLO DE MUESTREO

Se trabajó durante el periodo de incubación (Mayo) y de ceba de los pollos (Junio). En concreto se realizaron trabajos de campo durante 4 días en el mes de Mayo y durante 5 días consecutivos en el mes de Junio. En cada uno de los núcleos reproductores se



estimo el número total de nidos disponibles (agujeros escavados) y el número de nidos activos. Cada uno de los nidos activos se georreferenció mediante triangulación con los postes de madera (que están numerados). Posteriormente, con ayuda de trampas ballesta procedimos a capturar una serie de individuos reproductores de los nidos activos. A cada individuo capturado se le colocó una anilla metálica numerada, se le tomaron una serie de medidas corporales (ala, pico, envergadura alar y peso) y se tomó una pluma mudada en invierno (para determinar la zona de invernada). De cada individuo también se registro su repertorio de canto utilizando un micrófono direccional digital y se le tomo una pequeña cantidad de sangre (0.1 ml) para su posterior sexado y análisis de isótopos estables. Además, el último día de muestreo se instrumentaron 4 individuos del núcleo 1 con geolocalizadores por niveles de luz, con la finalidad de determinar la ruta migratoria de esta especie. Para ello, será necesario recuperar la información de esos 4 geolocalizadores durante el periodo reproductor 2010.

## RESULTADOS

### Núcleo 1:

De un total de 91 nidos disponibles (agujeros escavados) estimamos una tasa de ocupación de 47 nidos (51% de ocupación). De esos 47 nidos activos capturamos un total de 33 individuos (17 machos y 16 hembras), con las siguientes medidas corporales (Tabla 1):

**Tabla 1. Descriptivos (media y desviación estándar) de los diferentes individuos muestreados en el Núcleo reproductor 1.**

	n	Pico (mm)	Ala (cm)	Peso (g)	Envergadura
Machos	17	36.32±1.93	15.12±0.39	54.01±4.73	45.41±0.98
Hembras	16	35.34±1.87	14.57±0.29	53.61±5.93	44.23±0.67

### Núcleo 2:

De un total de 60 nidos disponibles (agujeros escavados) estimamos una tasa de ocupación de 27 nidos (45 % de ocupación). De esos 27 nidos capturamos un total de 20 individuos (13 machos y 6 hembras), con las siguientes medidas corporales (Tabla 2):

**Tabla 2. Descriptivos (media y desviación estándar) de los diferentes individuos muestreados en el Núcleo reproductor 2.**

	n	Pico (mm)	Ala (cm)	Peso (g)	Envergadura
Machos	13	36.42±2.29	14.93±0.33	53.33±2.97	45.01±0.79
Hembras	6	34.08±1.89	14.60±0.23	55.41±5.58	44.33±0.77

## PUBLICACIONES/CONGRESOS

En la actualidad estamos en fase de análisis de laboratorio de todas las muestras recolectadas, junto con otras muestras procedentes de otras colonias de abejaruco común localizadas en el norte de la Península Ibérica, Grecia y China. En concreto, estamos analizando la composición isotópica de las plumas mudadas en el periodo



invernal con la finalidad de determinar las diferentes zonas de invernada de la especie en el continente africano. De esta forma se pretende establecer el grado de conectividad migratoria de esta especie a lo largo de su distribución Euroasiática.

A pesar de que aún quedan más del 70% de las muestras por analizar, en el mes de Marzo presentaremos los primeros resultados del proyecto en un congreso internacional sobre migración y cambio climático "*Bird Migration and Global Change. Second Conference*" que se celebrará en Algeciras, cuyo resumen es el siguiente:

***Investigating the migratory connectivity amongst a small-sized bird species using isotopic composition of winter feathers, the European bee-eater Merops apiaster.***

Navarro J, Ramos R, Afán I, Fu-Min L, Hobson KA, Forero MG.

The study of migratory routes of birds has long drawn the attention and interest of much of the scientific community. Knowing the degree of mixture between different breeding populations on common winter quarters is essential to understand population structure and dynamics of many species. This knowledge become also indispensable to assess the potential role played by migratory birds in the expansion of alloctonus diseases affecting several human interests. Migratory connectivity is also important when evaluating the potential effects of the winter habitat and in general the effects of the different vectors of global change. In this sense, the use of stable isotopes as biogeographical markers provides new perspectives for the study of migratory routes. The elements and the isotopic forms assimilated through diet are incorporated and fractionated into the tissues when and where these tissues are formed. In this sense, feathers are an exceptionally valuable tissue because once formed its composition remains inert and thus reflects the composition of the place where they have grown. Typically, food chains of the areas for breeding and wintering are separated by thousands of miles and often differ in their isotopic baseline levels. Therefore, changes in the isotopic composition between feathers moulted in different periods are expected to reflect patterns of movements and avian migration. In this work, our main aim was to investigate the migratory connectivity and mixing during wintering of an emblematic migratory bird of the Mediterranean region, the European bee-eater *Merops apiaster*. For this, we measured stable isotopes of Deuterium ( $^2\text{H}/^1\text{H}$ ,  $\delta\text{D}$ ), Nitrogen ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) and Carbon ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) in feathers moulted during the wintering period. This sampling was done at different locations across the breeding distribution area of the species: Iberian Peninsula, Greece and China. Here, we showed preliminary results on the migratory connectivity of the species and the validation of the used methodology to study migratory behaviour in small-sized migratory species.

Una vez estén analizadas la totalidad de las muestras, se procederá a preparar, posiblemente 2 artículos científicos, que se enviarán a revistas de primer nivel en el campo de la ecología, así como la presentación de la totalidad de los resultados en un congreso internacional. También se procederá a informar al resto de la comunidad científica mediante la inclusión de los artículos que se generen en la página web del CSIC y de la EBD. Finalmente, se preparará un artículo divulgativo para la revista *Quercus*, con la finalidad de difundir los resultados del estudio al público en general.

27/2008 (Proyecto de investigación) **Phylogeography of Marbled newts (*Triturus marmoratus* and *T. pygmaeus*)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Arntzen, J. W.

National Museum of Natural History

ENTIDAD FINANCIADORA: National Museum Natural History

CANTIDAD: 800 €

DURACIÓN: 2009



ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana, Puntal y Marismillas

RESULTADOS:

Fieldwork on the Pygmy Marbled Newt, *Triturus pygmaeus*, was carried out in Doñana National Park in week 4 of the year 2009, by me and my host Dr. Eva Albert. This consisted of the sampling of one population for molecular genetic analysis fitting my own research agenda, and extensive fieldwork and discussions for the purpose of Dr. Albert's programme. We also engaged in fieldwork and discussions with our colleagues from the University of Huelva.

My visit to Doñana Park was complemented by a visit to the main office in Sevilla at both the old and the new dwellings, where I entered in discussions on parallel and collaborative research with Dr. J.A. Godoy, and where I gave a well-attended Seminar for the research staff.

No publications resulting from this fieldwork have as yet been accepted for publication at this date.

1/2009 (Proyecto de investigación) **Dinámica y conectividad hidro-bio-geomorfológica de las lagunas de Doñana: modelos de funcionalidad y evolución por transectos a escala de detalle mediante un SIG (SIGRALD) para una gestión adaptada a la variabilidad climática**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Díaz del Olmo, Fernando

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Organismo Autónomo de Parques Nacionales (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)

CANTIDAD: 168.305,07 €

DURACIÓN: 2009-2011

ÁREA DE ESTUDIO: 12 lagunas en las diferentes unidades geomorfológicas del Manto Eólico Litoral (MELD) (8 en el Parque Natural, y 2 en el Parque Nacional, y 2 en la RBD): Ana, Redonda de Jiménez, Norte de la Vaca, Jiménez, Rio Loro, El Jaral, Las Casillas, el Ojuelo, Navazo del Toro, Charco del Toro, Los Hermanillos, Las Espajanosas, El Sopotón y Mata de los Domínguez.

RESULTADOS:

En el desarrollo del Proyecto 1/2009 durante la anualidad 2009 se han llevado a cabo las tareas planificadas y algunas derivadas no previstas inicialmente, que han proporcionado resultados preliminares los cuales se comentan en esta memoria.

Las tareas ejecutadas durante este primer año de investigación se pueden agrupar en tres grandes grupos:

1. Tareas de campo:

- Instalación de 1 piezómetro profundo en la laguna de Las Pajosas con su correspondiente equipo de registro automático de datos (data-logger) del que se obtiene una lectura del nivel piezométrico cada 12 horas.
- Seguimiento de los niveles de agua en dos piezómetros profundos de forma manual, así como en otros 8 piezómetros cortos ubicados en diferentes lagunas.



- Seguimiento de los niveles de agua subsuperficial a partir de la apertura de catas manuales en las lagunas objeto de estudio, al tiempo que se ha determinado la extensión de la lámina de agua superficial y el espesor de la columna de agua en aquellos humedales que han mantenido un cuerpo de agua en superficie durante la época invernal.
- Campaña de muestreo de suelos y depósitos en el que se han levantado 48 perfiles edáficos y se han tomado 167 muestras para su caracterización físico-química en laboratorio.
- Campaña de muestreo mediante diferentes técnicas (manuales y mecánicas) de 20 muestras para dataciones de OSL (*Optical Stimulates Termoluminiscense*) y 5 para  $^{14}\text{C}$ , las cuales se están procesando en la actualidad.
- Trabajos de levantamiento topográfico para la obtención de una altimetría de detalle de cada una de las lagunas analizadas.
- Realización de fotografías de ultradetalle con una óptica de  $360^\circ$  para una selección de humedales, que se repetirán en distintos momentos a lo largo del ciclo hidrológico.
- Levantamiento de transectos y diagramas estructurales de vegetación a escala de detalle en diferentes lagunas.
- Muestreo selectivo para la caracterización de la malacofauna de la laguna del Sopotón, muestras de polen de la laguna El Ojuelo y algunas muestras de agua de las lagunas de Charco del Toro y Sopotón.

## 2. Tareas de gabinete:

- Implementación de la base de datos *Humedales de Doñana* a la que se está incorporando información de carácter hidrológico generada con los trabajos de campo descritos en el apartado anterior, así como con datos procedentes de anteriores investigaciones en el área de estudio llevadas a cabo por el equipo de investigadores.
- Diseño la *web del proyecto* a la que se está incorporando toda la información referida al desarrollo del mismo.
- Análisis de imágenes de satélite adquiridas recientemente y diferentes series de fotografías aéreas y levantamiento cartográfico.
- Finalmente, se están dando los primeros pasos para la organización de una reunión que llevará por título *Avances en el conocimiento de los humedales de Doñana: geocronología y cambios ambientales* que tendrá lugar de los días 16-17-18 de marzo 2010, en la que se contará con la presencia de importantes investigadores de diferentes centros de prestigio europeos en esta materia (Alemania, Francia y Suiza).

3. Tareas de laboratorio: las tareas de laboratorio se han centrado en el análisis físico-químico, mineralógico y sedimentológico de las 167 muestras de suelos y depósitos obtenidas en las sesiones de campo. El protocolo básico de caracterización ha consistido en la determinación de 8 parámetros (pH, conductividad eléctrica, determinación del contenido en materia orgánica, granulometría, porosidad, color, humedad y susceptibilidad magnética), aunque eventualmente se han llevado a cabo otro tipo de analíticas más específicas (caracterización de arcillas por difracción de



rayos X, mineralogía de metales pesados, etc.). En el apartado de tareas de laboratorio, hay que mencionar que se están procesando en la actualidad las muestras de OSL y de  $^{14}\text{C}$  obtenidas durante los trabajos de campo.

#### 4. Avances de las principales conclusiones:

Como se ha comentado al principio la mayor parte de las tareas ejecutadas hasta la fecha no han proporcionado resultados reseñables debido a que muchas de ellas se están desarrollando en la actualidad y a que otras requieren de un período de seguimiento más largo para proporcionarlos.

Tan sólo en relación a los datos obtenidos por la analítica de laboratorio se pueden aportar algunos resultados preliminares sobre la caracterización edafogénica de algunos de los humedales analizados en la presente investigación. En este sentido, las catenas de suelos levantadas en los humedales Navazo del Toro (NVT) y Charco del Toro (CHT) muestran una doble evolución edafogénica en la actualidad dominada por los procesos hidromorfos. En NVT, un medio lagunar parcialmente drenado y con pH neutro o ligeramente ácido (entre 6 y 7), el perfil NVT 4 presenta a techo un nivel de 0,50 m con dos horizontes diferenciados: el superior con más de 57% de arcilla y el inferior con más del 17%, ambos de naturaleza escmectítica, configurando una formación de carácter vértico. Por su parte, en los perfiles CHT I y II se identifica una secuencia edáfica correspondiente a un medio confinado muy ácido (pH entre 5 y 6), que aporta un horizonte orgánico muy marcado (> 35% M.O. Ignic.), al que le siguen horizontes enriquecidos en M.O. mineralizada, horizontes lavados y otros enriquecidos en Fe amorfo. Estas condiciones parecen identificar una edafogénesis con rasgos podsólicos derivada de una fuerte acidificación.

En la actualidad las condiciones edáficas referidas se presentan morfoedáficamente de forma residual en ambas lagunas. En NVT localizada en la cubeta alta y en CHT en la cubeta baja. En ambos casos la hidromorfía actual degrada tanto los perfiles de carácter vértico (NVT) como los podsólicos (CHT). En el primero de ellos, dicha degradación se asocia a un régimen hidrogemomorfológico de carácter subsuperficial, mientras que en el segundo deriva de un régimen hidrogeomorfológico de carácter hipogénico.

Finalmente, se ha avanzado también en la caracterización de la franja subsuperficial de la superficie terrestre (<3-5 m) en el que se concreta el desarrollo de los suelos y formaciones superficiales de tipo hidomorfo y en la que se desarrollan un tipo de flujo de agua (*subsuperficial flow*) de especial importancia en el mantenimiento del cuadro ecológico de los humedales que integran el complejo palustre de Doñana. En este ámbito que denominamos *Frente de Meteorización Basal* (FMB) del manto eólico litoral de El Abalario-Doñana (MELAD) se identifican varias zonas en profundidad: edáfica, intermedia, transición y saturada. Las tres primeras constituyen el dominio de la zona no saturada donde se identifican niveles de aguas suspendidas.

- La **zona edáfica** aglutina el dominio de los procesos hidromorfogénicos (eólico, hidroeólico e hídrico) y edafogénicos (ligados a la evolución de la materia orgánica, a la formación de horizontes B e hidromorfos y lavado de finos). Se trata de una zona muy activa desde el punto de vista geoedáfico con un rápido desarrollo en profundidad y lateral.
- La **zona intermedia** de carácter areno-limoso se caracteriza por el predominio de manchas ocreas, nódulos de hierro y, a veces, ferricretas,



derivadas de los procesos de movilización, redistribución y acumulación de hierro. Es una de lenta evolución desde el punto de vista geoquímico.

- La **zona de transición** está representada por formaciones de pseudogley que cuya dinámica está controlada por la fluctuación vertical de la zona saturada. Desde el punto de vista hidrodinámico es muy activa.
- La **zona saturada** constituye el dominio de batida del acuífero regional.

El agua subsuperficial se detecta en las dos zonas superiores del FMB con dos situaciones diferenciadas. En la zona edáfica el componente principal es el flujo vertical y la secundaria el flujo lateral. El responsable principal es la distribución de los horizontes edáficos y su evolución vertical pudiéndose constatar la fluctuación de los valores de conductividad eléctrica. Mientras que en la zona intermedia el flujo predominante es el lateral y subsidiariamente el vertical. Es en estos dos ámbitos donde se concreta la existencia, desarrollo y evolución de los humedales del complejo palustre del MELAD.

#### 2/2009 (Prospección) **Una vida al filo: adaptaciones de anfibios al estrés ambiental (Life on the edge: amphibian adaptations to environmental stress)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Gómez Mestre, Iván

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: CSIC-NSC

CANTIDAD: 2.000 €

DURACIÓN: 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Huerta Tejada y Reserva Biológica de Doñana

#### RESULTADOS:

En 2009 colectamos 5 puestas de huevos de *Pelodytes ibericus* en Huerta Tejada, que se mantuvieron en cámaras de crecimiento de la Estación Biológica de Doñana. Tras la eclosión de los renacuajos, se tomaron 180 larvas al azar y se dispusieron individualmente en contenedores de 1 L asignados a distintos tratamientos de salinidad del agua. El gradiente de salinidad utilizado fue de 0 a 11ppt. Los renacuajos comenzaron todos en condiciones de agua dulce, y los individuos correspondientes se fueron transfiriendo a concentraciones cada vez mayores, permitiéndoles aclimatarse durante 48 h de una concentración a la siguiente. La tolerancia a la salinidad fue alta para concentraciones menores de 9 ppt, siendo la supervivencia > 80%. En 9 ppt la supervivencia decayó al 50% y en 11 ppt no hubo supervivientes. Incluso en concentraciones más bajas, la salinidad tuvo efectos sobre el desarrollo de las larvas, retrasando la tasa de metamorfosis en un 10% en 5 ppt, y hasta un 33% en 7 ppt. Los renacuajos se preservaron para análisis de la fisiología osmorreguladora y medida de indicadores de estrés. En la actualidad se están llevando a cabo en el Laboratorio de Ecofisiología de la EBD análisis de parámetros bioquímicos relacionados con la osmorregulación (iones, desechos nitrogenados), determinaciones hormonales (corticosterona), determinación de niveles de expresión de proteínas de choque térmico (Hsp70), y se enviarán muestras al equipo taiwanés para la determinación de proteínas de canales de sodio, en las que puede estar basándose la capacidad de tolerar altas concentraciones de sales mediante bombeo de iones al exterior. Una vez obtenidos los datos de laboratorio se procederá a su análisis y publicación.



3/2009 (Proyecto de seguimiento) **Seguimiento y descarga de datos de las instalaciones realizadas para el estudio eco-hidrológico del sistema suelo-vegetación-atmósfera**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Guardiola Albert, Carolina  
Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

ENTIDAD FINANCIADORA: Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

CANTIDAD: 30.000 € (Doñana) 266.467,85 € (Total)

DURACIÓN: Desde 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Duna Alta (Marismillas), Inicio Corta Fuegos, Final Corta Fuegos, Pajareras (zona alta), Pajareras (zona baja), Los Sotos (Manecorro), Marisma (Los Caracoles), Sabina (ICTS-El Ojillo)

**RESULTADOS:**

Durante el año 2009 se han llevado a cabo tareas de mantenimiento de los equipos instalados en campañas anteriores, así como la descarga de los datos registrados en los data-loggers. También se ha procedido al cambio de los dataloggers EM50 (Decagon Devices Inc.) por otro modelo (CR1000 (Campbell)) que permite su incorporación a la red de monitorización a los datos on-line de la web de la ICTS.

El mantenimiento de la red ha consistido en comprobar el estado de los equipos mediante el análisis de los datos aportados por los mismos, así como la comprobación de las baterías de los data-loggers. Se ha procedido a la descarga de datos en abril, julio y diciembre de 2009. La situación actual de los data-loggers es la siguiente:

- Acebuche, Abalarío y Marismillas (los tres puntos) aún disponen de los data-loggers EM50.
- Los Sotos (Manecorro) y Las Pajareras (los dos puntos) están ya provistos con los nuevos data-loggers CR100 y conectados, por lo que los datos están disponibles online a través de la web de la ICTS.
- En Caracoles se dejó pendiente el cambio de data-logger por parte de la ICTS-EBD (julio de 2009). No habiéndose efectuando hasta la fecha dicho cambio y habiéndose retirado el modelo antiguo de data-logger, actualmente en este punto no se almacenan datos; en concreto desde el día 08/07/2009.

En cuanto a los sensores, se han detectado algunas anomalías en el funcionamiento de alguno de ellos, por lo que será conveniente la sustitución de los mismos. Estas anomalías han sido encontradas en los siguientes sensores:

- Marismillas (punto situado en la Duna, junto al Camino del Inglesillo Viejo) el sensor colocado a una profundidad de 4,5 m.
- Pajareras Altas: el sensor situado a 1,7 m dejó de funcionar en febrero de 2009.
- Caracoles: hay que comprobar el correcto funcionamiento de los dos sensores situados a mayor profundidad. Son sensores que miden conductividad eléctrica, temperatura y humedad y se observa un correcto funcionamiento en la medición



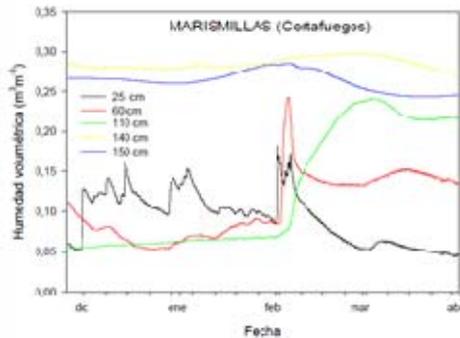
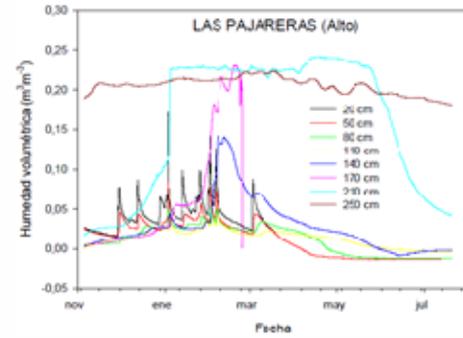
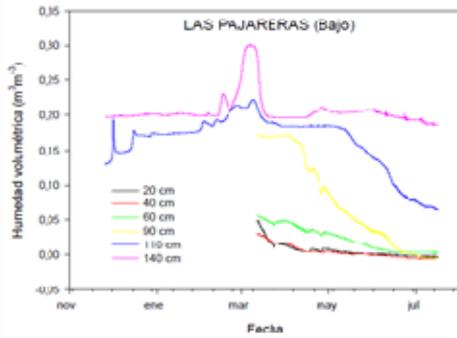
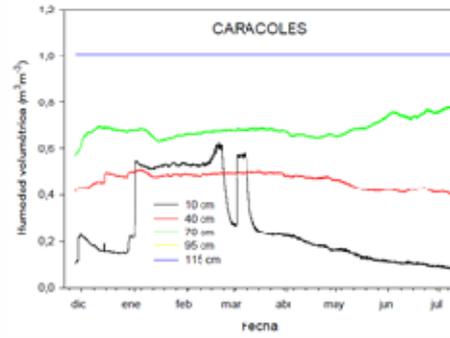
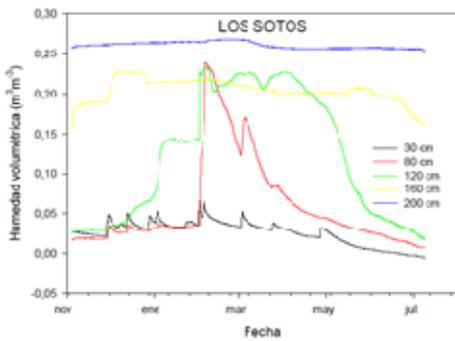
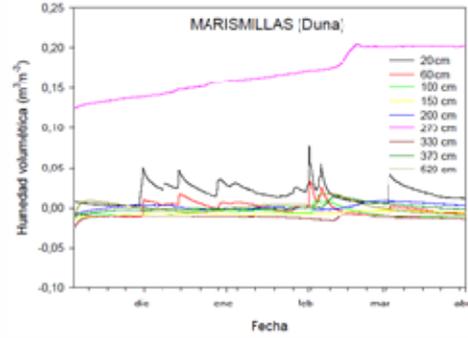
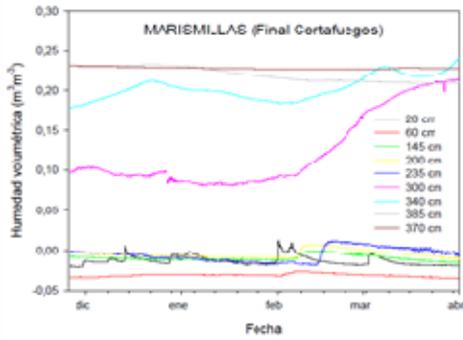
de las dos primeras magnitudes, mientras se produce un comportamiento inusual en la lectura de la humedad del suelo.

Sería conveniente comprobar si estos datos inusuales se deben al hecho de estar trabajando con un suelo de textura muy diferente al habitual o si se debe a una incorrecta instalación o funcionamiento de los sensores.

También se realizó una primera evaluación para la instalación de sensores en “El Sabinar”. La instalación de sensores en este punto es de gran interés para complementar otros equipos de monitorización instalados por la ICTS de la RBD.

Además, la interacción de los estudios llevados a cabo en el área con el seguimiento de la humedad en todo el perfil del suelo en profundidad ampliaría el conocimiento sobre el funcionamiento del sistema suelo-planta-atmósfera en este ecosistema característico del Parque Nacional de Doñana.

A modo de ejemplo se aportan una serie de gráficas con valores de humedad leídos por algunos sensores. Dichos datos están siendo calibrados con ensayos realizados en laboratorio, por lo que no deben tomarse como valores de humedad definitivos hasta que no se corrijan según las curvas de calibración obtenidas.



4/2009 (Proyecto de investigación) **Evaluación de la hidrología del Área Ramsar Doñana mediante técnicas isotópicas (Assessment of the Doñana Ramsar site (SW Spain) wetlands hydrology with isotopic techniques)**



INVESTIGADOR PRINCIPAL: Manzano Arellano, Marisol

Universidad Politécnica de Cartagena

ENTIDAD FINANCIADORA: Universidad Politécnica de Cartagena

CANTIDAD: 14.500 €

DURACIÓN: 2009

ÁREA DE ESTUDIO: El área seleccionada abarca buena parte del Manto Eólico Litoral, aproximadamente entre el océano, El Abalarío, la carretera de Bodegonas a Almonte, la zona regable al N de El Rocío (Sector III del PRAM), La Vera, La Retuerta y el océano de nuevo.

## RESULTADOS:

**Objetivo 1.** Identificar y valorar las distintas fuentes y sumideros de agua y la conectividad del humedal con su cuenca en algunos de los tipos de humedales más característicos de Doñana, lagunas y arroyos temporales del Manto Eólico Litoral, mediante el uso integrado de hidroquímica (componentes mayoritarios, minoritarios y trazas), hidrodinámica e isótopos ambientales.

### Investigación realizada

- Se han realizado dos campañas de campo, una en marzo-abril y otra en septiembre-octubre (en archivos pdf se adjuntan los informes de campo de ambas)<sup>5</sup>.
- En marzo midieron los niveles piezométricos de 24 puntos y se tomaron 24 muestras de agua en las cuales se analizó: en campo pH, Tra, conductividad eléctrica, alcalinidad; en laboratorio pH, conductividad eléctrica, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Na, K, Ca, Mg (en todas), <sup>15</sup>N (en 18), <sup>34</sup>S (en 19), <sup>18</sup>O del NO<sub>3</sub> (en 6) y del SO<sub>4</sub> (en 19). Los isótopos no determinados se deben a falta de señal en el espectrómetro. El tratamiento de las muestras y los análisis isotópicos fueron realizados por el investigador en formación Horacio Higuera en la Universidad de Waterloo durante el mes de julio.
- En septiembre se midieron los niveles piezométricos de 62 puntos de agua y se tomaron 19 muestras, en las cuales se analizó: en campo pH, Tra, conductividad eléctrica, alcalinidad; en laboratorio pH, conductividad eléctrica, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Na, K, Ca, Mg (en todas). En los 19 puntos se tomó muestra para analizar <sup>15</sup>N, <sup>14</sup>S y los correspondientes <sup>18</sup>O. Las muestras han sido procesadas en la UPCT y se conservan adecuadamente hasta que se den las condiciones adecuadas para realizar las determinaciones isotópicas.
- Para identificar la marca isotópica de las distintas fuentes de NO<sub>3</sub> en el agua, en septiembre se tomaron muestras de residuos animales (en La Vera) y de suelo edáfico sin residuos para determinar el <sup>15</sup>N. Las muestras están en proceso.
- Para cuantificar la recarga y su aporte de solutos al agua subterránea se ha dispuesto de muestras de agua de lluvia de todo el año 2009 cerca de La Rocina. De la otra estación de muestreo de lluvia instalada (Palacio de Doñana), preparada con el objetivo de estudiar la variabilidad química espacial, no se ha dispuesto de muestras. Comparando los datos de la lluvia en La Rocina con otros de años anteriores del Palacio de Doñana y de Acebuche parece que hay un gradiente espacial de salinidad (proporción de aerosol marino en la lluvia), disminuyendo desde la costa hacia tierra adentro. En la actualidad se está

<sup>5</sup> Disponibles en la Oficina de Coordinación



realizando la cuantificación de la recarga y también del aporte de solutos al agua freática.

**Objetivo 2.** Identificar y caracterizar los procesos hidrogeológicos y biogeoquímicos que ocurran en los humedales y tengan un papel relevante en los cambios de la calidad del agua subterránea y superficial mediante el uso combinado de hidroquímica e isótopos ( $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{13}\text{C}$ ).

#### Investigación realizada.

- Se está estudiando la hidroquímica no isotópica y la isotópica de las muestras tomadas en marzo-abril. Se ha realizado una interpretación preliminar pero no se ha terminado aún por varias razones: algunos análisis se debieron repetir varias veces, incluso después del regreso de H. Higuera de Waterloo debido a la escasa señal de las muestras; se ha optado por terminar antes el estudio de datos de  $^{15}\text{N}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$  y  $^{87}\text{Sr}$  tomados en campañas anteriores (y que fueron la base para el diseño y los objetivos de éstas) para disponer de un marco de referencia válido. Se adjunta copia de una primera publicación de esos datos, integrados con otros hidrodinámicos y de gestión<sup>6</sup>.
- En síntesis, parece claro que en el medio existen procesos de reducción (de  $\text{NO}_3$  y de  $\text{SO}_4$ ), pero aún no se ve claramente cuales son las condiciones (espaciales y de flujo) para que esos procesos ocurran. Por otro lado, también parece claro que hay varias posibles fuentes contribuyendo a las elevadas concentraciones de  $\text{NO}_3$  (hasta 80 mg/L) en el agua freática de algunas zonas de La Vera en torno a algunos humedales: edáfica, residuos animales y agrícola (aportado, según parece, por vía atmosférica, no por flujos hídricos). Los mecanismos de transporte están en fase de estudio.

**Objetivo 3.** Identificar los impactos antrópicos sobre la hidrología de los humedales estudiados, las consecuencias para el funcionamiento de los mismos y su provisión de servicios, así como las medidas potenciales de remediación. Se pondrá énfasis en estudiar el impacto de la actividad humana agrícola y ganadera. Para ello se identificarán y caracterizarán isotópicamente las distintas fuentes de  $\text{NO}_3$  y  $\text{SO}_4$  (aportes atmosféricos, fertilizantes, residuos ganaderos, materia orgánica edáfica) en distintos lugares del manto edáfico y se estudiarán los procesos de transporte y transformación química de las especies del N y el S en la red de flujo hídrico desde las zonas de su incorporación al ciclo hídrico hasta las de descarga.

#### Investigación realizada

- La evaluación de impactos antrópicos sobre el funcionamiento de los humedales del área Mimbres-La Vera se ha centrado en: el estudio del aporte de agroquímicos al agua y la identificación de los mecanismos de aporte; la identificación de procesos atenuantes naturales y su localización y la mejora del conocimiento del impacto de los bombeos agrícolas sobre la hidrología de los humedales. Respecto a los dos primeros aspectos, ya se ha dicho que se está estudiando la información isotópica y química no isotópica del agua. Esta información se está correlacionando con la hidrodinámica (evolución piezométrica puntual distribución espacial y temporal de los flujos) y con la cuantificación de la recarga local.

<sup>6</sup> Disponible en la Oficina de Coordinación



- Una vez establecido uno (o varios) modelos conceptuales sobre el impacto agroquímico se procederá a su validación mediante modelación hidrogeoquímica.

**Objetivo 4.** Mejorar el modelo conceptual de funcionamiento de los humedales y contribuir a mejorar la clasificación establecida en el Plan Andaluz de Humedales (PAH, 2004) como herramienta de apoyo a la gestión de los mismos. Para ello es necesario aumentar la serie temporal de mediciones freáticas en la red de piezómetros manuales construida en el marco del proyecto Doñana 2005, con el fin de que las conclusiones que aporte su estudio sean estadísticamente representativas.

#### **Investigación realizada**

- Durante todo el año 2009 se han realizado medidas mensuales de niveles piezométricos en los cerca de 70 sondeos freáticos realizados manualmente por el equipo (en el marco del proyecto Doñana 2005) entre 2005 y 2008 en el entorno de varios humedales del área Mimbres – La Vera. Esto se ha podido llevar a cabo gracias a la colaboración del IGME de Sevilla, que ha realizado las varias de las campañas. Adicionalmente, durante las campañas de campo de marzo-abril y de septiembre-octubre se midieron niveles piezométricos en varias decenas de pozos y sondeos de distinta profundidad.
- La interpretación se realiza simultáneamente a los trabajos para alcanzar el objetivo 3. La evaluación de los modelos hidrológicos conceptuales de los humedales bajo estudio está en marcha y en la actualidad se está preparando el manuscrito de un paper para una revista internacional (aún no se ha decidido, hay 3 preseleccionadas) sobre la hidrología del Soto Grande.

#### **6/2009 (Proyecto de investigación) Presiones selectivas actuales sobre las poblaciones de anuros. Ambiente sonoro y cambio climático**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Márquez Martínez de Orense, Rafael Ignacio/ Beltrán Gala, Juan Francisco

Museo Nacional de Ciencias Naturales / Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio Ciencia e Innovación (Convocatoria Nacional Proyectos i+d+i, 2008-2011)

CANTIDAD: 10.000 € (Doñana) 199.166 € (Total)

DURACIÓN: 2009-2011

ÁREA DE ESTUDIO: RBD Y Arroyo del Partido

#### **RESULTADOS:**

#### **LUGARES DE MUESTREO**

Una vez que se dispuso de la autorización para continuar con las investigaciones (iniciadas con el proyecto anterior: TEMPURA), se procedió a renovar los dataloggers situados en:

- Laboratorio de El Bolín (RB Doñana)
- Arroyo de El Partido (Norte del PN Doñana, en las proximidades del puente del Ajolí)



Como se menciona en el proyecto, la primera de estas dos estaciones de seguimiento (*in situ* desde diciembre de 2006) está orientada a registrar datos sonoros (vocalizaciones de anfibios) sin presumible (o con niveles mínimos de) perturbación antrópica. Mientras que la segunda, además de un seguimiento de la fenología de la única población conocida de sapo partero ibérico (*Alytes cisternasii*) dentro de los límites actuales del P.N. Doñana (y la más meridional de la especie), está orientada a documentar la posible influencia de ruido antrópico en la actividad reproductora de esta especie. Las poblaciones de referencia para esta última especie están situadas en el Parque Natural de la S. Norte (Finca Las Navas del Berrocal) y en las proximidades de Madrid (Finca Escalante, que forma parte de la ZEPA y LIC Encinares del río Alberche y río Cofio).

En el mes de Marzo, se llevaron acabo trabajos de campo alrededor del lucio de El Bolín con una duración total de 7 días (Fig. 1). En primer lugar, se realizaron grabaciones individuales de las señales acústicas de *Hyla arborea* y se tomaron medidas morfológicas y de temperaturas corporal (n=15), con el objetivo de conocer las características bioacústicas de esta población. Estos datos servirán de base para un análisis comparativo de las vocalizaciones de la especie en distintas poblaciones de la Península Ibérica.

Por otro lado, se realizaron también una serie de tests de transmisión sonora de las llamadas de apareamiento de *Hyla arborea* y otros anuros ibéricos en distintos puntos de su hábitat reproductivo en los alrededores de el lucio del Laboratorio de El Bolín (Fig. 1) con el objetivo de medir el grado de atenuación que ejerce el terreno sobre la propagación de las vocalizaciones de estas especies. Estos datos formarán parte de un estudio en 15 localidades ibéricas sobre las cualidades acústicas de 6 especies de anuros. Estos trabajos de campo fueron realizados por Diego Llusia y Natalia Mendizabal entre los días 22 al 28/3/09.



Figura 1. Laboratorio de El Bolín (Reserva Biológica de Doñana) y lucio. Ubicación de los emisores y receptores en las pruebas de transmisión acústica.

#### OTRAS VISITAS AL AREA DE ESTUDIO

Además de las visitas específicas para realizar experimentos concretos, se han efectuado varias visitas a ambas estaciones con objeto de descargar datos (Fig. 2a, b) de los dataloggers (temperaturas del suelo y del aire, cada 15 minutos, Fig. 5) y frogloggers (sonidos, registrándose 3 minutos de grabación cada hora, Fig. 3). A partir de septiembre de 2009 también se están registrando los niveles de intensidad lumínica (cada 15 minutos, Fig. 6 con objeto de relacionar dichos niveles con la actividad acústica de los sapos parteros.

Durante la última visita en 2009 (20 de diciembre) tuvimos ocasión de constatar la actividad acústica del sapo partero y comprobar la existencia de algunos individuos que con puestas en su espalda aún continuaban realizando llamadas de apareamiento (Fig.4).

Los datos registrados durante este año deben ser analizados aún, por lo que aún es prematuro exponer resultados preliminares.



Figura 2. A) Descarga de datos de la estación de seguimiento situada en las proximidades del Arroyo de El Partido (Límite Norte del P.N. Doñana). B) Ubicación de la estación.



Figura 3. Detalle del interior de un froglogger programable (Wildlife Acoustics, Inc.)



Figura 4. Macho de *Alytes cisternasii* con una puesta de menos de una semana, fotografiado mientras emitía llamadas de apareamiento (Arroyo de El Partido, P.N. Doñana, 20 diciembre 2009)

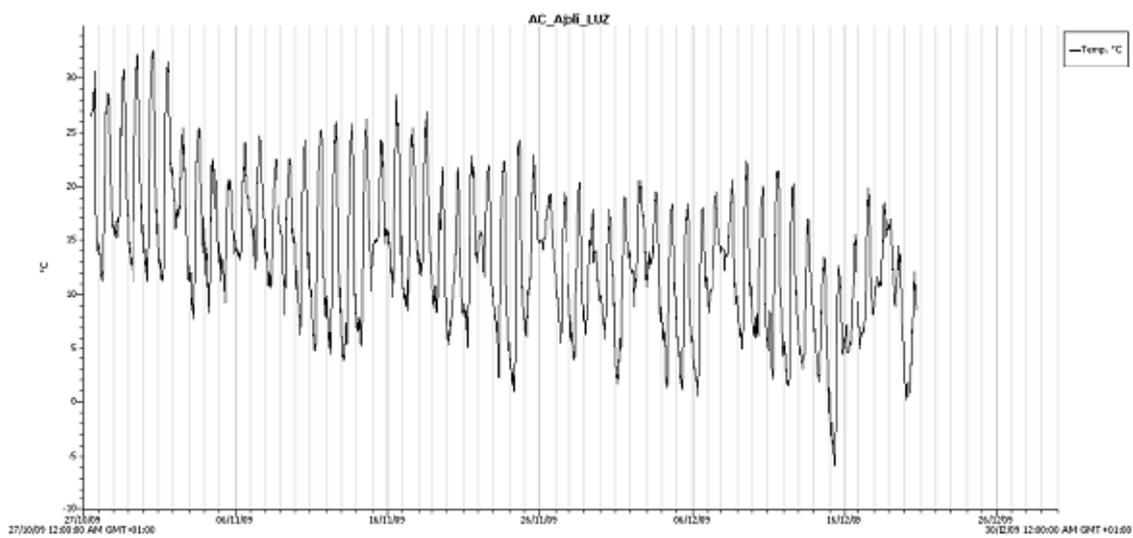


Figura 5. Evolución diaria de la temperatura del aire registrada en la estación situada en el Arroyo de El Partido (octubre a diciembre de 2009). Se puede observar las variaciones circadianas y el descenso paulatino de las temperaturas.

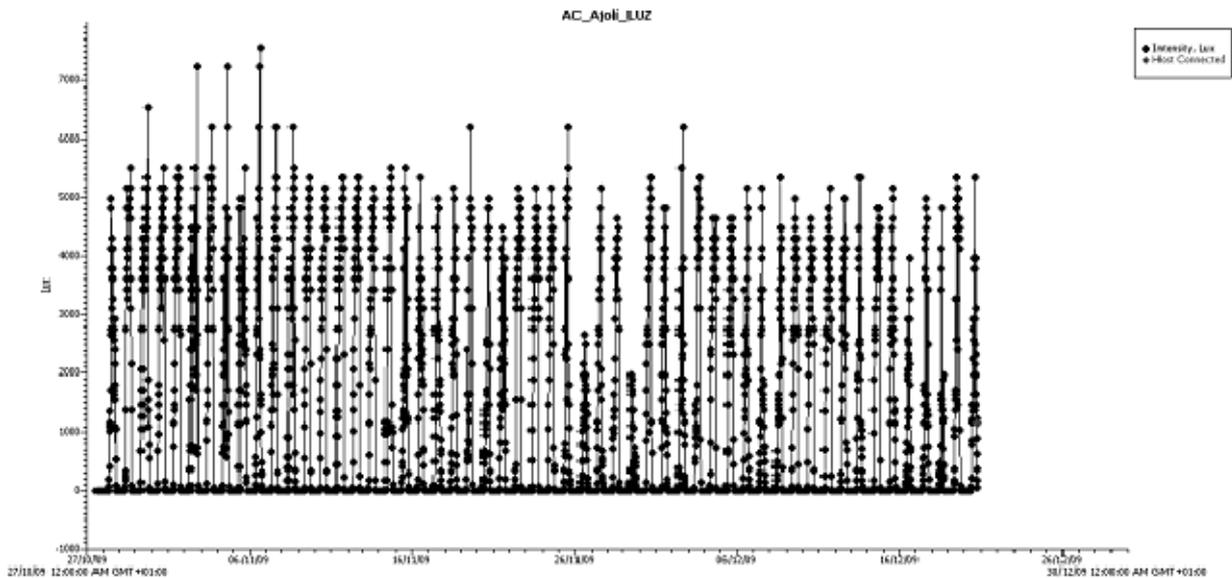


Figura 6. Gráfica de las intensidad lumínica (registrada cada 15 minutos, indicado por cada punto) observada en la estación situada en el Arroyo de El Partido.

7/2009 (Proyecto de investigación) **Caracterización y seguimiento de la dinámica dunar a corto plazo mediante técnicas topográficas de alta precisión en el Parque Nacional de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Vallejo Villalta, Ismael  
Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Junta de Andalucía

CANTIDAD: 24.800 €

DURACIÓN: 2009-2011

ÁREA DE ESTUDIO: El área de estudio se circunscribe al conjunto de dunas activas de Doñana, incluyendo todo el cordón litoral desde Matalascañas a la desembocadura del Guadalquivir y todas aquellas dunas interiores que presenten este carácter activo.

RESULTADOS:

1. Establecimiento de dos redes locales de puntos de apoyo para los levantamientos topográficos. Ambas redes se localizan en las inmediaciones de los blowouts que están siendo monitorizados para estudiar su evolución geomorfológica, y sus coordenadas se incluyen en la capa BASES que se adjunta.

2. Una vez establecidas dichas redes se han llevado a cabo 2 campañas de levantamientos topográficos en los blowouts del sector del Ingresillo y una en el sector de los Ranchos (Matalascañas)

3. Para cada una de las campañas de levantamiento topográfico de los blowouts, se llevaron a cabo levantamientos de perfiles topográficos de las playas aledañas.

4. Toda la información topográfica recogida en campo ha sido posteriormente corregida y tratada, con el fin de que una vez terminadas las siguientes campañas se puedan



llevar a cabo los estudios de los cambios morfológicos ocurridos en los blowouts estudiados.

5. En paralelo a los trabajos topográficos, se han ido recopilando información climatológica de cara a poder establecer correlaciones entre los cambios morfológicos observados y las condiciones climáticas que se han dado entre las campañas.

Dado que el proyecto se encuentra en una fase de recogida de información, aún no se han derivado resultados en publicaciones.

8/2009 (Proyecto de investigación) **Seguimiento de procesos naturales. Cambio global y distribución de las especies: Dinámica poblacional y dispersión de una especie en expansión**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Figuerola Borrás, Jordi

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Programa JAE: CSIC+Fondo Social Europeo

CANTIDAD: 100.000 €

DURACIÓN: 2008-2011

ÁREA DE ESTUDIO: Lucio de la FAO (Lucio Cerrado Garrido), Caño del Guadiamar y Juncabalejo en función de la distribución de las colonias. Observación del comportamiento alimentario de los adultos durante el año en las zonas de marisma inundada.

**RESULTADOS:**

A lo largo del presente año se han realizado más de 600 lecturas de anillas sobre todo en el área de Brazo del Este y de Isla Mayor. Asimismo se han realizado cuatro entradas en la colonia mixta del Lucio de la FAO (13, 22, 25 de Mayo y 11 de Junio) junto con el Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales. Se ha entrado también en la colonia mixta de Juncabalejo en dos ocasiones (9 y 25 de Junio). Durante estas sesiones de trabajo de campo se han anillado y tomado medidas morfométricas de 462 individuos, tomado 140 muestras de sangre para detección de anticuerpos de West Nile e identificación del sexo, y muestras de hisopos cloacales y orales de 533 individuos para detección de virus de influenza aviar. Ninguno de los individuos presenta virus de Influenza y las muestras de sangre para West Nile se encuentran actualmente en análisis.

Se ha realizado un estudio de los costes energéticos-metabólicos de pollos machos y hembras mediante la técnica del agua doblemente marcada en colaboración con el Prof. John Speakman del Energetics Group de la Universidad de Aberdeen. A tal fin, durante la época reproductora, hemos cercado un área con pollos aún no volantones. Se capturaron 50 individuos que fueron medidos, pesados, anillados y a los cuáles hemos inyectado intra-peritonealmente una solución de Agua Doblemente Marcada. A los tres días se recapturaron los individuos, se volvieron a medir y pesar y se extrajo una muestra de sangre para estimar la tasa metabólica a partir de la presencia en la sangre de agua doblemente marcada. El cercado temporal fue retirado inmediatamente después de esta segunda entrada. No se registró ninguna modificación en los hábitos de cría dentro del cercado. En estos momentos se está procediendo a los análisis de la sangre para estimar las tasas metabólicas.



El estudio sobre los mecanismos de determinación de la razón de sexos de la población reproductora no solo se centra en los gastos energéticos de cada sexo, si no también en los patrones de cuidado parental, puesto que éstos pueden reflejar algunos mecanismos de control de la razón de sexos.

A tal fin se instalaron video-cámaras en la colonia del Lucio de la FAO de manera que grabaran a intervalos regulares durante el periodo reproductor. Aunque ya en los años pasados se hayan realizado grabaciones de los nidos de moritos, este año se han realizado grabaciones de diferentes nidos (cada video-cámara ha seguido más de un nido) con el objetivo de estimar la tasa de alimentación entre los diferentes sexos de los adultos y de las crías.

9/2009 (Proyecto de investigación) **Vigilancia de contaminantes orgánicos persistentes y otras sustancias en algunas matrices y zonas de interés**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Jiménez Luque, Begoña

Instituto de Química Orgánica General, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

CANTIDAD: 6.000 € (Doñana) 1.200.000 € (Total)

DURACIÓN: 2009-2011

ÁREA DE ESTUDIO: Parcela experimental del Palacio de Doñana dentro de la Reserva Biológica de Doñana

**RESULTADOS:**

Desde el verano de 2008 a la primavera de 2009 se han llevado a cabo cuatro campañas de muestreo, desplegando cuatro PAS durante un periodo de tres meses en la estación del Acebuche de la red EMEP. Adicionalmente, en cada una de las campañas, se tomó un blanco de campo. De acuerdo con lo establecido en el PNA del Convenio de Estocolmo, se ha comenzado con el estudio de las siguientes familias de contaminantes: Dioxinas y furanos, 2,3,7,8-clorosustituidos, PCBs con TEF asignado, retardantes de llama bromados, concretamente los PBDEs, Hexaclorobenceno y DDTs (DDT y sus metabolitos).

Los valores para las diferentes familias de analitos en la estación EMEP de Doñana, ubicada en El Acebuche, representados en la Figura 1, presentan la media de, al menos, tres valores. Los resultados se presentan en logaritmos neperianos (ln) y en consecuencia se trata de medias geométricas.

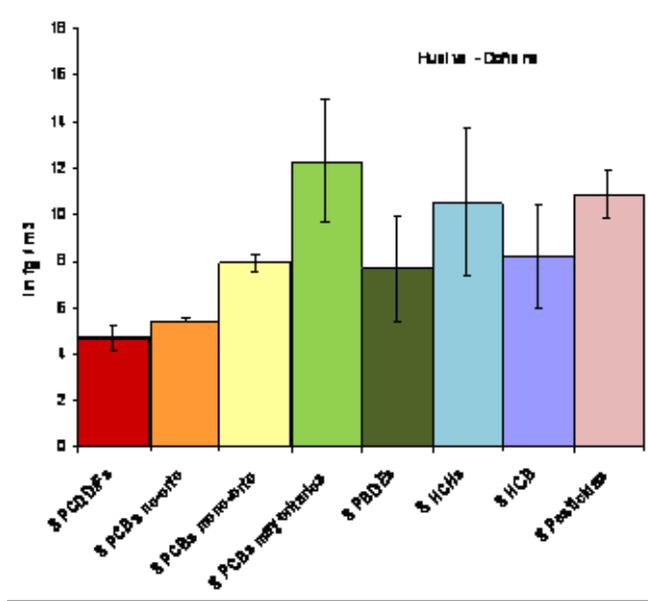


Figura 1. Valores medios de los In de cada una de las familias de Contaminantes Orgánicos Persistentes analizados en aire tomado en la estación EMEP del Acebuche, Doñana.

Los valores medios de concentraciones (pg/m3) obtenidos en el presente estudio, son los siguientes:

	PCDD/Fs	PCBs no-orto	PCBs mono-orto	PCBs multi-orto	PBDEs	HCHs	HCB	DDT
	pg/m3	pg/m3	pg/m3	ng/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3
Media	0,12	0,22	2,83	0,87	7,76	230,12	11,78	81,55
Desv. Est.	0,07	0,02	0,84	0,94	10,00	338,37	13,23	88,97

Es necesario indicar que cuando la concentración de los compuestos evaluados es inferior al límite de detección de los equipos, ha sido el valor de dicho límite de detección el considerado como concentración del compuesto analizado.

Los resultados obtenidos, indican que las PCDD/Fs son la familia de contaminantes que presenta una concentración más baja. Por el contrario, la familia de PCBs, incluyendo no-orto, mono-orto y PCBs mayoritarios, aparecen en las concentraciones más elevadas. En el caso particular de la estación EMEP de Doñana, comparada con las otras estaciones de la red EMEP monitorizadas es destacable la particular abundancia de los HCHs y DDTs.

10/2009 (Proyecto de investigación) **Estudio de la limnología de las marismas del Parque Nacional de Doñana: balance térmico y transporte sólido**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Dolz Ripollés, José

Universidad Politécnica de Cataluña

ENTIDAD FINANCIADORA: Junta de Andalucía

CANTIDAD: 498.945 €



DURACIÓN: 2009-2011

ÁREA DE ESTUDIO: Toda la Marisma

RESULTADOS:

- Mantenimiento y explotación de la red de medida en campo constituida por 5 estaciones para la toma continua de datos relacionados con la hidrometeorología de las marismas.
- Análisis y tratamiento de la información recibida de la red de medida en campo. Contraste con la información obtenida por el Parque en su red de medida.
- Calibración del modelo numérico de la hidrodinámica de la marisma mediante la información de campo (red de medida e imágenes radar), especialmente orientada a evaluar la evapotranspiración.
- Se han incorporado al modelo numérico las subrutinas correspondientes al transporte sólido en suspensión y de fondo.
- Avance en la realización de dos tesis doctorales:
  - Belén Martí. *Análisis de la evolución temporal del área inundada utilizando teledetección activa.*
  - Anaïs Ramos. *Caracterización hidrometeorológica de la Marisma de Doñana.*

11/2009 (Prospección) **Ecology and collection of seed and rhizobia from *Melilotus siculus* and other pasture legumes and grasses in salt marsh areas of southern Spain**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Nichols, Phillip

Department of Agriculture and Food Western Australia (DAFWA)

ENTIDAD FINANCIADORA: DAFWA; SARDI; Cooperative Research Centre for Future Farm Industries, AW Howard Trust Inc.

CANTIDAD: 800 €

DURACIÓN: 2009

ÁREA DE ESTUDIO:

RESULTADOS:

Plant collections were made at 13 sites in southern Spain, including nine in Doñana National Park (Table 1). All sites had an alkaline soil surface (0-10 cm) and all, except Site 11, were poorly drained clays. Electrical conductivity (ECe) levels of the soils ranged from 0.14 dS/m at Site 11 to 3.02 dS/m at Site 8 (Table 1). Further site details are given in Appendix 1.



Table 1. Geographic and edaphic characteristics of the 13 collection sites in southern Spain

Site	Location	Latitude	Longitude	Land use	Annual rainfall (mm)	Altitude (m above sea level)	Electrical conductivity ECe (dS/m)	Soil surface pH (H <sub>2</sub> O)	Soil texture	Drainage
1	Pego-Oliva wetland	38° 52' 16.58"	0° 02' 40.24"	Roadside	700	1	2.15	8.5-9.0	Sandy clay loam	Poor
2	Doñana National Park	36° 57' 05.58"	6° 17' 28.08"	Grass-land	500	3	0.65	8.5	Clay	Poor
3	Doñana National Park	37° 01' 15.13"	6° 17' 04.44"	Grass-land	500	3	0.53	8.5	Clay	Poor
4	Doñana National Park	36° 57' 06.17"	6° 17' 18.70"	Grass-land	500	2	1.58	8.5	Clay	Poor
5	Doñana National Park	37° 07' 22.73"	6° 24' 58.71"	Grass-land	500	2	1.73	8.5-9.0	Clay	Poor
6	Doñana National Park	37° 04' 15.62"	6° 16' 18.79"	Grass-land	500	2	0.17	8.5-9.0	Clay	Poor
7	Doñana National Park	37° 04' 13.30"	6° 19' 59.09"	Grass-land	500	2	2.69	8.5-9.0	Clay	Poor
8	Doñana National Park	37° 04' 15.01"	6° 18' 10.78"	Grass-land	500	2	3.02	8.5-9.0	Clay	Poor
9	Doñana National Park	37° 04' 14.01"	6° 17' 09.80"	Grass-land	500	2	2.93	8.5-9.0	Clay	Poor
10	Doñana National Park	37° 07' 47.72"	6° 29' 07.50"	Grass-land	500	4	0.59	8.5-9.0	Clay	Swampy
11	7 km N Huelva	37° 20' 03.06"	6° 57' 02.94"	Rubble dump	500	3	0.14	8.0-8.5	Sandy clay	Free
12	1.5 km N Peuto Real	36° 32' 36.79"	6° 11' 38.71"	Roadside	550	3	0.51	7.5-8.0	Loamy sand	Poor
13	Laguna de Fuente de Piedra	36° 32' 36.79"	6° 11' 38.71"	Protected reserve	650	400	1.82	8.0-8.5	Clay	Poor

Seeds of 28 species from 8 legume genera, giving a total of 80 accessions, were collected from the 13 sites (Table 2). In addition, the perennial legumes, *Lotus corniculatus* and *Trifolium fragiferum*, were also found growing at a single site (Site 10), but were in the early stages of flowering and did not have viable seed. Further details are given in Appendix 1. *Melilotus siculus* was found at 6 sites. Other common species were *M. segetalis* (8 sites), *Medicago polymorpha*, *Scorpiurus muricatus*, *Trifolium resupinatum* and *T. tomentosum* (each from 7 sites) and *Melilotus indicus* and *T. squamosum* (both from 5 sites). There was a significant negative relationship ( $r^2 = 0.43$ ,  $P < 0.05$ ) between site salinity and species diversity (Figure 1). Sites 11 (15 species) and 12 (13 species), were highly diverse; these were located on non-saline, less clayey soil adjacent to marismas.

Rhizobia were collected from *Melilotus siculus* (6 sites), *M. indicus* (2 sites), *M. segetalis* (1 site) and *Medicago polymorpha* (3 sites) (Table 2). Six samples consisted of pink nodules collected directly from roots of plants that were still alive at the time of collection, with the remainder consisting of soil samples taken from around the roots of plants that had senesced.



Table 2. Summary of seeds and rhizobia collected at 13 sites in southern Spain in 2009

Species	Sites from which seeds were collected	Sites from which rhizobia <sup>1</sup> were collected
<i>Biserrula pelecinus</i>	11	
<i>Hippocrepus multisiliquosa</i>	11	
<i>Lotus corniculatus</i>	10 <sup>2</sup>	
<i>Medicago arabica</i>	10	
<i>Medicago intertexta</i>	12	
<i>Medicago littoralis</i>	1	
<i>Medicago lupulina</i>	1	
<i>Medicago orbicularis</i>	11	
<i>Medicago polymorpha</i>	1, 2, 3, 4, 6, 11, 13	2 (S), 4 (S), 13 (S+N)
<i>Medicago truncatula</i>	11, 12	
<i>Melilotus indicus</i>	2, 6, 7, 11, 13	2 (S), 13 (S+N)
<i>Melilotus siculus</i>	1, 3, 4, 7, 8, 9	1 (S+N), 3 (S+N), 4 (S), 7 (S), 8 (S+N), 9 (S)
<i>Melilotus sulcatus</i>	1	
<i>Melilotus segetalis</i>	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10	2 (N)
<i>Ornithopus compressus</i>	11	
<i>Scorpiurus muricatus</i>	2, 3, 5, 6, 7, 11, 12	
<i>Scorpiurus vermiculatus</i>	11	
<i>Trifolium angustifolium</i>	11, 12	
<i>Trifolium campestre</i>	11, 12	
<i>Trifolium cherleri</i>	12	
<i>Trifolium fragiferum</i>	10 <sup>2</sup>	
<i>Trifolium glomeratum</i>	11, 12	
<i>Trifolium isthmocarpum</i>	5, 10, 12	
<i>Trifolium lappaceum</i>	12	
<i>Trifolium nigrescens</i>	12 <sup>2</sup>	
<i>Trifolium repens</i>	1, 10	
<i>Trifolium resupinatum</i>	3, 5, 6, 9, 10, 11, 12	
<i>Trifolium squamsum</i>	3, 5, 6, 9, 12	
<i>Trifolium tomentosum</i>	3, 5, 6, 9, 10, 11, 12	
<i>Trifolium vesiculosum</i>	11	

<sup>1</sup>N = nodules from live plants, S = soil collected around roots of senesced plants

<sup>2</sup>No viable seeds (plants at early flowering stage)

### Doñana National Park

All sites within Doñana National Park had cracking, grey clay soils with surface (0-10 cm) pH (H<sub>2</sub>O) between 8.5 and 9.0 (Table 1). In addition to their heavy texture, further evidence of poor drainage at these sites came from deep pug marks from cattle hooves left during winter. The soil surface at the time of collecting was generally dry, but moist from 1-5 cm below the surface. Site 10 differed from the other eight sites in being a swampy area alongside a freshwater lake in the north of the park; the soil at this site was wet at the time of collection.

No legumes were found in the southern-most (most saline) parts of the marismas. Twelve annual legume species were found at the nine collection sites (Table 2). Nine species (*Medicago polymorpha*, *Melilotus indicus*, *M. siculus*, *M. segetalis*, *Scorpiurus muricatus*, *Trifolium isthmocarpum*, *T. resupinatum*, *T. squamosum* and *T. tomentosum*) were found at the six most saline sites. Of these, the most dominant

species were *Melilotus segetalis* (6 sites) and *M. siculus* (5 sites), with the former being the most abundant at the five sites where the two species co-existed. Site 10 was the most diverse, with nine legumes. It contained the perennial legumes *T. repens*, *T. fragiferum* and *Lotus corniculatus*, although only mature seeds of *T. repens* were able to be collected. It was also the only collection site with *Medicago arabica*.

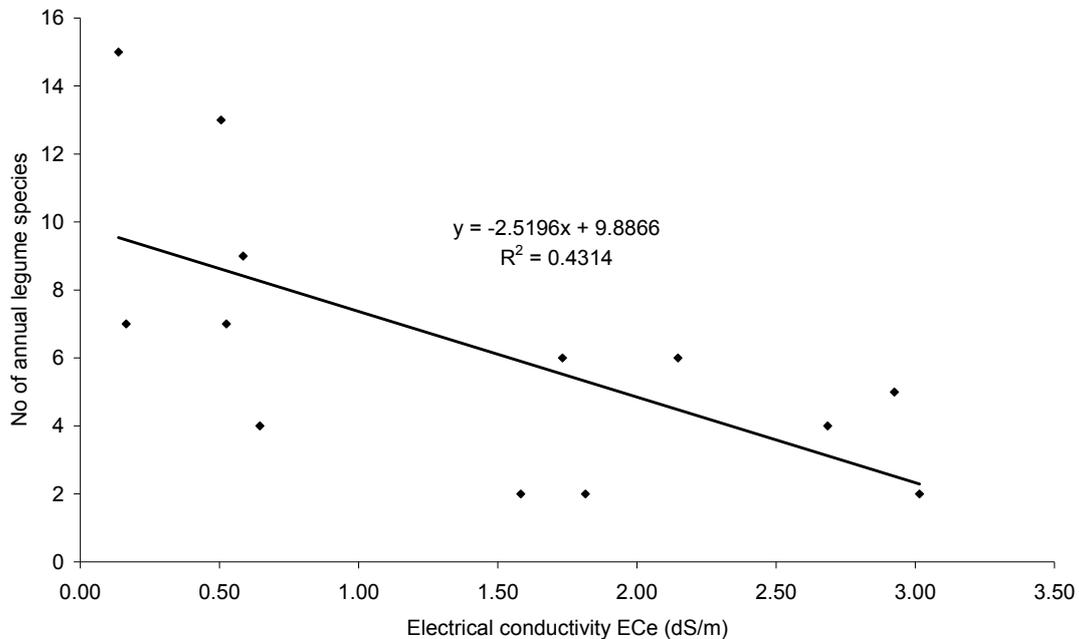


Figure 1. Relationship between electrical conductivity (ECe) and number of annual legumes present at 13 sites in southern Spain

### Species occurrences

*Melilotus siculus* was classified as a rare or scarce plant with a patchy distribution at each of the six sites it was found (see Appendix 1). It was found at the most saline collection sites and tended to be located on the transition zone between fresh or mildly saline lagoons or canals and more saline areas that had salt crystals on their surface at the time of collection. These water bodies were drying out at the time of collection, with their surfaces 0.5 – 1.0 m below where *M. siculus* was found. However, during the winter months the large influx of water into these bodies would most likely lead to waterlogging of the areas where *M. siculus* was collected.

*Melilotus segetalis* was the most common annual legume overall and co-existed with *M. siculus* at four of the six sites where the latter was found. *M. indicus* co-existed with *M. siculus* at one site (Site 7), but three of the other four sites were less saline. *Medicago polymorpha* also co-existed with *Melilotus siculus* at two sites (Sites 3 and 4), and co-existed with *M. segetalis* at three sites (Sites 1, 3 and 4). The only other *Melilotus* species collected, *M. sulcatus*, was only found at Site 1.

*Trifolium* species tended to be found in less saline areas. Where they were found at the same sites as *M. siculus* and *M. segetalis*, they grew in separate patches, which appeared to be less saline. *Trifolium resupinatum* and *T. tomentosum* were found co-existing at seven sites (Sites 3, 5, 6, 9, 10, 11 and 12), while *T. squamosum* was found co-existing at five of these sites (Sites 3, 5, 6, 9 and 12) and *T. isthmocarpum* co-



existed at three of these sites (Sites 5, 10 and 12). The other common species, *Scorpiurus muricatus* was found at seven sites (Sites 2, 3, 5, 6, 7, 11 and 12), but also in less saline areas than *M. siculus* and *M. segetalis*.

12/2009 (Proyecto de investigación) **Biología Ambiental: Aplicación Integradora de Tecnologías Ómicas**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Pueyo de la Cuesta, Carmen  
Universidad de Córdoba

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Proyecto de Investigación de Excelencia)

CANTIDAD: 291.923,60 €

DURACIÓN: 2009-2012

ÁREA DE ESTUDIO: Se persigue el desarrollo y aplicación integradora de nuevas herramientas de Genómica, Proteómica, Metaproteómica y Metalómica en la evaluación de estrés medioambiental de ecosistemas terrestres y acuáticos, usando como bioindicadores, el ratón moruno (*Mus spretus*) en el estudio de ecosistemas terrestres, y el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) en el de ecosistemas acuáticos. Se estudiarán animales de las 6 zonas siguientes:

1. ROC (arroyo la Rocina, curso alto); coordenadas UTM (X=178653, Y=4119937)
2. BER (arroyo la Rocina, curso bajo); coordenadas UTM (X=187036, Y=4116086)
3. PAR (arroyo el Partido, curso alto); coordenadas UTM (X=191173, Y=4124977)
4. AJO (arroyo el Partido, curso bajo); coordenadas UTM (X=192352, Y=4124977)
5. MAT (junto al arroyo Guadiamar); coordenadas UTM (X=208681, Y=4102207)
6. LDP (reserva biológica de Doñana); coordenadas UTM (X=193800, Y=4099515)

Las zonas 1-5 están bajo la influencia de distintos tipos de cultivos agrícolas. La zona 6 se utilizará a modo de control o referencia negativa.

RESULTADOS:

**1. Captura de cangrejos y ratones en distintos sitios del PN Doñana**

En seis sitios distintos del PN Doñana y su Entorno se capturaron a lo largo de 2009 un número limitado de ejemplares de dos organismos bioindicadores, característicos de ecosistemas de agua dulce y de tierra, cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) y ratón moruno (*Mus spretus*) respectivamente, para analizar por métodos masivos de análisis (transcriptómicos, proteómicos y metalómicos) los efectos biológicos de los contaminantes presentes en los sitios muestreados. Los sitios de muestreo y sus coordenadas UTM se indican a continuación:

ROC, Arroyo de la Rocina, curso alto, Los Cabezudos; UTM (X=178653, Y=4119937)  
BER, Arroyo de la Rocina, curso bajo, casa de Bernabé; UTM (X=187036, Y=4116086)  
PAR, Arroyo del Partido, curso alto, paso Del Chivo; UTM (X=191173, Y=4124977)  
AJO, Arroyo del Partido, curso bajo, puente del Ajolí; UTM (X=192352, Y=4124977)  
MAT, arrozal del Matochal, junto al Guadiamar; UTM (X=208681, Y=4102207)  
LDP, Lucio del Palacio, en el corazón de la EBD; UTM (X=193800, Y=4099515)

En primavera (Abril-Junio de 2009) se capturaron 162 cangrejos macho y 87 hembra en los sitios indicados en la Tabla adjunta. A cada uno se le extrajeron 3 órganos, glándula digestiva, branquias y glándula antenal, que inmediatamente se congelaron a -80°C para su uso posterior.



Muestreo de cangrejos rojos (*P. clarkii*) 28 Abril a 24 Junio de 2009

Punto de Muestreo	Machos	Hembras	Fechas
Lucio del Palacio	21(6 nasas antig)	10 (12 nasas antig)	28 Abril al 6 Mayo
La Rocina (Cabezudos)	25	11	12-13 Mayo
La Rocina (casa de Bernabé)	28	17	8 al 14 Mayo
Partido alto	23	4	7 Mayo al 24 Junio
Puente del Ajolí	26	12	30 Abril al 8 Mayo
Matochal	22; 11 (agujeros visibles)	11; 10 (agujeros visibles)	9 al 19 Junio

A finales de otoño (Noviembre-Diciembre de 2009) se han capturado 71 ratones macho y 48 hembras en puntos muy cercanos a los usados para los cangrejos. A cada uno de ellos se le extrajeron 5 órganos, hígado, riñones, cerebro, pulmones y corazón, que se congelaron a -80°C para su uso posterior.

Muestreo de ratones morunos (*M. spretus*) 10 Noviembre a 4 Diciembre de 2009

Punto de Muestreo	Machos	Hembras	Fechas
Lucio del Palacio	18	16	10 Nov al 4 Dic
La Rocina (Cabezudos)	7	4	13 Nov al 3 Dic
Partido alto	9	8	11 Nov al 3 Dic
Puente del Ajolí	21	11	26 Noviembre
Matochal	16	9	20 Noviembre

## 2. Preparación de genotecas sustractivas de cangrejos rojos

Inicialmente se trató de realizar la extracción de RNA total a partir branquias, dado que asumíamos que la abundancia de DNAsas y RNAsas en la glándula digestiva de este animal podría generar una intensa degradación de los polinucleótidos extraídos. Ante la baja calidad del RNA aislado de branquias intentamos la extracción en glándula digestiva.

A partir de estos órganos de 14 cangrejos macho del Lucio del Palacio (LDP) y del Partido alto (PAR) se procedió a extraer RNA total para preparar genotecas sustractivas empleando la metodología de SSH. Los primeros resultados fueron atípicos al obtenerse sólo una de las dos bandas de RNA ribosómico características de estas extracciones. Un estudio detallado de la bibliografía nos llevó a admitir como buenas las extracciones, pues uno de los dos RNA ribosómicos mayoritarios de *P. clarkii* es muy inestable y se descompone durante su manipulación.

## 3. Estudios metalómicos

Se han continuado estudios previos destinados a mejorar los procedimientos para la separación por técnicas cromatográficas bidimensionales la separación de las metalobiomoléculas del ratón común, *Mus musculus*.

Se ha diseñado un experimento de exposición aguda de este organismo modelo a concentraciones crecientes de Cd (0,1-1 mg/Kg de peso) aplicadas de forma creciente durante 10 días para elucidar la posible aparición de metalobiomoléculas específicamente asociadas a este metal de transición. El experimento se realizará en la Unidad de Animales de Experimentación de la Universidad de Córdoba en Enero de 2010.

13/2009 (Proyecto de investigación) **Efecto de la invasión de hormiga argentina sobre la red trófica de los alcornoques de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Cerdá Sureda, Xim

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación

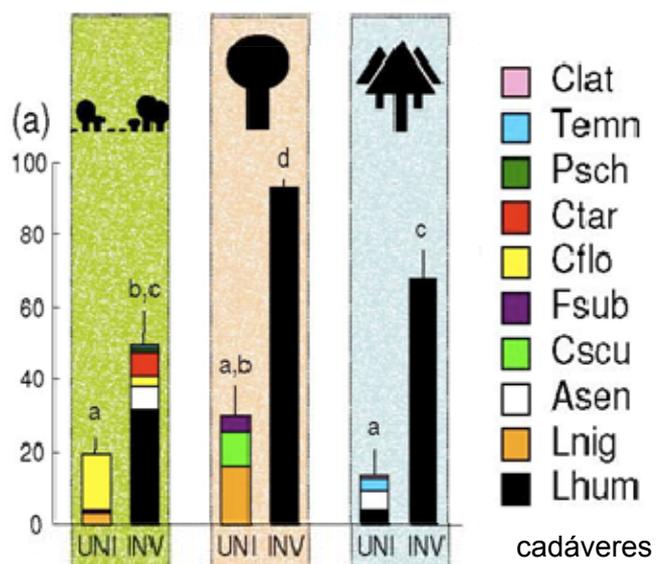
CANTIDAD: 30.000 € (Doñana) 4.000.000 (Total)

DURACIÓN: 2009-2013

ÁREA DE ESTUDIO: Fundamentalmente RBD y ocasionalmente en la Algaida y el Puntal.

RESULTADOS:

El proyecto tiene como objetivo estudiar los efectos de una especie invasora, la hormiga argentina, en los alcornoques de Doñana sobre la red trófica que rodea a la comunidad de hormigas de los mismos. Dado que las hormigas actúan como ingenieros de los ecosistemas, se ha examinado si la introducción de una nueva especie en el ecosistema, como es la hormiga argentina, ha alterado el funcionamiento del mismo. Como una primera aproximación, se ha estudiado la tasa de remoción de insectos en Doñana.

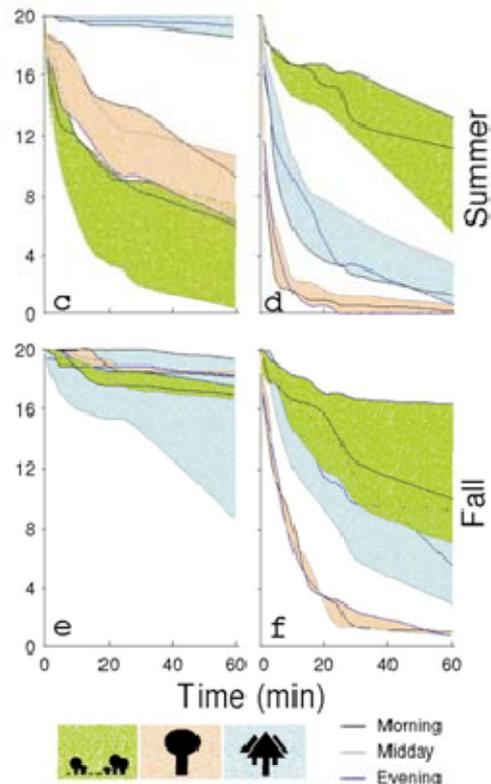


**Figura 1** - Valores medios ( $\pm$ SE) de ocurrencia de las diferentes especies de hormigas en zonas no invadidas (UNI) e invadidas (INV) de monte blanco (izquierda), alcornoque (centro) y pinar (derecha). Abreviaturas: : Clat- *Camponotus lateralis*; Temn- *Termitophora* sp.; Psch- *Plagiolipsis schmitzii*; Cflo- *Cataglyphis floricola* (morfo negro); Ctar- *Cataglyphis tartessica* (morfo naranja de *C. floricola*); Fsub- *Formica subrufa*; Cscu- *Crematogaster scutellaris*; Asen- *Aphaenogaster semilis*; Lnig- *Lasius niger*; Lhum- *Linepithema humile* (hormiga argentina).

Para ello se seleccionaron tres tipos de hábitat relacionados con los alcornoques, que diferían en el grado de cobertura arbórea (es decir, en la protección de las hormigas frente a las altas temperaturas). Dispusimos en cada zona cadáveres de moscas y seguimos su desaparición durante 1 h en diferentes períodos del día y del año. Los hábitats estudiados fueron los alcornoques aislados, el monte blanco inmediato a los alcornoques, y el pinar de San Agustín (también muy próximo a los alcornoques). La comparación de la abundancia y riqueza de hormigas entre hábitats invadidos y no invadidos por la hormiga argentina se observa en la figura 1. El hábitat más invadido fue el de los alcornoques, mientras que el menos invadido fue el monte blanco, único hábitat donde la hormiga argentina coexistía con especies locales. De acuerdo con este grado de invasión, la hormiga argentina se llevaba el mayor porcentaje de moscas muertas en los alcornoques y el menor porcentaje en el monte blanco. Su eficacia como carroñera es muy superior que la de la suma de los integrantes de las comunidades no invadidas. Sin embargo, su eficacia se reduce a temperaturas del suelo elevadas, por ejemplo a mediodía, cuando

las especies nativas (*Cataglyphis floricola* o *Aphaenogaster senilis*) son muy eficientes. Por otra parte, la temperatura no tiene únicamente un efecto a nivel diario sino también estacional: los patrones de desaparición de cadáveres de insectos cambian entre los diferentes periodos del año (Figura 2).

Figura 2 - Dinámica de la desaparición de los cadáveres de moscas (20 en cada experimento) a lo largo del tiempo en los diferentes hábitats (verde: monte blanco; rosa: alcornoque; azul: pinar) no invadidos (izquierda) e invadidos (derecha). Se muestran las curvas medias de desaparición por la mañana, a mediodía y por la tarde, y la superficie coloreada es el rango de observaciones de cada día y hábitat. Se puede observar que la tendencia en cada hábitat está invertida entre zonas invadidas y no invadidas: en alcornoques y pinar no invadidos las presas permanecen mucho más tiempo que en los invadidos. En otoño la desaparición de presas en las zonas no invadidas es escasa, pero no ocurre lo mismo en las zonas invadidas (especialmente en los alcornoques donde la mayoría de presas desaparecen antes de 20 min).



También durante el año 2009, se realizaron dos censos en los 10 alcornoques seleccionados (5 con hormiga argentina y 5 sin esta especie). El primero de ellos se hizo en pleno verano (julio) y el siguiente al final de verano (octubre). Los censos se realizaron de forma intensiva durante 5 días seguidos, en los que se capturaron y/o cuantificó la presencia de hormigas y sus posibles depredadores. En la actualidad se está procediendo al análisis del material recolectado.

14/2009 (Proyecto de investigación) **Viabilidad y conectividad ecológica de un nuevo modelo de reforestación: aplicación al Corredor Verde del Guadiamar**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Rodríguez Blanco, Alejandro

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Junta de Andalucía (Proyectos de Excelencia)

CANTIDAD: 15.000 € (Doñana) 179.530 € (Total)

DURACIÓN: 2009-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana, Puntal y Algaida

RESULTADOS:

La mayor parte de las investigaciones de este proyecto se llevan a cabo fuera de los límites del Espacio Natural de Doñana.



El único objetivo que abordamos dentro de los límites del espacio protegido es examinar los patrones de movimiento del lepidóptero *Plebejus argus* en función de una distribución y estructura del estrato arbustivo similar a la que es previsible que alcancen las plantaciones experimentales del Corredor Verde del Guadiamar a medio plazo (5-10 años de edad). Se han calculado distancias netas y se han registrado las trayectorias de vuelo de la mariposa modelo en un hábitat fragmentado para tratar de comprobar si nuestro diseño de reforestación se ajusta a la capacidad de movimiento entre parches de estos organismos.

Durante el mes de Junio de 2009 se estudió el patrón de movimientos de las mariposas a lo largo del borde de un cortafuegos de unos 30 m de anchura que separa dos fragmentos de matorral donde la mariposa es muy abundante. La distancia entre ambos fragmentos es equivalente a la separación entre parches de la plantación.

15/2009 (Proyecto de investigación) **Relaciones interespecíficas entre los pinos y la vegetación de matorral en las arenas costeras**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Díaz Antunes-Barradas, Mari Cruz

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Junta de Andalucía

CANTIDAD: 500 €

DURACIÓN: 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Zona de Cuesta Maneli (sistema de arenas estabilizadas del Asperillo), vegetación en las proximidades de la pasarela para facilitar el transporte del equipo

RESULTADOS:

Dentro del proyecto titulado "Relaciones interespecíficas entre los pinos y la vegetación de matorral en las arenas costeras", se plantearon, a lo largo del año 2009, una serie de acciones a desarrollar en el Espacio Natural de Doñana, en concreto en el área de Cuesta Maneli. Entre estas acciones constaban:

- Ensayo de germinación en laboratorio de varias especies de matorral mediterráneo que se encuentran en la zona de estudio como son *Cistus salvifolius* L., *C.libanotis* L., *Halimium halimifolium* L., *Osyris lanceolata* Hochst. & Steud., *Helichrysum italicum* L. Dichos ensayos de germinación consistían en situar las semillas en placas de Petri en condiciones controladas en un germinador en presencia de distintas concentraciones de una solución de extracto de acículas de pino piñonero (*Pinus pinea* L.).
- Delimitación de parcelas para estudiar la relación espacial entre *O.lanceolata*, *P.pinea*, *Juniperus phoenicea* y *Cytisus grandiflorus*, con el fin de conseguir vislumbrar si *O.lanceolata*, especie hemiparásita perteneciente a la familia Santalaceae, se asocia significativamente a alguna de las especies en concreto.
- Recogida de hojarasca de varias especies presentes en la zona reseñada para llevar a cabo estudios de descomposición. Se recogieron en dos periodos del año (uno justo antes del comienzo de la primavera y otro a finales de verano) hojarasca de las siguientes especies: *C.salvifolius*, *H.halimifolium*, *P.pinea* y *O.lanceolata*; con dicha hojarasca se prepararon bolsas de descomposición,



siguiendo la metodología propuesta por Gallardo y Merino (1993), que se dejaron posteriormente en el campo para que siguieran los procesos de descomposición de forma natural. A la vez se prepararon también bolsas de descomposición que se llevaron a unas cámaras especiales bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (microcosmos), estas muestras fueron posteriormente analizadas mediante la espectrofotometría en el infrarrojo cercano (NIRS), este experimento fue llevado a cabo en el Centro de Ecología Funcional y Evolutiva de Montpellier (Francia).

- Medidas ecofisiológicas (fluorescencia, fotosíntesis, potencial hídrico y contenido en pigmentos fotosintéticos) de distintas especies arbustivas (*C.salvifolius*, *H.halimifolium*, *Arbutus unedo* y *Rosmarinus officinalis*) situadas en la zona cercana al aparcamiento de Cuesta Maneli, diferenciando entre arbustos situados bajo pinar y arbustos en la zona libre de pinar, con el fin de poner de relieve las posibles diferencias a nivel ecofisiológico que pueden existir en función de la presencia/ausencia de pino.
- Estima del estado fisiológico de *O.lanceolata* presente tanto en la zona de pinar como en una zona de sabinar poco accesible para poner de relieve las posibles diferencias que pueden existir entre los individuos que crecen entre pinos y sabinas. También se está evaluando el estado fisiológico de la especie hospedadora, en relación con árboles próximos no parasitados.

Los datos del presente año están actualmente en proceso de elaboración y análisis.

16/2009 (Prospección) **Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir.**

**Subproyecto IV: Acción de la dinámica marina del entorno costero de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Losada Rodríguez, Miguel Angel

Universidad de Granada

ENTIDAD FINANCIADORA: Autoridad Portuaria de Sevilla

CANTIDAD: 600 € (Doñana) 2.874.759 € (Total)

DURACIÓN: 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Zona de playa de la flecha de Doñana

RESULTADOS:

Resultados nos presentados por el investigador principal de la prospección.

17/2009 (Proyecto de investigación) **Prospección y recolección de poblaciones de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) naturalizadas en la marisma del Guadalquivir**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Gil Ligerero, Juan

Universidad de Córdoba

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación – Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)

CANTIDAD: 500 € (Doñana) 8959.20 € (Total)

DURACIÓN: 2009-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Algaidas Acebrón y Coto del Rey



## RESULTADOS:

En la primavera se realizaron dos expediciones de prospección en las zonas del Coto del Rey y Algaidas del camino del Acebrón, en ambas fuimos acompañados por la profesora Zoila Díaz y en una de ellas por el profesor Benito Valdés del Departamento de Botánica de la Universidad de Sevilla. En estas expediciones solo se localizó una población en las cunetas de la primera algaida del camino al Acebrón. En Noviembre de este año se realizaron dos expediciones a la algaida mencionada, en la primera comprobamos que las plantas no tenían frutos y a la vez el guarda D. José Segura que nos acompañó nos informó de la presencia de espárrago cultivado en una finca cercana durante los años 80 y 90 del siglo pasado, lo que explica el origen de esa población. Ante la imposibilidad de recoger frutos, a la semana volvimos y recogimos rizomas de unas 20 plantas que serán puestas en maceta y llevadas al campo para recoger semillas el año próximo y para caracterizar genéticamente esta población.

### 18/2009 (Proyecto de investigación) **Proyecto Hinojos: Contrastación de la hipótesis Wickboldt-Kühne, fase II, en Hinojos (Huelva)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Celestino Pérez, Sebastián

Instituto de Arqueología, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Fundación Caja de Madrid, Universidad de Hartford, Fundación Doñana 21, CSIC, Instituto de Arqueología, CSIC

CANTIDAD: 57.295,91 €

DURACIÓN: 2009

ÁREA DE ESTUDIO: Es el triángulo irregular limitado por la Veta de La Carrizosa-La Arena, el caño del Guadiamar y la Madre de las Marismas del Rocío, con un punto adicional para el sondeo geofísico (S-7) a unos 2,5 kms. al oeste de este triángulo, a 36° 56' 37" N/6° 24' 41" W.

Las coordenadas geográficas para los 4 puntos del sondeo geofísico ("S-4", "S-5", "S-6" y "S-7"), hasta una profundidad de 12 mts., son las siguientes, tomadas de la Hoja nº 1033, "Matalascañas Sur", del Instituto Geográfico Nacional, a escala 1:50.000:

S-4:	36°	56'	35"	N/6°	22'	30"	W.
S-5:	36°	56'	51"	N/6°	22'	50"	W.
S-6:	36°	58'	33"	N/6°	24'	41"	W.
S-7:	36°	56'	37"	N/6°	24'	41"	W.

Las coordenadas de las respectivas posiciones centrales para cada uno de los puntos elegidos del sondeo arqueológico ("So-1", "So-2", "So-3", "So-4") son las siguientes:

So-1 (en el pacil de Cardales): punto central en 36° 56' 35" N/6° 22' 30" W.

So-2 (en la veta de la Carrizosa-La Arena): punto central en 36° 58' 33" N/6° 24' 30" W.

So-3 (en la veta de la Carrizosa-La Arena): punto central en 36° 59' 14" N/6° 23' 57" W.

So-4 (en la veta de la Carrizosa-La Arena): punto central en 37° 00' 21" N/6° 22' 50" W.

## RESULTADOS:

La prospección ocular sistemática en el Pacil y Caño de Cardales reveló una clara aglomeración de restos arqueológicos de superficie, adicional a la del Horno del Mal



Tiempo (ya conocida y registrada antes del inicio del proyecto Hinojos en 2005) y a la de la estructura rectangular “R-1” (identificada y corroborada en la Fase I del Proyecto). Esta tercera aglomeración de restos, de aproximadamente media hectárea en extensión, ubicada en la zona de contacto entre el sector meridional del Pacil de Cardales y la Madre de las Marismas del Rocío, aunque ya fue advertida por nosotros en el verano de 2006, no pudimos entonces examinarla en detalle. Parecían los restos de un pequeño asentamiento de la fase final de habitación en la Marisma, en los siglos XIX y XX; de ahí el nombre de “Cabañas-I” con que lo designamos. Pero la inspección detenida de este año, acompañada del uso de un geo-radar y una pequeña cata posterior han revelado materiales muy antiguos y ya no sólo en la superficie (v. g., útiles de sílex, fragmentos de cerámica a mano) en extraña combinación con materiales que deben ser muy posteriores (como trozos de ladrillo rojizo y ladrillo amarillento y fragmentos de cerámica medieval musulmana).

La inspección ocular de superficie en el resto del Pacil y en el Caño de Cardales, acompañada de una nueva toma de fotos aéreas, confirmó las inspecciones ya hechas en los veranos de 2005 y 2006, de resultado negativo; salvo por el hallazgo de algunos fragmentos de ladrillo amarillento en los lugares donde se ven las formas geométricas “C-2” y “A-4”.

La inspección ocular y la magnetometría aplicada al lugar donde están los restos de la estructura “R-1” (y donde asimismo se tomaron fotos aéreas de nuevo) corroboró la prospección realizada en el verano de 2006 (revelando una relativa abundancia en superficie de restos de materiales de construcción y fragmentos de cerámica que parecen indicar un asentamiento no anterior a la época medieval musulmana); a la vez que permitió el hallazgo de dos figurillas antropomorfas no completas (una de ellas al menos, claramente masculina), ambas de unos 6 cms. de altura, que recuerdan a la imaginería religiosa del Barroco sevillano de los siglos XVII y XVIII.

Las catas manuales practicadas a lo largo del eje de vetas La Carrizosa-La Arena permitieron confirmar la presencia de material arqueológico antiguo en el subsuelo menos profundo de esta zona (fragmentos de cerámica, algunos de ellos claramente del periodo calcolítico, milenios III y II a. C.; útiles de sílex tallado; fragmentos de hueso trabajado; fragmentos de suelo de arcilla cocida) que cabía inferir de la hipótesis de Wickboldt y Kühne. Este material habría llegado hasta ese lugar (que sería posiblemente, como se ha advertido, un antiguo litoral costero en la primera mitad del II milenio a. C.) arrastrado por el movimiento del Océano; incluso por un movimiento violento, como el de un *tsunami*. La inspección de superficie en los puntos de la zona de dunas que hemos denominado “Cortafuegos I” y “Cortafuegos II” permitió asimismo el hallazgo de piezas de sílex talladas y de un fragmento de cerámica de engobe rojo (posiblemente del periodo calcolítico también).

Todos estos restos de origen antrópico, junto con el hallazgo de madera en el punto S4 (probablemente desplazada por la misma clase de movimiento oceánico), y a la espera de los resultados completos de los análisis, proporcionan, hasta la fecha, la evidencia que con más claridad respaldaría arqueológicamente la hipótesis de Wickboldt y Kühne; más claramente, sin duda, que los restos encontrados en “Cabañas I” (de procedencia todavía difícil de determinar) y, por el momento, que incluso las formas geométricas que justificaron su formulación, dado que la tomografía aplicada a tres de ellas (R-8, C-1 y A-4) —de las potencialmente más relevantes para una confirmación arqueológica— no ha revelado nada materialmente significativo en su subsuelo inmediato.



Los resultados preliminares del sondeo geofísico parecen abundar en esta conclusión provisional. La sedimentación en la mayoría de los puntos (S4, S6, S7, S8, S9, S10 y S11; a los que hay que añadir los puntos S1 y S2 de la Fase I del Proyecto) presenta, a profundidad variable, pero siempre por debajo de los 5 mts., un potente estrato de arrastre marino, compuesto de arena y conchas muy visibles, que contrasta con sedimentos de mucho menor contenido en arena y malacofauna y con los depósitos de arcillas y limos de origen fluvial. En los puntos S7 y S9, este potente nivel marino se superpone a un substrato arenoso más potente aún, de varios metros, hoy bajo el nivel del mar, que indicaría la trayectoria de la primitiva flecha litoral de Doñana tras el Máximo flandriense de transgresión oceánica.

No obstante, el análisis sedimentológico y de malacofauna no está aún terminado. Asimismo, estamos a la espera de las dataciones por C-14 de las muestras seleccionadas del subsuelo. Falta por determinar, por consiguiente, si ese nivel de arrastre marino es de la misma naturaleza en todos los puntos en que ha sido detectado; y si así fuera, si la causa de la sedimentación pudiera haber sido un movimiento oceánico de gran energía (como un *tsunami*); finalmente, si fuese éste también el caso, habría que ver si la fecha de tal episodio correspondiera con los restos arqueológicos encontrados en el eje de vetas La Carrizosa-La Arena y en la zona de dunas al noroeste del Palacio de Doñana, datables independientemente mediante análisis tipológico.

De confirmarse tales suposiciones, podría pensarse entonces que, hasta época moderna, habría habido en el Espacio Natural dos momentos histórico-culturales bien distintos, deslindados por un largo paréntesis en forma de transgresión marina: un primer momento, desde el primer poblamiento en la Prehistoria hasta el periodo calcolítico; y un segundo momento, desde la formación de las marismas (en época romana o aun posterior) hasta el presente. Las formas geométricas que se ven en las imágenes aéreas y de satélite pudieran corresponder a restos de edificios u otras estructuras de origen antrópico del segundo momento.

19/2009 (Prospección) **Solicitud de toma de muestras de herrerillo común (*Cyanistes caeruleus*) y carbonero común (*Parus major*) por parte del Equipo de Seguimiento de los Procesos Biológicos**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Moreno Rueda, Gregorio

Academia Austriaca de las Ciencias

ENTIDAD FINANCIADORA: Academia Austriaca de las Ciencias

CANTIDAD: 1.000 €

DURACIÓN: 2009-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Manecorro

RESULTADOS:

Debido a que el procedimiento se inició con cierto retraso, a día de hoy (10/12/09) no hemos obtenido ninguna muestra. Se contactó en su día con el Equipo de Seguimiento de los Procesos Biológicos (Manuel Máñez) y estamos pendientes de conocer los resultados de la campaña de otoño-invierno en Manecorro (W 6° 29', N37° 07'). No obstante, se nos informó de que ambas especies son escasas en la zona de estudio y de que en primavera se podrán repetir los muestreos por parte del Equipo de Seguimiento de los Procesos Naturales.



20/2009 (Proyecto de investigación) **Efectos de la montaña del río sobre la comunidad de peces de las marismas del Parque Nacional de Doñana mediante el uso de estaciones de referencia**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Fernández Delgado, Carlos

Universidad de Córdoba

ENTIDAD FINANCIADORA: Convenio de colaboración entre la Universidad de Córdoba y la Agencia Andaluza del Agua

CANTIDAD: 198.263,30 €

DURACIÓN: 2009-2011

ÁREA DE ESTUDIO: Para los objetivos 1 y 3 establecidos en el proyecto, el área de muestreo abarca la superficie total de la marisma del PN, sectorizada en función de las zonas de influencia intermareal.

Para el objetivo 2, el área de muestreo implica hábitats de marisma con influencia mareal natural, hábitats de marisma con efectos de fragmentación localizados en la zona de la “montaña del río” y hábitat de marisma restaurada con influencia mareal natural.

**RESULTADOS:**

Durante este primer año de trabajo se han llevado a cabo dos campañas de muestreo. Una en primavera de 2009 donde se llevaron a cabo muestreos exploratorios para realizar una toma de contacto con la marisma y establecer un protocolo de muestreo inicial, y otra en otoño de 2009 donde se realizó un muestreo para comprobar la eficacia de la metodología establecida y establecer una metodología definitiva.

Se han muestreado 4 caños de desagüe de la marisma, 3 charcas y 2 estaciones de Entremuros (ver hoja de coordenadas). Se han capturado un total de 17 especies de peces, 5 de crustáceos, 1 de anfibios y 1 de coleópteros acuáticos. Las especies más abundantes en términos de abundancia relativa han sido *G. holbrooki* y *F. heteroclitus*. Por el contrario, las especies menos capturadas fueron *S. senegalensis* y *S. aurata*.

Las estaciones de muestreo con mayores abundancias relativas de peces fueron el caño de Los Rompidos Sur y Vuelta la Arena (Entremuros) y las estaciones con mayor riqueza de especies de peces fueron el caño de Brenes ( $n = 11$ ) y Vuelta la Arena ( $n = 11$ ), mientras que en las charcas se encontró la riqueza más baja ( $n = 1$ ).

Se ha detectado una tendencia a presentar mayor riqueza y abundancia relativa de especies exóticas invasoras (EEI) en los puntos muestreados que se encuentran en la zona interior de la *Montaña del Río*. Estos resultados preliminares apuntan hacia un posible impacto negativo de la *Montaña del Río* sobre la comunidad de peces atendiendo a la proporción de especies exóticas. No obstante, para determinar el impacto de la Montaña del Río acorde con la metodología de evaluación de impacto BACI (Underwood 1994), se han de seleccionar tres puntos control en otras marismas cercanas (ya que en el territorio del Parque Nacional no se han localizado ambientes no alterados por la Montaña del Río y que sirvan de control). Se ha establecido la metodología a distintas escalas (regional y local) a seguir en siguientes muestreos.

En cuanto a la composición de especies exóticas invasoras (EEI), se ha detectado la presencia de 5 EEI de peces (*C. carpio*, *C. gibbosus*, *F. heteroclitus*, *G. holbrooki* y *L.*



*gibbosus*), y dos de crustáceos (*R. harrissi* y *P. clarkii*), que suponen un 32% de la riqueza de especies total detectada y un 30% de la abundancia relativa capturada. Las EEI mas ampliamente distribuidas en la zona muestreada fueron *F. heteroclitus* (7/9 estaciones) y *G. holbrooki* (5/9 estaciones).

La presencia de EEI parece responder a un patrón relacionado con la influencia mareal. Así las zonas de mayor influencia mareal tienen una menor incidencia de EEI y viceversa. Este resultado también podría ser un indicio de la repercusión negativa que el muro tiene sobre la comunidad de peces.

21/2009 (Proyecto de investigación) **La presencia y papel de los microorganismos poco abundantes podría explicar la elevada diversidad microbiana de ambientes naturales. Un estudio en el Parque Nacional de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: González Grau, Juan Miguel  
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNAS), CSIC  
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación  
CANTIDAD: 35.000 € (Doñana) 114.000 € (Total)  
DURACIÓN: 2009-2011

ÁREA DE ESTUDIO: Lagunas de Doñana (La Dulce, Santa Olalla, Las verdes, el Zahillo), las balsas de Veta la Palma en la zona de la marisma (Parque Natural) y dunas

RESULTADOS:

Debido a que el proyecto ha comenzado al final del año 2009, durante el presente año aún no se han llegado a realizar muestreos en el PND. Se están diseñando los experimentos a realizar y estamos esperando algunos reactivos para llevar a cabo análisis de actividad metabólica y de diversidad microbiana en aguas y sedimentos de las lagunas del PND.

22/2009 (Prospección) **Muestreo de *Spirulina* sp autóctona para ensayo de cultivo**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Asensio Beltran, Enrique  
Instituto de Acuicultura de Torre la Sal, CSIC  
ENTIDAD FINANCIADORA: Instituto de Acuicultura de Torre la Sal  
CANTIDAD: 980 €  
DURACIÓN: 2009  
ÁREA DE ESTUDIO: Laguna la dulce

RESULTADOS:

Muestreo de *Spirulina* sp autóctona para ensayo de cultivo en el Instituto de Acuicultura de Torre de La Sal (Castellón).

Ensayo de cultivo en laboratorio con medio esterilizado preparado a partir de agua salobre+ bicarbonato sodico.

No existe ninguna publicación ni tesis doctoral relacionada.



23/2009 (Proyecto de investigación) **Efectos de depredadores nativos y exóticos sobre larvas de anfibios y sus consecuencias para redes tróficas acuáticas**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Gómez Mestre, Ivan

Universidad de Oviedo

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación

CANTIDAD: 100.000 €

DURACIÓN: 2009-2012

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana, el Puntal, Marismilla, Pinar del Faro y Caracoles

RESULTADOS:

En el año 2009 no se han realizado trabajos de campo, ya que el proyecto se aprobó a finales de noviembre de dicho año, por lo que no tenemos resultados.

24/2009 (Proyecto de investigación) **Biología Ambiental: Aplicación Integradora de Tecnologías Ómicas**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Pueyo de la Cuesta, Carmen

Universidad de Córdoba

ENTIDAD FINANCIADORA: Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas, MICINN (Subprograma de diseño, viabilidad, acceso y mejora de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares, ICTS)

CANTIDAD: 4.400 €

DURACIÓN: 09/11//2009-31/12/2009 (4 semanas)

ÁREA DE ESTUDIO: Se persigue el desarrollo y aplicación integradora de nuevas herramientas de Genómica, Proteómica, Metaproteómica y Metalómica en la evaluación de estrés medioambiental de ecosistemas terrestres y acuáticos, usando como bioindicadores, el ratón moruno (*Mus spretus*) en el estudio de ecosistemas terrestres, y el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) en el de ecosistemas acuáticos. Se estudiarán animales de las 6 zonas siguientes:

1. ROC (arroyo la Rocina, curso alto); coordenadas UTM (X=178653, Y=4119937)
2. BER (arroyo la Rocina, curso bajo); coordenadas UTM (X=187036, Y=4116086)
3. PAR (arroyo el Partido, curso alto); coordenadas UTM (X=191173, Y=4124977)
4. AJO (arroyo el Partido, curso bajo); coordenadas UTM (X=192352, Y=4124977)
5. MAT (junto al arroyo Guadiamar); coordenadas UTM (X=208681, Y=4102207)
6. LDP (reserva biológica de Doñana); coordenadas UTM (X=193800, Y=4099515)

Las zonas 1-5 están bajo la influencia de distintos tipos de cultivos agrícolas. La zona 6 se utilizará a modo de control o referencia negativa.

RESULTADOS:

Muestreo de ratones *Mus spretus* con trampas Sherman®, usando como cebo una mezcla de sardinas con aceite sobre una cama de algodón para evitar la hipotermia del animal. Los animales se transportaron al laboratorio "Los Lodos" (RBD-CSIC), donde fueron sexados, pesados, medidos, sacrificados mediante dislocación cervical y diseccionados.

Se han muestreado un total de de 112 ratones *Mus spretus* (de entre 6,5 a 18,5 gramos). De ellos, 34 ejemplares fueron recogidos en el Lucio del Palacio, 11 en el



arroyo de la Rocina, 49 en el arroyo el Partido y 25 en los arrozales junto al arroyo Guadamar.

31/2009 (Proyecto de investigación) **The light pollution at the Doñana Biological Reserve**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Sánchez Sánchez, Sebastián Francisco

Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón, CSIC (CEFCA)

ENTIDAD FINANCIADORA: Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas, MICINN (Subprograma de diseño, viabilidad, acceso y mejora de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares, ICTS)

CANTIDAD: 4.400 €

DURACIÓN: 2009-2010 (4 semanas)

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Con fecha de diciembre de 2009 y ante la imposibilidad de realizar la instalación del equipo durante éste año de acceso concedido, se solicita al órgano de concesión, MICINN, el cambio del período concedido a la anualidad 2010, para poder llevar a cabo de forma adecuada, la instalación provisional, validación, calibración e instalación definitiva del equipo, respetando y manteniendo los objetivos del proyecto concedido.

33/2009 (Proyecto de investigación) **Ensayo de cámara de fototrampeo digital en infrarrojo para detección y estudio de comportamiento de mamíferos en la Reserva Biológica de Doñana (ICTS RBD)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Vicente Baños, Joaquin

Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas, MICINN (Subprograma de diseño, viabilidad, acceso y mejora de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares, ICTS)

CANTIDAD: 1.250 €

DURACIÓN: 02/11/2009-31/12/2009 (1 semana)

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Durante el periodo de toma de datos de campo (de 23 noviembre a 1 de diciembre) se ha monitorizado mediante la red de videoseguimiento de la ICTS la actividad realizada por vertebrados de mediano y gran tamaño en los puntos del Ojillo y de las Pajareras (Reserva Biológica de Doñana). Se ha obtenido material grabado por un total de 250 horas (diurnas y nocturnas). Se ha monitorizado la actividad en ambos puntos mediante 9 cámaras de fototrampeo digital en infrarrojo, con un total de unas 7000 imágenes. En la actualidad se está procediendo a realizar la comparativa entre la actividad ocurrida en los mencionados puntos y la actividad descrita por las cámaras de fototrampeo. Además se comparará la eficiencia de diferentes configuraciones y orientaciones de los sensores de las cámaras.



A falta de realizar un análisis pormenorizado, se ha podido comprobar la eficiencia de las cámaras empleadas en detectar y muestrear la actividad ocurrida por ungulados en los puntos de estudio. El ratio de activación cuando ocurrió presencia de ungulados frente a las cámaras ha sido elevado, de manera que los periodos de actividad que presentaron las diferentes especies quedan bien definidos mediante fototrampeo. Es necesario ahora determinar si la actividad (en términos de patrones de comportamiento) que registran las cámaras de fototrampeo reflejan lo ocurrido en realidad. Es interesante notar que la distancia de detección por parte de las cámaras habitualmente es menor que la indicada por los fabricantes, y que la orientación de éstas repercute muy notablemente en dicha distancia (y amplitud) de detección de la actividad. Las cámaras de fototrampeo también resultan apropiadas para describir el tamaño y composición de los grupos estudiados.

Estos resultados son de interés de cara a poder extender la red de vigilancia mediante videoseguimiento de la ICTS, ya que así se podrá acceder a un mayor número de puntos de seguimiento en el mismo tiempo mediante fototrampeo. Esta tecnología de fototrampeo, ya testada y validada en esta experiencia (aunque aún se precisa de un análisis definitivo) podrá aplicarse como una técnica validada en estudios de comportamiento relacionados con el uso de ciertos puntos de interés desde el punto de vista ecológico (como carroñas, experiencia ya realizada previamente por nuestro equipo en Doñana), sanitario (como los puntos de agregación de ungulados: charcas) y de conservación (identificación de especies relevantes y su comportamiento).

### 35/2009 (Proyecto de investigación) **Bird-mediated gene flow in aquatic snails in Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Van Leeuwen, Casper Hendrik Abram  
Netherlands Institute of Ecology (NIOO-KNAW)

ENTIDAD FINANCIADORA: Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas, MICINN (Subprograma de diseño, viabilidad, acceso y mejora de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares, ICTS)

CANTIDAD: 2.200 €

DURACIÓN: 09/11/2009-23/11/2009 (2 weeks)

ÁREA DE ESTUDIO: RBD y Marisma Hinojos

#### RESULTADOS:

Between the 9th to the 22<sup>nd</sup> of November 2009 we visited Doñana National Park to investigate the dispersal ecology of freshwater snails. A large part of the national park consists of dry landscape, with only some isolated ponds formed by only rainwater. Despite the hydrological isolation of these waters, freshwater snails and many other aquatic invertebrates are able to colonize these ponds successfully. We hypothesize that waterbirds visiting the isolated ponds might transport snails to these ponds from other none-isolated wetlands around the park.

In total, we managed to sample over 50 ponds for snails in the park itself, and all waterbodies around the park, including the ricefields. Species of the Physidae family were the most abundant inside the park, and very abundant in the ricefields. We are currently analysing the genetic structure of the population of snails in the park itself, and will compare this genetic structure to the snails in the ricefields and other waterbodies around the park. We hope identify both 1) the source of the gene flow towards the park



and its vector and 2) the exchange of snails between the isolated ponds within the park and the transpotr vector for this exchange. This will shed more light on how snails and other aquatic invertebrates can manage to have worldwide distributions and be such good colonizers and invasive species, despite the fact that they are not able to travel across land by themselves. And in addition, once again stress the importance and impact of waterbirds on their environment.

**36/2009 (Proyecto de investigación) Population genetic structure of a potentially endangered wolf spider (*Donacosa merlini* Alderweireldt & Jocqué 1991) at the area of Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Fernández Montraveta, Carmen  
Universidad Autónoma de Madrid

ENTIDAD FINANCIADORA: Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas, MICINN (Subprograma de diseño, viabilidad, acceso y mejora de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares, ICTS)

CANTIDAD: 4.400 €

DURACIÓN: 01/11/2009-31/12/2010 (4 semanas)

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana, Matasgordas, Rocina, Marismillas, Pinar del Faro

**RESULTADOS:**

Con el fin de analizar la estructura genética poblacional de *Donacosa merlini*, una especie de araña lobo potencialmente amenazada, hemos realizado un trabajo de campo en Doñana durante el periodo reproductor de la especie, lo que nos ha permitido seleccionar individuos inmaduros y así minimizar los efectos de la toma de muestras sobre la viabilidad de las poblaciones de esta especie. En total, hemos recogido muestras e información en 14 localidades en las que esta especie está presente. Las localidades seleccionadas se distribuyen a lo largo de cuatro transectos, en dirección NE-SW, de forma que hemos cubierto la totalidad del área geográfica en la que actualmente está citada la especie. En cada localidad hemos registrado las coordenadas geográficas, con el fin de construir la matriz de distancias geográficas, estimado el tamaño poblacional a partir de la medida de las densidades de nidos, medido datos ambientales (vegetación y muestras de suelo) y extraído 10 arañas de sus nidos, con el fin de recoger muestras de ADN para su posterior análisis. Con el fin de maximizar la variabilidad genética intrapoblacional, hemos utilizado un criterio de distancia entre nidos para seleccionar las arañas, por lo que en cada localidad, además de medir el número de nidos presentes en cuatro parcelas independientes, también hemos registrado su posición espacial, para calcular la distancia entre cada nido y su vecino más próximo. Asimismo, y con el fin de seleccionar los nidos, hemos medido inicialmente las dimensiones de 20 nidos antes de extraer a la araña, con el fin de establecer un criterio de tamaño que permita discriminar la fase de desarrollo de la araña a partir del tamaño de su nido sin necesidad de excavarlo. Los nidos se han reconstruido después de su excavación y las arañas han sido devueltas. En cinco de las localidades hemos realizado una segunda visita, dos días después, con el fin de comprobar el estado de los nidos excavados, que las arañas han reutilizado prácticamente en su totalidad. Debido a lo reciente de la visita no hemos dispuesto de tiempo para analizar las muestras y obtener resultados.



41/2009 (Proyecto de investigación) **Road impact on ungulates' densities in Doñana National Park**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Periquet, Stéphanie

Université Lyon 1, France

ENTIDAD FINANCIADORA: Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas, MICINN (Subprograma de diseño, viabilidad, acceso y mejora de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares, ICTS)

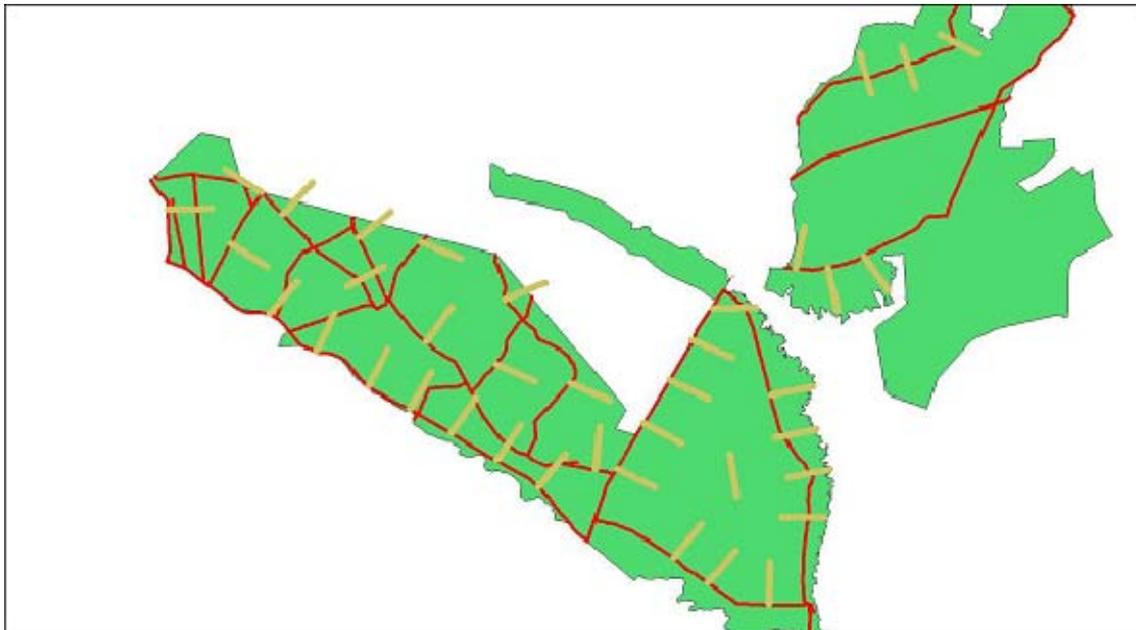
CANTIDAD: 3.250 €

DURACIÓN: 01/1/2009-30/11/2009 (1 mes)

ÁREA DE ESTUDIO: ESPACIO NATURAL DE DOÑANA (Reserva Biológica de Doñana, Abalario, Algaida, Los Sotos, Matasgordas, Coto del Rey, el Puntal y Marismillas)

RESULTADOS:

Objetivo: determinar si existe relación entre el tipo de camino y la distancia a este y el uso del espacio por parte de los ungulados en el Espacio Natural de Doñana. Como indicador indirecto del uso del espacio por parte de los ungulados, tanto silvestres como domésticos, utilizamos sus excrementos. El muestreo se realizó a pie a lo largo de 38 transectos de 2km de longitud realizados entre el 7 de septiembre y el 8 de octubre de 2009. Todos los transectos estaban asociados a caminos preexistentes. En total registramos 1748 registros de ciervo, 195 de jabalí, 577 de vaca y 485 de caballo. En la figura se muestran los transectos y caminos principales asociados.



46/2009 (Proyecto de investigación) **Paratuberculosis en España: Importancia de los reservorios silvestres**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Gortázar Schmidt, Christian

Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos, IREC (CSIC-UCLM-JCCM)



Resultados de la investigación. Espacio Natural de Doñana. Año 2009

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación

CANTIDAD: 10.000 € (Doñana) 114.000 € (Total)

DURACIÓN: 2009-2010

ÁREA DE ESTUDIO: Coto del Rey, Matasgordas, Algaida, Reserva Biológica de Doñana, Marismillas y el Puntal

#### RESULTADOS:

Durante el periodo de toma de datos de campo (de 23 noviembre a 1 de diciembre) se ha procedido a la necropsia de 42 jabalíes abatidos por la guardería del Parque en diversas localizaciones de éste. En jabalí la prevalencia esperada de paratuberculosis es baja, aunque el estudio epidemiológico de la enfermedad requiere que ésta sea investigada en el jabalí de cara a evidenciar su relevancia como hospedador. En breve se realizarán estudios serológicos, aunque el análisis macroscópico no reveló lesiones compatibles con paratuberculosis en el jabalí. Se espera por tanto muestrear las poblaciones de cérvidos del Parque en los meses venideros, los cuales podrían jugar un papel relevante en el mantenimiento de la infección por MAP. Las muestras tomadas en jabalíes además han servido para monitorizar la evolución de la prevalencia de tuberculosis, lo que ha evidenciado un descenso estadísticamente significativo en comparación a los datos obtenidos hace dos temporadas (análisis provisional basado en la presencia de lesiones macroscópicas y serología ELISA). Esta disminución ha ido acompañada de una labor extractiva de jabalíes intensa (y probable descenso poblacional) desarrollada por la guardería en los dos últimos años. Igualmente se espera muestrear la población de cérvidos en el futuro inmediato. Estos resultados provisionales son alentadores en relación al control de la tuberculosis mediante reducción de los efectivos poblacionales de hospedadores en el PND. Además tiene implicaciones en la conservación ya que esto probablemente redundaría en una menor tasa de infección por tuberculosis en especies relevantes, como el lince ibérico.



## ANEXO 2. Publicaciones e informes

### Artículos de revistas recogidas en el SCI

ALCARAZ-SEGURA, D., CABELLO, J. & PARUELO, J.M. (2009) Baseline characterization of major Iberian vegetation types based on the NDVI dynamics. *Plant Ecology* 202 (1): 13-29.

ALCARAZ-SEGURA, D., CABELLO, J., PARUELO, J.M. & DELIBES, M. (2009) Use of descriptors of ecosystem functioning for monitoring a National Park network: a remote sensing approach. *Environmental Management* 43: 38-48 (doi: 10.1007/s00267-008-9154-y).

ANGUS, R.B. & AOUAD, N. (2009) A further chromosomally distinct sibling species of the *Helophorus minutus* complex from Morocco, with additional notes on Spanish *H. calpensis* Angus, 1988 (Coleoptera: Helophoridae). *Aquatic Insects* 31 (4): 293-299.

AVARGUEZ-WEBER, A. & MONNIN, T. (2009) Dynamics of colony emigration in the ant *Aphaenogaster senilis*. *Insectes Sociaux* 56:177-183 (DOI 10.1007/s00040-009-0009-1).

BLAS, J., SERGIO, F. & HIRALDO, F. (2009) Age-related improvement in reproductive performance in a long-lived raptor: a cross-sectional and longitudinal study. *Ecography* 32: 647-657.

BOULAY, R., CERDÁ, X., FERTIN, A., ICHINOSE, K. & LENOIR, A. (2009) Brood development into sexual females depends on the presence of a queen but not on temperature in an ant dispersing by colony fission, *Aphaenogaster senilis*. *Ecological Entomology* 34: 595-602.

BUSTAMANTE, J., PACIOS, F., DÍAZ-DELGADO, R. & ARAGONÉS, D. (2009) Predictive models of turbidity and water depth in the Doñana marshes using landsat TM and ETM+ images. *Journal of Environmental Management* 90: 2219-2225 (doi: 10.1016/j.jenvman.2007.08.021).

CARRANZA, J. (2009) Defining sexual selection as sex-dependent selection. *Animal Behaviour* 77 (3): 749-751 (doi: 10.1016/j.anbehav.2008.11.001).

CARRANZA, J., PÉREZ-GONZÁLES, J., MATEOS, C. & FERNÁNDEZ-GARCÍA, J.L. (2009) Parents' genetic dissimilarity and offspring sex in a polygynous mammal. *Molecular Ecology* 18: 4964-4973.

CERDÁ, X., ANGULO, E., BOULAY, R. & LENOIR, A. (2009) Individual and collective foraging decisions: a field study of worker recruitment in the gypsy ant *Aphaenogaster senilis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63: 551-562 (doi:10.1007/s00265-008-0690-5).

CHERÓN, B., DOUMS, C., FEREDICI, P. & MONNIN, T. (2009) Queen replacement in the monogynous ant *Aphaenogaster senilis*: supernumerary queens as life insurance. *Animal Behaviour* 78: 1317-1325.



DELIBES, M., CABEZAS, S., JIMÉNEZ, B & GONZÁLEZ, M.J. (2009) Animal decisions and conservation: the recolonization of a severely polluted river by the Eurasian otter. *Animal Conservation* 12: 400-407.

DUNN, R.R. , AGOSTI, D. , ANDERSEN, A.N., ARNAN, X., BRUHL, C.A., CERDÁ, X., ELLISON, A.M., FISHER, B.L., FITZPATRICK, M.C., GIBB, H., GOTELLI, N.J., GOVE, A.D., GUENARD, B., JANDA, M. KASPARI, M., LAURENT, E.J., LESSARD, J.P., LONGINO, J.T., MAJER, J.D., MENKE, S.B., McGLYNN, T.P., PARR, C.L., PHILPOTT, S.M., PFEIFFER, M., RETANA, J., SUAREZ, A.V., VASCONCELOS, H.L., WEISER, M.D. & SANDERS, N.J. (2009) Climatic drivers of hemispheric asymmetry in global patterns of ant species richness. SANDERS. *Ecology Letters* 12: 324-333.

ESPINAR, J.L. & SERRANO, L. (2009) A quantitative hydrogeomorphic approach to the classification of temporary wetlands in the Doñana National Park (SW Spain). *Aquatic Ecology* 43: 323-334.

FAHD, K., ARRECHEDERRA, A., FLORENCIO, M., LEÓN, D. & SERRANO, L. (2009) Copepods and branchiopods of temporary ponds in the Doñana Natural Area (SW Spain): a four-decade record (1964-2007). *Hydrobiologia* 634: 219-230.

FEDRIANI, J.M. & DELIBES, M. (2009) Seed dispersal in the Iberian pear *Pyrus bourgaeana*: a role for infrequent mutualists. *Ecoscience* 16: 311- 321.

FEDRIANI, J.M. & DELIBES, M. (2009) Functional diversity in fruit-frugivore interactions: a field experiment with Mediterranean mammals. *Ecography* 000: 000\_000, doi: 10.1111/j.1600-0587.2009.05925.x.

FEDRIANI, J.M., WIEGAND, T. & DELIBES, M. (2009) Spatial pattern of adult trees and the mammal-generated seed rain in the iberian pear. *Ecography* 32: 1-11.

FERRER, M., NEWTON, I. & PANDOLFI, M. (2009) Small Populations and Offspring Sex-Ratio Deviations in Eagles. *Conservation Biology* 23 (4): 1017–1025.

FLORENCIO, M., SERRANO, L., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., MILLÁN, A. & DÍAZ-PANIAGUA, C. (2009) Inter and Intra-Annual Variation of Macroinvertebrate Assemblages in Temporary Ponds From the Doñana National Park (SW Spain). *Hydrobiologia* 634: 167-189.

FRISCH, F., ARECHEDERRA, A. & GREEN, A.J. (2009) Recolonisation potential of zooplankton propagule banks in natural and agriculturally modified sections of a semiarid temporary stream (Doñana, Southwest Spain). *Hydrobiologia* 624 (1): 115-123.

GALARZA, J.A., BOULAY, R., CERDÁ, X., DOUMS, C., FEDERICI, P., MAGALON, H., MONNIN, T. & RICO, C. (2009) Development of single sequence repeat markers for the ant *Aphaenogaster senilis* and cross-species amplification in *A.iberica*, *A.gibbosa*, *A.subterranea* and *Messor maroccanus*. *Conservation Genetics* 10: 519-521 (<http://dx.doi.org/10.1007/s10592-008-9554-9>).

GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., DÍAZ-PANIAGUA, C., SERRANO, L., FLORENCIO, M. & PORTHEAULT, A. (2009) Mediterranean temporary ponds as amphibian breeding



habitats: the importance of preserving pond networks. *Aquatic Ecology* 43:1179-1191 (DOI 10.1007/s10452-009-9235-x).

HABERL, H., GAUBE, V., DÍAZ-DELGADO, R., KRAUZE, K., NEUNER, K., PETERSEIL, J., PLUTZAR, C., SINGH, S.J. & VADINEANU, A. (2009) Towards an integrated model of socioeconomic biodiversity drivers, pressures and impacts. A feasibility study based on three European long-term socio-ecological research platforms. *Ecological Economics* 68 (6): 1797-1812 .

HIDALGO-VILA, J., DÍAZ-PANIAGUA, C., RIBAS, A., FLORENCIO, M., PÉREZ-SANTIGOSA, N & CASANOVA, J.C. (2009) Helminth communities of the exotic introduced turtle, *Trachemys scripta elegans* in southwestern Spain: Transmission from native turtles. *Research in Veterinary Science* 86: 463-465.

ICHINOSE, K., BOULAY, R., X. CERDÁ, X. & LENOIR, A. (2009) Influence of queen and diet on nestmate recognition and cuticular hydrocarbon differentiation in a fission-dispersing ant, *Aphaenogaster senilis*. *Zoological Science* 26: 681-685.

ISENDAHL, N., DEWULF, A. & PAHL-WOSTL, C. (2009) Making framing of uncertainty in water management practice explicit by using a participant-structured approach. *Journal of Environmental Management* (DOI: 10.1016/j.jenvman.2009.10.016) In press.

KLOSDOWSKI, J., GREEN, A.J., POLAK, M., BUSTAMANTE, J. & KROGULEC, J. (2009) Complementary use of natural and artificial wetlands by waterbirds wintering in Doñana, south-west Spain. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19 (7): 815-826.

LÓPEZ-VAO, J.V., PALOMARES, F., RODRÍGUEZ, A. & DELIBES, M. (2009) Effects of food supplementation on home-range size, reproductive success, productivity and recruitment in a small population of Iberian lynx. *Animal Conservation* (doi: 10.1111/j.1469-1795.2009.003000.x)

LÓPEZ, G., LÓPEZ-PARRA, M., FERNÁNDEZ, L., MARTÍNEZ-GRANADOS, C., MARTÍNEZ, F., MELI, M.L., GIL-SÁNCHEZ, J.M., VIQUEIRA, N., DÍAZ-PORTERO, M.A., CADENAS, R., LUTZ, H., VARGAS, A. & SIMÓN, M.A. (2009) Management measures to control a feline leukemia virus outbreak in the endangered Iberian lynx. *Animal Conservation* 12: 173-182 (doi:10.1111/j.1469-1795.2009.00241.x).

MADEJON, P., DOMÍNGUEZ, M.T. & MURILLO, J.M. (2009) Evaluation of pastures for horses grazing on soils polluted by trace elements. *Ecotoxicology* 18 (4): 417-428.

MÁRQUEZ-FERRANDO, R., PLEGUEZUELOS, J.M., SANTOS, X., OTIVEROS, D. & FERNÁNDEZ-CARDENETE, J.R. (2009) Recovering the reptile community after the mine-tailing accident of Aznalcóllar (Southwestern Spain). *Restoration Ecology* 17(5): 660-667.

MÁRQUEZ, F.J. (2009) *Rickettsiae* in ticks from wild ungulates of Sierra Nevada and Doñana National Parks (Spain). *Clinical Microbiology and Infection* 15 (SUPPL. 2): 227-229.



MARQUEZ, F.J. & MILLÁN, J. (2009) Rickettsiae in ticks from wild and domestic carnivores of Doñana National Park (Spain) and surrounding area. *Clinical Microbiology and Infection* 15 (SUPPL. 2): 224-226.

MARTÍN-LÓPEZ, B., GÓMEZ-BAGGETHUN, E., LOMAS, P.L. & MONTES, C. (2009) Effects of spatial and temporal scales on cultural services valuation. *Journal of Environmental Management* 90 (2): 1050-1059 .

MARTÍNEZ-HARO, M., TAGGART, M., GREEN, A.J. & MATEO, R. (2009) An avian digestive tract simulation to study the effect of grit geochemistry and food on Pb shot bioaccessibility. *Environmental Science & Technology* 43: 9480-9486.

MATEOS-NARANJO, E., REDONDO-GÓMEZ, S., COX, L., CORNEJO, J. & FIGUEROA, M.E. (2009) Effectiveness of glyphosate and imazamox on the control of the invasive cordgrass *Spartina densiflora*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72: 1694-1700.

MELIÁN, C.J., BASCOMPTE, J., JORDANO, P. & KRIVAN, V. (2009) Diversity in a complex ecological network with two interaction types. *Oikos* 118 (1): 122-130.

MILLÁN, J., G. CANDELA, M., PALOMARES, F., CUBERO, M.J., RODRÍGUEZ, A., BARRAL, M., DE LA FUENTE, J., ALMERÍA, S. & LEÓN-VIZCAÍNO, L. (2009) Disease threats to the endangered Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *The Veterinary Journal* 18: 114-124.

MONCLÚS, R., PALOMARES, F., TABLADO, Z., MARTÍNEZ-FONTÚRBEL, A. & PALME, R. (2009) Testing the threat-sensitive predator avoidance hypothesis: Physiological responses and predator pressure in wild rabbits. *Oecologia* 158 (4): 615-623.

MUÑOZ-REINOSO, J.C. (2009) Boundaries and scales in shrublands of the Doñana Biological Reserve, southwest Spain. *Landscape Ecology* 24 (4): 509-518.

PÉREZ-GONZÁLEZ, J., MATEOS, C. & CARRANZA, J. (2009) Polygyny can increase rather than decrease genetic diversity contributed by males relative to females: evidence from red deer. *Molecular Ecology* 18: 1591-1600.

POZO, M., RUÍZ, F., CARRETERO, J.I., VIDAL, J.R., CÁCERES, L.M., ABAD, M. & GONZÁLEZ-REGALADO, M.L. (2009) Mineralogical assemblages, geochemistry and fossil associations of Pleistocene-Holocene complex siliciclastic deposits from the Southwestern Doñana National Park (SW Spain): A palaeoenvironmental approach. *Sedimentary Geology* (DOI: 10.1016/j.sedgeo.2010.01.002) In press.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, H., FLORENCIO, M., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., GREEN, A.J., DÍAZ-PANIAGUA, C. & SERRANO, L. (2009) Monitoring the invasion of the aquatic bug *Trichocorixa verticalis verticalis* (Fieber, 1851) in Doñana (SW Spain). *Hydrobiologia* 634: 209-217.

RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, A., MORALES, J.A., BORREGO, J. & SAN MIGUEL, E.G. (2009) Reply to the comment on "Formation of Chenier plain of the Doñana marshland (SW Spain): Observations and geomorphic model" by A. Rodríguez-Ramírez and C.M.



Yáñez-Camacho [Marine Geology 254 (2008) 187-196]. Marine Geology 263 (1-4):123-125 (DOI: 10.1016/j.margeo.2009.03.015).

RODRÍGUEZ-TOVAR, F.J. & MARTÍN-PEINDADO, F.J. (2009) The environmental disaster of Aznalcóllar (southern Spain) as an approach to the Cretaceous-Palaeogene mass extinction event. *Geobiology* 7 (5): 533-543.

RODRÍGUEZ-VIDAL, J., RUÍZ, F. & CÁCERES, L.M. (2009) Comment on "Formation of chenier plain of the Doñana marshland (SW Spain): Observations and geomorphic model" by A. Rodríguez-Ramírez, C.M. Yáñez-Camacho [Marine Geology 254 (2008) 187-196]. Marine Geology 263 (1-4): 120-122.

SÁNCHEZ DE LA CAMPA, A.M., PIO, C., DE LA ROSA, J.D., QUEROL, Z., ALASTUEY, A. & GONZÁLEZ-CASTANEDO, Y. (2009) Characterization and origin of EC and OC particulate matter near the Doñana National Park (SW Spain). *Environmental Research* 109 (6): 671-681 .

SÁNCHEZ-CHARDI, A., RIBEIRO, C.A.O. & NADAL, J. (2009) Metals in liver and kidneys and the effects of chronic exposure to pyrite mine pollution in the shrew *Crocidura russula* inhabiting the protected wetland of Doñana. *Chemosphere* 76 (3): 387-394.

SÁNCHEZ-PRIETO, C., CARRANZA, J., PÉREZ-GONZÁLEZ, J., ALARCOS, S. & MATEOS, C. (2009) Effects of small barriers on habitat use by red deer: Implications for conservation practices. *Journal for Nature Conservation* doi:10.1016/j.jnc.2009.09.002).

SANTOS, A., SANTOS, J.L., APARICIO, I. & ALONSO, E. (2009) Fractionation and distribution of metals in Guadiamar river sediments (SW Spain). *Water Air and Soil Pollution* (DOI: 10.1007/s11270-009-0122-9) In press.

SERGIO, F., BLAS, J. & HIRALDO, F. (2009) Predictors of floater status in a long-lived bird: a cross-sectional and longitudinal test of hypotheses. *Journal of Animal Ecology* 78 (1): 109-118 (doi: 10.1111/j.1365-2656.2008.01484.x).

SERGIO, F., BLAS, J., BAOS, R., FORERO, M.G., DONÁZAR, J.A. & HIRALDO, F. (2009) Short- and long-term consequences of individual and territory quality in a long-lived bird. *Oecologia* 160: 507-514 (DOI 10.1007/s00442-009-1314-0).

TAGGART, M.A., MATEO, R., CHARNOCK, J.M., BAHRAMI, F., GREEN, A.J. & MEHARG, A.A. (2009) Arsenic rich iron plaque on macrophyte roots – an ecotoxicological risk?. *Environmental Pollution* 157: 946–954. .

TORRES-PORRAS, J., CARRANZA, J. & PÉREZ-GONZÁLEZ, J. (2009) Combined effects of drought and density on body and antler size of male Iberian red deer *Cervus elaphus hispanicus*: climate change implications. *Wildlife Biology* 15: 213-221.

VELACO-AYUSO, S., ACEBES, P., LÓPEZ-ARCHILLA, A.I., MONTES, C. & GUERRERO, M.C. (2009) Environmental factors controlling the spatiotemporal distribution of microbial communities in a coastal, sandy aquifer system (Doñana, southwest Spain). *Hydrogeology Journal* 17 (4): 767-780 .



VELASCO-AYUSO, S., GUERRERO, M.C., MONTES, C. & LÓPEZ-ARCHILLA, A.I. (2009) Spatiotemporal distribution of microbial communities in a coastal, sandy aquifer system (Doñana, SW Spain). *Geobiology* 7: 66-81.

VIOQUE-FERNÁNDEZ, A., ALVÉS DE ALMEIDA, E. & LÓPEZ-BAREA, J. (2009) Assessment of Doñana National Park contamination in *Procambarus clarkii*: Integration of conventional biomarkers and proteomic approaches. *Science of the Total Environment* 407 (5): 1784-1797 .

ZUNZUNEGUI, M., AIN-LHOUT, F., BARRADAS, M.C.D., ÁLVAREZ-CANSINO, L., ESQUIVIAS, M.P. & GARCÍA-NOVO, F. (2009) Physiological, morphological and allocation plasticity of a semi-deciduous shrub. *Acta Oecologica* 35 (3): 370-379.

### Otras publicaciones científicas y técnicas

ALCAIDE, M., RICO, C., RUIZ, S., SORIGUER, R., MUÑOZ, J. & FIGUEROLA, J. (2009) Disentangling Vector-Borne Transmission Networks: A Universal DNA Barcoding Method to Identify Vertebrate Hosts from Arthropod Bloodmeals. *PLoS ONE* 4(9): e7092 (DOI 10.1371/journal.pone.0007092).

BORJA, C., DÍAZ DEL OLMO, F. & BORJA, F. (2009) Dinámica hidrogeomorfológica de la laguna de Los Hermanillos (Espacio Natural Doñana, Huelva). En: *Nuevas Contribuciones sobre geomorfología litoral*. MORALES, J.A., CANTANO, M., RODRÍGUEZ, A. & DELGADO, I. (Eds.). Universidad de Huelva-SGE-SEG. Huelva, 75-78.

BORJA, C., DÍAZ DEL OLMO, F. & BORJA, F. (2009) Caracterización de los modelos de funcionamiento hidrogeomorfológico de los humedales de Doñana. Metodología y resultados. En: *La geología e hidrogeología en la investigación de humedales*. Serie Hidrogeología y aguas subterráneas, 28. IGME. LÓPEZ-GETA, J.A. & FORNÉS, J.M. (Eds.) Madrid, 271-287.

CUSTODIO, E. (2009) Recharge to extensive aquifers by means of atmospheric chloride deposition and ground temperature [Recarga a los acuíferos extensos a partir de la deposición atmosférica de cloruros y de la temperatura del terreno]. *Boletín Geológico y Minero* 120 (4): 631:640.

CUSTODIO, E., MANZANO, M. & MONTES, C. (2009) Las aguas subterráneas en Doñana: Aspectos ecológicos y sociales. Junta de Andalucía, Sevilla, 243 pp.

DÍAZ-PANIAGUA, C., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., PORTHEAULT, A. & FLORENCIO, M. (2009) Why a system of heterogeneous temporary ponds favours amphibian communities? Amphibians in Doñana National Park, an example of preserved breeding habitats. En: *International Conference on Mediterranean temporary ponds. Proceedings & Abstracts*. FRAGA I ARGUIMBAU, P. (Eds.). Consell Insular Menorca. Recerca 14. Maó Menorca 2009: 245-254.

DÍAZ-PANIAGUA, C., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., PORTHEAULT, A. & FLORENCIO, M. (2009) Towards a quantitative classification of temporary ponds in Doñana (SW Spain). En: *International Conference on Mediterranean temporary ponds. Proceedings & Abstracts*. FRAGA I ARGUIMBAU, P. (Eds.). Consell Insular Menorca. Recerca 14. Maó Menorca 2009: 83-92.



GÖRITZ, F., DEHNHARD, M., HIDLDEBRANT, M., NAIDENKO, S.V., VARGAS, A., MARTÍNEZ, F., LÓPEZ, J.F., PALOMARES, F. & JEWGENOW, K. (2009) Non cat-like ovarian cycle in the Eurasian and the Iberian Lynx - ultrasonographical and endocrinological analysis. *Reproduction in Domestic Animals* 44(Suppl. 2): 87-91.

GÖRITZ, F., VARGAS, A., MARTÍNEZ, F., HILDEBRANDT, T.B., NAIDENKO, S.V., PALOMARES, F., LÓPEZ-BAO, J.V., PÉREZ, M.J., QUEVEDO, M.A. & JEWGENOW, K. (2009) Ultrasonographical assessment of structure and function of the male and female reproductive organs in the Eurasian and the Iberian lynx. In: *Iberian Lynx Ex situ Conservation: An Interdisciplinary Approach*. Fundación Biodiversidad. VARGAS, A., BREITENMOSER, C., TREITENMOSER, U. (Eds.) Madrid, 367-375.

GUARDIOLA-ALBERT, C., GARCÍA-BRAVO, N., MEDIAVILLA, C., MARTÍN-MACHUCA, M. (2009) Gestión de los recursos hídricos subterráneos en el entorno de Doñana con el apoyo del modelo matemático del acuífero Almonte-Marismas.. *Boletín Geológico y Minero* 120 (3) 361-376.

GUARDIOLA-ALBERT, C., MURILLO, J.M., MEDIAVILLA, C., MARTÍN-MACHUCA, M. & LÓPEZ-GETA, J.A. (2009) Investigaciones relacionadas con las distintas actualizaciones el modelo matemático hidrogeológico en el entorno de los humedales del Parque Nacional de Doñana. En: *La geología e hidrogeología en las investigaciones de humedales*. LÓPEZ-GETA, J.A. & FORNÉS-AZCOITI, J.M. (Eds.), Madrid, 251-270.

LÓPEZ-BAO, J.V., RODRÍGUEZ, A. & PALOMARES, F. (2009) Competitive Asymmetries in the Use of Supplementary Food by the Endangered Iberian Lynx (*Lynx pardinus*). *PLOS ONE* 4: e7610 (doi:10.1371/journal.pone.0007610).

LÓPEZ-PÉREZ, J.J. (2009) Corología de los cicindélidos del litoral onubense, Andalucía, Suroeste español (Coleoptera, Cicindelidae). *Boletín de la SAE* 16: 7-20.

LÓPEZ-PÉREZ, J.J. (2009) Catálogo corológico de los cerambícidos (Coleoptera, Cerambycidae) de la provincia de Huelva (S. O. de Andalucía). *Albolafia* 2: 1-27.

LÓPEZ-PÉREZ, J.J. (2009) Catálogo corológico de los bupréstidos (Coleoptera, Buprestidae) de la provincia de Huelva (S. O. de Andalucía). *Albolafia* 3: 1-21.

MANZANO, M, CUSTODIO, E., MONTES, C. & MEDIAVILLA, C. (2009) Groundwater Quality and Quantity Assessment Through a Dedicated Monitoring Network: The Doñana Aquifer Experience (SW Spain). En: *Groundwater Monitoring*, P. Quevauviller, A.M.Fouillac, J.Grath & R.Ward, editors, Gran Bretaña, 273-287.

MANZANO, M., CUSTODIO, E., HIGUERAS, H., PUIG, R. & SOLER, A. (2009) Influencia de la gestión del acuífero sobre los humedales del manto eólico de Doñana. *Boletín Geológico y Minero* 120 (3): 377-392.

MÁÑEZ, M. & RENDÓN-MARTOS, MANUEL (Eds.) (2009) El morito, la espátula y el flamenco en España. Población en 2007 y método de censo. SEO/Birdlife, Madrid, 122pp.



MÁRQUEZ, R., LLUSIA, D., BELTRÁN, J.F., DO AMARAL, J.P. & BOWKER, R. (2009) Anurans, the group of terrestrial vertebrates most vulnerable to climate change: A case study with acoustic monitoring in the Iberian Peninsula. *BfK- Scripten* 234: 43-51.

MELI, M., CATTORI, V., MARTÍNEZ, F., LÓPEZ, G., VARGAS, A., SIMÓN, M.A., ZORRILLA, I., MUÑOZ, A., PALOMARES, F., LÓPEZ-BAO, J.V., PASTOR, J., TANDON, R., WILLI, B., HOFMANN-LEHMANN, R. & LUTZ, H. (2009) Feline leukemia virus and other pathogens as important threats to the survival of the critically endangered Iberian lynx. *PLoS ONE* 4 (3): e4744 (doi:10.1371/journal.pone.0004744).

MELI, M.L., CATTORI, V., MARTÍNEZ, F., LÓPEZ, G., VARGAS, A., SIMÓN, M.A., ZORRILLA, I., MUÑOZ, A., PALOMARES, F., LÓPEZ-VAO, J.V., PASTOR, J., TANDON, R., WILLI, G., HOFMANN-LEHMANN, R. & LUTZ, H. (2009) Threats to the Iberian lynx (*Lynx pardinus*) by feline pathogens. In: *Iberian Lynx Ex situ Conservation: An Interdisciplinary Approach*. Fundación Biodiversidad. VARGAS, A., BREITENMOSER, C., TREITENMOSER, U. (Eds.) Madrid, 221-233.

MIRÓ-ARIAS, M., DE SANTIAGO, A., ALVARADO, C., VALLECILLO, A., CRESPO, F. & VEGA-PLA, J.L. (2009) Situación actual del banco de germoplasma del caballo de las retuertas. En: *X Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos*, ALVAREZ, L. & MUÑOZ, J. (Eds.), Colombia, 507-509.

PORTILLO, M.C., REINA, M., SERRANO, L. & GONZÁLEZ, J.M. (2009) Microbial diversity supporting unique ecosystems within National Parks. The Doñana National Park as an example. En: *National Parks: Biodiversity, Conservation and Tourism*, Nova Science Publishers Inc. F. COLUMBUS (eds.), Hauppauge, N.Y.

PRADOS, M.L., VANDERLINDER, K., GIRÁLDEZ, J.V., GUARDIOLA-ALBERT, C. & MEDIAVILLA-LASO, C. (2009) Seguimiento de la humedad del suelo en el entorno del Parque Nacional de Doñana. En: *Jornadas de Investigación en la Zona no Saturada del Suelo*. ZNS'09. 554-561.

RAMO, C., GARCÍA, L., DÍAZ-DELGADO, R., MARAÑÓN, T., SILJESTRÖM, P., RODRÍGUEZ, R., GARRIDO, H., URDIALES, C., LAFFITE, R., IBÁÑEZ, F. & CALDERÓN, J. (2009) El declive del alcornocal en la Vera del Parque Nacional de Doñana: el papel de las colonias de aves nidificantes. En: *S.E.C.F-Junta de Castilla y León (eds.), Actas del 5º Congreso Forestal Español-Montes y Sociedad: Saber qué hacer* [Ref.: 5CFE01-001]: 1-9. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Pontevedra.

### Publicaciones de divulgación

DE LOS RÍOS, F. (2009) Soy positivo con respecto a la recuperación del lince (Entrevista a Eloy Revilla). *Redlife* 21: 10-11.

FERNÁNDEZ, J.J., CARMONA, J. & DUESTA, J. (2009) Los cebos envenenados matan en Doñana una hembra de águila imperial y sus pollos. *Quercus* 283: 64.

GARRIDO, H. & GARCÍA, J.M. (2009) *Armonía fractal de Doñana y las marismas*. Lunwerg Editores, Barcelona, 152 pp.

QUIRÓS, F. (2009) A veces parecen que se alinean los planetas. *Redlife* 21: 49.



ROMÁN, J. (2009) La gestión forestal en Doñana. Eucaliptos, pinos y montes mediterráneos. *Quercus* 283: 36-41.

WWF/ADENA (2009) WWF España celebra el 40 aniversario del Parque Nacional. *Boletín de Información Ambiental sobre la Comarca de Doñana* 84: 1-2.

### Informes sin publicar

AGENCIA ANDALUZA DEL AGUA (2009) Situación cuantitativa y evolución del acuífero Almonte-Marismas. Informe sin publicar presentado en la Comisión de Trabajo de Aguas, 16pp.

CELESTINO, S., CORDERO, T., LEÓN, A., LÓPEZ, J.A., MAYORAL, V., RODRÍGUEZ, A. & VILLARÍAS, J.J.R. (2009) Contrastación de la hipótesis Wickboldt-Kühne, Fase I, en Hinojos (Huelva). Informe de Resultados 2005-2008. Informe presentado a la Estación Biológica de Doñana, CSIC.

DÍAZ-PANIAGUA, C. (2009) Función de los macroinvertebrados en la estructura de las comunidades que habitan las lagunas temporales de Doñana: rasgos ecológicos e interacciones tróficas. Informe final del proyecto presentada a la Consejería de Medio Ambiente, 18 pp.

DO AMARAL, J.P.S. (2009) Thermoregulation and microhabitat use of the Carbonell's wall lizard (*Podarcis carbonelli*) at different locations of the species distribution (Doñana, Cabo Raso, Peniche, and the islands Berlenga and Farilhões). Informe sin publicar presentado a la Oficina de Coordinación de la Investigación de la Estación Biológica de Doñana, CSIC, 10pp.

ESPACIO NATURAL DE DOÑANA (2009) Memoria de Actividades y Resultados 2008. Avance Septiembre-Diciembre. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 36pp.

ESPACIO NATURAL DE DOÑANA (2009) Informe sobre la situación del Águila Imperial Ibérica (*Aquila adalberti*) en Doñana. Año hidrológico 2007-2008. Informe sin publicar, 9pp.

ESPACIO NATURAL DE DOÑANA - EBD (CSIC) (2009) Memoria anual de Actividades y Resultados del Espacio Natural de Doñana 2008. Informe anual, Espacio Natural de Doñana, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 204pp.

GARCÍA, L. V. (COORDINADOR) (2009) Estudio de la afectación del suelo y tejidos de *Quercus suber* por las deyecciones aviares en la Pajarera de Doñana en Almonte, Huelva. Informe final presentado a la Empresa de Gestión Medioambiental, 72 pp.

JUNTA DE ANDALUCÍA, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (COORDINADOR) (2009) II Plan de Desarrollo Sostenible. Doñana. Bases. Informe, 104 pp.

JUNTA DE ANDALUCÍA, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (COORDINADOR) (2009) Ordenación del territorio y Desarrollo Sostenible en el Ambito de Doñana. Un diagnóstico ambiental, territorial y socioeconómico. Informe, 228 pp.



JUNTA DE ANDALUCÍA, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (COORDINADOR) (2009) II Plan de Desarrollo Sostenible. Doñana. Evaluación ambiental. Documento de inicio. Informe, 40 pp.

JUNTA DE ANDALUCÍA, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (COORDINADOR) (2009) II Plan de Desarrollo Sostenible. Doñana. Memoria informativa. Informe, 87 pp.

MARTÍNEZ-HARO, M., MATEO, R. & GREEN, A.J. (2009) Estudio de la eficacia de la aportación de grit para reducir la incidencia de plumbismo en humedales andaluces y un seguimiento de la exposición al plomo del ansar común en Doñana mediante el análisis de sus heces. Memoria final presentada a la Consejería de Medio Ambiente, 300 pp.

RODRÍGUEZ, C., BUSTAMANTE, J., TORAL, G., FIGUEROLA, J., DÍAZ-DELGADO, R., ARAGONÉS, D., AMEZTOY, I., FLORENCIO, C., PIÑEIRO, J. & SEOANE, J. (2009) Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Subproyecto I: Escenarios de cambio en las comunidades de aves marismas y del río Guadalquivir. Informe final presentado a la Autoridad Portuaria de Sevilla, 491 pp.

ROMÁN, J., BARÓN, A. & REVILLA, E. (2009) Evaluación de los efectos del tránsito a motor sobre especies y comunidades de interés en el Espacio Natural de Doñana. Informe presentado a la Consejería de Medio Ambiente, 76pp.

SABA, G., ROMERO, R., CASADO, E. & FERRER, M. (2009) Seguimiento científico de las águilas imperiales de Doñana. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Informe inédito.

SÁNCHEZ, M. E. (2009) Prospección y diagnóstico fitopatológico urgente del alcornocal de la Pajarera de Doñana. Informe final presentado a la Empresa de Gestión Medioambiental, 50 pp.

WWF (2009) Cambios en el uso del suelo en el Entorno de Doñana entre POTAD y 2009. Informe, 45 pp.



### **ANEXO 3. Tesis**

**AUTOR:** CASADO RAMÍREZ, EVA BELÉN

**TÍTULO:** Dinámica poblacional del águila calzada en el P.N Doñana

**DIRECTOR:** Miguel Ferrer

**CENTRO:** Universidad de Sevilla

**TIPO:** Tesis Doctoral

**AUTOR:** CENTENO CUADROS, ALEJANDRO

**TÍTULO:** Del individuo a la especie: genética del paisaje y filogeografía de la rata de agua (*Arvicola sapidus*)

**DIRECTOR:** Miguel Delibes de Castro y José Antonio Godoy

**CENTRO:** Universidad de Granada

**TIPO:** Tesis Doctoral

**AUTOR:** D'AMICO, MARCELLO

**TÍTULO:** Amphibian road-kills in Mediterranean habitats

**DIRECTOR:** Eloy Revilla y Jacinto Román

**CENTRO:** Universidad de Pablo de Olavide, Sevilla

**TIPO:** Tesis de Maestría

**AUTOR:** GAVIRA GALOCHA, LOLE

**TÍTULO:** Survival rates and causes of mortality in Lynx

**DIRECTOR:** Eloy Revilla

**CENTRO:** Universidad Pablo de Olavide, Sevilla

**TIPO:** Tesis de Maestría

**AUTOR:** GÓMEZ RODRÍGUEZ, CAROLA

**TÍTULO:** Condicionantes ecológicos de la distribución de anfibios en el Parque Nacional de Doñana

**DIRECTOR:** Carmen Díaz Paniagua y Javier Bustamante Díaz

**CENTRO:** Universidad de Salamanca y Estación Biológica de Doñana

**TIPO:** Tesis Doctoral

**AUTOR:** KATZENBERGER, MARCO

**TÍTULO:** Thermal tolerance and Sensitivity of Amphibian Larvae from Palearctic and Neotropical communities

**DIRECTOR:** Miguel Tejedo y R. Rebelo

**CENTRO:** Universidad de Lisboa (Facultad de Ciencias)

**TIPO:** Tesis de Maestría

**AUTOR:** LÓPEZ-ALBACETE, ITZIAR

**TÍTULO:** Vegetación del manto eólico de Doñana

**DIRECTOR:** Adolfo F. Muñoz Rodríguez

**CENTRO:** Universidad de Huelva

**TIPO:** Tesis Doctoral

**AUTOR:** MUÑOZ GARCÍA, JOAQUÍN

**TÍTULO:** Estructura poblacional, dispersión y flujo génico en *Artemia*: el papel de las aves en la dispersión de especies autóctonas e invasoras

**DIRECTOR:** Andy J. Green, Ciro Rico y Jordi Figuerola

**CENTRO:** Universidad de Sevilla



Resultados de la investigación. Espacio Natural de Doñana. Año 2009

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: RODRÍGUEZ PRIETO, ANA

TÍTULO: Diversidad clonal y diferenciación genética en *Pyrus bourgaeana* decne

DIRECTOR: José Antonio Godoy y Jose María Fedriani

CENTRO: Universidad de Pablo de Olavide, Sevilla

TIPO: Tesis de Maestría

AUTOR: SUÁREZ ESTEBAN, ALBERTO

TÍTULO: Dispersión de semillas en arbustos mediterráneos de frutos carnosos: evaluando la hipótesis de escape de depredadores

DIRECTOR: Jose María Fedriani

CENTRO: Universidad de Pablo de Olavide, Sevilla

TIPO: Tesis de Maestría

AUTOR: VIOQUE FERNÁNDEZ, AMALIA

TÍTULO: Biomarcadores en cangrejo de río (*Procambarus clarkii*) para evaluar la contaminación del Parque de Doñana y el estuario del Guadalquivir por metales pesados y plaguicidas

DIRECTOR: Juan López Barea

CENTRO: Universidad de Córdoba

TIPO: Tesis Doctoral



#### **ANEXO 4. Congresos, reuniones, seminarios**

**NOMBRE DEL EVENTO:** World Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians-14<sup>th</sup> International Symposium

**LUGAR Y FECHA:** Madrid, 17-20 junio 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Problemas del muestreo de animales salvajes en su medio Natural

**Autor/es:** ALBA, P., BLANCO, J.L., ÁLVAREZ-PÉREZ, J.L. & GARCÍA, M.E.

**NOMBRE DEL EVENTO:** World Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians-14<sup>th</sup> International Symposium

**LUGAR Y FECHA:** Madrid, 17-20 junio 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Estudio comparativo de la diversidad de enterobacterias en aves migratorias

**Autor/es:** ALBA, P., BLANCO, J.L., ÁLVAREZ-PÉREZ, J.L., FIGUEROLA, J. & GARCÍA, M.E.

**NOMBRE DEL EVENTO:** World Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians-14<sup>th</sup> International Symposium

**LUGAR Y FECHA:** Madrid, 17-20 junio 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Descripción de nuevas especies bacterianas en la flora intestinal de animales

**Autor/es:** ALBA, P., BLANCO, J.L., ÁLVAREZ-PÉREZ, J.L., FIGUEROLA, J. & GARCÍA, M.E.

**NOMBRE DEL EVENTO:** BIOLIEF World Conference on Biological Invasions and ecosystem Functioning

**LUGAR Y FECHA:** Universidad de Porto, Oporto, Portugal, 27-30 Octubre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** The alien *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) as driver of change among alternative states of a Mediterranean freshwater marsh (Doñana, SW Spain)

**Autor/es:** ALCORLO, P., BALTANÁS, A., DE TOLEDO, J., BRAVO, M.A. & MONTES, C.

**NOMBRE DEL EVENTO:** BIOLIEF World Conference on Biological Invasions and ecosystem Functioning

**LUGAR Y FECHA:** Universidad de Porto, Oporto, Portugal, 27-30 Octubre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** The alien *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) as driver of change among alternative states of a Mediterranean freshwater marsh (Doñana, SW Spain)

**Autor/es:** ALCORLO, P., BALTANÁS, A., DE TOLEDO, J., BRAVO, M.A. & MONTES, C.

**NOMBRE DEL EVENTO:** World Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians-14<sup>th</sup> International Symposium

**LUGAR Y FECHA:** Madrid, 17-20 junio 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Identificación de *C. difficile*: comparación de perfil bioquímico y técnicas moleculares

**Autor/es:** ÁLVAREZ-PÉREZ, J.L., BLANCO, J.L., ALBA, P. & GARCÍA, M.E.



**NOMBRE DEL EVENTO:** World Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians-14th International Symposium

**LUGAR Y FECHA:** Madrid, 17-20 junio 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Detección de *Clostridium difficile* en ganado porcino

**Autor/es:** ÁLVAREZ-PÉREZ, J.L., BLANCO, J.L., ALBA, P. & GARCÍA, M.E.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Jornadas LEM-EBD

**LUGAR Y FECHA:** Sevilla, 11 noviembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Ponencia

**TÍTULO:** Aplicación de la genética molecular en la conservación del caballo de las Retuertas de Doñana

**Autor/es:** BRANDARIZ, C.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Jornadas SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Abundancia de roedores depredadores de semillas de piruétano: variaciones espacio-temporales en Doñana

**Autor/es:** CALVO, G., FEDRIANI, J.M., ZYWIEC, M. & DELIBES, M.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Abundancia de roedores depredadores de semillas de piruétano: variaciones temporales en Doñana

**Autor/es:** CALVO, G., FEDRIANI, J.M., ZYWIEC, M. & DELIBES, M.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Seguimiento del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en el Espacio Natural de Doñana

**Autor/es:** CARRO, F. & CEBALLOS, O.

**NOMBRE DEL EVENTO:** 2nd European Congress of Conservation Biology

**LUGAR Y FECHA:** Praga, Republica Checa, 1-5 septiembre de 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Genetics of the Iberian lynx, the most endangered felid

**Autor/es:** CASAS-MARCÉ, M., SORIANO, L., REVILLA, E. & GODOY, J.A.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Ecological Society of America. 94th Annual Meeting

**LUGAR Y FECHA:** Albuquerque, USA, 2-7 Agosto 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Genetics of the Iberian lynx, the most endangered felid

**Autor/es:** CASAS-MARCÉ, M., SORIANO, L., REVILLA, E. & GODOY, J.A.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Genética del lince ibérico: una mirada al pasado

**Autor/es:** CASAS-MARCÉ, M., SORIANO, L., REVILLA, E. & GODOY, J.A.



Resultados de la investigación. Espacio Natural de Doñana. Año 2009

**NOMBRE DEL EVENTO:** III Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras  
**LUGAR Y FECHA:** Zaragoza, 24-27 Noviembre 2009  
**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación  
**TÍTULO:** Distribución de la gramínea exótica *Spartina densiflora* en el Parque Nacional de Doñana  
**Autor/es:** CASTELLANOS, E.M., LUQUE, C.J. & PÉREZ-VÁZQUEZ, A.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Jornadas LEM-EBD  
**LUGAR Y FECHA:** Sevilla, 11 noviembre 2009  
**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Ponencia  
**TÍTULO:** Patrones de flujo génico y dispersión de la rata de agua en un paisaje heterogéneo y parcheado  
**Autor/es:** CENTENO-CUADROS, A.

**NOMBRE DEL EVENTO:** BIOLIEF World Conference on Biological Invasions and ecosystem Functioning  
**LUGAR Y FECHA:** Universidad de Porto, Oporto, Portugal, 27-30 Octubre 2009  
**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación  
**TÍTULO:** Assessing the macrophytes preferences of *Procambarus clarkii* G. from the freshwater marsh of Doñana (SW Spain) through stable isotopes (d13C and d15N) analysis  
**Autor/es:** CREHUET, M., ALCORLO, P., DORADO, I., BALTANÁS, A. & MONTES, C.

**NOMBRE DEL EVENTO:** BIOLIEF World Conference on Biological Invasions and ecosystem Functioning  
**LUGAR Y FECHA:** Universidad de Porto, Oporto, Portugal, 27-30 Octubre 2009  
**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster  
**TÍTULO:** Assessing the macrophytes preferences of *Procambarus clarkii* G. from the freshwater marsh of Doñana (SW Spain) through stable isotopes (d13C and d15N) analysis  
**Autor/es:** CREHUET, M., ALCORLO, P., DORADO, I., BALTANÁS, A. & MONTES, C.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM  
**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009  
**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación  
**TÍTULO:** Atropellos de vertebrados en hábitats mediterráneos: ¿son diferentes los mamíferos?  
**Autor/es:** D'AMICO, M., ROMÁN, J., DE LOS REYES, L. & REVILLA, E.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Jornada El papel del agua subterránea en el funcionamiento de los humedales. Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Grupo Español  
**LUGAR Y FECHA:** Zaragoza, 22 y 23 de octubre de 2009  
**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster  
**TÍTULO:** Importancia del agua subsuperficial en el funcionamiento de los humedales del Complejo Palustre de Doñana (Huelva, SW España) durante ciclos pluviométricos extremos  
**Autor/es:** DÍAZ DEL OLMO, F., BORJA, C., BORJA, F., RECIO, J.M. & CÁMARA, R.

**NOMBRE DEL EVENTO:** 2nd European Congress of Conservation Biology  
**LUGAR Y FECHA:** Praga, Republica Checa, 1-5 septiembre de 2009  
**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación



TÍTULO: Using hyperspectral sensors to map the spread of the invading water fern (*Azolla filiculoides*)

Autor/es: DÍAZ-DELGADO, R., ARAGONÉS, D., PRIVETT, S., GARCÍA-MURILLO, P., CIRUJANO, S. & BUSTAMANTE, J.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional de Biodiversidad

LUGAR Y FECHA: Sta. Susanna, Girona, 10-13 Febrero 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: LTER-España: un primer paso

Autor/es: DÍAZ-DELGADO, R., MARAÑÓN, T. & VALLADARES, F.

NOMBRE DEL EVENTO: International Conference on Mediterranean temporary ponds

LUGAR Y FECHA: Menorca, 14 Mayo 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Why a system of heterogeneous temporary ponds favours amphibian communities? Amphibians in Doñana National Park, an example of preserved breeding habitats.

Autor/es: DÍAZ-PANIAGUA, C., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., PORTHEAULT, A. & FLORENCIO, M.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional de Biodiversidad

LUGAR Y FECHA: Sta. Susanna, Girona, 10-13 Febrero 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Uso de las macrófitas sumergidas del Parque Nacional de Doñana por una especie invasora (*Procambarus clarkii*): análisis experimental de preferencial tróficas

Autor/es: DORADO, I.

NOMBRE DEL EVENTO: X Congreso Argentino de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Salvador de Jujuy, Argentina, 20-23 Octubre 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Tolerancias térmicas en larvas de anfibios de zonas tropicales y templadas

Autor/es: DUARTE, H., KATZENBERGER, M., TEJEDO, M., MARANGONI, F. & BELTRÁN, J.F.

NOMBRE DEL EVENTO: I Iberian Symposium on Geometric Morphometrics

LUGAR Y FECHA: Julio 23-25, 2009. Institut Català da Paleontología. Sabadell, Barcelona

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Geometric morphometrics reveals sex- and population-specific shape and size variation in a singular wolf spider species

Autor/es: FERNÁNDEZ-MONTRAVETA, C., AGUADO-DE LA PAZ, S. & MARUGÁN, J.

NOMBRE DEL EVENTO: 2nd European Congress of Conservation Biology

LUGAR Y FECHA: Praga, Republica Checa, 1-5 septiembre de 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Environmental factors and spatial structure that determine aquatic vegetation assemblages in an outstanding european protected area

Autor/es: FERNÁNDEZ-ZAMUDIO, R., GARCÍA-MURILLO, P. & CIRUJANO, S.

NOMBRE DEL EVENTO: International Conference on Mediterranean Temporary ponds



LUGAR Y FECHA: Menorca, 6-8 mayo 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Hydrogeomorphic classification and habitat suitability for aquatic macrophytes species in a natural Mediterranean temporary pond system (Doñana National Park, SW Spain)

Autor/es: FERNÁNDEZ-ZAMUDIO, R., GARCÍA-MURILLO, P. & CIRUJANO, S.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional de Biodiversidad

LUGAR Y FECHA: Sta. Susanna, Girona, 10-13 Febrero 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Modulación de la diversidad de la vegetación en el álveo de un arroyo temporal

Autor/es: FERNÁNDEZ, L., FASO, R., GARCÍA-NOVO, F. & ESCUEDERO, J.C.

NOMBRE DEL EVENTO: 2nd European Congress of Conservation Biology

LUGAR Y FECHA: Praga, Republica Checa, 1-5 septiembre de 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Land use and conservation effects on ecosystem functioning: the case of the Doñana region, SW Spain

Autor/es: FERNÁNDEZ, N., PARUELO, J. & DELIBES, M.

NOMBRE DEL EVENTO: 2nd European Congress of Conservation Biology

LUGAR Y FECHA: Praga, Republica Checa, 1-5 septiembre de 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Climate change and the fate of mediterranean waterbird communities under a potential scenario of increased salinity

Autor/es: FLORENCIO, C., PIÑEIRO, Z., SEOANE, J., BUSTAMENTE, J. FIGUEROLA, J. & RODRÍGUEZ, C.

NOMBRE DEL EVENTO: International Conference on Mediterranean temporary ponds

LUGAR Y FECHA: Menorca, 14 Mayo 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Towards a quantitative classification of temporary ponds in Doñana (SW Spain)

Autor/es: FLORENCIO, M., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., GÓMEZ, A., REINA, M., GUTIÉRREZ, E., SILJESTRÖM, P. SERRANO, L & DÍAZ-PANIAGUA, C.

NOMBRE DEL EVENTO: International Conference on Mediterranean Temporary ponds

LUGAR Y FECHA: Menorca, 6-8 mayo 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Macroinvertebrate assemblages of temporary ponds in the Doñana National Park (SW Spain): the role of a heterogeneous pond network

Autor/es: FLORENCIO, M., BILTON, D.R., SERRANO, L., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., MILLÁN, A., GÓMEZ-FLORES, A. & DÍAZ-PANIAGUA, C.

NOMBRE DEL EVENTO: Jornadas LEM-EBD

LUGAR Y FECHA: Sevilla, 11 noviembre 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Invasion success of crustacean zooplankton: adaptative mechanisms vs. broad physiological tolerance

Autor/es: FRISCH, D.



NOMBRE DEL EVENTO: Resurrection Ecology Symposium

LUGAR Y FECHA: Herzberg, Switzerland, 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Propagule bank build-up in zooplankton metacommunities of a Mediterranean temporary pond complex

Autor/es: FRISCH, D., COTTENIE, K, BADOSA, A. & GREEN, A.J.

NOMBRE DEL EVENTO: 10th International Coastal Symposium ICS

LUGAR Y FECHA: Lisboa (Portugal), Abril 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Long term study of *Pinus pinea* L. forest in the mobile dunes of Doñana National Park, SW Spain

Autor/es: GALLEGO-FERNÁNDEZ, J.B., MUÑOZ-REINOSO, J. & GARCÍA-NOVO, F.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional de Biodiversidad

LUGAR Y FECHA: Sta. Susanna, Girona, 10-13 Febrero 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Valoración socio-económica del impacto y la gestión de las especies exóticas invasoras en el sistema socio-ecológico de Doñana

Autor/es: GARCÍA-LLORENTE, M., MARTÍN-LÓPEZ, B., GONZÁLEZ-NOVOA, J.A., ALCORLO, P. & MONTES, C.

NOMBRE DEL EVENTO: I Taller Internacional: Seguimiento de la Espátula (*Platalea leucorodia*) en la Ruta Migratoria Sur

LUGAR Y FECHA: Matalascañas, Almonte (Huelva), 5 al 7 de mayo de 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Actividades de seguimiento de la espátula común (*Platalea leucorodia*) Realizadas por la Estación Biológica de Doñana (CSIC)

Autor/es: GARCÍA, L., RAMO, C., RODRÍGUEZ, R., GARRIDO, H., DEL VALLE, J.L., ARROYO, J.L. & MÁÑEZ, M.

NOMBRE DEL EVENTO: European Space Agency-ESRIN. Earth Observation and Water Cycle Science Conference Proceedings.

LUGAR Y FECHA: 18-20 November 2009. Frascati (Rome), Italy

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Impact of annual drought on the water and energy exchanges of different vegetation types in the protected area of Doñana (Spain)

Autor/es: GARCÍA, M., FERNÁNDEZ, F., GONZÁLEZ-DUGO, M.O. & DELIBES, M.

NOMBRE DEL EVENTO: World Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians - 14 th International Symposium

LUGAR Y FECHA: Madrid, 17-20 junio 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Zoonosis emergentes: *C. difficile* como un ejemplo

Autor/es: GARCÍA, M.E.

NOMBRE DEL EVENTO: International Conference on Mediterranean Temporary Ponds

LUGAR Y FECHA: Menorca, 5-9 mayo 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación



TÍTULO: Remote-sensing evidence of hydroperiod shortening in a system of temporary ponds

Autor/es: GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., BUSTAMANTE, J. & DÍAZ-PANIAGUA, C.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Jornadas de la SECEM

LUGAR Y FECHA: Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Consecuencias demográficas del aumento en la disponibilidad de presas cuando el tamaño poblacional es crítico: el caso del lince ibérico

Autor/es: LÓPEZ-BAO, J.V., PALOMARES, F., RODRÍGUEZ, A. & DELIBES, M.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Jornadas de la SECEM

LUGAR Y FECHA: Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Evolución y dinámica poblacional actual de la población de lince ibérico de Doñana

Autor/es: LÓPEZ-PARRA, M., FERNÁNDEZ-PENA, L., BAÑEZ, J.A., PALACIOS, D., MILÁN, R., SÁENZA, J.M., SANABRIA, R., RUIZ, G., FRANCO DE TENA, J.A. & SIMÓN, M.A.

NOMBRE DEL EVENTO: XXII Meeting of the International Bioacoustics Council (IBAC)

LUGAR Y FECHA: Lisboa (Portugal), 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Temperature and vocal activity in *Hyla meridionalis* and *Hyla arborea* (Anura, Hylidae) in Iberia. Comparison between populations at thermal extremes

Autor/es: LLUSIA, D., BELTRÁN, J.F., DO AMARAL, J.P., BOWKER, R.G., MOREIRA, C. & MÁRQUEZ, R.

NOMBRE DEL EVENTO: XXII Meeting of the International Bioacoustics Council (IBAC)

LUGAR Y FECHA: Lisboa (Portugal), 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Acoustic monitoring of populations at thermal extremes of midwife toads in Iberia: phenology, chorus recruitment, and relation with temperature

Autor/es: LLUSIA, D., MÁRQUEZ, R., ARIAS, A., PÉREZ, M., BELTRÁN, J.F., BENÍTEZ, M. DO AMARAL, J.P., OLIVEIRA, J.M. & CASTRO, M.J.

NOMBRE DEL EVENTO: Geoscience and Remote Sensing Symposium 2009 (IGARSS'09)

LUGAR Y FECHA: Cape Town, Southafrica, 13-17 Julio de 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Analysis of ASAR/Envisat Polarimetric Backscattering Characteristics of Doñana National Park Wetland

Autor/es: MARTI-CARDONA, B., LÓPEZ-MARTÍNEZ, C., DOLZ-RIPOLLES, J.

NOMBRE DEL EVENTO: ASAR/Envisat XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección

LUGAR Y FECHA: Calatayud, 23-26 septiembre 2009

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Efecto de la Inundación sobre el Coeficiente de Retrodispersión de las Marismas de Doñana en Distintos Swaths y Polarizaciones

Autor/es: MARTÍ-CARDONA, B., LÓPEZ-MARTÍNEZ, C., DOLZ-RIPOLLES, J.



**NOMBRE DEL EVENTO:** Hearing on the Light Unmanned Aircraft Systems (UAS). European Commission.

**LUGAR Y FECHA:** Bruselas, Bélgica. 8 octubre de 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Ponencia

**TÍTULO:** AEROMAB PROJECT (Aerospace Technologies applied to Biodiversity Conservation) "Reconciling aerospace and biodiversity conservation"

**Autor/es:** MULERO, M.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Evidencia empírica soporta un escenario de vórtice de extinción en el amenazado lince ibérico

**Autor/es:** PALOMARES, F., GODOY, J.A., LÓPEZ-BAO, J.V., ROQUES, S., CASAS-MARCÉ, M., DELIBES, M., RODRÍGUEZ, A., & REVILLA, E.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Congreso anual de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 4-7 diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Proyecto Aeromab. Aplicaciones para el estudio de mamíferos terrestres

**Autor/es:** PUENTES, L., MULERO, M., NEGRO, J.J., FERRER, M. & LUCAS, M.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Actas del 5º Congreso Forestal Español-Montes y Sociedad: Saber qué hacer

**LUGAR Y FECHA:** Lugo (León), 20-25 septiembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** El declive del alcornocal en la Vera del Parque Nacional de Doñana: el papel de las colonias de aves nidificantes

**Autor/es:** RAMO, C., GARCÍA, L., DÍAZ-DELGADO, R., MARAÑÓN, T., SILJESTRÖM, P., RODRÍGUEZ, R., GARRIDO, H., URDIALES, C., LAFFITE, R., IBÁÑEZ, F. & CALDERÓN, J.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Jornadas de Ingeniería del Agua (JIA)

**LUGAR Y FECHA:** Madrid, 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Teledetección e Información Hidrometeorológica de Campo en la Marisma de Doñana

**Autor/es:** RAMOS, A., MARTÍ-CARDONA, B., RABADÁ, J. & DOLZ-RIPOLLES, J.

**NOMBRE DEL EVENTO:** International Conference on Ecohydrology and Climate Change

**LUGAR Y FECHA:** Tomar, Portugal, 10-12 Septiembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Hydrometeorology and Heat Balance in a Shallow Wetland: Contribution of Field Data and RS to the Understanding of Doñana Marshes

**Autor/es:** RAMOS, A., MARTÍ-CARDONA, B., RABADÁ, J. & DOLZ-RIPOLLÉS, J.

**NOMBRE DEL EVENTO:** International Workshop: Geodynamics in fragile landscape systems of the Mediterranean. A multidisciplinary approach

**LUGAR Y FECHA:** UNIA. Baeza, 14 a 16 de octubre de 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación



**TÍTULO:** Changes in the recent pedogenesis. Role of the hydromorphism in two small-lakes of the Doñana National Park (Huelva, SW Spain)

**Autor/es:** RECIO, J.M., DÍAZ DEL OLMO, F., BORJA, C., BORJA, F. & CÁMARA, R.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Varamiento de mamíferos marinos en el litoral de Doñana (Huelva, SW España)

**Autor/es:** RIVILLA, J.C., ALÍS, S., GUTIÉRREZ-EXPÓSITO, C., COBO, M.D. & MÁÑEZ, M.

**NOMBRE DEL EVENTO:** Jornadas Ciencia y Conservación Odiel

**LUGAR Y FECHA:** Centro Calatilla, Huelva, 12 noviembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Ponencia

**TÍTULO:** Comunidades de aves en humedales mediterráneos y cambio climático

**Autor/es:** RODRÍGUEZ-LÓPEZ, C.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Marcaje con heces y organización espacial en el lince ibérico

**Autor/es:** RODRÍGUEZ, A., GODOY, J.A., LÓPEZ.BAO, J.V. & PALOMARES, F.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Comunicación

**TÍTULO:** Evaluación y propuesta de un protocolo de seguimiento de la rata de agua (*Arvicola sapidus*) a nivel nacional

**Autor/es:** ROMÁN, J.

**NOMBRE DEL EVENTO:** IX Jornadas de la SECEM

**LUGAR Y FECHA:** Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Resultados preliminares de los dos primeros reforzamientos genéticos de la población de linces de Doñana

**Autor/es:** RUÍZ, G., FRANCO DE TENA, J.A., LÓPEZ-PARRA, M., FERNÁNDEZ-PENA, L., LÓPEZ-ZAMORA, G., GARCÍA-TARDÍO, M.I., ARENAS, R., RODRÍGUEZ, A.J., GARROTE, G., & SIMÓN, M.A.

**NOMBRE DEL EVENTO:** International Conference on Mediterranean temporary ponds

**LUGAR Y FECHA:** 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Póster

**TÍTULO:** Presence of a fine-sediment discontinuity in soils of temporary ponds in Doñana National Park (SW Spain) - influence in their hydroperiod and evolution

**Autor/es:** SILJESTRÖM, P., GUTIÉRREZ, E., DÍAZ, C. & CARA, J.S.

**NOMBRE DEL EVENTO:** I Congreso Ibérico de reintroducción de especies silvestres

**LUGAR Y FECHA:** Jerez de la Frontera, 5-8 Noviembre 2009

**TIPO DE PARTICIPACIÓN:** Ponencia

**TÍTULO:** Reintroducción de Lince ibérico (*Lynx pardinus*)

**Autor/es:** SIMÓN, M.A.



NOMBRE DEL EVENTO: IX Jornadas de la SECEM  
LUGAR Y FECHA: Bilbao, 5-6 y 7 de Diciembre 2009  
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación  
TÍTULO: Factores metodológicos que afectan al número de rastros de carnívoros detectados en censos en arena sin borrado previo del transecto  
Autor/es: SOTO, C.A.

NOMBRE DEL EVENTO: Jornadas SECEM  
LUGAR Y FECHA: Bilbao, diciembre 2009  
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster  
TÍTULO: El tejón *Meles meles* como dispersante de semillas en ecosistemas mediterráneos  
Autor/es: SUAREZ, A., FEDRIANI, J.M. & DELIBES, M.

NOMBRE DEL EVENTO: III Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras  
LUGAR Y FECHA: Zaragoza, 24-27 Noviembre 2009  
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación  
TÍTULO: Paradoja de invasión-conservación: efectos a largo plazo de la introducción de un cangrejo de río en la comunidad de predadores  
Autor/es: TABLADO, Z., TELLA, J.L., SÁNCHEZ-ZAPATA, J.A. & HIRALDO, F.

NOMBRE DEL EVENTO: 3rd Wetland Pollutant Dynamics and Control-WETPOL 2009  
LUGAR Y FECHA: Barcelona, 20-24 septiembre 2009  
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia  
TÍTULO: Nitrate contamination, denitrification and biological activities in surface waters and sediments of Doñana National Park  
Autor/es: TORTOSA, G., CORREA, D., JUAN, A.J., DELGADO, A., SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A., & BEDMAR, E.J.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional de Biodiversidad  
LUGAR Y FECHA: Sta. Susanna, Girona, 10-13 Febrero 2009  
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia  
TÍTULO: Biodiversidad de bacterias desnitrificantes en el P.N .de Doñana  
Autor/es: TORTOSA, G., CORREA, D., SÁNCHEZ, A.J. & BEDMAR, E.J.

NOMBRE DEL EVENTO: Biodiversity Hotspots in the Mediterranean Area, 45<sup>o</sup> International Congress of SISV & FIP  
LUGAR Y FECHA: Cagliari (Italia), 22-24 Junio de 2009  
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación  
TÍTULO: Distribution of male and female plants of the hemiparasitic dioecious shrub *Osyris lanceolata*  
Autor/es: VARELA-BURGOS, J., DÍAZ-BARRADAS, M.C. & OPPO, F.

NOMBRE DEL EVENTO: I Congreso Ibérico de reintroducción de especies silvestres  
LUGAR Y FECHA: Jerez de la Frontera, 5-8 Noviembre 2009  
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia  
TÍTULO: Aspectos veterinarios en la reintroducción del Águila imperial en Andalucía  
Autor/es: VIQUEIRA-PINA, N. & MADERO-MONTERO, A.