RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EN EL ESPACIO NATURAL DE DOÑANA
2007

Oficina de Coordinación de la Investigación

Estación Biológica de Doñana
CSIC

Fernando Hiraldo
Coordinador de la Investigación

Cristina Ramo
Responsable de la Oficina de Coordinación

Rocío Astasio
Seguimiento administrativo de los proyectos

Miguel Ángel Bravo
Manuel Máñez
Seguimiento de los proyectos en el campo

Sevilla, febrero 2008

ÍNDICE

1. Resumen de la actividad investigadora.....2

2. Lista de proyectos y prospecciones.....8

ANEXO 1. Resultados de los proyectos y prospecciones.....17

ANEXO 2. Publicaciones e informes.....181

ANEXO 3. Tesis.....192

ANEXO 4. Congresos, reuniones, seminarios.....194

ANEXO 5. Informe de la piezometría del acuífero Almonte Marismas, U.H.–05.51. Año hidrológico 2005-2006.....200

1. Resumen de la actividad investigadora

- Proyectos

A lo largo del año 2007 han estado vigentes 85 proyectos de investigación, 5 proyectos de seguimiento y 9 prospecciones, lo que hace un total de 99 investigaciones (Anexo 1). De estas investigaciones, 51 no están incluidas en el informe de objetivos correspondientes año 2007, 6 de ellas porque son prórrogas de proyectos que deberían haber finalizado en 2006 (8/2004, 9/2004, 16/2004, 39/2004, 17/2005 y 23/2005) y 22 porque fueron presentadas con posterioridad a la aprobación del mencionado informe (27/2006, 28/2006, 1 al 15/2007, 18 al 26/2007, 28 al 31/2007, 33 al 39/2007, 45 al 49/2007, y 52 al 54/2007). Finalmente, la propuesta 32/2007 "Indicadores de calidad ambiental en las poblaciones de ciervo y jabali de Doñana" cuya aprobación estaba condicionada a la obtención de fondos, fue dada de baja al no conseguirlos.

Durante este año, el Grupo de Trabajo de Investigación se reunió en 5 ocasiones (10/01/2007, 20/02/2007, 21/05/2007, y 04/06/2007) para discutir e informar las nuevas propuestas presentadas así como otros temas relacionados con la investigación. Tras la constitución del Consejo de Participación el 5 de julio, y a la espera del nombramiento de los miembros de la nueva Comisión de Trabajo de Investigación, el Coordinador de la Investigación convocó el 28 de noviembre a los representantes del Espacio Natural de Doñana y de las Universidades para dar continuidad a la labor del Grupo de Trabajo de Investigación.

Atendiendo al realizador, el 46% de los proyectos y prospecciones han sido dirigidos por investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (32% pertenecientes a la EBD), el 37% por investigadores de diversas universidades españolas, el 12% por investigadores extranjeros, y el 5% por investigadores pertenecientes a otros OPIs (fig. 1).

En la figura 2 se representan los proyectos agrupados según la entidad financiadora. Cabe resaltar que la Reserva Científica de Doñana fue declarada por el Ministerio de Educación y Ciencia "Infraestructura Científica y Tecnológica Singular (ICTS-RBD)", recibiendo dos ayudas: una, para la mejora de la Reserva, se está utilizando para la renovación de la red inalámbrica e infraestructuras de seguimiento y monitorización automatizados; y otra, para financiar proyectos de investigación. Hasta la fecha, se están financiando 20 proyectos con esta ayuda (fig. 2), y está previsto que en 2008 se inicien 7 proyectos más. Estos proyectos son de corta duración, ya que reciben financiación para un máximo de de ocho semanas por año en el caso de que sean presentados por investigadores predoctorales, y de dos semanas cuando son presentados por investigadores senior.

De las 99 investigaciones vigentes en 2007, 49 se realizaron sólo en el Parque Nacional, 3 sólo en el Parque Natural, y 47 incluyeron en su área de estudio los dos espacios. 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 registran dos proyectos 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 25 proyectos no se encuadran en ninguna de las líneas prioritarias.

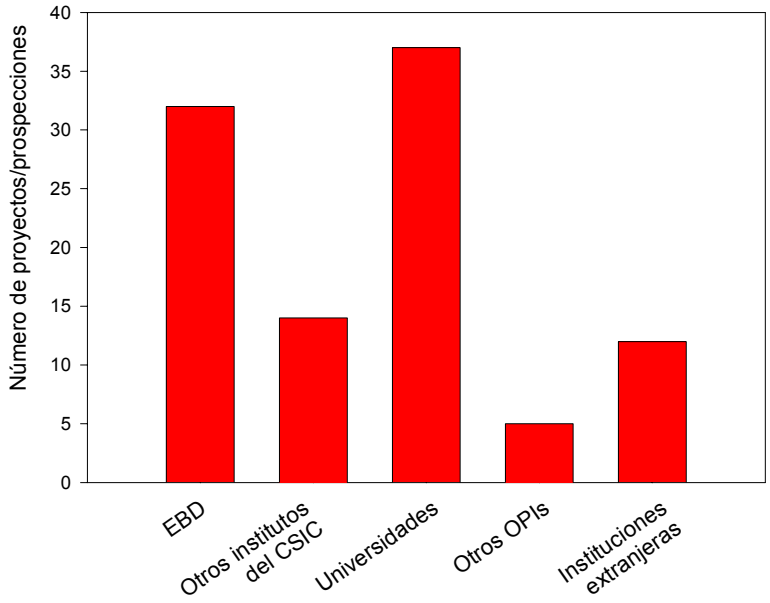


Figura 1. Proyectos y prospecciones vigentes en el año 2007 agrupados según el organismo realizador.

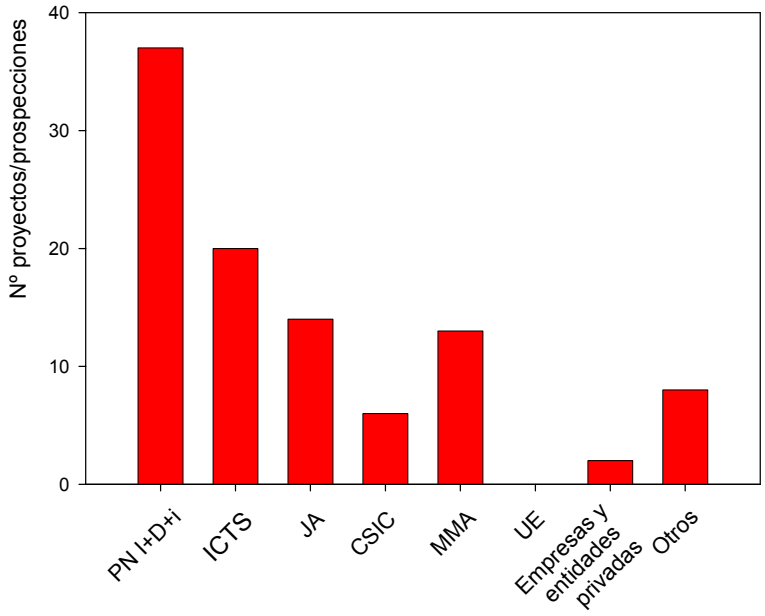


Figura 2. Proyectos y prospecciones vigentes en el año 2007 agrupados según la entidad financiadora. PN I+D+i = Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico. ICTS = Infraestructura Científico y Técnica Singular. JA = Junta de Andalucía. UE = Unión Europea. CSIC = Consejo Superior de Investigaciones 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).

LÍNEAS PRINCIPALES DE TRABAJO		Nº PROYECTOS
1.	**Investigación básica para mejorar el conocimiento de las especies y de los ecosistemas del parque y de las dinámicas que los caracterizan.**	**Total 31**
2.	**Investigación aplicada para dar respuesta a los problemas que plantea la gestión del Parque, con las siguientes líneas de trabajo prioritarias:**	**Total 63**
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.	0
c)	Funcionamiento de los distintos tipos de humedales y su relación hidrogeológica con el acuífero de Doñana.	2
d)	Contaminación de las aguas subterráneas por actividades antrópicas.	2
e)	Dinámica de los metales pesados en los suelos, aguas y biocenosis del Parque Nacional, en particular para el caso de la marisma.	0
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.	3
h)	Estudios biológicos de especies de interés (amenazadas, clave, indicadoras y plaga) que sirvan de base para la gestión de sus poblaciones.	18
i)	Efectos ecológicos de los elementos bióticos y abióticos introducidos en el Parque Nacional.	8
j)	Control de poblaciones, particularmente en especies introducidas.	0
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.	6
3.	**Investigación en áreas socioculturales y educativas, con las siguientes líneas de trabajo:**	**Total 2**
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.	1
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	22
Cartografía ecológica	3
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	25

- Publicaciones, tesis y congresos

Atendiendo a la producción científica, a lo largo de este año se han generado 92 publicaciones, 64 de ellas en revistas recogidas en el Science Citation Index (SCI). Además, se han leído 5 tesis doctorales, una de maestría, un diploma de estudios avanzados, 4 proyectos de fin de carrera, y se han presentado 38 ponencias/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 2007.

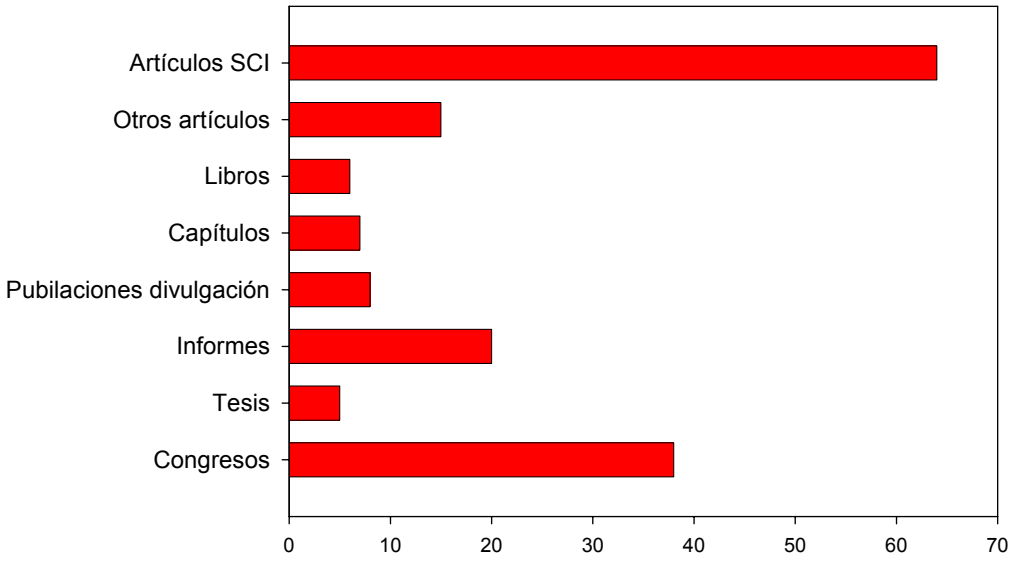


Figura 3. Publicaciones, informes y tesis producidas en el año y participación en congresos (comunicaciones y póster).

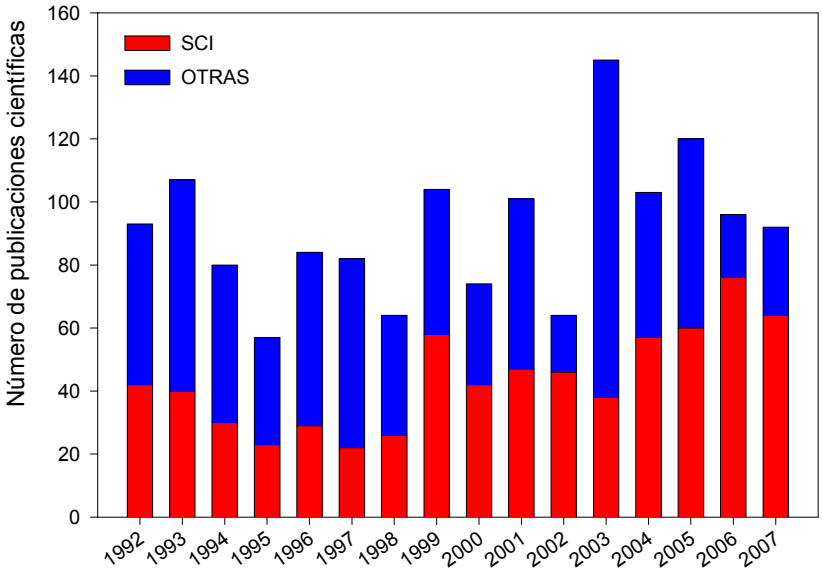


Figura 4. Evolución del número de publicaciones científicas a lo largo de los últimos años.

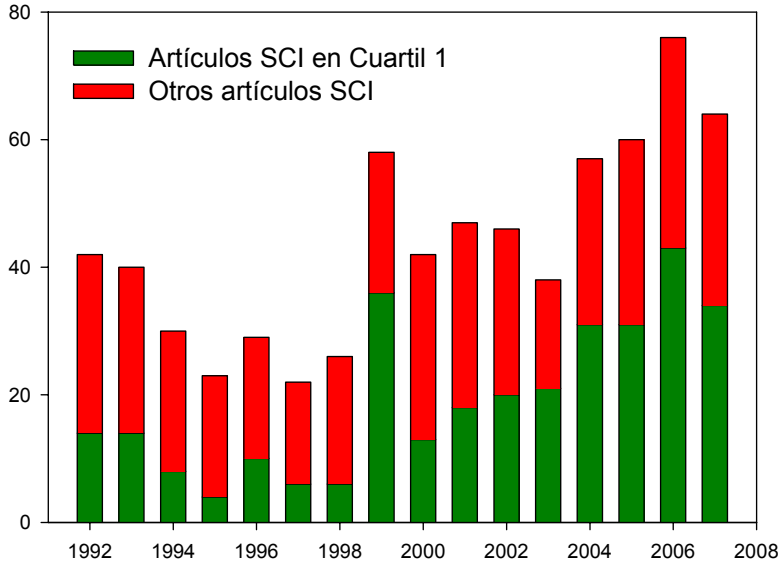


Figura 5. Evolución del número de artículos publicados en revistas recogidas en el SCI. En verde los publicados en revistas que se encuentran situadas en el primer cuartil de su apartado, cuando se ordenan según su índice de impacto.

- Análisis de la presencia científica en el Parque Nacional

La información utilizada para la elaboración de este apartado procede, como en años anteriores, de la base de datos "Permisos" de la EBD, donde quedan registradas todas las entradas a través del Control situado en la RBD. En los cálculos realizados no se ha incluido al personal del Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD. La carga real en el Parque Nacional puede estar subestimada ya que, aunque la mayor parte de los investigadores accede al Parque Nacional por el Control de la RBD, no se incluyen los que acceden a través de las otras entradas como Manecorro, Empalizada o La Plancha (puntos que son controlados por el Parque Nacional). En cualquier caso la información es suficiente para los análisis comparativos con años anteriores.

Se estimó que, a lo largo del año 2007, accedió al Parque Nacional un promedio de 14,5 investigadores/ayudantes por día, valor algo superior al calculado para el año 2006 (11 investigadores/ayudantes). A lo largo del año se observa un pico muy pronunciado en el número de investigadores en marzo, y un mínimo en los meses de septiembre y octubre (figura 6). Aunque se observa un aumento en el número de investigaciones realizadas en el Parque Nacional a lo largo de los últimos años (figura 7), no ocurre lo mismo con el promedio diario de investigadores, que se sitúa por debajo de los valores observados en 1999 y 2000.

Atendiendo a la distribución espacial de los proyectos/prospecciones en el Parque (fig. 8), hay que destacar que el área más utilizada ha sido la Reserva Biológica y las áreas menos utilizadas el Abalario, la finca de Vetalapalma y las Salinas de Sanlúcar.

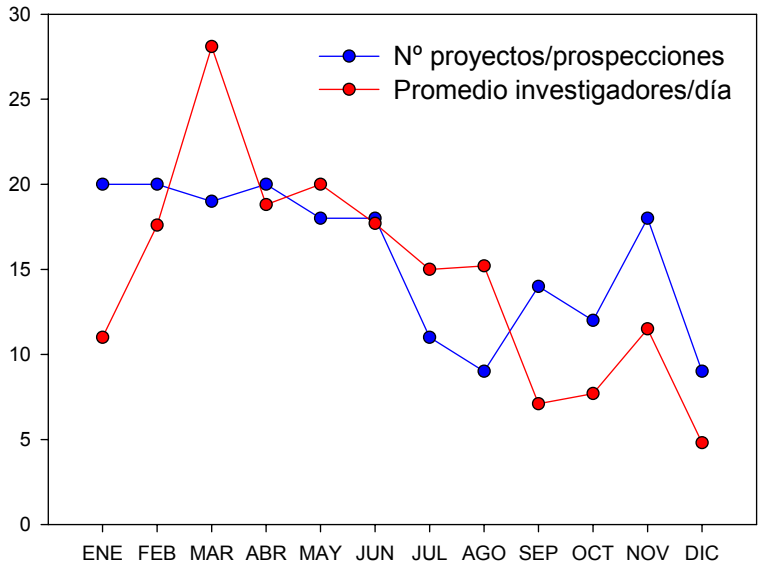


Figura 6. Presencia científica en el Parque Nacional de Doñana durante el año 2007. La información utilizada proviene de la base de datos de "Permisos" de la EBD, donde sólo quedan registradas las entradas a través del Control de la RBD. (En estos cálculos no se incluye al personal adscrito al Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD).

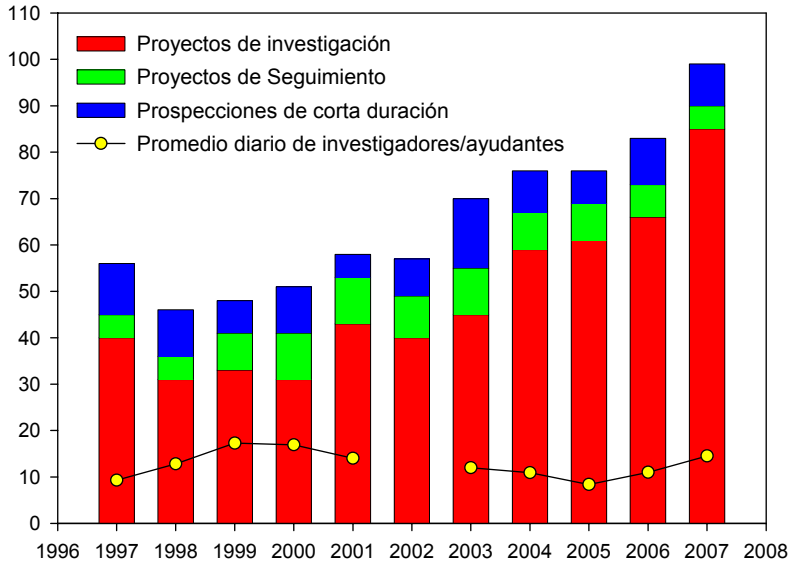


Figura 7. Evolución del número de proyectos de investigación, seguimiento, prospecciones, y promedio de investigadores a lo largo de los últimos años.

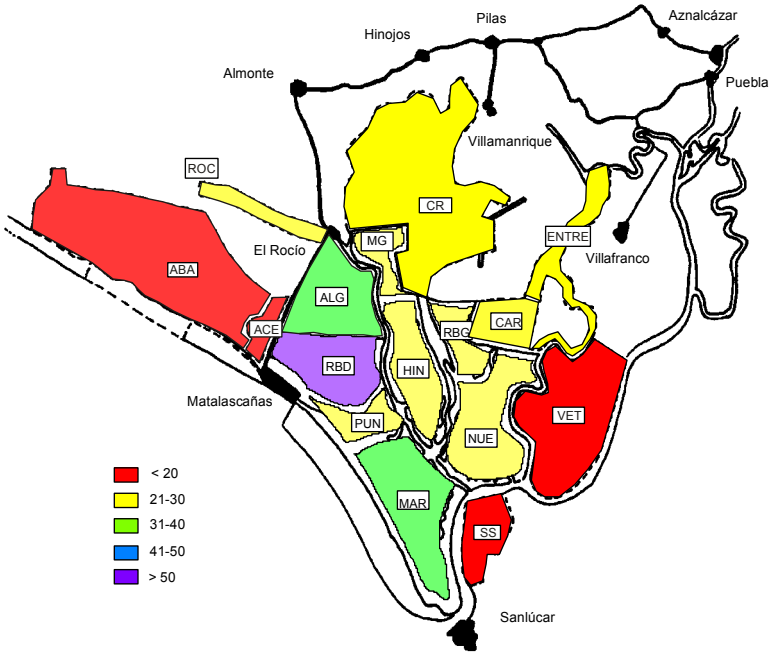


Figura 8. Número de proyectos/prospecciones realizados por área en el año 2007. ALG= Algaida y Sotos; RBD= Reserva Biológica de Doñana; PUN= Puntal; MAR= Marismillas; MG= Matasgordas; HIN= Hinojos; RBG= Reserva Biológica de Guadiamar; CAR: Caracoles; NUE= Nuevas y Matochal; ABA= Abalario; ROC= Rocina; CR= Coto del Rey; ENTRE= Entremuros; VT= Vetalapalma; SS= Salinas de Sanlúcar.

2. Lista de proyectos y prospecciones

En el Anexo 1 se proporcionan los resultados aportados por los investigadores de los proyectos y prospecciones que a continuación se relacionan:

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, Sevilla.

28/2003 (proyecto de investigación) "Estudio de la recuperación de la flora y vegetación naturales en zonas alteradas o modificadas del Parque Nacional de Doñana y su Entorno". García Murillo, Pablo. Universidad de Sevilla.

1/2004 (proyecto de investigación) "Impacto del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) en el Parque Nacional de Doñana: efectos sobre las comunidades de productores primarios y capacidad de transferencia hacia niveles superiores de las cadenas tróficas". Montes del Olmo, Carlos. Universidad Autónoma de Madrid.

3/2004 (proyecto de investigación) "Ecología del morito *Plegadis falcinellus* en Doñana: implicaciones para la conservación y gestión del Parque Nacional y su entorno". Green, Andy J. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

8/2004 (proyecto de investigación) "Efectos indirectos de la introducción del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) en la comunidad de vertebrados del Parque Nacional de Doñana". Donázar Sancho, Jose Antonio. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

9/2004 (proyecto de investigación) "Seguimiento de la repercusión de obras del Proyecto Doñana 2005 sobre las comunidades de insectos acuáticos: estudio preliminar". Ferreras Romero, Manuel. Universidad Pablo de Olavide.

11/2004 (proyecto de investigación) "Ecología de restauración de la vegetación en la finca de Caracoles, integrada en un marco de gestión adaptativa. Dinámica de la vegetación acuática y terrestre. (Actuación nº 6 del Proyecto Doñana 2005)". Castellanos Verdugo, Eloy M. Universidad de Huelva.

16/2004 (proyecto de investigación) "Desarrollo de herramientas basadas en los desequilibrios de radionúclidos naturales para la caracterización hidrogeológica de acuíferos detríticos: aplicación al acuífero Almonte-Marismas (Huelva)". Bolívar Raya, Juan Pedro. Universidad de Huelva.

21/2004 (proyecto de investigación) "Restauración de nidificación de tortugas marinas en el litoral andaluz". Marco Llorente, Adolfo. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

23/2004 (proyecto de investigación) "Evaluación de un programa de recuperación para el lince ibérico: efectos de la alimentación suplementaria sobre el individuo, la población y otras especies de la comunidad animal". Palomares Fernández, Francisco. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

25/2004 (proyecto de investigación) "Caracterización molecular de la diversidad específica y funcional de las Acidobacterias como un grupo bacteriano desconocido y altamente significativo en ambientes acuáticos". González Grau, Juan. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC.

26/2004 (proyecto de investigación) "Biogeoquímica de isótopos estables (D/H, $^{18}O/^{16}O$, $^{13}C/^{12}C$, $^{15}N/^{14}N$, $^{34}S/^{32}S$) en el P.N. de Doñana". Delgado Huertas, Antonio. Estación Experimental del Zaidín , CSIC.

29/2004 (proyecto de investigación) "Dispersión de semillas por mamíferos en Doñana: beneficios del mutualismo y consecuencias para la conservación del Parque Nacional". Fedriani Laffitte, Jose María. Estación Biológica de Doñana.

33/2004 (proyecto de investigación) "Conservación de especies de plantas amenazadas de Doñana". Talavera Lozano, Salvador / Casimiro-Soriguer Camacho, Ramón. Universidad de Sevilla .

34/2004 (proyecto de investigación) "Biología de la reproducción en la subfamilia Caryophylloidea". Herrera Maliani, Francisco Javier / Balao Robles, Francisco Javier. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla.

35/2004 (proyecto de investigación) "Las aves acuáticas de Doñana y el cultivo del arroz: la interacción entre la agricultura y la conservación de las zonas húmedas". Figuerola Borras, Jordi . Estación Biológica de Doñana.

39/2004 (proyecto de investigación) "Diseño de un sistema de información integrada para uso científico, gestión y difusión medioambiental en el Parque Nacional de Doñana". Calderón Rubiales, Juan. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

1/2005 (proyecto de investigación) "Cartografía y evaluación de la vegetación y flora a escala de detalle 1:10.000 de los ecosistemas forestales de la provincia de Huelva". Hidalgo Fernández, Pablo. Universidad de Huelva.

2/2005 (proyecto de investigación) "Evaluación de la transformación del matorral del Parque Nacional de Doñana como medida de gestión y su impacto sobre la comunidad

de micromamíferos". Moreno Garrido, Sacramento. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

3/2005 (proyecto de investigación) "Estudio de la hidrodinámica de la marisma de Doñana". Dolz Ripollés, José. Universidad Politécnica de Cataluña.

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.

6/2005 (proyecto de investigación) "Estudio no invasivo de la exposición al plomo en el Águila imperial ibérica y otras aves rapaces sensibles en la red de parques nacionales". Jiménez Luque, Begoña. Instituto de Química Orgánica General, CSIC.

8/2005 (proyecto de investigación) "Seguimiento científico de la reintroducción del águila imperial en la provincia de Cádiz". Ferrer Baena, Miguel. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

12/2005 (proyecto de investigación) "Plan de seguimiento del impacto de las actuaciones 1 y 3 del programa Doñana 2005 sobre la relación acuífero-arroyos y acuífero-cubetas". Manzano Arellano, Marisol. Universidad Politécnica de Cartagena.

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, Andy J. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

15/2005 (proyecto de investigación) "Modelos de funcionamiento de las comunidades pelágicas en ecosistemas singulares de alta montaña (Parque Nacional de Sierra Nevada): una herramienta para la conservación (Subproyecto B)". Conde Porcuna, José María. Instituto del Agua (Universidad de Granada).

17/2005 (prospección) "Contrastación preliminar de la hipótesis Wickboldt-Kühne". Celestino Pérez, Sebastián. Instituto de Arqueología de Mérida, CSIC.

18/2005 (proyecto de investigación) "Causas complejas del declive global de los anfibios: interacción entre radiación ultravioleta, nitrógeno reactivo y hongos patógenos. Subproyecto: Parque Nacional de Doñana". Marco Llorente, Adolfo. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

21/2005 (proyecto de investigación) "La gripe aviar en las aves acuáticas de Doñana". Figuerola Borras, Jordi . Estación Biológica de Doñana, CSIC.

22/2005 (proyecto de investigación) "Proyecto para la prospección de torillo andaluz (*Turnix sylvatica*, Desf. 1787) en el Parque Natural de Doñana y su entorno". Gutiérrez Expósito, Carlos . EGMASA.

23/2005 (proyecto de investigación) "Patrones espaciales y temporales de la vegetación de las dunas móviles de Doñana". Muñoz Reinoso, José Carlos. Universidad de Sevilla.

1/2006 (proyecto de investigación) "Estudio y control del helecho acuático invasor *Azolla filiculoides* en los humedales del Parque Nacional de Doñana". Cirujano Bracamonte, Santos. Real Jardín Botánico de Madrid, CSIC.

2/2006 (proyecto de investigación) "Facilitación e inhibición entre especies autóctonas e invasoras. Reparto de recursos en comunidades vegetales dunares". Zunzunegui González, Maria. 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.

6/2006 (proyecto de investigación) "Estudio epidemiológico de micobacteriosis en el Parque Nacional de Doñana". Negro Balmaseda, Juan José. Estación Biológica de Doñana.

9/2006 (proyecto de investigación) "Análisis de riesgos geomorfológicos y evaluación de procesos de erosión en la cuenca del Arroyo del Partido". Borja Barrera, Francisco. Departamento de Historia II.

11/2006 (proyecto de investigación) "¿Existe competencia intraespecífica por el alimento en el flamenco común (*Phoenicopterus ruber*) durante la temporada de cría?". Aguilar Amat Fernández, Juan . Estación Biológica de Doñana.

13/2006 (proyecto de investigación) "Evaluación de los ecosistemas de la marisma de Doñana en el marco de proyecto Doñana 2005". Montes del Olmo, Carlos. Universidad Autónoma de Madrid.

14/2006 (proyecto de investigación) "Seguimiento genético de las poblaciones de águila imperial ibérica en Andalucía". Negro Balmaseda, Juan José. Estación Biológica 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". Luceño Garcés, Modesto . Universidad Pablo de Olavide.

17/2006 (proyecto de investigación) "Recolección representativa de poblaciones de ciperáceas en los Parques Nacional y Natural de Doñana para revisión taxonómica en el contexto de la obra Flora Iberica". Luceño Garcés, Modesto. Universidad Pablo de Olavide.

19/2006 (proyecto de investigación) "Estudio de la exposición al plomo y otros metales pesados del ánsar común y otras aves acuáticas en Doñana". Green, Andy J. Estación Biológica de Doñana.

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 Mª. 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.

24/2006 (proyecto de investigación) "Adaptaciones de anuros al cambio climático. Estudio comparativo de poblaciones en extremos térmicos". Márquez Martínez de Orense, Rafael Ignacio. Museo Nacional de Ciencias Naturales.

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 linces 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.

27/2006 (prospección) "Prospección de branquiópodos (crustacea) en as lagunas de la Reserva Biológica de Doñana". Quintana i Pou, Xavier . Universidad de Girona.

28/2006 (proyecto de investigación) "Estudio de la funcionalidad del pico- y nanoplancton a lo largo del gradiente trófico y de salinidad en lagunas costeras mediterráneas". Quintana i Pou, Xavier . Universidad de Girona.

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.

2/2007 (prospección) "Estudio de *Allium chamaemoly* (Liliaceae)". Aedo Pérez, Carlos. Real Jardín Botánico, 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. Estacion Experimental del Zaidin, CSIC.

5/2007 (prospección) "Prospección de colonias de la hormiga *Aphaenogaster senilis*". Cerdá Sureda, Xim. Estación Biológica de Doñana.

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

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.

8/2007 (prospección) "Morphological variation of ephippia in *Daphnia*". Petrusek, Adam. Charles University (República Checa).

9/2007 (prospección) "Genetic study of saltmars ground beetles of the Coto Doñana". Desender, Konjev. Royal Belgian Institute of Natural Sciences (Bélgica).

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". Figuerola Borras, Jordi . Estación Biológica de Doñana, CSIC.

11/2007 (proyecto de investigación) "Implicaciones coevolutivas de las defensas de las urracas frente al parasitismo del crílo: Un estudio a nivel genético (Coevolutionary implications of magpie defences against cuckoo brood parasitism: A study at the genetic level)". Martín Gálvez, David . Universidad de Sheffield (Reino Unido).

12/2007 (proyecto de investigación) "Biodisponibilidad de tensioactivos en sedimentos marinos y de estuarios (Bioavailability of Surfactants on Marine and Estuarine Sediments)". Rico Rico, Ángeles. Universidad de Utrecht (Holanda).

13/2007 (proyecto de investigación) "Comparación de los aspectos ecológicos de la poblaciones del este y españolas de águila imperial (Comparison the ecological aspects of eastern and Spanish imperial eagle populations)". Horvath, Marton. MME BirdLife Hungary (Hungría).

14/2007 (proyecto de investigación) "La importancia de la diversidad genética y de evolución en meta-comunidades (The importance of genetic diversity and evolution in metacommunities)". Rousseaux, Sarah. Universidad Catolica de Lovaina (Bélgica).

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, Miguel A.. Universidad de Oporto (Portugal).

17/2007 (proyecto de investigación) "Evaluación experimental de la existencia de efectos de prioridad en la vegetación sumergida de las marismas de Doñana (Priority effects in the submerged vegetation of the Doñana marshes: an experimental test)". Santamaría Galdón, Luis Enrique. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, CSIC.

18/2007 (proyecto de investigación) "Estudio biogeoquímico para la evaluación del impacto de la desecación sobre las lagunas temporales de Doñana (Biochemical tools for the assesment of desiccation impact on Doñana temporary ponds)". Roelofs, Jan G.M. Radboud University Nijmegen (Holanda).

19/2007 (proyecto de investigación) "Parásitos tremátodos que infectan los camarones, Palaemonetes varians, en Veta la Palma (Trematode parasites infecting the shrimp Palaemonetes varians in Veta la Palma, Doñana Natural Park)". Ponton, Fleur. IRD, Montpellier (Francia).

20/2007 (proyecto de investigación) "Test de campo de un prototipo de micro GPRS+GSM receptor-transmisor para registrar los movimientos espaciales y el comportamiento animal (Field test of a prototype of a micro GPRS+GSM receiver-transmitter device to record spatial movements and animal behaviour)". Pérez-Barbería, Francisco Javier. Macaulay Institute (Aberdeen , Escocia, Reino Unido).

21/2007 (proyecto de investigación) "Desarrollo y puesta a punto de un prototipo de adquisición de datos meteorológicos y biológicos de campo: Aplicación de la red WIFI de la RBD [Development of a prototype for field (meteorological and biological) data collection: Implementation using the ongoing WIFI network of Doñana Biological Reserve]". Márquez Martínez de Orense, Rafael Ignacio. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC.

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.

23/2007 (proyecto de investigación) "El papel de las carroñas en los ecosistemas de Doñana: estructura del gremio de los carroñeros e implicaciones en la conservación (The role of carrion resources in Doñana ecosystems: structure of the scavenger guild and implications for conservation)". Selva Fernández, Nuria. Institute of Nature Conservation (Polonia).

24/2007 (proyecto de investigación) "Producción planctónica en las aguas someras de Doñana (Planktonic production in Doñana shallow waterbodies)". Quintana i Pou, Xavier . Universidad de Girona.

25/2007 (proyecto de investigación) “Doñana 2005: cuando la sequía superó el límite de WUE (Doñana 2005: when the drought surpassed limits of WUE)”. Delgado Huertas, Antonio. Estación Experimental del Zaidín, CSIC.

26/2007 (proyecto de investigación) “Explorando un biosensor avanzado para medir la calidad del agua in situ en la RBD (Exploring and advanced biosensor for in situ water quality measurements based on specific recognition elements and integrated multifactorial reading-futurse in RBD)”. López Rodas, Victoria. Universidad Complutense 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.

29/2007 (proyecto de investigación) “Mecanismos de invasión en ecosistemas costeros”. Muñoz Reinoso, José Carlos . Universidad de Sevilla.

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.

31/2007 (proyecto de investigación) “Prospección del estado ecológico del complejo lagunar Santa Olalla-Dulce-Las Pajas y los principales arroyos que vierten a Doñana”. Prenda Marín, José. Universidad de Huelva.

33/2007 (proyecto de investigación) “La interfase entre el carbono orgánico disuelto y el particulado en ecosistemas lacustres: implicaciones para las redes tróficas y el ciclo del Carbono”. Reche Cañabate, Isabel. Universidad de Granada.

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.

36/2007 (proyecto de investigación) “Estudio para la detección de hongos quitridios (*Batrachochytrium dendrobatidis*) en las poblaciones de anfibios de Doñana”. Hidalgo Vila, Judith . Institute of Zoology. Zoological Society of London (Inglaterra).

37/2007 (proyecto de investigación) “Caracterización hidrológica de los humedales de Doñana, estudio de las afecciones antrópicas y previsión de impactos del cambio global mediante técnicas químicas, isotópicas e hidrodinámicas”. Higueras García, Horacio Luis. Universidad Politécnica de Cartagena.

38/2007 (proyecto de investigación) “Efecto de los episodios de sequía en la dinámica de sabinares y matorrales”. Lloret Maya, Francisco. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals CREAF, Universitat Autònoma Barcelona.

39/2007 (proyecto de investigación) "Biosensores microalgales y sensores químicos avanzados sobre fibra óptica para monitorización in situ de la calidad del agua en la RBD (Advanced microalgal fiber-optic biosensors and chemical sensors for in situ water quality monitoring in the DBR)". Orellana Moraleda, Guillermo. Universidad Complutense de Madrid.

45/2007 (proyecto de investigación) "Estimación económica de los valores no de mercado asociados al uso y a la existencia de la Reserva Biológica de Doñana, bajo el prisma de la Directiva Marco de Agua y la Directiva de Responsabilidad Ambiental". Martín Ortega, Julia. Universidad de Córdoba.

46/2007 (prospección) "Modelación estratigráfica y sedimentológica de los depósitos Plio-Cuaternarios del área de Doñana y su entorno (Bajo Guadalquivir)". Mediavilla Laso, Carlos. Instituto Geológico y Minero de España.

47/2007 (prospección) "Seguimiento de la contaminación del Guadalquivir". Blasco Moreno, Julian. Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC).

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 marismeñas y del rio Guadalquivir". Bustamante Díaz, Javier Mª. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

49/2007 (prospección) "Mejora del modelo matemático del acuífero Almonte-Marismas como apoyo a la gestión de los recursos hídricos. Estimación de la recarga , modelo estocástico y actualización". Guardiola-Albert, Carolina . Instituto Geológico y Minero de España.

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).

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:

Durante el presente año el Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales (ESPN) ha continuado realizando los seguimientos incluidos en el Programa de Seguimiento del Parque Nacional de Doñana, ampliados a todo el Espacio Natural Doñana.

En junio de 2007 se entregó la memoria final del Convenio de Colaboración con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, en el que se exponían los resultados obtenidos durante el año hidrológico 2005-2006, resultados que están disponibles, así mismo, en la página web de la Estación Biológica de Doñana.

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 entregó en marzo de 2007, la memoria correspondiente al año 2005-2006.

Dentro del Contrato de Servicios con Egmasa, para la "Realización de Censos de Aves Acuáticas en la comarca de Doñana", firmado en agosto de 2006, 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.

Adicionalmente, se han digitalizado unos 10.000 anillamientos de metal antiguos realizados por la Estación Biológica de Doñana, que se han entregado a la SEO, dentro del Plan del Ministerio de Medio Ambiente de informatización de todos los Anillamientos de Aves realizados en España.

La oficina de Anillamiento, como parte del Convenio suscrito con el Ministerio de Medio Ambiente, para llevar la Coordinación del Anillamiento con marcas especiales, ha acometido la actualización y depuración de sus bases de datos, mejorando el sistema

de consulta de la misma. El informe general de resultados se entregará en diciembre de 2007.

Por primera vez, se ha puesto en marcha 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. Bajo la dirección del Dr. Eduardo Costas y en colaboración con el END, se ha implementado un protocolo de recogida y análisis de muestras de agua y animales muertos, una serie de niveles de alerta, cada uno de los cuales lleva anexo una batería de medidas de gestión a tomar, así como las vías de comunicación rápida que permitan la implementación inmediata de las actuaciones a realizar.

Durante 2007, se ha participado activamente en tres reuniones internacionales de la red AlterNet, tomándose entre otras decisiones la de que Doñana sea el primer sitio LTER español que se incorpora a la Red, lo que implica entrar en las redes europeas de sitios dónde se realiza investigación y seguimiento de larga duración.

Se continúa con los trabajos de los proyectos incluidos en esta red: "A proposal for building network of sites to assess the linkages between biodiversity and the Common Agricultural Policy" y "Linking socio-economic drivers, pressures and impacts: Development and application of a quantitative model of biodiversity change at three LTSER sites".

Integración con el proyecto de seguimiento automatizado que se lleva a cabo en Doñana bajo la dirección del Dr. Ramón C. Soriguer. 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.

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.
- "Identificación de factores de riesgo y caracterización de arbovirosis y robovirosis en España. Red Evitar". (Inv. responsable: Ramón Soriguer). Nuestra colaboración ha consistido en la recogida de muestras semanales de mosquitos 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.

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:

Las precipitaciones recogidas a lo largo del ciclo 2006/2007 han sido superiores a 700 mm por lo que puede considerarse un ciclo húmedo. Si bien el total no ha sido tan alto como en otros años lluviosos, la lluvia comenzó de forma intensa ya que, en octubre 2006, llovió el doble que la media registrada durante ese mes en el conjunto de ciclos húmedos. Las lagunas que permanecían secas desde ciclo anterior (Las Verdes, Taraje y Zahíllo) se inundaron en noviembre 2006, pero Charco del Toro y Brezo no llegaron a registrar agua en superficie en todo el ciclo 2006/07 excepto por algunos charcos efímeros en la primera situados en la periferia de la cubeta más profunda.

Durante el ciclo 2006/07 se ha producido un gran contraste en la duración del hidroperiodo entre las lagunas más próximas a Matalascañas y el resto de lagunas peridunares estudiadas. En las lagunas de Santa Olalla y Dulce, el hidroperiodo ha sido de 12 meses y, en Las Verdes y Taraje, de 11 meses. Sin embargo, el hidoperiodo ha sido de 8 meses en la laguna del Zahíllo y de 0 meses en el Charco del Toro y Brezo. Este contraste tan acusado podría deberse a la influencia del pasado período seco (ciclos 2004/05 y 2005/06) ya que, antes de las lluvias otoñales de 2006, el nivel freático bajo las lagunas de Charco del Toro y Brezo se encontraba a 1,4 y 1,5 m de profundidad, respectivamente, mientras que en las demás lagunas, el freático se encontraba a una profundidad de 0,9 m (Zahíllo), 0,7 m (Taraje) y 0,3m (Las Verdes).

Por otra parte, las poblaciones de tarajes que comenzaron a invadir el centro de la cubeta de la laguna de Taraje durante el ciclo seco 2004/05, así como las orillas de Dulce y Santa Olalla en el verano de 2005, han sobrevivido durante el presente ciclo. Es probable que estos rápidos cambios de la cobertura vegetal contribuyan a mermar el hidroperiodo de estas lagunas próximamente. Este efecto podría ser contrarrestado por una pronta actuación deliberada para eliminar los ejemplares jóvenes en las cubetas de las lagunas o por una inundación excepcionalmente extensa y prolongada.

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, Abalario, Coto del Rey, Veta la Palma, Salinas de Sanlucar, Caracoles y Entremuros

RESULTADOS:

Durante el año 2007 se han venido controlando los piezómetros indicativos del nivel de las aguas subterráneas del acuífero Almonte-Marismas sobre el que se asienta el Espacio Natural de Doñana. Esta información, junto con la pluviometría, permiten elaborar unos informes del estado del acuífero. Se adjunta un informe pormenorizado, así como los datos observados (ver anexo 5).

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: Organismo Autónomo de Parques Nacionales, MIMAM
CANTIDAD: 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 precipitaciones (714 mm) recogidos en el año agrícola 2006-2007 han venido a paliar la situación de estrés y deficiencia de biomasa herbácea aérea ya deficitarias desde el otoño del 2004. Este año, la marisma ha sufrido una inundación gradual con una excelente calidad del agua que ha facilitado el crecimiento de macrófitos y helofitos. El crecimiento de estos últimos, si bien ha sido bueno (superando los 90 cm de media), ha sido inferior, en la mayor parte del Parque a la demanda ganadera y en consecuencia no ha llegado a acumularse biomasa de forma significativa salvo en ciertas zonas. En ausencia de herbívoros (cercados) , si ha sido posible detectar este crecimiento, que ha sido de mucha mayor cuantía y densidad de pies de plantas que en los dos años anteriores.

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 mas bajas de la marisma (lucios y caños) han permanecido inundadas hasta finales de primavera y principios de verano lo que ha facilitado un cierto crecimiento de halófitos durante la primera parte del verano.

Las tempranas lluvias de otoño ha facilitado una transición suave hacia el invierno del 2007.

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 y 2007), una disminución alarmante de la altura 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) mas territorio → mayor daño. Esta finca, con la carga ganadera actual (numero 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 daños a las colonias naturales es elevadísimo y se recomienda una particular vigilancia.

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 y la cabaña ganadera y las poblaciones de ungulados silvestres muestran también una preocupante índice de condición. Esta situación es muy marcada en la zona norte. Las zonas que han estado mas protegidas, y por lo tanto estaban mas 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 sobrepastoreadas, p. ej. Veta la Arena, ha continuado a niveles realmente insoportables. Durante el 2006 y 2007 esta situación se ha mantenido, a pesar del sustancial incremento en la disponibilidad de biomasa aérea herbácea.

Por último, fincas que han estado tradicionalmente pastoreadas por un número estable de cabezas de ganado de propiedad pública (Reserva de Guadiamar) como consecuencia de la reestructuración de las vallas y el deteriorado estado de conservación de las mismas, fueron invadidas en 2006 y 2007 y están siendo pastoreadas por un número irregular y elevado de ganado. Afortunadamente el reestablecimiento de las vallas y de la gestión ganadera ha permitido que volver a una situación mas 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, Sevilla
ENTIDAD FINANCIADORA: Grupo de Investigación RNM-140 del PAI (Junta de Andalucía)
CANTIDAD: 80 €
DURACIÓN: desde 2003
ÁREA DE ESTUDIO: Corral Largo

RESULTADOS:

Realización de muestreo correspondiente al año 2007 de la población de *Pinus pinea* del Corral Largo en el mes de abril.

En el año 2008 se realizarán los últimos muestreos del seguimiento de la población de *Pinus pinea* del Corral Largo, para completar una serie de 30 años de toma de datos.

28/2003 (proyecto de investigación) **Estudio de la recuperación de la flora y vegetación naturales en zonas alteradas o modificadas del Parque Nacional de Doñana y su Entorno**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: García Murillo, Pablo
Universidad de Sevilla
ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (Ministerio de Medio Ambiente)
CANTIDAD: 227.424 €
DURACIÓN: 2003-2005, prorrogado hasta 2006 prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Marisma Gallega, Caño del Guadiamar, Caño Travieso, Brazo de la Torre y Entremuros

RESULTADOS:

Durante el año 2007 los trabajos realizados se dirigieron a contrastar las cartografías de vegetación realizadas de las zonas de actuación del Proyecto Doñana 2005: 4 (marisma Gallega), 6 (Brazo de la Torre-Entremuros) y 8 (Marisma Salada). Asimismo se realizaron prospecciones y transectos con objeto de completar los datos de flora y vegetación obtenidos en años anteriores. Se realizó, finalmente, una cartografía de la marisma gallega (Zona de actuación nº 8) a partir del vuelo de 2004 a escala de digitalización 1: 2500.

1/2004 (proyecto de investigación) **Impacto del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) en el Parque Nacional de Doñana: efectos sobre las comunidades de productores primarios y capacidad de transferencia hacia niveles superiores de las cadenas tróficas**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Montes del Olmo, Carlos
Universidad Autónoma de Madrid
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente (Ayudas para la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales)
CANTIDAD: 41.250 €
DURACIÓN: 2004-2006, prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Marismas del Parque Nacional, Charco de la Boca, y Manecorro. Además los limnocorrales se quieren instalar en la esquina de la reserva frente al Caño de las Gangas, 500 metros al norte del lucio de Martinazo.

RESULTADOS:

A continuación se exponen los objetivos planteados en el proyecto durante 2007 así como un resumen de las metodologías empleadas para abordarlos y, los principales resultados obtenidos.

Objetivos

Objetivo 1: Realizar el seguimiento de las variables limnológicas y de las poblaciones de cangrejo en las estaciones escogidas en la marisma dulce durante el ciclo de inundación 2006-2007.

En la primavera-verano de 2007 se realizaron 4 campañas de campo. Las 2 primeras realizadas en marzo y abril se centraron en realizar el experimento en los corrales en el lucio de Martinazo. Las 2 siguientes fueron realizadas en mayo (Caño de Martinazo y Manecorro) y junio (Manecorro) como seguimiento de las estaciones que se habían venido muestreando durante el periodo del proyecto 2004-2006.

Objetivo 2: Evaluación del impacto del cangrejo americano en las praderas de macrótitos sumergidos.

El ciclo hidrológico de 2006-2007 permitió que la marisma permaneciese inundada desde octubre de 2006 a junio de 2007, por lo que por fin fue posible llevar a cabo el experimento de campo planteado en el proyecto durante los meses de marzo y abril. Antes de su realización se revisaron y repararon los corrales (Foto 1), y se procedió a la pesca de cangrejos en el lucio de Martinazo hasta conseguir un número suficiente de individuos para comenzar el experimento.

El experimento consta de 3 tratamientos o niveles de presencia de cangrejo (3 densidades distintas de cangrejo):

1. Control (ausencia)
2. Densidades bajas (1 individuo por m^2)
3. Densidades altas (3 individuos por m^2)

Una vez puesto a punto todo el material necesario, se midieron en el lucio de Martinazo y en cada corral las variables respuesta del experimento (en agua, nutrientes (PO_4^{3-}, P_{total}, µg/l), clorofila$_a$ (µg/l); en sedimento (P_{total} y contenido en materia orgánica, %) y cobertura y riqueza de macrófitos, además de las variables de estado tales como profundidad (cm), conductividad (µS/cm), oxígeno (mg/l, % saturación), pH, turbiedad (FTU) y Tª (ºC). Posteriormente se procedió a la adición de cangrejos en los corrales según los niveles de tratamiento de la densidad de cangrejos asignados a cada corral en el experimento (3 corrales controles, d=0; 3 de "densidad media", d=1 cangrejo/m^2, y 3 de "densidad alta", d=3 cangrejos/m^2).

La duración del experimento fue de 3 semanas y una vez transcurrido ese tiempo, en abril, se volvieron a medir las variables y a retirar los cangrejos (Foto 2).

Foto 1. Reparación de los corrales en el lucio de Martinazo, en marzo de 2007

Foto 2. Retirada y medición de los cangrejos de los corrales en abril de 2007

Objetivo 3: Determinar si el cangrejo rojo americano consume *Azolla filiculoides*

En el laboratorio, se realizó un único tratamiento, en el que se ofreció de manera individualizada, *Azolla filiculloides*, a tres cangrejos diferentes de los del experimento anterior. Éstos fueron aislados en acuarios individualizados, medidos, pesados y sexados. Se les dejó en un periodo de ayuno de 48 horas tras el cual se les suministró la cantidad de 4 g/cangrejo de *Azolla filiculloides*. Al tratarse de un experimento para saber si el cangrejo rojo americano consume este helecho invasor se les dejó durante un periodo de tres días alimentándose sólo a base de ese recurso. Transcurrido ese tiempo, se retiró el recurso no consumido.

Objetivo 4: Análisis de las respuestas que exhiben diferentes especies de invertebrados (gasterópodos y quironómidos) en presencia de la especie invasora *Procambarus clarkii* cuando actúa como depredadora sobre ellas.

Se diseñó un experimento en el laboratorio para determinar la existencia de respuestas inducidas en quironómidos por señales químicas de un depredador invasor, *Procambarus clarkii* (Girard). La hipótesis de la que se parte es la existencia de una respuesta, reflejada en un aumento en la complejidad del movimiento, acompañada por una disminución de la distancia recorrida por cada individuo.

El experimento pretende caracterizar el movimiento del organismo-presa en condiciones de presencia/ausencia del depredador (especie invasora) con el objeto de reconocer la aparición de pautas en el comportamiento de aquél que puedan interpretarse como respuestas inducidas ante la presencia de éste. Se trata, por tanto, de un examen de las relaciones señal-respuesta en un sistema depredador-presa. Puesto que en el sistema estudiado se considera que son las señales químicas las más probables candidatas a inducir respuestas reconocibles en las presas, se ha diseñado un sistema experimental basado en el registro en video de las pautas de movimiento de las presas potenciales ante diferentes condiciones experimentales (Figura 1). Estas respuestas se han estimado calculando las diferencias entre la dimensión fractal del movimiento de la presa en presencia y ausencia de señal química. Se ha preferido este método ya que permite trabajar y cuantificar la complejidad del movimiento de respuesta, sin conocer exactamente cuál es éste.

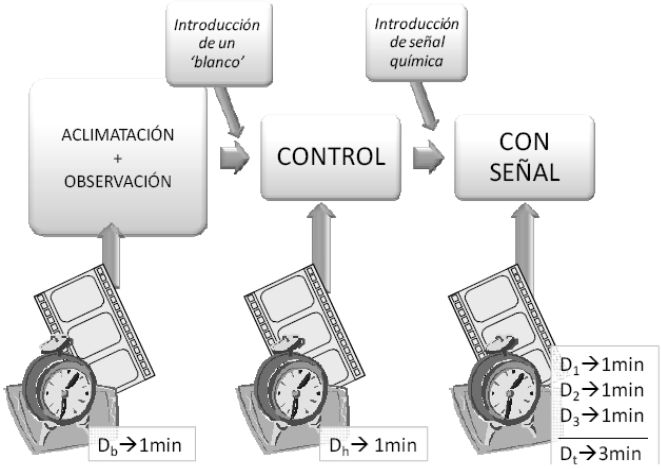


Figura 1. Esquema del procedimiento experimental empleado.

Se han realizado un total de 19 réplicas (cada uno realizado sobre un individuo distinto y compuesto de las fases descritas más abajo) que fueron grabados en vídeo digital con una cámara Canon A-710IS (30 fotogramas/segundo, resolución de 640X480 píxeles). Para poder realizar las grabaciones se construyeron microacuarios de 1.4 ml de capacidad (35x20x2mm).

Resultados

Objetivo 1: Realizar el seguimiento de las variables limnológicas y de las poblaciones de cangrejo en las estaciones escogidas en la marisma dulce durante el ciclo de inundación 2006-2007.

El ciclo de inundación de la marisma comprendido entre octubre de 2006 y junio de 2007 fue muy bueno y permitió que se inundase la marisma durante varios meses consecutivos permitiendo el buen desarrollo de los macrófitos sumergidos y la recuperación de las poblaciones de cangrejo (Figura 2). Los resultados de las variables físico-químicas se medidas se resumen en la Tabla 1, se puede observar como las conductividades en este ciclo de inundación medidos en las mismas estaciones y en las mismas fechas son inferiores respecto al ciclo anterior.

Tabla 1. Resumen de los valores de las variables físico-químicas medidos en las campañas de campo de 2007

Estación	Fecha	Tª aire (ºC)	Tªagua (ºC)	Cond. (µS/cm)	Z (cm)	pH	O_2 (mg/l)	O_2 (%)	Turb. FTU	Chl_aTotal (µg/l)	PO_4^{3-} (µg/l)
Lucio Martinazo	mar-07	-	10	753	26.8	10.05	9.88	80.2	-	5.388	-
Lucio Martinazo	abr-07	16.7	17.4	1409	25.8	8.09	7.5	64.8	2.44	6.85	9
Caño Martinazo	may-07	28.7	27.5	211	36	7.86	8.16	116	-	37.91	317.52
Caño Martinazo	jun-07	-	29.1	182	16	9.40	9.9	123	64.667	13.79	-
Manecorro	may-07	28.2	28.1	720	50	7.42	7.89	104	37.917	-	305.74
Manecorro	jun-07	30	29.7	972	32	8.42	22.6	295	98.333	5.69	-

Ello es debido a que durante el ciclo 2005-2006 el periodo de retención de agua fue más corto y la concentración de las variables químicas ligeramente mayor debido a que durante el ciclo anterior hubo una etapa de sequía que posibilito la concentración y deposición de las sales disueltas, en los sedimentos.

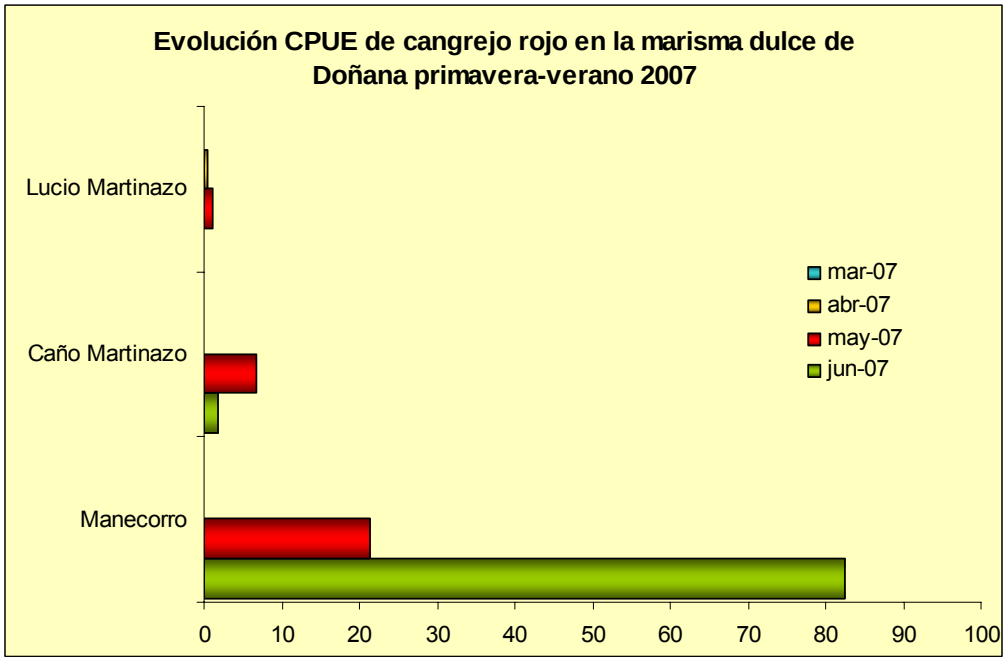


Figura 2. Resumen de las CPUE de los cangrejos capturados en las campañas realizadas en 2007

Los valores de las CPUE medidos en la primavera-verano de 2007 en la marisma dulce en el lucio de Martinazo presentan unos valores similares a los medidos durante el ciclo de inundación anterior, sin embargo en Manecorro muestran unos valores que duplican la densidad encontrada en 2006 (Figura 2).

Se ha escogido el mes de mayo para evaluar el impacto producido por la pesca de cangrejo rojo en el lucio y Caño de Martinazo, ya que es el mes en el que se obtuvieron las máximas capturas de cangrejo rojo en ambas estaciones (Figuras 3 y 4). Llama la atención la alta captura de macroinvertebrados y anfibios (50.6 y 47 %, respectivamente) en el lucio de Martinazo respecto a ciclos anteriores, mientras que disminuyen claramente los peces (1.85 %) y no se captura ningún reptil. (Figura 3). En cambio, en el Caño, de nuevo son los peces los individuos más abundantes (40 %), seguidos por los macroinvertebrados (27 %), anfibios (%) y reptiles (11.2 %) (Figura 4).

Un patrón muy diferente es que presenta la zona de la marisma más cercana a la Rocina, Manecorro, en junio, donde el 78.5 % de las capturas corresponden a peces y el resto a macroinvertebrados (Figura 5).

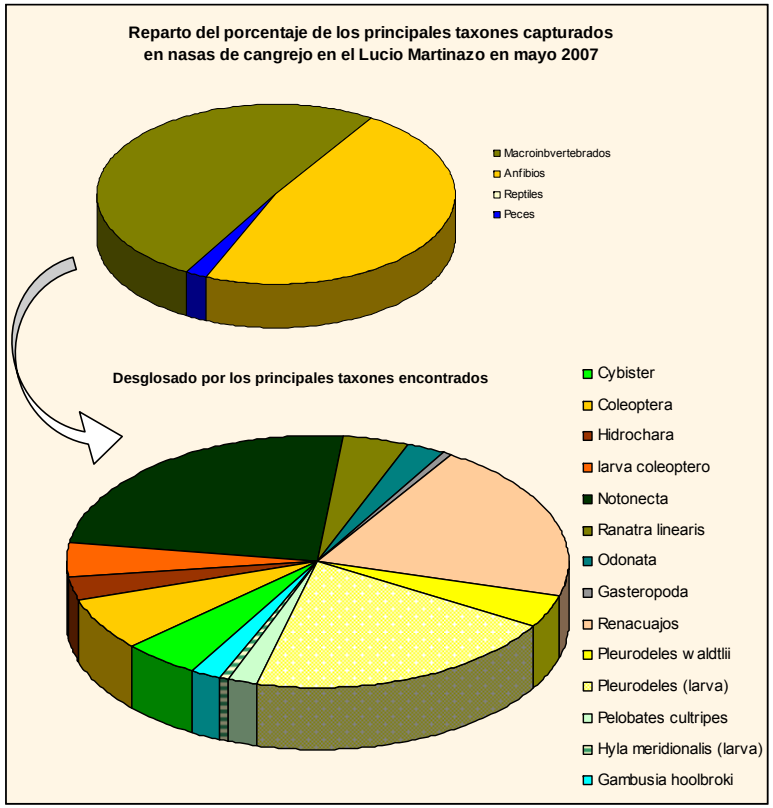


Figura 3. Porcentaje relativo de otros individuos diferentes de cangrejo capturados en las trampas en el Lucio de Martinazo en mayo de 2007

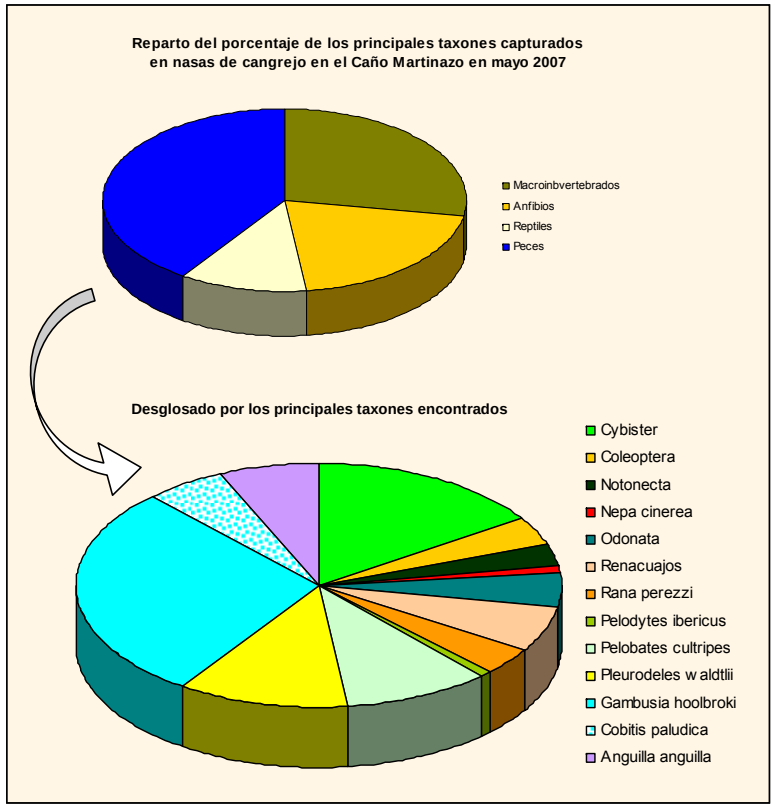


Figura 4. Porcentaje relativo de otros individuos diferentes de cangrejo capturados en las trampas en el Caño de Martinazo en mayo de 2007

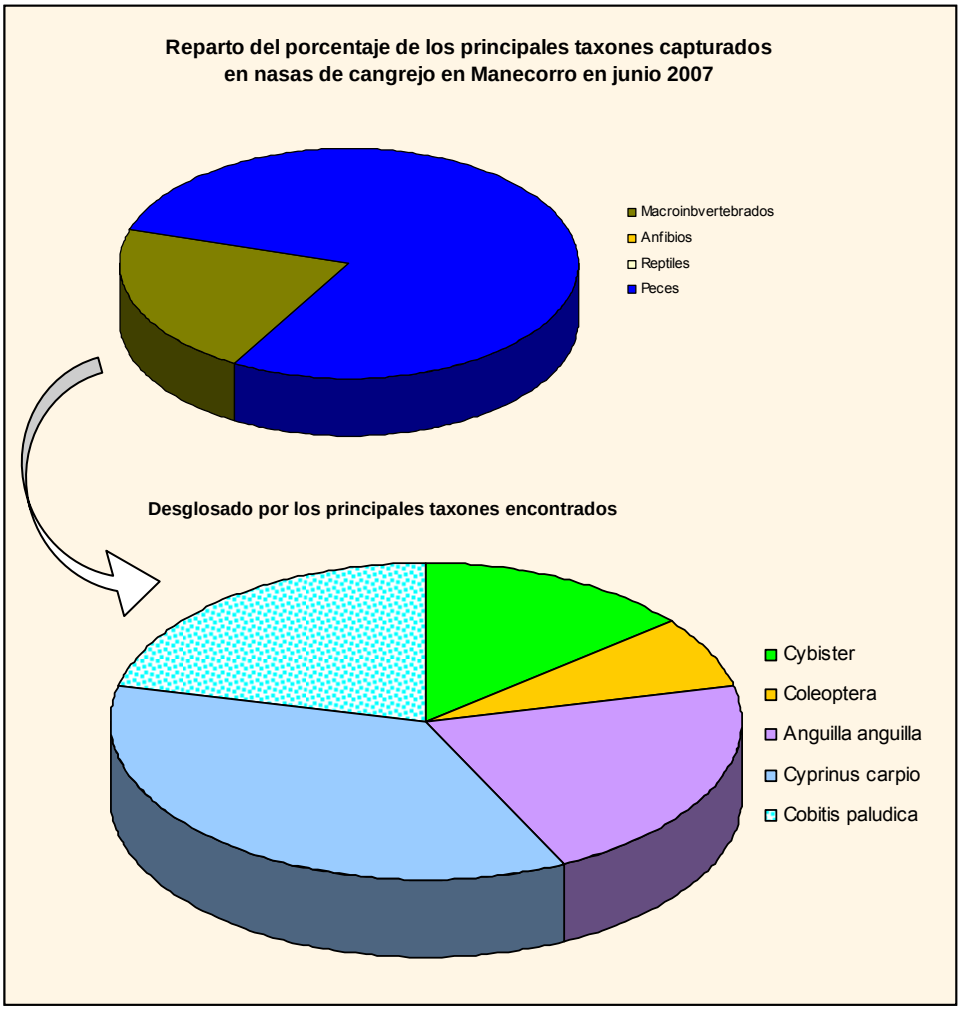


Figura 5. Porcentaje relativo de otros individuos diferentes de cangrejo capturados en las trampas en Manecorro en junio de 2007

Experimentación en campo

Resultados Objetivo 2: Evaluación del impacto del cangrejo americano en las praderas de macrófitos sumergidos.

Entre marzo y abril de 2007 se realizó el experimento de evaluación del impacto de diferentes densidades de cangrejo sobre las praderas de macrófitos sumergidos en los corrales. Parte de la información ha sido procesada pero todavía existen algunos análisis de variables respuesta en el sedimento pendientes de su realización (contenido en fósforo total y materia orgánica). El resto de las variables medidas están terminándose de procesar y depurar adecuadamente para su tratamiento estadístico. No obstante, como resultado preliminar se ha representado en la Figura 6 el cambio de las coberturas de los macrófitos sumergidos al principio y al final del experimento. Aunque todavía hay que pulir los datos (incluir las coberturas de los macrófitos flotantes y de los helófitos) se aprecia una disminución de la cobertura en los tratamientos 1 (densidad de cangrejo media) y 2 (densidad de cangrejo alta) a lo largo del tiempo, siendo un poco más acusada en el tratamiento 2. De todos modos esto son unos resultados preliminares que hay que tomar con cautela hasta que esté finalizado el tratamiento de todos los datos.

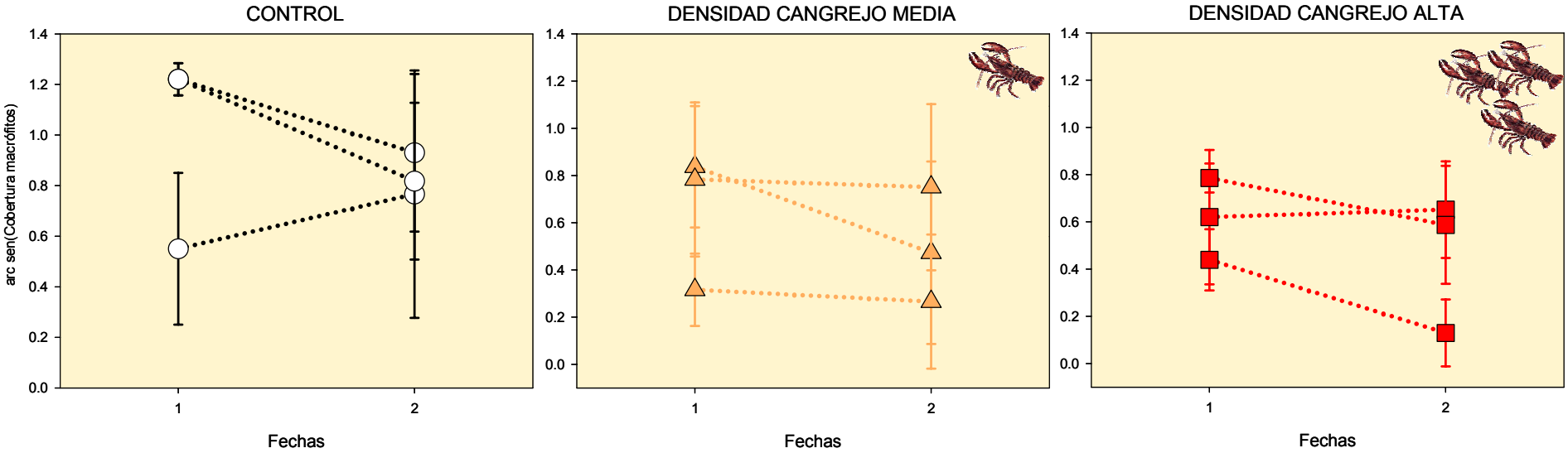


Figura 6. Evolución de la media y desviación estándar de la cobertura de los macrófitos sumergidos de cada corral en el momento del comienzo del experimento (fecha 1) y al cabo de tres semanas después (fecha 2). Obsérvese que aunque el punto de partida de los corrales control presenta un amplio margen de variación en la cobertura, en la fecha 2 de los tratamientos de densidad media y alta de cangrejo se aprecia una tendencia a disminuir dicha cobertura que es ligeramente más acusada en el tratamiento de densidad alta.

Experimentación en laboratorio

Resultados Objetivo 3: Determinar si el cangrejo rojo americano consume *Azolla filiculoides*

El resultado que se obtuvo fue que se demuestra que no existe interacción trófica entre las dos especies exótico invasoras *Procambarus clarkii* y *Azolla filiculloides* -el consumo que hace el cangrejo americano de este helecho es nulo- por lo que anula cualquier expectativa de que este crustáceo, ya instalado firmemente en muchos de nuestros sistemas acuáticos, pueda ejercer ningún control sobre las poblaciones de el helecho invasor, así que sería recomendable orientar los planes de gestión para el control de este helecho invasor en el Parque Nacional de Doñana sin contemplar posibles interacciones tróficas con el cangrejo rojo.

Resultados Objetivo 4: Análisis de las respuestas que exhiben diferentes especies de invertebrados (gasterópodos y quironómidos) en presencia de la especie invasora *Procambarus clarkii* cuando actúa como depredadora sobre ellas.

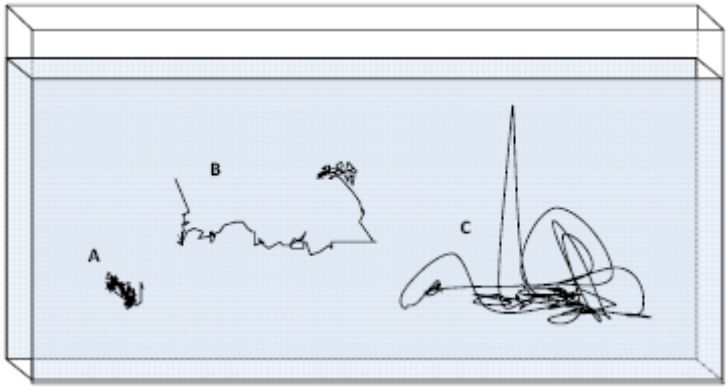


Figura 7. Esquema de las posibles trayectorias de los individuos. A. Mucho movimiento constreñido en una pequeña región. B. Escaso movimiento distribuido en una región amplia. C. Situación intermedia.

La primera conclusión obvia que se obtiene del análisis de los resultados es que no parece existir un patrón de reacción único y coherente de la respuesta individual de los quirónomidos cuando son expuestos a una señal química asociada a la presencia de un depredador (*P. clarkii*). La existencia de dos respuestas diferentes. La primera de ellas consistiría en aumentar la distancia recorrida en presencia de señal de cangrejo, disminuyendo la complejidad del movimiento, y la segunda sería la opuesta, aumentar la complejidad del movimiento disminuyendo la distancia centroide (Figura 7). Este hecho puede explicarse desde diversos puntos de vista, la inexistencia de respuestas, o la existencia de respuestas, que no se han sabido o podido encontrar.

Las experiencias realizadas no permiten asegurar la existencia de patrones en los cambios en la complejidad. Sin embargo, tras la realización de los experimentos y posterior procesado de los vídeos, creemos que existe algún tipo de respuesta. Los resultados no permiten afirmar aquello que la observación hace sospechar. El aumento en la direccionalidad del movimiento que se observa en las situaciones de disminución

de la dimensión fractal hace pensar en un movimiento orientado de huida respecto a la señal química de *P. clarkii*. La existencia de movimiento orientado refleja un cambio en el comportamiento, ya que el individuo realiza movimientos menos aleatorios en respuesta a estímulos de diversa clase, entre los que se hallan las señales de alarma. En la situación contraria, cuando aumenta la dimensión fractal, se comprueba que las distancias recorridas por cada individuo son menores. En estas situaciones los individuos 'deambulan', sin orientación definida pero sin desplazarse de manera activa de un punto de referencia.

Este modelo de comportamiento puede suponer dos 'actitudes'. La primera de estas 'actitudes' consistiría en tratar de encontrar el lugar del que proviene la señal química, manteniendo el cuerpo en un punto fijo y realizando un barrido más efectivo del espacio cercano, lo que se traduce en una dimensión fractal mayor con una distancia centroide menor. La segunda actitud consiste en huir de manera activa, disminuyendo la complejidad del movimiento y la dimensión fractal de éste, y aumentando su distancia centroide al emplear de manera más efectiva el espacio. Podría considerarse que existe un comportamiento bimodal, configurado en 'pulsos' de actividad y reposo.

Recomendaciones para ser tenidas en cuenta por el personal técnico-científico de la ebd

Se recomienda incorporar en los muestreos periódicos de las poblaciones de cangrejo que realiza el equipo de seguimiento de la EBD (CSIC) información relativa a la composición taxonómica de las praderas de macrófitos con el fin de comprobar si existe relación entre la presencia de determinadas especies de macrófitos y la abundancia de cangrejo.

Otra sugerencia que se deriva de nuestros resultados es que sería recomendable orientar los planes de gestión para el control del helecho invasor *Azolla filiculoides* en el Espacio Natural de Doñana sin contemplar posibles interacciones tróficas con el cangrejo rojo.

Respecto al control de esta especie invasora convendría ser muy cautos a la hora de realizar su biocontrol utilizando otra especie exótica como el coleóptero *Stenopelmus rufinasus,* ya que los problemas ecológicos que se pueden derivar tras la introducción de una especie exótica son a menudo impredecibles y pueden tener consecuencias muy negativas en el funcionamiento de las comunidades indígenas. La mejor defensa frente a las Especies exóticas invasoras es la prevención de su introducción.

3/2004 (proyecto de investigación) **Ecología del morito *Plegadis falcinellus* en Doñana: implicaciones para la conservación y gestión del Parque Nacional y su entorno**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Green, Andy J.
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: 23.195 €

DURACIÓN: 2004-2007
ÁREA DE ESTUDIO: El estudio de la biología reproductora se centrará en la colonia reproductora de la FAO que será necesario visitar de manera regular para anillar los pollos (actividad que ya viene realizándose desde 1996) y colocar las cámaras de vídeo digitales.
Será necesario visitar las zonas de marisma del Parque Nacional, del Parque Natural y del Paraje Natural del Brazo del Este para identificar las zonas de alimentación de la especie en las distintas épocas del año

RESULTADOS:

Se ha realizado el seguimiento de la colonia de moritos de la FAO y las nuevas colonias en Caño del Guadiamar y Juncabalejo. En total se han criado unas 3.643 parejas y se han marcado más de 1.500 pollos. De muchos individuos se han tomado medidas biométricas para estimar la condición física de las aves en las distintas colonias y a lo largo de la temporada reproductora. Se han sexado muchos pollos genéticamente. Se han realizado más pruebas para el seguimiento de los nidos mediante cámaras de video. Sin embargo el seguimiento intensivo mediante cámaras está previsto para el año 2008.

Se ha seguido el desarrollo de la reproducción para identificar los individuos que se encontraban criando en la colonia para determinar la edad de primera reproducción así como la productividad final de la colonia. Se han leído anillas de ejemplares marcados durante todo el año.

8/2004 (proyecto de investigación) **Efectos indirectos de la introducción del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) en la comunidad de vertebrados del Parque Nacional de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Donázar Sancho, Jose Antonio
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: 49.388,99 €
DURACIÓN: 2004-2006, prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Natural de Doñana. La recogida de regurgitaciones de pollos de ciconiformes se efectuará en las colonias visitadas por el Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD

RESULTADOS:

En el año 2007 se ha trabajado principalmente en completar la información más reciente de interés para el proyecto, y en la redacción de un manuscrito. Se ha conseguido datos de dieta de algunas especies para las que se disponía de escasa información previamente, y se han añadido los censos más recientes de tamaño de poblaciones reproductoras e invernates de depredadores en Doñana. Con todo ello, hemos conseguido recopilar la contribución del cangrejo rojo americano en la dieta de la mayor parte de depredadores presentes en Doñana, y las tendencias demográficas de tanto depredadores como herbívoros a lo largo de la tres últimas décadas. Tras dicha recopilación, que ha sido muy costosa, hemos rehecho buena parte de los análisis

estadísticos, resultando en el siguiente manuscrito que se encuentra ya preparado para su publicación:

José L. Tella, Zulima Tablado, José A. Sánchez-Zapata, José A. Donázar, and Fernando Hiraldo. An invasion-conservation paradox: long-term positive effects of the American crayfish introduction on a European community of predators.

9/2004 (proyecto de investigación) **Seguimiento de la repercusión de obras del Proyecto Doñana 2005 sobre las comunidades de insectos acuáticos: estudio preliminar**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Ferreras Romero, Manuel
Universidad Pablo de Olavide
ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (Mediterráneo S.A. de Gestión Urbanística y Medio Ambiente)
CANTIDAD: 6.960 €
DURACIÓN: 2004-2005, prorrogado hasta 2006 prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: 1) Entorno de la aldea del Rocío (Curso canalizado denominado Caño Marín; Arroyo del Partido, en la Ctra El Rocío a Villamanrique; Arroyo del Partido, en el puente del Ajolí; Arroyo Cañada Mayor, en la Ctra El Rocío a Villamanrique; Arroyo Cañada Mayor, en el coto del Rey). 2) Entorno de la localidad de Almonte (Arroyo de Sta. María, cuenca del Partido; Arroyo Cebollarejos, cuenca del Partido; Arroyo del Algarrobo, cuenca del Partido). 3) Entorno de la localidad de Hinojos (Arroyo Cañada Mayor; Arroyo del Algarbe, cuenca de la Gigüeña). 4) Entorno de la localidad de Villamarique (Arroyo del Algarbe, en la Ctra Hinojos-Villamanrique; Arroyo de la Cigüeña, en el inicio del encauzamiento).5) Entorno del Centro José Antonio Valverde (Orillas del caño del Guadiamar en el muro de la FAO, Brazo de la Torre en Vuelta de la Arena)

RESULTADOS:

Los muestreos realizados en 2007 fueron efectuados en los meses de noviembre y diciembre, y aún no hemos finalizado el análisis de las muestras obtenidas. No tenemos resultados correspondientes a 2007, ni hay publicaciones recientes por nuestra parte.

11/2004 (proyecto de investigación) **Ecología de restauración de la vegetación en la finca de Caracoles, integrada en un marco de gestión adaptativa. Dinámica de la vegetación acuática y terrestre. (Actuación nº 6 del Proyecto Doñana 2005)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Castellanos Verdugo, Eloy M.
Universidad de Huelva
ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (Ministerio de Medio Ambiente)
CANTIDAD: 168.845,5 €
DURACIÓN: 2004-2007
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)

RESULTADOS:

Durante 2007 se han continuado 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 este proyecto. Presentamos un resumen cronológico de la labor realizada durante este año:

Periodo: enero-marzo 2007

- Presentación de resultados en el II Congreso de Restauración de ríos y humedales (Tarragona).
- Prospección de semillas de dispersión hidrócora en los límites sur y oeste de la finca, donde en la primera fase de la restauración (2005) fueron eliminados los muros.

Periodo: abril-agosto 2007

- Cuarto Muestreo anual de vegetación en los puntos de los niveles primario, secundario y terciario de la malla (270 puntos permanentes) en la finca, y en los 171 puntos permanentes de las zonas de referencia (Reserva del Guadiamar, Lucio del Cangrejo Chico y Marilópez, Entremuros, Huerta Tejada, El Matochar).

- Muestreo de la vegetación sobre el cauce de los canales principales y secundarios de la finca Caracoles que en la primera fase de la restauración (2005) fueron eliminados.

Periodo: septiembre-noviembre 2007

- Cartografía en detalle de la vegetación perenne en la finca Los Caracoles.
- Toma de muestras de suelo en los puntos principales de la malla de puntos de muestreo para la posterior caracterización en laboratorio (ph, conductividad,…).

Periodo: enero-diciembre 2007

- Preparación de las muestras del banco de semillas para su germinación y posterior traslado a cámaras de crecimiento hasta identificación de especies.

16/2004 (proyecto de investigación) **Desarrollo de herramientas basadas en los desequilibrios de radionúclidos naturales para la caracterización hidrogeológica de acuíferos detríticos: aplicación al acuífero Almonte-Marismas (Huelva)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bolívar Raya, Juan Pedro
Universidad de Huelva
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia y Tecnología
CANTIDAD: 64.400 €
DURACIÓN: 2003-2006, prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: El acuífero Almonte-Marismas que comprende el Parque Nacional de Doñana y su entorno

RESULTADOS:

La labor desarrollada en el año 2007 ha consistido en el análisis y elaboración de los resultados de los muestreos realizados los años anteriores. En concreto se ha realizado un estudio del comportamiento de las aguas subterráneas a partir de los parámetros físico-químicos y las concentraciones de actividad de los radionucleidos estudiados en disolución: isótopos de U (^{234}U, ^{235}U y ^{238}U), Ra (^{226}Ra, ^{228}Ra), ^{210}Po, ^{210}Pb y Th (^{232}Th, ^{230}Th). Se han establecido los posibles factores que afectan a la movilidad de dichos radionucleidos en disolución, considerando las propiedades físico-químicas de las aguas subterráneas.

A excepción de los puntos situados en la zona norte y en las marismas, las concentraciones de uranio son bajas o muy bajas en comparación a las encontradas en diversos acuíferos del mundo.

Un análisis multivariante realizado pone de manifiesto que la concentración de uranio está correlacionada con la conductividad eléctrica y la concentración de HCO_3, Mg, Sr, K, As, NO_3 y, especialmente, Ca como se muestra en la figura 1.

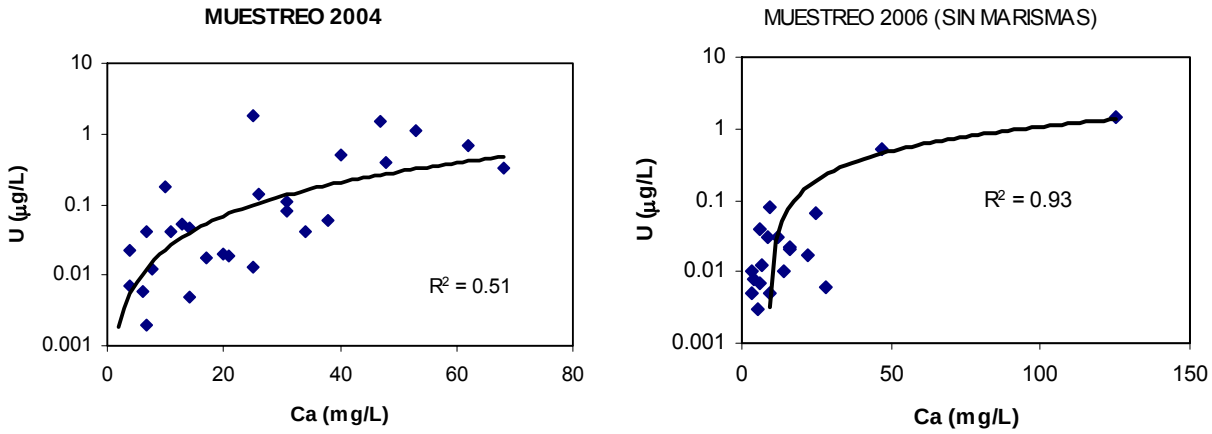


Figura 1. Concentraciones de U frente al Ca.

La concentración de uranio y las relaciones de actividad de sus descendientes radiactivos (fundamentalmente $^{238}U/^{234}U$ y $^{226}Ra/^{234}U$) en el acuífero Almonte-Marismas (Fig.2) están influenciadas por:

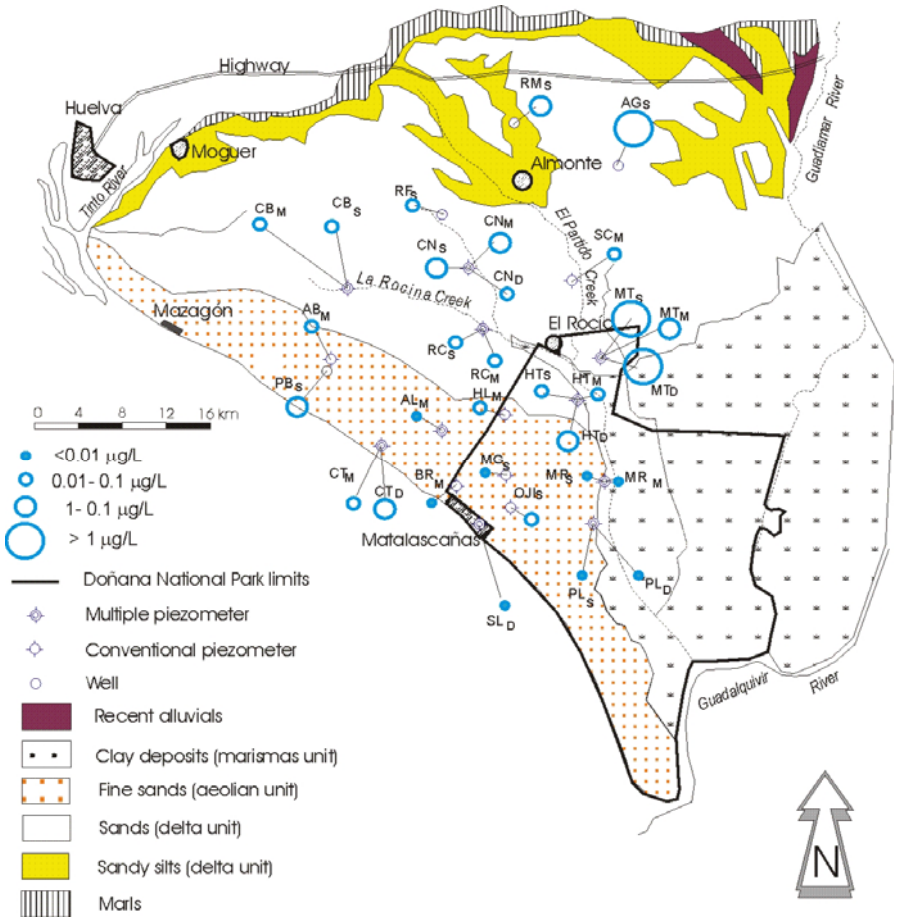


Figura 2. Concentraciones de uranio disuelto en el agua subterránea en el muestreo de 2004.

- El potencial redox, debido a que en condiciones reductoras el uranio precipita como UO_2 u otros minerales. En la figura 1 se muestran la relación entre contenido en uranio y Eh. Las mayores concentraciones de uranio se producen a valores de Eh próximos a 300 mV y que las aguas más oxidantes no son las que tienen más uranio disuelto. Los análisis de especiación realizados con el programa WATEQ4F ponen de manifiesto que solamente en un par de puntos se hallan condiciones suficientemente reductoras para que el uranio pase a su forma reducida y precipite. El Eh no parece ser un factor general que controle la concentración de uranio y las relaciones de actividad entre los radionúclidos en el acuífero, aunque sí puede tener importancia localmente.
- Litológicos: la concentración de uranio en la zona deltaica, donde existen limos arenosos carbonatados, es muy elevada en comparación con los de la zona sur, donde afloran arenas silíceas eólicas. Esto podría deberse a una mayor concentración de uranio en estas formaciones o a una mayor movilidad del uranio. Los análisis de los materiales del acuífero ponen de manifiesto que el contenido de uranio en los limos no es superior al encontrado en los materiales del sur, la mayor concentración debe producirse por los mayores valores de bicarbonatos encontrados en la zona norte, que al formar complejos con el uranio incrementan su movilidad.

La relación $^{234}U/^{238}U$ en la zona del norte es próxima a 1 mientras que en la zona de arenas eólicas se tienen valores entre 1 y 3.

- Contaminación antrópica: los puntos con mayores concentraciones de nitratos tienen elevadas concentraciones de uranio y una relación $^{234}U/^{238}U$ próxima a la unidad, que es la encontrada en los fertilizantes. Los altos contenidos en nitratos se asocian a un incremento general de la salinidad del agua (HCO_3, Cl, SO_4, Ca, Mg, K, Br, etc.). La contaminación agrícola también se caracteriza por un enriquecimiento en ^{226}Ra pero en menor medida que el ^{234}U, de forma que la relación $^{226}Ra/^{234}U$ es baja.
- Circulación en el acuífero. Dentro de la zona de arenas eólicas, las muestras de los puntos más superficiales situados en las zonas de recarga al acuífero presentan bajas concentraciones de uranio disuelto y valores de la relación $^{234}U/^{238}U$ próximos a 1. Con la circulación en el acuífero parece que se produce un enriquecimiento de esta relación, aunque se pueden apreciar dos tendencias distintas:
  - Si existen minerales carbonatados en el medio se produce un incremento del pH y del contenido en bicarbonatos, de forma que se favorece un ligero incremento de la concentración de uranio disuelto. En estas condiciones parece producirse una lixiviación preferencial del ^{234}U, de forma que se pueden alcanzar valores de la relación $^{234}U/^{238}U$ próximos a 3.
  - En ausencia de estos minerales, también se produce un ligero aumento de pH debido a la meteorización de minerales silicatados, pero la concentración de bicarbonatos es mucho menor, por lo que la concentración de U es muy baja. También se produce un incremento de la relación $^{234}U/^{238}U$, pero en menor medida que en los puntos anteriores, debido al aporte simultáneo de ^{234}U y ^{238}U debido a la meteorización de esos minerales.

Por otro lado la concentración de torio en disolución es semejante en las diferentes unidades litológicas, presentando un valor medio de 0.04 ± 0.04 µg/L, equivalente a 0.01 Bq/m^3 de ^{232}Th, mientras que para el ^{230}Th se ha obtenido una concentración media unas 20 veces superior (0.2 ± 0.1 Bq/m^3) en la unidad deltaica y de 0.14 ± 0.03 Bq/m^3 en la unidad eólica. Este hecho demuestra que la abundancia del ^{230}Th se encuentra condicionada por el contenido de ^{234}U en disolución, ya que es el descendiente directo de éste, mientras que el isótopo ^{232}Th es el padre de la serie. Estos bajos contenidos ponen de manifiesto una muy baja solubilidad del torio en aguas subterráneas.

La actividad del ^{226}Ra en la unidad deltaica oscila entre 0.9 y 17 Bq/m^3, mientras que en la unidad eólica se sitúa entre 0.26 y 8.4 Bq/m^3, los valores medios son 5 ± 1 Bq/m^3 y 1.4 ± 0.4 Bq/m^3, respectivamente. Son destacables, respecto a estos resultados, los niveles encontrados en las aguas de la marisma donde la concentración se encuentra entre 4 y 101 Bq/m^3 con un valor medio de 33 ± 17 Bq/m^3.

21/2004 (proyecto de investigación) **Restauración de nidificación de tortugas marinas en el litoral andaluz**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Marco Llorente, Adolfo
Estación Biológica de Doñana, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
CANTIDAD: 80.000,00 €

DURACIÓN: 2005-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Playa desde Matalascañas a la desembocadura del Guadalquivir

RESULTADOS:

El importante número de tortugas marinas (especialmente tortuga boba, *Caretta caretta*) que aparecen varadas y normalmente muertas en las playas del P. Nac. de Doñana, al igual que en otras playas del litoral andaluz, indican que la mortalidad en el mar de tortugas marinas sigue siendo muy elevado, especialmente debido a interacciones con actividades pesqueras. Sin embargo, no se ha detectado ninguna actividad de anidación.

Se ha completado la toma de muestras de tortugas marinas varadas en las playas de Doñana para su análisis genético. Estas muestras junto con otras obtenidas de otras zonas de alimentación y de anidación se han usado para poner a punto una colección de marcadores genéticos que permiten distinguir el origen de la gran mayoría de las tortugas encontradas en Doñana y Andalucía con bastante fiabilidad (Monzón-Argüello et al., 2007a).

El análisis de ADN mitocondrial y especialmente de ADN de microsatélites muestran que las poblaciones anidantes de tortuga boba estudiadas en el Mediterráneo son diferentes genéticamente y, por tanto, están aisladas reproductivamente de poblaciones de anidación atlánticas (Carreras et al., 2007a, 2007b). Además, la población anidante de Cabo Verde se ha mostrado genéticamente distinta de las poblaciones mediterráneas o atlánticas americanas (Monzón Argüello et al., 2007b, 2007c). Tests de asignación realizados usando ADN mitocondrial y de microsatélites y comparando las muestras de Doñana y el resto del litoral andaluz con los de todas las zonas de anidación importantes del Atlántico y el Mediterráneo (16 zonas distintas) se confirma que las tortugas bobas andaluzas son predominantemente atlánticas (> 95 %) con un dominio de animales nacidos en Florida (90 %) (Carreras et al., 2006; Revelles et al., 2007). Un porcentaje no menor del 7 % proceden de Cabo Verde, mientras que menos del 2 % tienen un origen mediterráneo (Grecia, Turquía, Libia,...). No se han encontrado diferencias genéticas entre las tortugas a ambos lados del estrecho de Gibraltar aunque se confirma como una barrera para la salida de tortugas pequeñas hacia el Atlántico (Revelles et al., 2007).

Se ha evaluado la idoneidad de las playas de Doñana para la anidación de la tortuga boba. Estas playas pueden permitir la realización e incubación de hasta 4 anidaciones anuales consecutivas pero con una producción claramente sesgada a machos. Dado que en el Mediterráneo oriental, en Cabo Verde y en Florida, el calentamiento climático está ya provocando una producción muy limitada de machos y en las próximas décadas este sesgo va a aumentar sensiblemente, playas como la de Doñana pueden ofrecer condiciones muy idóneas para compensar la falta de machos de otras zonas típicas de anidación.

La restauración de anidación de la tortuga boba en el litoral andaluz puede contribuir a paliar los severos problemas de conservación de la anidación de la población atlántica oriental que sólo cuenta con la isla de Boavista en Cabo Verde y está en una situación crítica de declive poblacional (Marco, 2007). Sin embargo, no se puede basar la restauración en la actualidad en las playas de Doñana. Se deben buscar playas que en la

actualidad produzcan hembras de forma significativa. Pero Doñana puede ser una zona secundaria de anidación interesante en el futuro para la producción de machos en un contexto de calentamiento climático al tener playas de gran calidad y grado de conservación. Se puede considerar la restauración de anidación de tortuga boba de forma secundaria no prioritaria con el objeto de reforzar la producción de machos.

23/2004 (proyecto de investigación) **Evaluación de un programa de recuperación para el lince ibérico: efectos de la alimentación suplementaria sobre el individuo, la población y otras especies de la comunidad animal**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Palomares Fernández, Francisco
Estación Biológica de Doñana, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC
CANTIDAD: 50.000 ?
DURACIÓN: 2004-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana. A partir de julio de 2005 se amplía a todo el Parque Nacional de Doñana y las zonas de protección.

RESULTADOS:

- Radio-seguimiento de 16 linces (7 machos y 8 hembras) con un total de 2231 localizaciones, 2 meloncillos (86 localizaciones), 2 ginetas (74 localizaciones), y un zorro (89 localizaciones).
- Localización y marcaje de 3 camadas de linces con 2 (dos hembras), 3 (dos hembras y un macho), y 3 (dos machos y una hembra) cachorros.
- Cuatro censos de huellas (enero, marzo, mayo, junio) para la detección de rastros de carnívoros.
- Muestreo de la estructura de la vegetación en zonas con rastros de meloncillos para compara áreas con presencia y ausencia de carnívoros.
- Estima de la abundancia relativa de conejos a través de conteos de excrementos en 50 puntos a principios del verano en cada uno de todos los territorios de hembras residentes del parque nacional, y entorno a los cercados de alimentación suplementaria a través del conteo de excrementos en 30 puntos.
- Análisis de datos sobre el uso de los corrales de alimentación suplementaria por parte de los linces (desde el punto de vista poblacional e individual), comportamiento en los corrales con imágenes de video, e interacciones entre lince y meloncillo.

25/2004 (proyecto de investigación) **Caracterización molecular de la diversidad específica y funcional de las Acidobacterias como un grupo bacteriano desconocido y altamente significativo en ambientes acuáticos**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: González Grau, Juan
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC
CANTIDAD: 97.000 ?
DURACIÓN: 2004-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Durante el año 2007 se han llevado a cabo muestreos encaminados a determinar la diversidad microbiana implicada en la formación de películas ferruginosas en la superficie de las lagunas del PN de Doñana que ocurre en las zonas de descarga del freático, así como para estudiar la distribución y función de las Acidobacterias en estos ecosistemas lagunares.

Este año ha sido un año bastante negativo para la formación de las películas ferruginosas que venimos estudiando. Sin embargo, hemos trabajado sobre los procesos implicados en la formación de dichas películas. Además de confirmar la presencia de grupos específicos de microorganismos fotosintéticos en relación con estas películas y determinar la distribución de Acidobacterias que se encuentran en escasa abundancia en la columna de agua bajo esas películas, se ha determinado que dichas películas están constituidas fundamentalmente por hierro, un nivel de bacterias y de materia orgánica despreciable. El fenómeno de formación de estas películas parece muy complejo y en él influyen un número elevado de factores tanto físico-químicos como biológicos. Estamos trabajando en un modelo para explicar la formación o no formación de estas películas de hierro dependiendo de la localización del punto estudiado y de los tipos bacterianos que intervienen en el proceso.

26/2004 (proyecto de investigación) **Biogeoquímica de isótopos estables (D/H, $^{18}O/^{16}O$, $^{13}C/^{12}C$, $^{15}N/^{14}N$, $^{34}S/^{32}S$) en el P.N. de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Delgado Huertas, Antonio
Estación Experimental del Zaidín , CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente (Ayudas para la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales)
CANTIDAD: 54.000 €
DURACIÓN: 2005-2008
ÁREA DE ESTUDIO: 60 puntos de muestreo en los parques Nacional y Natural y entorno de Doñana

RESULTADOS:

El objeto principal de este proyecto es caracterizar las razones isotópicas ($^{2}H/^{1}H$, $^{18}O/^{16}O$, $^{13}C/^{12}C$, $^{15}N/^{14}N$, $^{34}S/^{32}S$) del agua y plantas del Parque Nacional de Doñana (>95% de la química del humedal) de modo que se puedan trazar diferentes procesos biogeoquímicos y ecológicos.

Durante el tercer año se ha continuado con el muestreo de aguas superficiales, 60 puntos situados tanto en zonas de la Reserva Biológica de Doñana como del P.N. de Doñana, con el objeto de estudiar la evolución en los valores isotópicos del O, H y C. En el estudio de la cobertera vegetal nos hemos centrado en el estudio de la eficiencia del uso del agua de diferentes especies, especialmente, de los sabinares. Para ello se han estudiado los valores $\delta^{13}C$ en tejidos que han crecido en diferentes años. El estudio combinado de los valores δD y $\delta^{18}O$ situa a muchas muestras a la derecha de la MWL (Meteoric Water Line) lo que indica fuertes procesos de evaporación. Los valores $\delta^{13}C$ en DIC (Dissolved Inorganic Carbon) están comprendidos entre -25‰ y +7,9 ‰ (V-

PDB). Los valores más negativos se corresponden con puntos donde domina la respiración frente a la fotosíntesis y zonas donde se esta produciendo oxidación de metano. Por el contrario, los valores más positivos corresponden a charcas con fuertes procesos de evaporación y donde domina la fotosíntesis y la captura directa de CO_2 atmosférico debido a los altos valores de pH. Los valores $\delta^{13}C$ en plantas están comprendidos entre -15,1‰ y -32,7‰ (V-PDB). El valor menos negativo se explica por la presencia de algunas plantas de tipo C4. Sin embargo, estos valores próximos a -15 ‰ (V-PDB) no son representativos de la biomasa de Doñana que está constituida muy mayoritariamente por plantas de tipo C3. De hecho, la media en plantas es de -26,6 ‰ (V-PDB), siendo los valores de las plantas C3 más estresadas al agua los que presentan valores máximos en torno a -21‰ (V-PDB). Los valores $\delta^{15}N$ en plantas presentan valores medios de -0,5‰ (AIR) próximos al valor atmosférico (0 ‰). Sin embargo, la diversidad existente tanto en fuentes de nitrógeno como posibles dinámicas del nitrógeno en el suelo, afecta a los valores isotópicos del nitrógeno asimilado por la planta por lo que estos datos isotópicos, según las áreas, pueden ser desde más positivos de +20 hasta más negativos de -10‰ (AIR). Entre los valores más altos destacan aquellos de plantas próximas a los árboles donde anidan masivamente las aves (Fig. 1). Por ejemplo, bajo el alcornoque numero 13 se llegan a detectar helechos con valores más altos de +20‰ (Air).

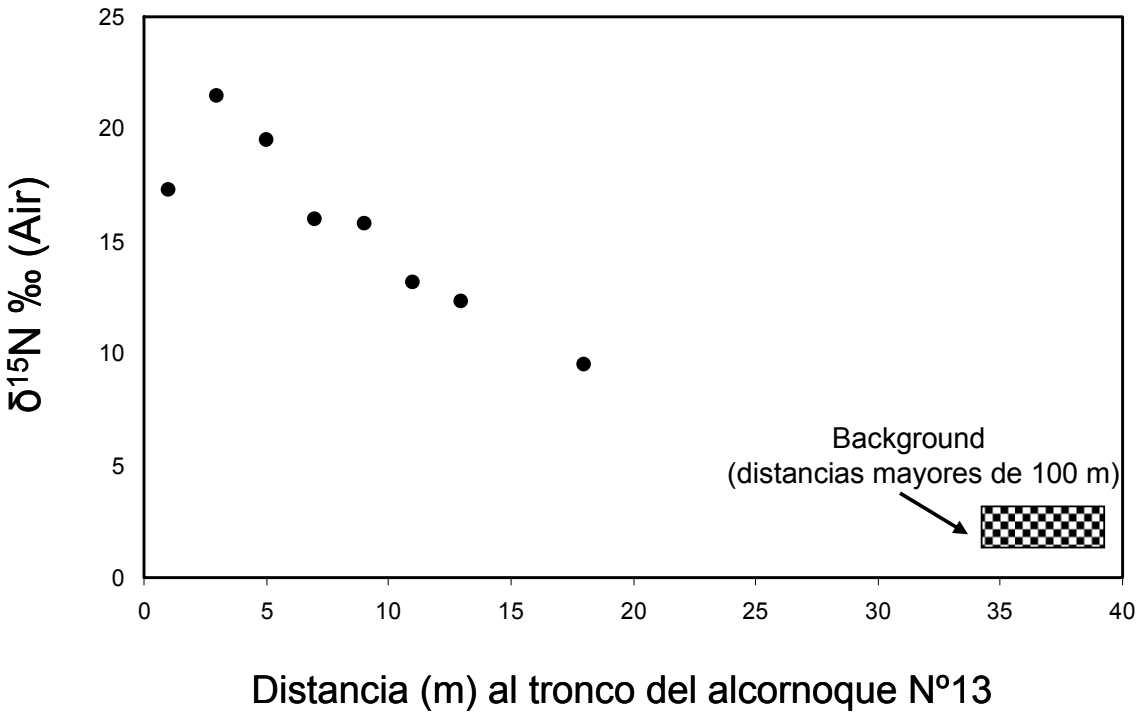


Fig. 1 Composición isotópica del nitrógeno en helechos *Pteridium aquilinum* situados bajo el alcornoque catalogado con el numero 13 en la Reserva Biológica de Doñana. Efectos de los flujos de nitrógeno inducidos por excrementos de aves.

29/2004 (proyecto de investigación) **Dispersión de semillas por mamíferos en Doñana: beneficios del mutualismo y consecuencias para la conservación del Parque Nacional**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Fedriani, Jose María
Estación Biológica de Doñana
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente (Ayudas para la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales)
CANTIDAD: 58.706,58 €
DURACIÓN: 2005-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural

RESULTADOS:

De acuerdo con la normativa, en éste informe detallo las actividades realizadas y resultados obtenidos durante las temporadas 2006-2007 y 2007-2008. No obstante, primero conviene recordar que éste proyecto cuenta con seis objetivos:

1. Identificación de las especies de plantas dispersadas por mamíferos en Doñana y cuantificación de la importancia de éstos como agentes dispersores de semillas.
2. Valoración de un potencial beneficio de la dispersión de semillas por mamíferos para las plantas mediante una disminución de las tasas de predación por agentes postdispersivos (roedores).
3. Cuantificación experimental del tiempo de retención de las semillas en los tractos digestivos de mamíferos.
4. Evaluación del potencial papel positivo del consumo de frutos por mamíferos sobre la germinación de las semillas.
5. Valoración del potencial papel positivo de la frugivoría sobre la supervivencia de las plántulas.
6. Evaluación preliminar de una hipotética relación de causalidad entre el incremento de la población de zorros y la expansión de los sabinares en Doñana

En memorias anteriores se han detallado las actividades realizadas y resultados obtenidos concernientes a los objetivos 1º, 2º, 4º y 5º. Aunque durante los otoños-inviernos 2006-2007 y 2007-2008 se ha continuado con parte de dichas actividades, en la presente memoria nos centraremos en los resultados concernientes a los objetivos 3º y 6º, los cuales no han sido tratados anteriormente. Antes de ello, quisiéramos recordar que los resultados aquí expuestos son provisionales y que un análisis más detallado pudiera modificar alguna de las interpretaciones y conclusiones aquí expuestas.

Objetivo 3 - Cuantificación experimental del tiempo de retención de las semillas en los tractos digestivos de los mamíferos.

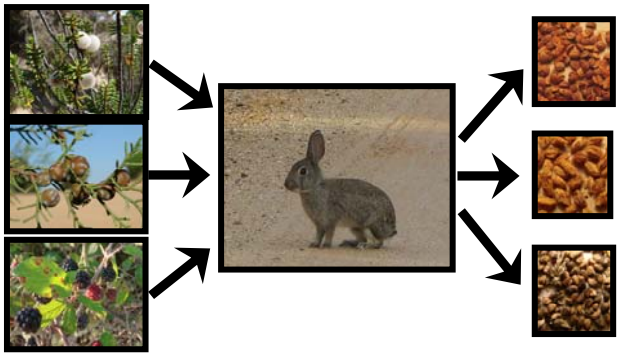


Figura 1: Plantas de Camarina (*Corema album*), Sabina (*Juniperus phoenicea*) y Zarzamora (*Rubus ulmifolius*) - izquierda; conejo (*Oryctolagus cuniculus*) - centro; Semillas de camarina, sabina y zarzamora liberadas por los conejos - derecha.

Muchos mamíferos actúan como dispersores de semillas y, por ello, pueden tener un efecto importante sobre el reclutamiento y distribución de numerosas especies vegetales. La calidad de este 'servicio de dispersión' depende, entre otros factores, del tratamiento recibido por la semilla durante su ingestión y digestión y de la distancia de dispersión desde la planta madre (Schupp 1993) que, a su vez, es función del tiempo de retención de la semilla en el tracto digestivo y la movilidad del dispersante. Por ello, evaluamos ambos aspectos de la componente cualitativa en la efectividad de la dispersión de semillas por el conejo, *Oryctolagus cuniculus*, en Doñana. Por su carácter vegetariano y generalista, su amplia distribución en Doñana y su relativa alta abundancia, el conejo podría ser un importante vector para muchas especies vegetales de frutos carnosos. En concreto, nuestro objetivo fue valorar el tratamiento y el tiempo de retención de las semillas de tres especies de frutos carnosos abundantes en Doñana (camarina *Corema album*, sabina *Juniperus phoenicea* y zarzamora *Rubus ulmifolius*; Fig. 1) dispersadas por el conejo.

Métodos

El tratamiento de las semillas (i.e., semillas dispersadas vs. semillas depredadas) fue valorado mediante tres métodos:

1) Estima del tratamiento de las semillas por individuos en libertad (M1): para ello se colectaron letrinas de conejo (i.e., agrupaciones de heces) durante dos temporadas consecutivas de fructificación (Septiembre-Enero de 2005-06 y 2006-07, respectivamente) en tres áreas del Parque Nacional (que representaban los principales hábitats terrestres del área). El tamaño de muestra total fue de 498 letrinas (10915 heces individuales). El análisis de las heces se realizó tamizándolas con agua caliente. Posteriormente, se cuantificó el número de semillas de cada especie, con la ayuda de una lupa (20-40x) y una colección de referencia. La estima del número de semillas depredadas se realizó visualmente a partir de sus fracciones, obteniéndose así el porcentaje de semillas depredadas con respecto al total de semillas contabilizadas (i.e., depredadas + dispersadas o intactas).

2) Estima del tratamiento de las semillas por individuos en cautividad (M2): Para ello se empleó conejos de campo habituados a las condiciones de cautividad. Los conejos (n = 9) fueron ubicados individualmente en jaulas elevadas del suelo para evitar una posible ingesta de sus propias heces. Para cada especie vegetal se usaron, al menos, cuatro individuos a los que se les cebó con 200 semillas a cada uno. Tras la ceba, los conejos fueron devueltos a sus jaulas (con agua y pienso *ad libitum*) y sus heces fueron recogidas cada 3 horas y durante 72 horas, lo que permitió estimar las curvas de liberación de las semillas. Para el análisis de las heces y la cuantificación del número de semillas depredadas e intactas de cada especie se siguió la misma metodología que en el apartado anterior. De este modo obtuvimos el porcentaje de semillas depredadas con respecto al total de semillas contabilizadas (i.e., depredadas + dispersadas o intactas) no considerándose, en ésta aproximación, las semillas que no aparecieron en las heces al cabo de 72 h.

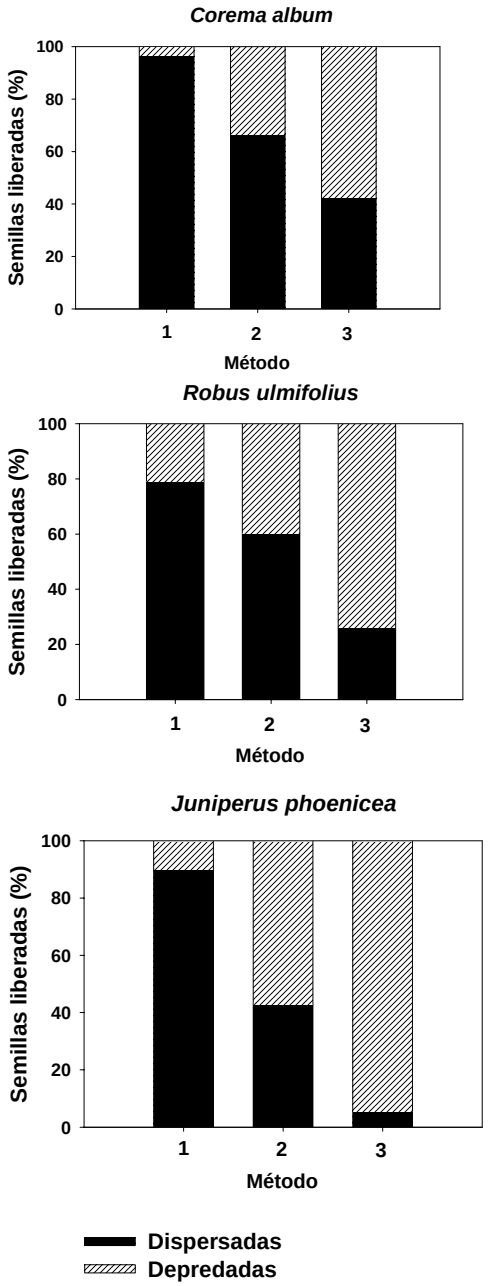


Figura 2: Porcentaje de semillas dispersadas vs. semillas depredadas (tratamiento de las semillas) valorado mediante los tres métodos

3) Estima del tratamiento de las semillas por individuos en cautividad (M3): Éste método fue muy similar al anterior excepto que, en la estima del porcentaje de semillas depredadas, la fracción de semillas (con respecto al total de 200 ingeridas) no encontradas en las heces tras 72 h fue considerada depredada (i.e., semillas trituradas en partículas muy pequeñas y no observables a la lupa).

Las posibles diferencias en las frecuencias de aparición de las tres especies en las heces de conejo fueron valoradas mediante un test *chi-cuadrado*. Las posibles diferencias entre métodos (M1, M2 y M3) y entre especies en los porcentajes de semillas depredadas fueron evaluadas mediante un modelo linear generalizado con error binomial y función de enlace *logit*. El análisis de los porcentajes de germinación se realizó mediante un modelo linear mixto generalizado con error binomial y función de enlace *logit*. En dicho modelo, el bloque fue considerado como efecto aleatorio y el tratamiento (conejo o planta madre) y la especie (mora, camarina y sabina) así como su interacción, como efectos fijos.

Resultados y discusión

El análisis de los excrementos de conejos colectados en el campo reveló una alta frecuencia de aparición de camarina (28.8%) y sabina (26.4%), y una menor aparición de semillas de zarzamora (4.1%), siendo estas diferencias altamente significativas (x2 = 115.8, df = 2, p < 0.0001). Del total de semillas encontradas de zarzamora (n = 120), sabina (n = 994) y camarina (n = 14449), el 21%, 10% y 4%, respectivamente, fueron depredadas y, por tanto, la mayoría (79%, 90% y 96%) fueron liberadas intactas (ver Método 1 en Fig. 2). Por otra parte, resultados preliminares de experimentos de germinación en condiciones de campo indicaron que la buena parte de semillas liberadas intactas por los conejos son viables (ver en Fig. 3). Las semillas de camarina germinaron más que las de sabina (4-19% y 0.4-3%, respectivamente; $F_{1, 55} = 11.45$, $p < 0.002$). Así mismo, hubo un fuerte efecto del tratamiento ($F_{1, 55} = 19.15$, $p < 0.0001$) de forma que las semillas ingeridas por los conejos germinaron entre 7.0 (sabina) y 8.3 veces más con respecto a las semillas control (i.e., colectadas de planta madre), lo que indica que el paso de las semillas por el tracto digestivo de los conejos estimula la germinación de esas especies. No obstante, los porcentajes de semillas de zarzamora, sabina y camarina depredadas por conejos cautivos fueron mayores (40%, 57% y 33%, respectivamente) al considerar solo las semillas encontradas en las heces (M2; **Fig. 2)** y mucho mayores (74%, 94% y 58%) al asumir que la fracción de semillas no encontradas en las heces (con respecto al total de 200 ingeridas) fue depredada (M3; Fig. 2). Los resultados del modelo linear generalizado indicaron que hubo diferencias en el tratamiento de las semillas tanto entre especies ($x^2 = 209.1$, df = 2, $p < 0.0001$) como entre métodos ($x^2 = 1509.8$, df = 2, $p < 0.0001$). Sin embargo, la interacción entre ambos factores fue significativa ($x^2 = 137.8$, df = 4, $p < 0.0001$) indicando que el efecto de cada factor fue dependiente del otro factor. Por ejemplo, aunque para las tres especies vegetales M2 resultó en mayores porcentajes de depredación con respecto a M1, ése aumento fue más evidente para la camarina (8.3 veces mayor) en comparación con la zarzamora (1.9 veces mayor). Por otra parte, las curvas de liberación de las semillas realizadas a partir de las heces de los conejos en cautividad mostraron como la mayor parte de las semillas fueron liberadas dentro de 12-15 horas tras su ingestión **(Fig. 4).** Para la zarzamora y la camarina el 92.9% ±3.7 (media ± 1ES) y el 95.4%±2.0, respectivamente, habían sido liberadas tan sólo 12 h tras su ingestión. En el caso de la sabina la liberación de las semillas fue algo más lenta, con el 83.2%±11.8 liberadas a las 15 horas.

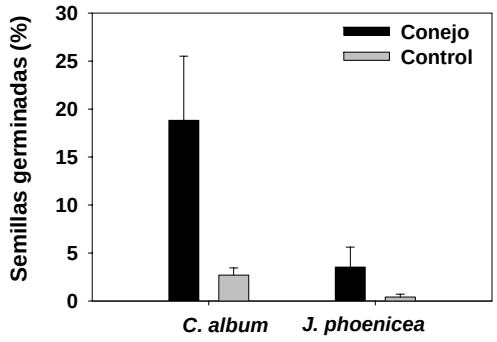


Figura 3: Porcentajes de semillas germinadas para dos especies bajo dos tratamientos (ingeridas por conejo y control).

Las diferencias encontradas entre los porcentajes de semillas depredadas por conejos en libertad (M1) y conejos cautivos (M2 y M3) podrían deberse a dos causas. Primero, durante el proceso de digestión algunas de las semillas pueden experimentar un

tratamiento muy severo y al ser liberadas no se apreciarían sus restos en las heces, reduciéndose nuestra estima la proporción de semillas depredadas respecto al total de semillas ingeridas por los conejos (dado que se desconoce el número inicial de semillas ingeridas por los conejos). Esto sugiere que los porcentajes de semillas depredadas por los conejos hayan sido infravalorados en estudios previos y, por tanto, típicamente se haya sobrevalorado el porcentaje de semillas intactas liberadas. Otra posibilidad es que las condiciones de cautividad estresaran a los conejos y ello resultara en un tratamiento más severo de las semillas ingeridas. Aunque esto último no pueda descartarse, lo cierto es que los animales usados en nuestras experimentaciones se hallaban previamente habituados a las condiciones de cautividad (i.e., procedían de las instalaciones del Instituto de Investigación de Recursos Cinegéticos, Ciudad Real) y, por tanto, la primera explicación parece más plausible.

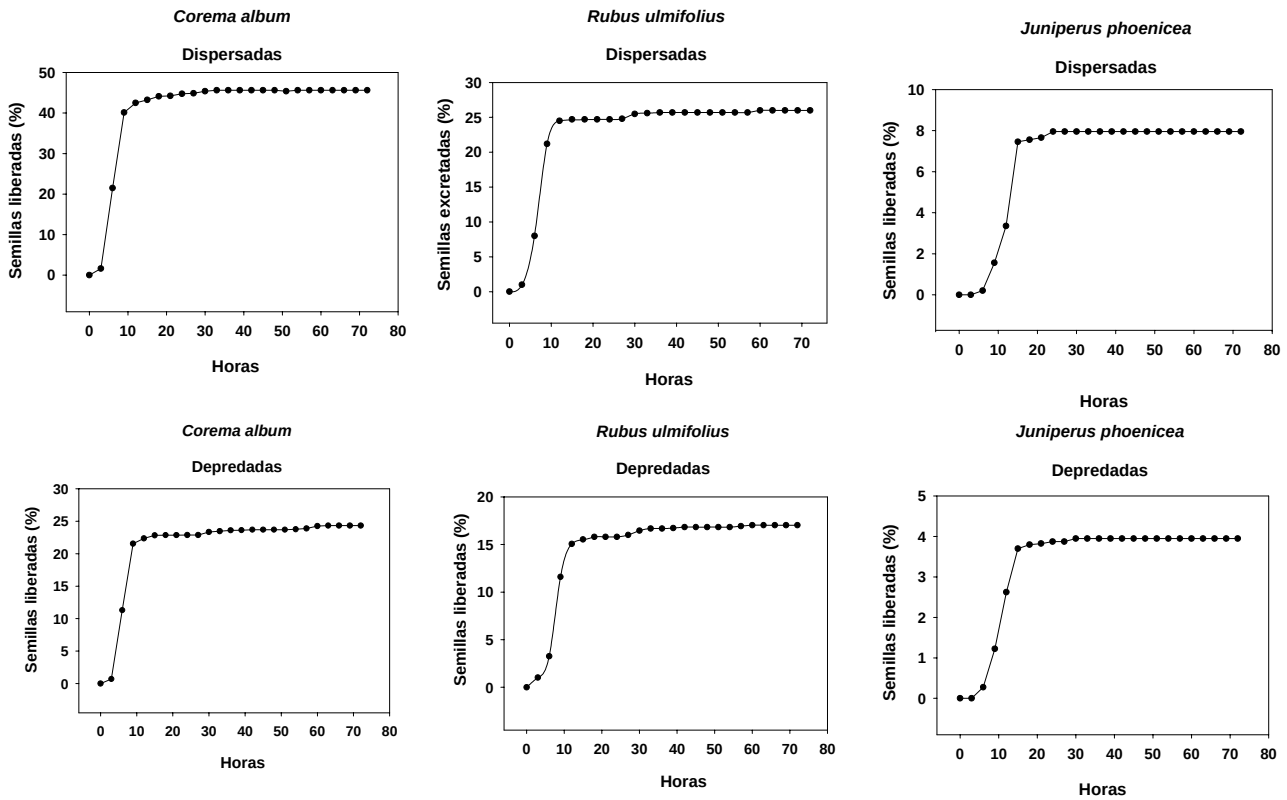


Figura 4: Curvas de liberación de semillas dispersadas y depredadas para las tres especies de frutos carnosos consideradas. Nótese como la mayor parte de las semillas son liberadas tras 12-15 h de su ingestión.

Considerando nuestras estimas de tratamiento de semillas (i.e., porcentajes de depredación) y la germinabilidad de las semillas ingeridas por los conejos (Fedriani y otros *sin publicar*) puede afirmarse que buena parte de las semillas ingeridas por los conejos son liberadas como propágulos viables. Dado los tiempos de retención de las semillas (12-15 h; Fig .4) y la movilidad de los conejos en Doñana (70-90 m/h; Villafuerte 1994) es esperable que las semillas ingeridas por los conejos sean alejadas considerablemente de la planta madre (lo cual aumenta la calidad de la dispersión; Schupp 1993). Por último, dadas las densidades de conejos en Doñana (e.g., Palomares y otros 2000), su amplia distribución, y la alta frecuencia con la que consumen frutos

carnosos, nuestro estudio indica que esta especie es un dispersante efectivo de varias especies vegetales en Doñana.

Objetivo 6 - Evaluación preliminar de una hipotética relación de causalidad entre el incremento de la población de zorros y la expansión de los sabinares en Doñana

En Doñana varios arbustos de frutos carnosos (*Corema album*, *Rubus ulmifolius*, *Phyllirea angustifolia*) y, en particular la sabina, *Juniperus phoenicea*, son dispersados por el zorro rojo *Vulpes vulpes*. Hace unas cuatro décadas se estableció en la comarca de Doñana un vasto sistema de cortafuegos y caminos, el cual es intensamente usado por los zorros para sus desplazamientos. Por ello, en uno de los principales caminos de la Reserva Biológica de Doñana, predijimos que: 1) el número de heces de zorro en las lindes (< 5 m) de éstos cortafuegos/caminos sería mayor que al alejarnos (> 60 m) de ellas, 2) el número de semillas de arbustos de frutos carnosos (principalmente de sabina) dispersadas por los zorros a las lindes sería mayor que al alejarnos de ellas, y 3) la densidad y diversidad de arbustos de frutos carnosos en las lindes serían mayores que al alejarnos de ellas.

Resultados y discusión:

Aunque el desarrollo de ésta actividad continua en curso, presentamos ya los resultados preliminares obtenidos entre Septiembre y Noviembre de 2007. Dada la provisionalidad de éstos resultados, no hemos procedido a su análisis estadístico lo cual se realizará al finalizar la temporada de muestreo en Enero de 2008. En total, la abundancia relativa de heces de zorro durante Septiembre-Noviembre de 2007 fue 5.8 veces mayor en las lindes de caminos de Doñana que en el monte adyacente (Fig. 5A). Así mismo, el índice de abundancia relativa de semillas dispersadas por los

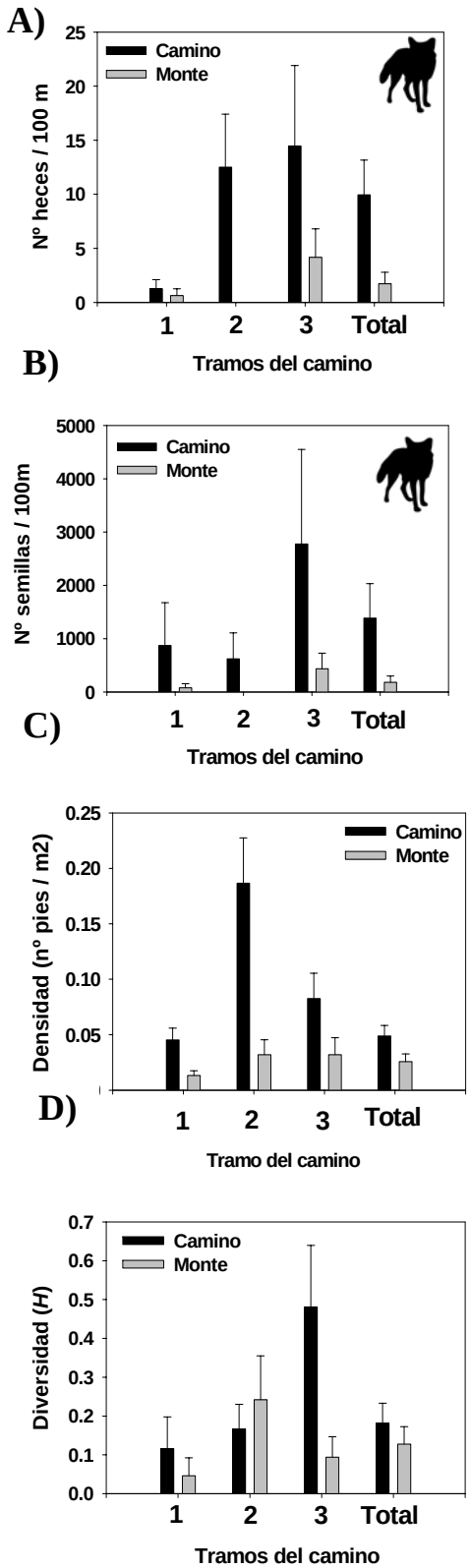


Figura 5: Abundancia de heces de zorro (A), semillas dispersadas por éstos (B), densidad (principalmente sabinas) y diversidad de arbustos de frutos carnosos (C y D) a lo largo de caminos y en áreas adyacentes a éstos.

zorros durante Septiembre-Noviembre de 2007 fue 7.6 veces mayor en los caminos que en el monte adyacente (Fig. 5B). La densidad y la diversidad de arbustos de frutos carnosos fueron 1.9 y 1.4 veces mayores en las lindes del camino que en el monte, respectivamente (Fig. 5C, D). Estos resultados preliminares apoyan la hipótesis de un uso intensivo de los caminos por parte de los zorros, lo que conlleva un aumento local en la densidad y diversidad de las especies vegetales dispersadas por éstos y, eventualmente, un incremento local de estas especies a lo largo de los caminos. Por tanto, los zorros pueden potencialmente 'moldear' el paisaje y hacerlo más diverso. No obstante, dicho proceso podría verse exacerbado o limitado por eventos postdispersivos, tales como una mortalidad diferencial de semillas y plántulas. De hecho, un experimento de depredación postdispersiva (por ratones y aves granívoras) de varias especies de semillas indicó que la supervivencia de éstas fue siempre mayor a lo largo de los caminos en comparación con el monte (Figura 6). Nuestros próximos objetivos son evaluar las tasas de germinación y supervivencia de plántulas en eso dos hábitats así como valorar la generalidad del patrón en Doñana, otras áreas, y otros tipos de hábitats intensamente usadas por mamíferos frugívoros.

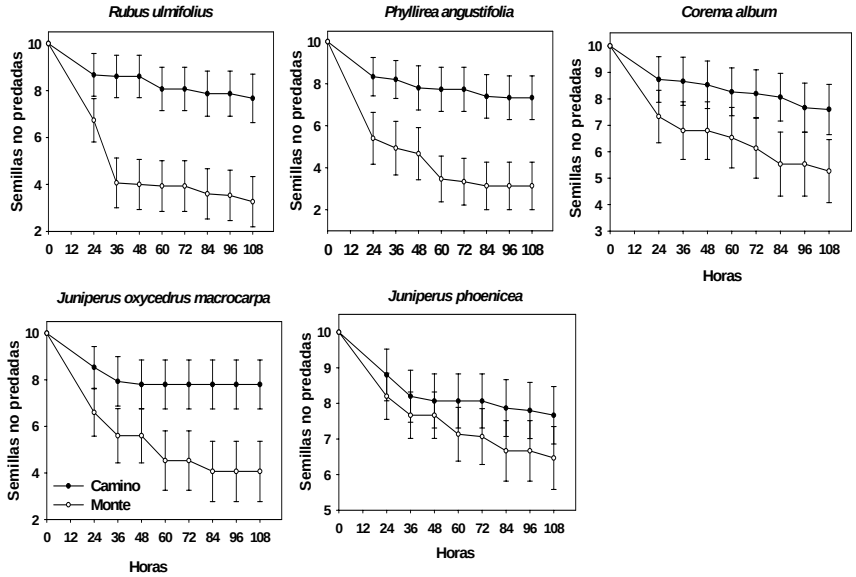


Figura 6: Número de semillas no depredadas por ratones y aves granívoras tras cuatro días de experimentación. Nótese como la depredación fue siempre mayor en el monte que en los caminos para las cinco especies vegetales de frutos carnosos consideradas.

33/2004 (proyecto de investigación) **Conservación de especies de plantas amenazadas de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Talavera Lozano, Salvador / Casimiro-Soriguer Camacho, Ramón
Universidad de Sevilla
ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación (MCyT) y TRAGSA
CANTIDAD:
DURACIÓN: 2004-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural

RESULTADOS:

Caropsis verticillato-inundata: Una de las amenazas más importante de esta especie es el desarrollo del brezal o juncal que diezma el espacio hábil para el crecimiento estolonífero de esta especie. Otras amenazas, tales como la fragmentación de las poblaciones por vías de comunicación que nitrifican el nicho de las poblaciones, con la consiguiente entrada de especies nitrófilas en el ecosistema, no son menos importantes. Se localizaron 3 poblaciones en el área de Doñana:

- Laguna del Peladillo (6120 individuos aprox.).
- Laguna de la RBD (547 individuos aprox.).
- Laguna de la Soriana (450 indivduos aprox).

Cheirolophus uliginosus: Especie de los humedales ologotroficos de Doñana y su entorno, que vive en el brezal-tojal higroturboso. Ésta es una de las comunidades más amenazadas del occidente peninsular. La colmatación de los humedales y el descenso del nivel freático pueden ser las principales causas de la extinción o declinación de las poblaciones. Se localizaron 6 poblaciones:

- Dehesa del Estero (60 individuos)
- Laguna de la Madres (381 individuos)
- Lagunas de Rivatehilos (150 individuos)
- Arroyo del Loro (5 individuos)
- Los Huertecillos (398 individuos)
- La Rocina (126 individuos)

Erophaca baetica. En el área de Doñana se estudiaron los siguientes aspectos:

Fenología: Las plantas de la Reserva empezaron a florecer a finales de Noviembre, pero el pico de floración fue entre Febrero y Marzo. Mientras que, las plantas de los pinares de Hinojos fueron más tardías, ya que su pico fue en Abril.

Vectores de polinización: Se realizaron 72 horas de censo diurnas y nocturnas. Y se observó una gran abundancia y diversidad de polinizadores.

Cuantificación de néctar: Se tomaron muestras de diversas plantas durante diversos días a diferentes horas del día para ver su patrón de secreción, volumen y concentración de azucares.

Éxito reproductor: En la población de la RBD encontramos un éxito reproductor medido como: a) fruit set de alrededor de un 2,5 %, b) seed set alrededor de 49%, y c) un éxito reproductor preemergente(PERS) de un 1,1%. En la población de los pinares de Hinojos encontramos resultados similares: a) fruit set de un 2%, b) un seed set de 65% y c) un éxito reproductor preemergente (PERS) de 3,1%.

Predación: Así mismo observamos que ambas poblaciones tenían un bajo éxito reproductor, debido, entre otras razones a la depredación producida por la oruga de la

mariposa *Tomares ballus*. Esto supuso una predación de alrededor de 65% de los frutos en la población de Doñana y de 87% de la población de Hinojos.

Dispersión: También se han marcado 400 plántulas para ver su supervivencia. Así mismo, también se realizaron algunos experimentos para ver la dispersión de las semillas de *Erophaca* dentro de la RBD.

Aún falta por recoger muchos resultados de estos experimentos y analizarlos.

34/2004 (proyecto de investigación) **Biología de la reproducción en la subfamilia Caryophylloidea**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Herrera Maliani, Francisco Javier / Balao Robles, Francisco Javier
Facultad de Biología. Universidad de Sevilla
ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación (MCyT) y TRAGSA
CANTIDAD:
DURACIÓN: 2004-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural

RESULTADOS:

Este año se ha continuado con los estudios de biología reproductiva: fenología, fructificación, predación, biología floral y supervivencia de plántulas en *Dianthus inoxianus*:

Supervivencia de plántulas: tras el marcaje de 300 plántulas se ha realizado un seguimiento mensual de la supervivencia. La mortalidad de las plántulas fue de más del 98 %, debido principalmente a la falta de recursos hídricos durante la época estival. Ya que en otro experimento con plántulas crecidas en invernadero con aporte hídrico constante aparecen mortalidades menores al 5%.

Cuantificación de la producción de néctar y olores: se han tomado muestras en diferentes poblaciones de néctar y olores para su análisis cuantitativo y cualitativo. Pendiente de análisis.

Fenología: Hemos tomado datos del número de plantas en flor y de flores abiertas a lo largo del período de floración en dos parcelas experimentales situadas en el término de Hinojos. El análisis de los datos del 2004, 2005, 2006 y 2007 muestra que la intensidad de floración medido como el número medio de flores por plantas esta relacionado positivamente con la pluviometría anual (figura 1).

Polinización y éxito reproductivo: se continuó con los censos de polinizadores durante la época de floración en 3 poblaciones de *D. inoxianus*. En 2007 se han realizado un total de 44 horas de censos nocturnos para determinar la densidad de polinizadores de este año y su repercusión sobre el éxito reproductor de *D. inoxianus*. *Hyles livornica* (Sphingidae) junto a *Macroglossum stellatarum*

(Sphingidae) fueron los únicos polinizadores aunque se observó una baja tasa de visitas respecto a otros años. Con los datos de 4 años de observaciones podemos concluir que *D. inoxianus* es una planta esfingófila con un polinizador muy especializado, *Hyles livornica*. La reproducción de esta planta esta fuertemente relacionada con la abundancia de este polinizador

Predación: se tomaron muestras de 20 plantas de diferentes poblaciones para analizar el grado de predación de los frutos por las orugas de *Coleophora dianthi* (Microlepidoptera)

Variabilidad floral: Para realizar un experimento sobre la plasticidad fenotípica de los caracteres florales, se formaron clones a partir de plantas marcadas en el campo y se cultivaron el Invernadero de la Universidad de Sevilla. De estos clones dos florecieron este año y el resto esperamos que lo haga el siguiente año.

Filogeografía: Se realizaron 3 excursiones (Marruecos y Levante Español) para terminar la recolección de hojas del complejo Dianthus broteri (en el cual esta incluido *D. inoxianus*). En cada población se recolectaron hojas de 30 individuos y se conservaron en silica gel para su posterior análisis. En estos momentos se esta llevando a cabo los análisis genéticos (AFLP) en el Real Jardín Botánico de Madrid

Cariología: se realizó un primer análisis de algunas poblaciones del complejo *Dianthus broteri* encontrando un nuevo número cromosómico para *Dianthus broteri* (2n = 30).

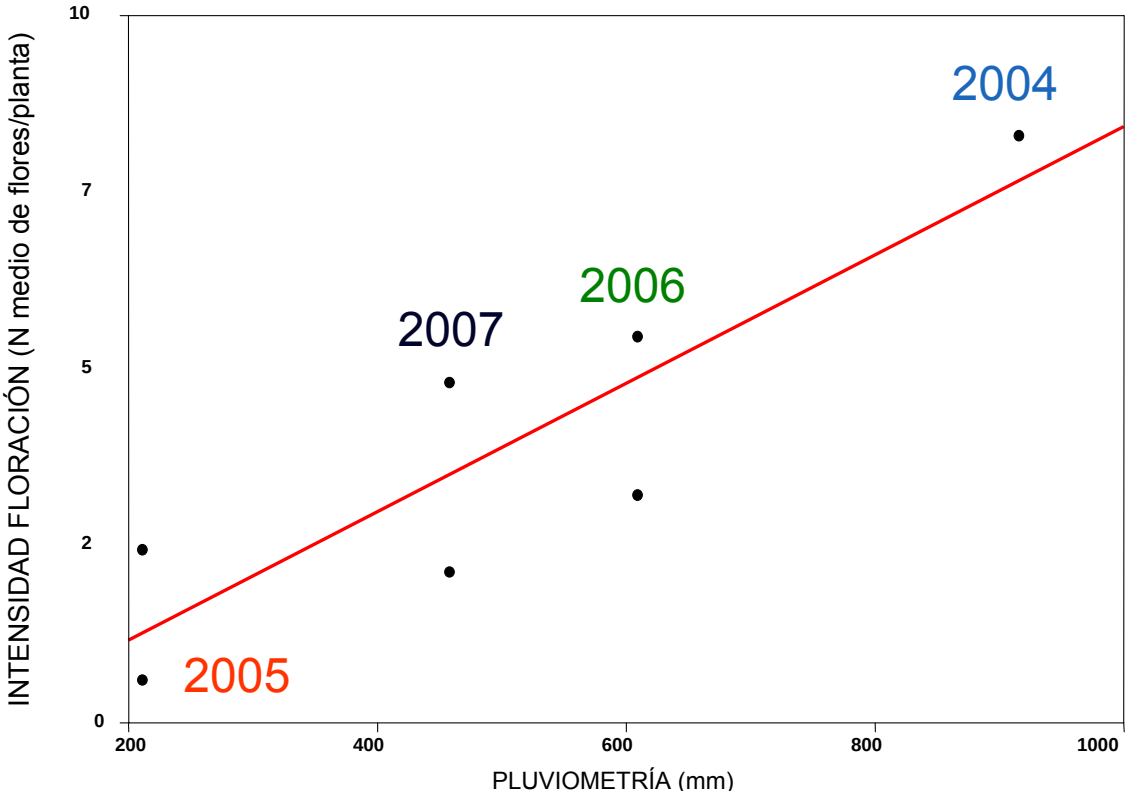


Figura 1. Relación entre la intensidad de floración y la pluviometría anual en *D. inoxianus*

35/2004 (proyecto de investigación) **Las aves acuáticas de Doñana y el cultivo del arroz: la interacción entre la agricultura y la conservación de las zonas húmedas**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Figuerola Borras, Jordi
Estación Biológica de Doñana
ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
CANTIDAD: 163.600 €
DURACIÓN: 2004 - 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Arrozales de la provincia de Sevilla, Paraje Natural Brazo del Este, Parque Natural de Doñana

RESULTADOS:

Durante el 2007 se ha continuado con los censos quincenales de aves en cuatro transectos distintos de arrozales en el Entorno de Doñana. Debido a la escasez de agua se ha producido una apreciable reducción en la superficie cultivada. De esta manera el 54% de los campos que se censan regularmente no han sido cultivados durante la presente temporada.

La reproducción durante el 2007 ha sido menos frecuente que durante el 2006. En total se han registrado 180 intentos de nidificación en las zonas de estudio, repartidos de la siguiente forma según especies: 111 *Charadrius alexandrinus*, 54 *Himantopus himantopus*, 7 *Sterna albifrons*, 3 *Recurvirostra avosetta*, 2 *Glareola pratincola*, 2 *Charadrius dubius* y 1 *Burhinus oedicnemus.*
Se han marcado un total de 140 individuos de las siguientes especies: *Charadrius alexandrinus*, *Himantopus himantopus*, *Sterna albifrons*, *Glareola pratincola*, *Charadrius dubius;* y se han obtenido muestras de sangre para análisis de neurotransmisores. Con estos análisis se pretende estimar los efectos de los productos fitosanitarios usados en el cultivo del arroz sobre la reproducción de las aves.

Por último se han tomado 120 muestras de sedimento de 24 campos distintos para estimar la disponibilidad de alimento para las aves. Estos muestreos se repetirán en diciembre y marzo.

39/2004 (proyecto de investigación) **Diseño de un sistema de información integrada para uso científico, gestión y difusión medioambiental en el Parque Nacional de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Calderón Rubiales, Juan
Estación Biológica de Doñana, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Fundación BBVA
CANTIDAD: 537.624 €
DURACIÓN: 2004-2006, prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: No van a realizar trabajos de campo campo.

RESULTADOS:

Durante el año 2007 se ha completado el proyecto, habiéndose construido un sitio web compartido entre la Fundación BBVA y la Estación Biológica de Doñana.

Ha quedado por realizar una presentación a los medios de comunicación, que se hará a principios de 2008.

La web tiene dos partes bien diferenciadas, una de interés para científicos y gestores, centrada en los Cuadernos de Campo que se han ido realizando en Doñana desde los años 60 del siglo XX, y otra de divulgación, dedicada al conocimiento general de Doñana a través de textos e imágenes. Se estructura en tres grandes apartados y una miscelánea complementaria:

- Cuadernos de Campo (CC)
- Conoce Doñana
- Explora Doñana
- Miscelánea

La Fundación para la Investigación y el Desarrollo de las Tecnologías de la Información en Andalucía (FIDETIA), a través de otro convenio con la EBD, ha sido la encargada de implementar el soporte informático.

Los cuadernos de campo en la web

Como no podía ser de otra manera, los CC son los protagonistas principales del sitio web, fundamentalmente a través de dos páginas en las que se presentan siete cuadernos (al menos uno de cada década, desde los 60) de cinco autores diferentes. La titulada "Galería de Cuadernos" permite recorrer todo o parte de cada uno de ellos, en el mismo orden en que los escribieron sus autores. Y la llamada "Buscar en Cuadernos", realizar búsquedas diversas, filtrando del conjunto exclusivamente la información que interese. En estos filtrados se mezclan datos de los siete CC disponibles, presentándose la información ordenada por fechas, pudiendo también recorrerse, en ese orden, registro a registro. Este apartado, obviamente, tiene vocación de crecer, añadiéndosele los sucesivos cuadernos que se vayan elaborando y/o procesando.

En la página titulada "Qué son" se da una somera explicación acerca de en qué consisten los CC. En "Autores de los Cuadernos" se presenta a los autores de los siete CC que están disponibles para todos los usuarios de la web, por medio de una corta biografía relacionada con sus respectivos cuadernos de campo, acompañada, cuando se ha podido, de una fotografía.
El contenido de los CC, por otra parte, recorre toda la web, ya que están presentes de manera central en las actividades educativas (Aprende y diviértete en Doñana), en las Fichas de Seres Vivos, en el Árbol Taxonómico representativo de la biodiversidad de Doñana, en el Mapa del área de Doñana, en el apartado Geografía y Toponimia, en la amplísima colección de imágenes que se posee, etc. Para estas últimas funciones se utilizan, no sólo los CC puestos a disposición del público de manera general, sino los más de doscientos que ya se han transcrito a la base de datos.

Páginas divulgativas y de información

La divulgación ocupa el resto del sitio web, a través de un buen número de páginas en las que se explican aspectos de interés científico y conservacionista en relación con Doñana y los CC. De ello tratan las tituladas Historia, Ubicación Geográfica,

Biodiversidad, Fichas de Seres Vivos, Árbol Taxonómico, Ecosistemas de Doñana, Hidrología, Climatología, Investigación en Marcha, Noticias, Lecturas Recomendadas y ¿Sabías qué…? Esta última pretende trasladar a los usuarios un anecdotario de Doñana, que está llena de curiosidades de mayor o menor trascendencia, muchas veces realmente jugosas. También pueden considerarse de divulgación las "Imágenes de Doñana" y los "Fondos de Escritorio". Buena parte de las páginas mencionadas son interactivas, permitiendo al usuario realizar peticiones concretas y obtener información a su elección. La interactividad se ha potenciado en las tituladas Ubicación Geográfica, Recorridos Migratorios, Recorridos Virtuales y en las actividades educativas (Aprende y Diviértete en Doñana).

Dentro de este contexto divulgativo, merecen especial mención, por su interés también para científicos y gestores, las páginas tituladas "Doñana Vista Espacial" y "Mapa de Doñana". La primera presenta una fotografía diaria del área de Doñana, tomada por el satélite AQUA, de la NASA, desde mayo de 2004. A la serie de fotos ya existente, que se conserva como una base de datos en nuestros propios servidores, se añade la que se sigue tomando cada día. La página permite realizar peticiones de series de fotos ordenadas cronológicamente, que se presentan en tandas de doce, e irlas viendo una a una, ampliadas. El Mapa de Doñana, por su parte, es un instrumento nuevo, de gran utilidad, que permite buscar lugares obtenerlos representados en el mapa. Se han georreferenciado para ello los que aparecen en los mapas de escala 1:50.000 más habituales de la zona, a los que se han añadido los que son exclusivos de los CC. En total alrededor de 10.000 nombres georreferenciados, es decir, se aporta la información toponímica de un extenso conjunto de lugares, integrados en el correspondiente Sistema de Información Geográfica.

Se ha procurado potenciar lo más posible la conectividad entre las entidades principales del sistema: CC, organismos y lugares. Así, señalando con el cursor un organismo o un lugar, en un registro cualquiera de un CC y haciendo clic sobre él, se muestran respectivamente la ficha del organismo, o la ubicación geográfica del lugar; en este último caso presentando directamente en pantalla el mapa, y marcando su ubicación de forma llamativa.

El sitio web se complementa con una selección de enlaces hacia otras páginas web, que de una u otra forma nos han parecido de interés para la nuestra.

Finalmente, se ha confeccionado un glosario que incluye los términos que se citan, y otros que son habituales en el área de Doñana y raros en otros lugares. Como es natural, el glosario pretende mantenerse vivo y crecer con nuevos vocablos, que serán aportados *motu proprio* por quienes sigan manteniendo el sitio web en el futuro, o recibidos de los usuarios en el apartado "Contacta", que está abierto a todo el mundo, para canalizar a través de él cualquier tipo de comentario, aportación, consulta, crítica, etc.

Doñana en directo: webcams

La página "Doñana en Vivo" pone a disposición del usuario varias webcams, enfocadas a algunos lugares que, al menos en alguna época del año, resultan especialmente activos. Así ocurre con las dos que miran hacia la Pajarera de Doñana, con la que registra lo que sucede en el Lucio de la FAO y con la situada junto al nido de cigüeñas

que está sobre el tejado del Chalet de la Reserva Biológica. Hay también una colocada sobre la torre de 30 metros que está junto al Palacio de Doñana, que pretende enseñar la marisma desde esa altura, como una vista insólita de un territorio extraordinariamente llano.

1/2005 (proyecto de investigación) **Cartografía y evaluación de la vegetación y flora a escala de detalle 1:10.000 de los ecosistemas forestales de la provincia de Huelva**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Hidalgo Fernández, Pablo
Universidad de Huelva
ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía
CANTIDAD: 189.546,44 €
DURACIÓN: 2005, prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Terreno forestal de la provincia de Huelva, tanto dentro del Parque Natural como Nacional de Doñana

RESULTADOS:

Durante el presente año se han seguido realizando inventarios de las comunidades vegetales de Doñana siguiendo el método de muestreo sigmatista de Braun-Blanquet. También se han realizado prospecciones de flora para aportar la máxima información posible a la descripción y la ecología de dichas comunidades, así como enriquecer el catálogo florístico de este espacio protegido. Se ha terminado la recolección de datos y ahora, terminada la fase de campo, se están analizando con un programa específico de vegetación denominado VEGANA. En este software se han introducido todos los inventarios (aproximadamente 800) realizados durante estos tres últimos años y se han sometido a análisis de clasificación mediante métodos partitivos (K-means). El objetivo de este análisis es conocer la estructura de las asociaciones vegetales de una forma cuantitativa y objetiva y compararla con la descritas por el método tradicional fitosociológico no numérico. Los resultados no están todavía disponibles, ya que forman parte de una tesis doctoral que se leerá en el transcurso del año 2008 y de la le enviaremos una copia cuando esté disponible.

Las prospecciones botánicas han dado lugar a dos publicaciones sobre nuevas citas de especies vegetales presentes en Doñana, tanto en la Reserva Biológica, como en el resto del Parque Nacional y Natural.

Los resultados de los trabajos de flora incluyen 26 nuevas citas de especies de las cuales:

- 14 nuevas especies para el catálogo florístico:

  Astragalus boeticus
  Astragalus pelecinus
  Carex trinervis
  Centunculus minimus
  Chamaesyce canescens subsp. *Massilensis*
  Catapodium rigidum subsp. *hemipoa*
  Lathyrus angulatus

Limonium echioides
Lobularia lybica
Scilla ramburei
Trifolium ligusticum
Verbascum masguindali
Calystegia soldanella
Viola lactea

- 5 nuevas poblaciones de especies protegidas:

Bulbostylis cioniana
Potamogeton natans
Rhynchospora modesto-lucennoi
Simethis mattiazi
Wolffia arrhiza.

- 6 nuevas especies introducidas (todas ellas de carácter adventicio menos *Eragrostis curvula* que parece estar en expansión dentro del Parque):

Chamaesyce maculata
Eragrostis curvula
Eragrostis minor
Lepidium latifolium
Herniaria cinerea
Trigonella monspeliaca

2/2005 (proyecto de investigación) **Evaluación de la transformación del matorral del Parque Nacional de Doñana como medida de gestión y su impacto sobre la comunidad de micromamíferos**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Moreno Garrido, Sacramento
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: 65.435, 00 €
DURACIÓN: 2005-2008
ÁREA DE ESTUDIO: La Algaida, el Puntal, la Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

El proyecto estudia la comunidad de micromamíferos en 10 parcelas del Parque Nacional de Doñana: 6 de ellas en las que se ha realizado tratamiento del matorral (quema-desbroce) (3 de creación reciente y 3 de tres años de antigüedad) y 4 donde no se ha realizado ningún tipo de gestión del hábitat (una de estas control se añadió en enero del 2006, como se explicó en su momento). La investigación realizada durante el año 2007 se puede resumir en los siguientes puntos:

- Recopilación de información y creación de base bibliográfica.

- Reparación de material fungible e inventariable deteriorado por el uso durante el año precedente.
- Seguimiento de la evolución temporal del matorral de las parcelas sometidas o no a tratamiento y en las que se ha efectuado el estudio de la comunidad de micromamíferos.
- Análisis relativo a la distribución espacial y características de los desbroces realizados en el Parque Nacional de Doñana desde el inicio de este tipo de tratamientos hasta el momento actual.
- Recogida de excrementos de zorro (*Vulpes vulpes*) y gineta (*Genetta genetta*), y egagrópilas de lechuza (*Tyto alba*) en las inmediaciones de las parcelas donde se realiza el estudio demográfico de la comunidad de micromamíferos; y su posterior análisis (todavía en proceso).
- Estima de la abundancia de conejo mediante conteo de excrementos en estaciones fijas.
- Parcelas de estudio: las parcelas en las que se ha efectuado el estudio, tanto de la vegetación y su desarrollo, como de la comunidad de micromamíferos han sido las siguientes:
    - Parcelas control: San Agustín (29S0726414, 4096560), Alcornoque de las Monjas (29S0726347, 4097904), Las Pajareras (29S0727216, 4097520). Dado el bajo rendimiento (en cuanto a capturas de micromamíferos) en una de estas parcelas control (Las Pajareras), hemos incluido una nueva, que hemos llamado La Aulaga y cuyas coordenadas son: (29S0727129, 4097796).
    - Parcelas sometidas a tratamiento durante el invierno 2003-2004, Zalagalano (29S0725890, 4099677), Martinazo (29S0726889, 4100534) y Los Madroños (29S0725472, 4103121). Las dos primeras localizadas en la Reserva Biológica de Doñana y la tercera en La Algaida. El GIS nos ha permitido evaluar con precisión distintas características de las parcelas de desbroce, como su superficie, perímetro, distancias a las restantes parcelas, distancias a los desbroces más próximos, distancia al borde de la marisma, etc.
    - Parcelas de tratamiento reciente: sometidas a quema-gradeo durante el invierno 2005-2006: Raya de la Perdices (29S0727115, 4099222), Casa de la Algaida (29S0727190, 4103576) y Nido del Gato (29S0726010, 4098910).
- Vegetación: se ha continuado realizando el muestreo estacional de la vegetación arbustiva en todas las parcelas de estudio. En cada estación de trampeo se han obtenido datos sobre altura del matorral, abundancia relativa de cada especie, diversidad, proporción de suelo desnudo y de suelo cubierto con broza. Todo ello permitirá establecer comparaciones entre parcelas y entre estas y sus controles, y relacionar estos datos con los datos obtenidos en los muestreos de micromamíferos; (en proceso de análisis). También se han tomado fotografías aéreas a 3 m de altura y se ha realizado una georreferenciación exacta con GPS georreferencial en cada una de las estaciones de trampeo, para su procesado posterior en GIS.
- Estudio de la comunidad de pequeños mamíferos. Durante el año 2007 se han realizado los dos últimos periodos de trampeo en vivo, mediante captura-marcado-recaptura, en las diez parcelas seleccionadas durante las siguientes fechas :
    - invierno: enero 2007.
    - primavera: marzo-abril 2007.

En cada una de las diez parcelas mencionadas se instalaron un total de 50 trampas de captura en vivo cada 15 m, ocupando los nudos de una hipotética red cuadrada. En las parcelas donde se había efectuado tratamiento de la vegetación, se colocaron otras 25 trampas en la zona de matorral (sin tratar) circundante a la parcela de tratamiento, es decir, en total 75 trampas (50+25).

Los animales capturados han sido pesados, determinada su especie, sexados, examinado su estado general y estatus reproductivo, marcados con microchip subcutáneos y liberados inmediatamente en el mismo lugar de su captura (cuya ubicación también constituye un dato de importancia).

Los resultados, aún preliminares pueden resumirse como sigue:

- Las especies capturadas han sido: *Apodemus sylvaticus, Mus spretus, Eliomys quercinus y Crocidura russula.*
- Como el año anterior la abundancia fue alta para el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) y el ratón moruno (*Mus spretus*) y baja o muy baja para el la musaraña común (*Crocidura russula*) y el lirón careto (*Eliomys quercinus*).

Las zonas de mayor abundancia de micromamíferos en general han sido aquellas donde se realizaron tratamientos de la vegetación, en concreto, las desbrozadas de tres años de antigüedad (desbrozadas en 2003/2004). Actualmente estamos analizando las posibles variaciones en el uso de las parcelas en relación con la especie, la edad y el sexo de los ejemplares capturados.

Hemos procedido a la elaboración de bases de datos definitivas y al análisis de los resultados, obteniendo unos resultados preliminares, mencionados anteriormente, que han sido presentados a dos congresos.

3/2005 (proyecto de investigación) **Estudio de la hidrodinámica de la marisma de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Dolz Ripollés, José
Universidad Politécnica de Cataluña
ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)
CANTIDAD: 220.454 €
DURACIÓN: 2005-2007
ÁREA DE ESTUDIO: El área de estudio abarca toda la Marisma, aunque las estaciones de medida están situadas en: La Casa del Lobo, Huerta Tejada, Lucio del Travieso y Lucio de los Ansares

RESULTADOS:

La actividad realizada durante el año 2007 ha sido:

- Mantenimiento y explotación de la red de medida en campo.
- Instalación de una nueva estación de medida en Resoliman.
- Análisis y tratamiento de la información recibida de la red de medida en campo.

- Análisis de imágenes radar a lo largo del período y secado de inundación de la Marisma.
- Puesta a punto del modelo numérico para el análisis de la hidrodinámica de la Marisma. Ello se ha llevado a cabo utilizando el modelo CARPA.
- Reunión para el seguimiento y presentación de resultados celebrada en Sevilla el 4 de diciembre de 2007.
- Se están realizando dos tesis doctorales:
    - Belén Martí. *Análisis de la evolución temporal del área inundada utilizando teledetección activa.*
    - Anaïs Ramos. *Caraterización hidrometeorológica de la Marisma de Doñana.*

  Ambas tesis se encuentran aproximadamente a la mitad de su realización.

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 Andalucia
CANTIDAD: 120.200,00 €
DURACIÓN: 2005-2007
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 amplia 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:

Las escuchas realizadas hasta ahora han permitido localizar: (a) 14 territorios de reproducción seguros, es decir, lugares con nidos en los cuales se ha podido registrar por lo menos un intento de reproducción por parte de la pareja; (b) 19 territorios probables, donde se ha escuchado por lo menos un individuo cantando; y (c) 3 territorios posibles, donde ha habido por lo menos una observación de un individuo. El estado actual de las informaciones parece indicar que la población de búho real del entorno natural de Doñana podría ser de más de 40 parejas.

La distancia mínima entre dos nidos ocupados por distintas parejas es de 1.7 Km. La distancia media entre nidos vecinos es de 2.0 ± 0.4 Km.

La productividad media ha sido de 2.3 ± 0.9 volantones (n = 9 territorios), superior al éxito reproductivo de 2006 (1.5 ± 1.3 volantones) y 2005 (1.4 ± 1 volantones). La pareja de Gato ha registrado la fecha de reproducción más temprana, el 13 de Diciembre. La más tardía ha sido la del 15 de Marzo en el Arrayán.

Los nidos en zonas más homogéneas y principalmente forestales como bosques de pinos y eucaliptos alejados de la vera y de la marisma reflejan en la dieta una menor riqueza

de especies. Sin embargo, los nidos que están junto a la vera y a la marisma presentan una dieta mucho más variada.

El trampeo de los adultos durante el año 2007 ha sido todo un éxito, y tres nuevos individuos reproductores se han añadido a la lista de búhos marcados con emisores: la pareja de La Caquera y la hembra del Arrayán.

Se han marcado con emisor 15 pollos de 8 nidos diferentes. De los 10 juveniles marcados durante la estación de reproducción del 2006, 4 han sido encontrados muertos). La muerte de dos de ellos se debe a causas de origen antrópico.

Considerando conjuntamente los dos machos marcados con emisor (Soto Chico y La Caquera), la extensión media del home range prospectado por un macho reproductor a lo largo del año es de 1.6 ± 1.7 km^2.

Considerando conjuntamente las dos hembras marcadas con emisor (La Caquera, El Arrayán I), la extensión media del home range prospectado por una hembra reproductora hasta la fecha es de 0.6 ± 0.6 km^2.

La distancia media de dispersión juvenil registrada a lo largo de estos 2 años en el entorno de Doñana ha sido de 8.9 ± 2.7 Km. (min. = 4.7 Km.; máx. = 12.9 Km.).

La edad media de dispersión registrada en Doñana hasta ahora es de 168.3 ± 31.5 días (min. = 96 días, Acebuche; máx. = 194 días, Arrayán y Majada Real).

Todos los pollos nacidos en el parque Natural y Nacional se han quedado dentro o en los alrededores próximos del entorno natural de Doñana.

6/2005 (proyecto de investigación) **Estudio no invasivo de la exposición al plomo en el Águila imperial ibérica y otras aves rapaces sensibles en la red de parques nacionales**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Jiménez Luque, Begoña
Instituto de Química Orgánica General, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente (Ayudas para la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales)
CANTIDAD: 31.625 €
DURACIÓN: 2005-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Todo el Parque Nacional y Parque Natural de Doñana. Las salidas de campo se efectuarán al amparo del proyecto 3/2006.

RESULTADOS:

Durante el año 2007 se han completado los análisis de Pb en plumas de Aguila imperial. Se ha trabajado con una colección de plumas recogidas entre los años 1905 y 2006. Evaluando los periodos en dos grandes bloques, en función de la entrada en vigor de la prohibición de los perdigones de plomo en las Marismas del Guadalquivir (RD

581/2001, con moratoria de adaptación para la temporada 2001-02), en todas las muestras datadas con aterioridad al 2002, los valores medios de concentración de plomo en pluma son del orden de 5,73 ug/g (peso seco), mientras que los valores encontrados en las muestras datadas entre el 2002 y 2006, los valores son algo más bajos, siendo el valor más bajo del orden de 2,79 ug/g, si bien no se han encontrado diferencias significativas entre los diferentes años.

8/2005 (proyecto de investigación) **Seguimiento científico de la reintroducción del águila imperial en la provincia de Cádiz**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Ferrer Baena, Miguel
Estación Biológica de Doñana, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: GIASA
CANTIDAD: 348.589 €
DURACIÓN: 2005-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Todo el Parque Nacional y Parque Natural de Doñana. Las salidas de campo se efectuarán al amparo del proyecto 3/2006.

RESULTADOS:

De los jóvenes de águila imperial reintroducidos en la comarca de la Janda, han visitado el Parque Nacional de Doñana en el año 2007 Am[U1], Am[UP], Am[W7], B[A2] y B[A3]. A continuación se resume la información disponible de cada uno de ellos.

Am[U1]. Macho reintroducido en 2006. Visitó Doñana en febrero de 2007 y de nuevo se ha registrado su presencia en el Parque en noviembre. En este mes sus estancias han durado 5, 2 y 1 día respectivamente.

Am[UP]. Hembra reintroducida en 2006. Ha estado visitando el Parque Nacional de Doñana desde inicio de su periodo de dispersión hasta finales de febrero de 2007. A partir de esta fecha el emisor no funcional correctamente.

Am[W7]. Macho reintroducido en 2006. Visita el Parque Nacional de Doñana asiduamente aunque durante muy breve espacio de tiempo. En noviembre de 2007 se ha detectado en dos ocasiones, una únicamente un día y la siguiente 2.

B[A2]. Macho reintroducido en 2007. Hasta final de septiembre que es cuando comienza el periodo dispersivo no se localiza en Doñana. Se detecta en octubre y noviembre en estancias breves de no más de 3 días.

B[A3]. Macho reintroducido en 2007. Hasta final de septiembre que es cuando comienza el periodo dispersivo no se localiza en Doñana. Se detecta en octubre y noviembre en estancias breves de no más de 3 días.

El Parque Nacional de Doñana es un área de dispersión juvenil que exploran los individuos reintroducidos en Cádiz. No obstante sus estancias son breves.

12/2005 (proyecto de investigación) **Plan de seguimiento del impacto de las actuaciones 1 y 3 del programa Doñana 2005 sobre la relación acuífero-arroyos y acuífero-cubetas**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Manzano Arellano, Marisol
Universidad Politécnica de Cartagena
ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (COPASA y ALPI, S.A.)
CANTIDAD: 222.318 €, 50% para el Parque
DURACIÓN: 2005-2007
ÁREA DE ESTUDIO: El conjunto de actuaciones se desarrollará el entorno de las actuaciones 1 y 3 del proyecto Doñana 2005, en el sector limitado por los Cotos, la Vera, la Rocina y los Mimbrales. Buena parte de los trabajos se realizará fuera del PND.

RESULTADOS:

Los objetivos específicos que propuestos para el año 2007 eran:

1. Completar la caracterización del desplazamiento de solutos (contaminantes y no contaminantes) por la zona no saturada y hasta el medio hídrico subterráneo y superficial.
2. Completar el modelo de transferencia de contaminantes a través de los flujos hídricos superficiales y subterráneos.
3. Realizar del modelo numérico de simulación del flujo de agua subterránea para estudiar la relación lagunas-acuífero y arroyos acuífero.

Sin embargo, debido a que el pago de la parte de presupuesto correspondiente al año 2007 no se ha llevado a cabo los trabajos se han ralentizado y sólo se han llevado a cabo algunas actividades. El trabajo realizado en relación con cada objetivo y el grado de consecución son los siguientes:

1. Respecto al estudio del desplazamiento de solutos por la zona no saturada del terreno, no se ha realizado ningún nuevo muestreo durante este año. Además, debido a la no disponibilidad de fondos han quedado paralizadas las actividades analíticas de las muestras tomadas durante el año 2006.

   El estudio del aporte de solutos por la lluvia que se había previsto iniciar en 2007 quedó también retrasado por la escasez de fondos. Finalmente el muestreo se ha iniciado en noviembre de 2007, tras la firma de nuevos contratos y la confianza en que se dispondrá de fondos en breve.

2. Para el estudio de la transferencia de contaminantes por el medio hídrico subterráneo, se ha realizado una campaña de muestreo de aguas freáticas en todos los piezómetros de la red construida para este proyecto cuyos resultados se interpretarán conjuntamente con los datos aguas subterráneas más profundas muestreadas en campañas anteriores. Hasta la fecha el estudio se ha centrado en caracterizar el alcance espacial (X,Y,Z) de la afección de la actividad agrícola tomando como indicador la concentración de ión nitrato. Los resultados están siendo preparados para su presentación en un congreso durante el año 2008.

Respecto al estudio de la transferencia de contaminantes por el medio hídrico superficial, tras conocer el año pasado que el Parque Nacional realiza un muestreo y análisis mensual de los principales cauces entrantes al Parque por la zona de estudio de este proyecto, y que esos datos no estaban siendo analizados por nadie, se acordó con ellos no duplicar nosotros los muestreos y estudiar esos datos, cedidos por el Parque, dentro del proyecto 12/2005. Los datos están siendo integrados con los de aguas freáticas; los resultados se presentarán conjuntamente.

3. Respecto al modelo numérico de flujo de agua subterránea, en la primera mitad del año la persona contratada para esta actividad, el Dr. Francisco Alcalá, retomó el modelo preparado para la tesis de Edurne Lozano y extendió en el tiempo, hasta finales de 2005 (condicionado por los datos de entrada disponibles) las simulaciones por ella realizadas (finalizaban en 2001). El Sr. Alcalá renunció a su beca en julio de 2007 por haber obtenido un contrato Ramón y Cajal con otro organismo, y hasta septiembre no se ha incorporado otra persona que lo substituya.

   Esta persona es el Sr. Iker Juárez, geólogo y diplomado en Hidrología Subterránea por la UPC. El modelo disponible se diseñó con el código MODFLOW, que es un programa comercial de notable calidad, pero en estos momentos el Sr. Juárez está realizando una capacitación en modelación numérica con el código TRANSIN, desarrollado por el grupo de Hidrología Subterránea de la UPC y más versátil que MODFLOW. El objetivo es diseñar un muevo modelo con este código utilizando las condiciones de contorno y el valor de algunas funciones temporales ya calibradas con el anterior.

   Para realizar un avance significativo respecto al modelo con MODFLOW es necesario disponer de series temporales de medidas del nivel freático, además de medidas de niveles piezométricos más profundos. Esto último está disponible a través de la red de control piezométricos de la CHGuadalquivir; para lo primero se ha construido una red específica durante el último año y medio y las mediadas (mensuales) disponibles son aún pocas, por lo que será necesario seguir midiendo al menos un año más. Además de las medidas manuales mensuales, que realiza el personal de la oficina de Sevilla del IGME en sus tareas de colaboración, se ha instalado dos sensores de presión en sendos piezómetros freáticos y uno en la balsa sur de Mimbrales, y en breve se instalará otro en la balsa norte. Ambas balsas han sido equipadas además con escalas. En definitiva, el trabajo grueso de modelación se desarrollará durante el año 2008.

   La red de piezómetros freáticos construida en torno a lagunas, arroyos y caños consta de 65 puntos, con una profundidad entre 2 y 4 m. Algunos de estos fueron construidos en época de niveles altos y han quedado secos, por lo que será necesario repetir una selección de ellos. El resto está siendo cerrados de forma que tengan una permanencia en el tiempo, con la colaboración del IGME. Este organismo está asignando un número de inventario para cada uno de ellos que será comunicado a la CHG. La nivelación de los piezómetros se ha postergado por razones de presupuesto y está previsto realizarla durante la próxima semana (17 a 21 de diciembre).

En enero de 2007 se incorporó al proyecto 12/2005 el Sr. Horacio Higueras, alumno de doctorado de la Universidad Politécnica de Cartagena, para encargarse del estudio del

aporte de solutos por la lluvia y las actividades agrícolas y de las reacciones involucradas en el transporte de los mismos por el agua subterránea hasta los humedales (arroyos y lagunas). En julio de 2007 el Sr. Higueras ha obtenido una beca predoctoral en convocatoria pública de la Universidad Politécnica de Cartagena, y su trabajo en el proyecto 12/2005 ha sido considerado de interés por el Organismo Internacional de Energía Atómica para formar parte de un Proyecto de Investigación Coordinado sobre el uso de técnicas isotópicas para estudiar la hidrología de humedales. El Sr. Higueras también ha obtenido una ayuda de la Estación Biológica (referencia 37/2007) para apoyo de sus trabajos de campo en el marco de este proyecto internacional.

Por todo esto, y contando con que el dinero no disponible durante el año 2007 lo esté en breve, la previsión es que el grueso del trabajo del proyecto 12/2005 se finalice durante el año 2008, para lo cual se ha solicitado a la EBD una ampliación del permiso para acceder a la zona durante el nuevo año.

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, Andy J.
Estación Biológica de Doñana, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (COPASA y ALPY S.A.)
CANTIDAD: 350,000 €
DURACIÓN: 2005-2008
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:

Se ha publicado un trabajo sobre la dispersión de varios grupos de invertebrados por patos y fochas (Frisch et al. 2007). Cabe destacar la alta diversidad de invertebrados registrada en las heces de estas aves, incluyendo rotíferos, cladóceros, ostrácodos, copépodos, nematodos e insectos. Se ha publicado el primer articulo sobre la colonización de los lucios por zooplancton (Frisch y Green, 2007), basado en los resultados de campo y de estudio de banco de huevos del año 2005.

En el año 2006-2007, se volvieron a inundar todos los lucios artificiales construidos durante la restauración de la finca en los años 2004 y 2005. Por tanto, se hizo un estudio intensivo de los lucios a lo largo de su hidroperíodo entre enero y julio. Se registró mucha diversidad en hidroperíodo, los primeros lucios secándose en mayo y los últimos en agosto. Los lucios de más profundidad (60 cm) y de cotas inferiores tienden a ser los que se secan más tarde.

En abril 2007, se ha muestreado el zooplancton en un total de 48 lucios nuevos de distintos tamaños, profundidades y grados de aislamiento. Además se muestrearon

varias zonas de referencia, incluyendo los lucios del Lobo y Marílopez, el Caño Travieso dentro y fuera de la finca de Caracoles, y dos charcas de aspecto natural dentro de la finca. En enero se pretendía hacer el mismo muestreo, pero había problemas de acceso debido a la gran cantidad de agua, muestreándose solamente 27 de los lucios nuevos más 6 sitios de referencia. Cabe destacar que los "caminos" se han degrado mucho por su uso continuo por los coches, y ya no son transitables cuando llueve tanto. Esto hace que no podamos realizar todas las tareas previstas en el presente proyecto. En marzo y mayo, se muestrearon los 24 lucios de tamaño mediano más los sitios de referencia. En diciembre 2007, al comienzo del siguiente hidroperiodo, se volvió a muestrear los lucios con agua suficiente.

Además, en marzo de 2007 se realizó un muestro centrado en determinar la relación entre parámetros físico-químicos (principalmente turbidez y conductividad, aunque también medimos oxígeno, pH y clorofila) y cobertura de macrófitas.

Se han procesado todas las muestras de zooplancton de enero hasta abril, con los resultados pendientes de su análisis y su comparación con los resultados del año anterior. Se tomaron muestras en alcohol absoluto para permitir su análisis genético en el futuro.

Durante 2007, se han recogido de nuevo, de forma similar a la realizada en la campaña de 2005, 280 muestras de sedimento en 28 lucios experimentales (8 grandes, 8 medianos y 8 pequeños, distribuidos aleatoriamente en los dos bloques de lucios + 4 lucios aislados; 5 puntos de muestreo por lucio). Una submuestra de cada punto de muestreo (50% de la muestra inicial, limitada además a los 5 cm superficiales) se ha puesto a germinar en condiciones de inundación y de riego sin inundación, para obtener estimas de la abundancia, composición específica y germinabilidad de los propágalos presentes, tanto de organismos acuáticos (zooplancton y macrófitos) como de plantas terrestres. El banco de semillas se muestreará de nuevo en setiembre de 2009.

A su vez, se han censado las aves acuáticas periódicamente (cada 15 días) en todos los 96 lucios durante el hidroperíodo, con el fin de estudiar los efectos de tamaño, profundidad y aislamiento de humedal sobre la comunidad y también para relacionar las visitas por aves con la tasa de colonización por zooplancton (es decir, para testar si más especies de zooplancton llegan a los lucios más visitados). Los resultados están pendientes de análisis, pero cabe destacar que se han registrado más abundancia y diversidad de aves que en el año 2006, seguramente por el aumento en la cantidad de alimento (macrófitos y macroinvertebrados) disponible debido a los procesos de sucesión en los lucios.

También ha continuado el trabajo de análisis de la interfaz investigación-gestión en la zona restaurada, que se ha centrado durante 2007 en la realización de entrevistas focalizadas a actores clave (expertos y gestores), con el fin de complementar el análisis de narrativas históricas de gestión con un análisis de las narrativas actuales. Se ha continuado el trabajo en el desarrollo de de modelos predictivos del cambio en la composición de la vegetación terrestre de la finca restaurada, lo que ha incluido una prospección extensiva de la salinidad del suelo en una red de 100 puntos situada en la finca de Caracoles (septiembre 2007). Este trabajo se desarrolla en colaboración con el Dr. J. Amezaga (IRES, University of Newcastle, UK).

15/2005 (proyecto de investigación) **Modelos de funcionamiento de las comunidades pelágicas en ecosistemas singulares de alta montaña (Parque Nacional de Sierra Nevada): una herramienta para la conservación (Subproyecto B)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Conde Porcuna, José María
Instituto del Agua (Universidad de Granada)
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente (Ayudas para la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales)
CANTIDAD: 24.500 € (12.090, 32 € correspondientes a Doñana)
DURACIÓN: 2005-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Laguna de Santa Olalla

RESULTADOS:

Durante el año 2007 se han realizado varios muestreos del zooplanton de la laguna de Santa Olalla coincidiendo con las estaciones del año. Se ha continuado, además, cuantificando las poblaciones del zooplancton a partir de las muestras obtenidas durante el año 2006.

Se ha continuado la caracterización taxonómica de las formas de resistencia del zooplancton en los sedimentos de la laguna de Santa Olalla. Dicha caracterización esta resultando más lenta y compleja de lo previsto debido a la complejidad de formas de resistencia que se están encontrando, y, por esta razón, se han seleccionado ciertas especies del zooplancton (especialmente *Brachionus plicatilis* y *Daphnia magna*) para utilizarlas como especies tipo que permitan caracterizar las comunidades zooplanctónicas existentes en el pasado.

Próximamente recibiremos los resultados de datación de las distintas capas de sedimento, análisis efectuados en la Universidad de Sevilla y recientemente finalizados. De este modo podremos caracterizar en el tiempo las distintas capas de sedimento.

Este proyecto termina en Junio de 2008, aunque los muestreos en Doñana terminan en 2007. Durante el año 2008 se finalizará la cuantificación de muestras del zooplancton y la caracterización taxonómica de las formas de resistencia. Los resultados obtenidos serán discutidos. En verano de 2008 se enviará el informe final del proyecto así como las posibles aportaciones del proyecto a la conservación en Doñana.

17/2005 (prospección) **Contrastación preliminar de la hipótesis Wickboldt-Kühne**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Celestino Pérez, Sebastián
Instituto de Arqueología de Mérida, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: CSIC y recursos de los propios investigadores
CANTIDAD: 300 €
DURACIÓN: 2005, prorrogado hasta 2006, prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Triángulo de terreno limitado por las coordenadas 36º 56' 25" y 36º 57' 40" de latitud norte y 6º 21' 45" y 6º 23' 40" de longitud oeste, entre los caños convergentes de Madre del Rocío y Río Guadiamar y la Marisma de Hinojos.

RESULTADOS:

Justificación de la investigación y objetivos de la misma

La contrastación preliminar de la Hipótesis Wickboldt-Kühne consiste en establecer si hay o no restos arqueológicos en el subsuelo de la llamada "Marisma de Hinojos", en el Parque Nacional de Doñana (aunque fuera de la Reserva Biológica); concretamente en el ángulo del sur de la Marisma formado por la confluencia del río Guadiamar con la denominada "Madre de las Marismas del Rocío". La Hipótesis, publicada en 2003 y 2004 por los alemanes Werner Wickboldt y Rainer W. Kühne tras examinar imágenes de 1996 del SO. de la Península Ibérica obtenidas mediante el satélite IRS, plantea que hay en ese lugar restos de una gran ciudad antigua, de los milenios I ó II antes de nuestra era, a pesar de que la opinión científica más aceptada sobre la formación de las marismas en la cuenca baja del Guadalquivir es contraria a tal sugerencia. Esta opinión se basa en las conclusiones obtenidas del estudio del bajo Guadalquivir por el geólogo e ingeniero español Juan Gavala y Laborde en las décadas de 1920 y 1930, de acuerdo con las cuales las marismas habrían sido el producto de un largo y lento proceso de relleno y desecación de un gran lago o albufera (el lago "ligustino" o "ligur" mencionado en textos de la Antigüedad), que a su vez habría surgido del amplio estuario en el que originalmente desembocara el Guadalquivir, a la altura de Coria del Río. Un gran asentamiento humano en el pasado de esa zona de relleno sería por eso impensable, incluso en la actualidad.

Dado que las autoridades del Parque no han permitido sino hasta hace poco (octubre de 2007) practicar ningún sondeo arqueológico en el lugar señalado por Wickboldt y Kühne —lo que sería el medio de comprobación más directo e inequívoco de su hipótesis—, en el verano de 2005 optamos por un procedimiento indirecto, más laborioso y de resultados potencialmente no concluyentes, pero de riesgo nulo para la conservación del Parque. Este procedimiento indirecto exigía las siguientes tareas de investigación, independientes entre sí:

1. El cotejo de las imágenes estudiadas por Wickboldt y Kühne con otras distintas del mismo lugar, tanto por la fecha como por el medio de obtención de las mismas. Pensamos que si la Hipótesis fuera verdadera en su componente esencial (esto es, que habría efectivamente restos de origen antrópico en el subsuelo, dejando aparte el problema de su datación), entonces las singulares formas interpretadas por aquéllos en las imágenes del IRS como señales de tales restos aparecerían también en todas o algunas de las imágenes que fueran independientes de ellas, tomadas antes o después y por medios aéreos o por satélite. Si, por el contrario, no hubiera rastro de figura alguna en estas otras imágenes, cabría pensar que dichas formas podrían ser un efecto engañoso de la toma de las imágenes por el IRS, o tal vez el producto de la geomorfología cambiante del territorio; en todo caso, no permanentes y menos aún evidencia de restos arqueológicos en el subsuelo.

2. El examen de los estudios más recientes sobre la geomorfología del Parque y el origen de las marismas de la cuenca baja del Guadalquivir, por si estos estudios revalidaran la teoría de Gavala —contradictoria con la Hipótesis— o, por el contrario, permitieran una revisión o corrección de la misma que fuera acorde con lo apuntado por Wickboldt y Kühne. La teoría de Gavala, heredera del paradigma uniformitarista en

geología inaugurado por Charles Lyell en el siglo XIX, no pudo beneficiarse del conocimiento actual de las grandes fluctuaciones climáticas del Cuaternario y de la Teoría de la Tectónica de Placas.

3. El sondeo geofísico del subsuelo en al menos 3 puntos distintos del lugar señalado en la Hipótesis, hasta una profundidad de 12 mts., con objeto de obtener una secuencia de la sedimentación producida a lo largo de varios miles de años, así como datos palinológicos a diversa profundidad de la sedimentación, con el fin de servir de comprobación sobre el terreno de la teoría de Gavala y de los estudios más recientes sobre la geomorfología del Parque.

4. La exploración extensiva, mediante emisiones electromagnéticas del subsuelo (geo-radar, magnetometría y tomografía eléctrica), de algunos de los sectores del lugar señalado por Wickboldt y Kühne en los que, en las imágenes del IRS, se advierten formas sugerentes de estructuras de origen antrópico.

Realización de la contrastación

Las tareas 1 y 2, las de mayor duración, las comenzamos en el verano de 2005. También hicimos entonces dos reconocimientos de la superficie del lugar: unos 6 kms. cuadrados en total. Pero no pudimos llevar a cabo las tareas 3 y 4, porque obtuvimos las preceptivas autorizaciones (por parte de las autoridades del Parque y de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía) sólo después del comienzo de la estación lluviosa en la zona, en octubre, lo que obligó a posponer estas dos tareas hasta el verano de 2006.

Las llevamos a cabo en julio de ese año, aprovechando la ocasión para obtener asimismo una serie de fotografías aéreas cenitales digitales de la zona, mediante un aeroplano teledirigido, desde una altitud máxima de 800 mts., a cargo del instituto especializado DLR, de Braunschweig, Alemania. Estas fotografías venían a añadirse a las ya adquiridas por nosotros por otros medios desde un año antes, bien aéreas o bien de satélite, a diferente altitud, como exigía la tarea 1.

Para el sondeo geofísico (tarea 3), situamos el primer punto de sondeo (S1) en la marisma baja de Hinojos, en la cabecera del caño de Cardales; el segundo (S2) en la marisma alta, en el norte del pacil de Cardales, junto al borde de una de las figuras señaladas en la Hipótesis; y el tercero (S3) cercano a las orillas de la Madre de las Marismas del Rocío, en el sector central del pacil de Cardales, no lejos de una figura adicional que se advierte en el pacil (dos grandes círculos tangentes entre sí, de unos 100 mts. de diámetro cada uno, uno de ellos al menos precedido por un largo pedúnculo) y que nosotros identificamos en las imágenes obtenidas desde el año anterior. La ejecución material del sondeo corrió a cargo de la empresa VORSEVI, S.A., de Sevilla.

Para la exploración extensiva del subsuelo por medios electromagnéticos (tarea 4), decidimos practicar esta prueba en dos de los sectores donde identificamos figuras adicionales con las imágenes adquiridas: una, la ya mencionada de los dos círculos tangentes, no lejos del punto de sondeo S3 (que hemos denominado "C-1"), y la segunda a orillas del lecho del río Guadiamar, en el pacil del Mal Tiempo: un

rectángulo de unos 40 x 50 mts. (denominado "R-1"). La ejecución material de esta exploración corrió a cargo de la empresa IGT, S. L., de San Sebastián de los Reyes (Madrid).

Resultados

La mayoría de los resultados los obtuvimos en el mismo año 2006 y de ello informamos oportunamente a la Estación Biológica de Doñana (véase nuestro informe anual correspondiente a ese año). Los que restaban, que conciernen a la tarea 3, los obtuvimos en la primavera de 2007. Todos estos resultados ofrecen indicios consistentes, pero independientes entre sí, de que la hipótesis de Wickboldt y Kühne puede ser verdadera en su componente esencial: esto es, que puede haber, en efecto, restos antrópicos en el subsuelo de la Marisma de Hinojos de los que no se tenía constancia oficial alguna hasta la fecha (al menos, que sepamos nosotros).

Con respecto a la tarea 1, como ya informamos en 2006, imágenes independientes obtenidas por nosotros desde el año anterior, incluidas las cenitales digitales tomadas por el aeroplano teledirigido por DLR, presentan las mismas formas que Wickboldt y Kühne interpretaron como señales dejadas por estructuras antrópicas en el subsuelo; así como formas adicionales, como las ya mencionadas "C-1" y "R-1".

Con respecto a la tarea 2, como ya adelantamos en 2006, los estudios más recientes de la geomorfología del Parque permiten revisar y corregir la teoría de Gavala en el sentido de poder incorporar, al proceso de larga duración geológica de erosión-sedimentación por él contemplado —característico del paradigma uniformitarista—, el efecto geomorfológico de fuertes fluctuaciones climáticas de menor duración y violentas crisis tectónicas periódicas en toda la zona del SO peninsular, que está próxima al principal sector de fricción occidental entre la Placa Africana y la Euroasiática. Esta mayor complejidad hace que una hipótesis como la de Wickboldt y Kühne ya no pueda descartarse por principio atendiendo a razones geomorfológicas. Hoy se sabe que en el Parque y su entorno han tenido y tienen lugar grandes desarrollos litorales y fluvio/litorales. Todo el tramo costero que constituye Doñana se caracteriza por su elevada dinamicidad, lo que junto a la gran disponibilidad de sedimentos da lugar a un medio litoral particularmente activo, que incluye grandes formaciones geomorfológicas (barreras o flechas litorales y marismas) en continua evolución.

La historia evolutiva del Parque y su entorno está relacionada de forma muy directa con las variaciones del nivel del mar. Al final de la última glaciación (Würm), el mar comenzó a experimentar un continuo ascenso (la llamada "Transgresión Flandriense" en el Continente), situándose, hará unos 7.000 años, en un nivel semejante al actual, pero dando lugar a una costa recortada con un amplio entrante o ensenada en lo que era el paleovalle del Guadalquivir. La dinámica fluvio-marina generada desde entonces fue colmatando dicho entrante marino y generando las diferentes formaciones geomorfológicas existentes hoy día (las barreras arenosas y las marismas). Pero este relleno no se realizó de forma homogénea ni continua en el tiempo. Los estudios geomorfológicos realizados en las últimas décadas han permitido establecer que la dinámica de procesos de colmatación estuarina y progradación costera fue interrumpida por sucesivos episodios erosivos de cierta intensidad. Estos episodios estuvieron relacionados con un ligero ascenso del nivel marino, provocado o bien por fuertes

tormentas o *tsunamis*, o bien por periodos de cambio climático o bien incluso por alguna posible subsidencia del terreno, dando lugar a cambios morfológicos significativos en las formaciones geomorfológicas preexistentes. Aunque algunas de las evidencias de tales fenómenos son hoy visibles (cordones, cheniers, morfologías erosivas), en Doñana la mayoría de las formaciones de edad anterior al comienzo de nuestra era son de difícil observación, ya que o bien fueron erosionadas o bien permanecen soterradas por los procesos de colmatación y progradación posterior, tanto bajo los extensos depósitos marismeños como bajo los grandes episodios dunares actuales, poniendo de manifiesto el gran dinamismo de todo este territorio.

No hay por ello que descartar que estas formaciones previas, sobre las cuales existe escasa información geológica, pudieron haber sido lugar de asentamiento en el pasado, tal como ocurre en formaciones semejantes de otros estuarios del entorno; como, por ejemplo, en los pequeños cordones arenosos de Isla Saltés, en el estuario del Tinto-Odiel, donde se han localizado restos arqueológicos notables correspondientes a diversos momentos culturales, desde época prerromana hasta la de *Al-Andalus*.

Con respecto a la tarea 3, dos de los testigos recogidos en el sondeo geofísico —los de los puntos S1 y S2— corroboran esta complejidad sedimentológica no prevista por la teoría de Gavala al registrar, hasta una profundidad de 12 mts., dos episodios de una potente y anómala sedimentación de arenas y malacofauna, intercalada con la sedimentación de arcillas y limos que sí estaba prevista. Esta es la conclusión hasta ahora del análisis sedimentológico. La magnitud de ambas sedimentaciones anómalas y la variedad de las especies de malacofauna encontrada en ellas sugiere en ambos casos un fenómeno erosivo de corta duración y de mucha energía, como es una sucesión de violentas tormentas o incluso un *tsunami*. Una serie de muestras obtenidas del testigo S1 fueron enviadas a la Universidad de Upsala, Suecia, para su datación por Carbono-14. Las seis dataciones obtenidas, una vez calibradas por nosotros mediante el programa CALIB RADIOCARBON, sugieren que el episodio erosivo más antiguo pudo haber tenido lugar en la primera mitad del IV milenio antes de nuestra era, mientras que el segundo y más reciente habría acontecido hacia mediados del II milenio a. n. e.

La datación de estos episodios erosivos podría ponerse en relación con las fechas obtenidas por otros investigadores para las dos primeras grandes interrupciones en el proceso de progradación del litoral SO de la Península tras el límite máximo alcanzado por el Océano Atlántico en la Transgresión Flandriense: la interrupción que separa la denominada “fase H-1” de la “fase H-2” y la que separa a ésta de la “fase H-3”. Cada una de estas grandes interrupciones habría venido acompañada de una rápida subida del nivel del mar que, presumiblemente, volvería a inundar todo o buena parte del bajo paleovalle del Guadalquivir, poniendo fin al relleno que se habría producido en la fase de progradación costera anterior. Tras la interrupción, el relleno del estuario comenzaría de nuevo, hasta la siguiente interrupción y reversión del proceso.

El análisis palinológico hecho hasta ahora de las muestras recogidas del testigo S-1 (en potencia el más revelador del paisaje prehistórico y protohistórico de la zona y sus aledaños, por proceder de un lugar de marisma baja, menos alterable por el Hombre que otros ecosistemas) ha revelado presencia de polen de cereal cultivado en las inmediaciones hasta una antigüedad estimada de unos 6.500 años. Hasta la fecha, las

evidencias paleoambientales con que se contaba para Doñana procedían de tres depósitos turbosos (Laguna de las Madres, El Acebrón y El Asperillo) que tuvieron que formarse como consecuencia de la fase H-1 de progradación costera. El análisis pormenorizado de estos depósitos permitiría cifrar los primeros impactos antrópicos en esta zona entre finales del Neolítico e inicios del Calcolítico, sin que haya noticia de actividades agrícolas. Los datos de que ahora disponemos para la marisma de Hinojos, sin embargo, permitirían estimar la primera antropización del Parque casi un milenio y medio antes, e incluso admitir un posible poblamiento de la zona que incluiría el desarrollo de la cerealicultura.

Finalmente, con respecto a la tarea 4, como ya informamos en 2006, la prospección electromagnética realizada en los dos sectores donde en las imágenes aparecen las figuras que hemos denominado "C-1" y "R-1" arrojan anomalías sensibles en el subsuelo, de nuevo tomando como referencia las previsiones de la teoría de Gavala. De acuerdo con el informe de IGT, a nuestra disposición, estas anomalías —muy llamativas por el elevado grado de sedimentación arcillosa en el subsuelo, capaz de absorber emisiones electromagnéticas en alto grado— "son difícilmente justificables desde un punto de vista exclusivamente geológico. En consecuencia, es razonable pensar que puedan ser de tipo antrópico".

Asimismo, en la superficie donde se ubica la figura "R-1" encontramos esparcidos abundantes fragmentos de cerámica, algunos de los cuales son claramente de época bajo-medieval. No obstante, esta figura está ubicada junto a la margen derecha del antiguo lecho del Guadiamar, no lejos de las conocidas ruinas del llamado “Horno del Mal Tiempo”, por lo que su posición es periférica respecto del centro de la zona señalada por Wickboldt y Kühne para su hipótesis. En este sector central (el pacil de Cardales y sus aledaños), no encontramos en la superficie restos arqueológicos de ningún tipo que pudieran corresponder con las figuras advertidas en las imágenes, tal vez por hallarse los hipotéticos restos a mayor profundidad.

Hemos informado a la Delegación en Huelva de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía de todos estos resultados obtenidos, como era preceptivo legalmente. De esta memoria enviamos copia a la Dirección de la Estación Biológica de Doñana a principios del pasado verano. Unos meses antes, en abril, habíamos presentado una ponencia (con los resultados obtenidos hasta entonces) ante el V Coloquio Internacional del Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, celebrado en Madrid, bajo el título “¿Tartessos en Doñana?: Contrastación preliminar de la hipótesis Wickboldt-Kühne”. Una copia del texto de esta ponencia fue asimismo enviada a la dirección de la EBD. De la ponencia se hizo eco la prensa; cf. *El País*, 6 de mayo de 2007; *Odiel Información*, 20 de mayo de 2007. Unos meses antes, a finales de 2006, la prensa alemana, a través de DLR, se había hecho eco de nuestro trabajo en el Parque durante el verano, especialmente en conexión con la toma de fotografías aéreas de la zona objeto de estudio desde un aeroplano teledirigido: *DLR Nachrichten* 116 (2006), pp. 62-65. Véase hoja aparte para las referencias completas a estas publicaciones.

Los positivos resultados obtenidos a fecha de hoy justifican, en nuestra opinión, una continuación de la investigación sobre el terreno en el verano de 2008; prosiguiendo con las mismas cuatro tareas de contrastación, pero incluyendo ahora como novedad un

sondeo arqueológico, para el que ya contamos, desde el pasado octubre, con autorización de las Autoridades del Parque.

18/2005 (proyecto de investigación) **Causas complejas del declive global de los anfibios: interacción entre radiación ultravioleta, nitrógeno reactivo y hongos patógenos. Subproyecto: Parque Nacional de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Marco Llorente, Adolfo
Estación Biológica de Doñana, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC
CANTIDAD: 15.000 €
DURACIÓN: 2005-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Charcas temporales de la Reserva Biológica de Doñana y entorno del Palacio

RESULTADOS:

Se confirma testando nuevas especies la sensibilidad de embriones y larvas de anfibios a niveles ambientales de radiación ultravioleta B superficial al nivel del mar (Macías et al., 2007). Especialmente sensibles se han mostrado las larvas del tritón pigmeo y tritón ibérico que pueden morir tras una exposición de dos días a la radiación solar. Hay que destacar que los tritones se reproducen en Doñana a final de Otoño o inicio del Invierno, una época con la mínima dosis anual de radiación UVB. Además de desovar en una época con pocas horas de sol, la baja altitud provoca la llegada a la superfice de las charcas de una cantidad de radiación UVB menor. La actividad estrictamente nocturna de las larvas de tritones se hace muy importante para evitar la exposición a la radiación UVB. La vegetación de zonas húmedas puede ser muy importante para proteger a huevos y larvas de anfibios de la radiación UVB durante el periodo diario de máxima radiación solar. Cualquier manejo del hábitat que reduzca significativamente la cantidad de vegetación como el exceso de ganado o la quema o la roturación de fondos de charcas durante el estío pueden afectar negativamente a la supervivencia de anfibios vulnerables a la radiación UVB.

Se han detectado varias especies de hongos patógenos microscópicos del grupo de los Saprolegniales muy extendidas en diferentes zonas húmedas de Doñana. Explosiones demográficas de estos organismos pueden causar una mortalidad significativa y afectar a la conservación de diferentes especies de peces, anfibios y otros animales acuáticos. Se ha comprobado experimentalmente en cautividad la gran vulnerabilidad de huevos y larvas de tritones a *Saprolegnia ferax*, aislada de charcas de Doñana. Han provocado una mortalidad total de larvas de tritones en pocos días. Niveles moderados de salinidad menores de 4 g/L parecen no ser tóxicos para larvas de anfibios y protegerlos del ataque de los hongos saprolegniales. Niveles de sal superiores a 4 g/L han sido letales para varios anuros y urodelos.

Se ha detectado una gran variabilidad intraespecífica en sensibilidad a nitrito en larvas de la rana verde. Individuos de Doñana son mucho más resistentes que conespecíficos de la misma edad de la Sierra de Gredos (Shinn et al. 2007). La exposición a fertilizantes químicos u otras fuentes de nitrito en zonas bajas muy pobladas y aptas para cultivos intensivos pueden haber seleccionado tolerancia a contaminantes

químicos. Aunque el Parque Nacional de Doñana no tiene niveles elevados de nitrito en la actualidad, zonas próximas sufren niveles elevados de fertilización o de vertidos ricos en nitrógeno reactivo. Además, la rana verde es una especie con gran capacidad dispersiva y elevado flujo genético entre subpoblaciones, favoreciendo la dispersión de adaptaciones locales. Poblaciones de alta montaña estarían significativamente más aisladas de otras poblaciones expuestas a niveles altos de nitrito.
El comportamiento ovopositor de tritones se ha mostrado muy vulnerable a la acidificación del agua pero no a un exceso de fertilizantes químicos (Ortiz-Santaliestra et al., 2007). Hembras de tritón pigmeo expuestas a agua con pH ácido son incapaces de envolver adecuadamente sus huevos en hojas de plantas acuáticas. Esta limitación provoca una mortalidad muy elevada de los huevos, probablemente al perder la protección que la vegetación acuática aporta a los embriones frente a la ácidez. También podría perder protección frente a la radiación UVB o daños mecánicos. Se trata de un buen ejemplo del efecto de contaminantes en conductas complejas.

21/2005 (proyecto de investigación) **La gripe aviar en las aves acuáticas de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Figuerola Borras, Jordi
Estación Biológica de Doñana, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: CSIC (Acciones Especiales)
CANTIDAD: 79.725 €
DURACIÓN: 2005-2007
ÁREA DE ESTUDIO: FAO, Mari López, Veta la Palma, Mancecorro

RESULTADOS:

Durante el 2007 se ha continuado con la toma de muestras en distintas zonas del entorno de Doñana. Hasta el momento y considerando únicamente las muestras del 2007 se han tomado analizado 8583 muestras de 5379 individuos pertenecientes a 96 especies distintas. Solo el 0.65% de las muestras a presentado algún tipo de virus de gripe aviar. A estas muestras hay que sumar 1159 hisopos pendientes de análisis. En ningún caso se ha detectado la presencia de virus H5N1 de elevada patogenicidad en Doñana o su entorno. Las cepas detectadas durante el 2007 son H3N8 y H3N2. Al analizar las especies con mayor número de muestras destacan *Anas platyrhynchos* con una prevalencia de virus de gripe del 2.20%, *Larus ridibundus* con un 1.08%, *Fulica cristata* con el 0.94% y *Fulica atra* con el 0.57%. La mayor prevalencia de virus se detecto en *Larus michaellis* (8.00%) aunque el número de individuos muestreados fue relativamente bajo (43 individuos).

En la actualidad se esta procediendo al análisis de las muestras de suero para determinar la presencia de anticuerpos frente a gripe aviar en *Fulica atra* y *Anas platyrhynchos* para construir modelos de dinámica de transmisión del virus en base a la información derivada de las captura y recaptura de aves silvestres en el campo.

22/2005 (proyecto de investigación) **Proyecto para la prospección de torillo andaluz (*Turnix sylvatica,* Desf. 1787) en el Parque Natural de Doñana y su entorno**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Gutiérrez Expósito, Carlos
EGMASA

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía)
CANTIDAD: 287.137,92 ?
DURACIÓN: 2005-2007
ÁREA DE ESTUDIO: El área de prospección se centrará en las áreas potencialmente favorables para la especie en la comarca de Doñana (P.Natural, P.Nacional y zonas no protegidas). De forma circunstancial se prospectarán otras zonas fuera del ámbito de Doñana.

RESULTADOS:

A lo largo de 2007 se ha continuado con el esfuerzo de prospección en base a escuchas sistemáticas y estaciones de huellas. Si bien esta primavera se ha centrado más el esfuerzo en la comarca de Doñana y sus alrededores y menos en la provincia de Cádiz.

En la actualidad se continúa con los ensayos y la búsqueda de un equipo de perros de muestra para la realización de recorridos y batidas para la detección de torillos. Esta actuación espera poder ponerse en marcha en las próximas semanas y con ello cerrar el proyecto y sus actuaciones previstas.

En cuanto a avisos recibidos, dos casos merecen la pena destacarse. Por un lado un aviso por parte de cazadores de un ave abatida en La Palma del Condado, finalmente tras entrevista con los mismos y observación del ave se comprueba que se trata de un Guión de Codornices (*Crex crex*). Por otro lado obtenemos una comunicación de una observación por parte de un ornitólogo más que cualificado cuya descripción deja lugar a pocas dudas, si bien no ha podido confirmarse. La observación tuvo lugar en las lagunas de Moguer (Parque Natural de Doñana, sector Abalario).

La revisión de literatura referente al torillo ha continuado, siendo el número de referencias bibliográficas encontradas de 219.

23/2005 (proyecto de investigación) **Patrones espaciales y temporales de la vegetación de las dunas móviles de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Muñoz Reinoso, José Carlos
Universidad de Sevilla
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia
CANTIDAD: 6000 €
DURACIÓN: 2006, prorrogado hasta 2007
ÁREA DE ESTUDIO: El Puntal y Marismillas

RESULTADOS:

Durante el ciclo 2006/07 se ha completado la toma de datos de campo de lluvia de semillas, establecimiento y supervivencia de plántulas, así como los datos del medio físico en los distintos microhábitats (radiación, contenido de humedad del suelo). Las muestras están aún en fase de análisis.

1/2006 (proyecto de investigación) **Estudio y control del helecho acuático invasor *Azolla filiculoides* en los humedales del Parque Nacional de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Cirujano Bracamonte, Santos
Real Jardín Botánico de Madrid, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Organismo Autónomo de Parques Nacionales
CANTIDAD: 140.200,00 €
DURACIÓN: 2006-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Algaida, Reserva Biológica de Doñana, El Puntal, Marismillas, Matasgordas, Hinojos, Reserva Biológica del Guadiamar y Las Nuevas.

RESULTADOS:

Durante el año 2007 se ha incidido sobre la distribución y superficie máxima colonizada por *Azolla filiculoides* en la marisma de Doñana, su influencia sobre los enclaves colonizados, esencialmente sobre la vegetación subacuática y el contenido en oxígeno, y sobre el contenido total de fósforo disuelto en el agua, que controla el poder invasor de este pteridófito acuático flotante.

La superficie máxima (mes de mayo) cubierta por *Azolla filiculoides* en el año 2007 fue de 4.363 ha, aproximadamente el 15,12 % de la superficie total de la marisma, lo que supone un aumento de casi el doble si lo referimos al año 2004, en el que la superficie inundada puede considerarse semejante (Figura 1).

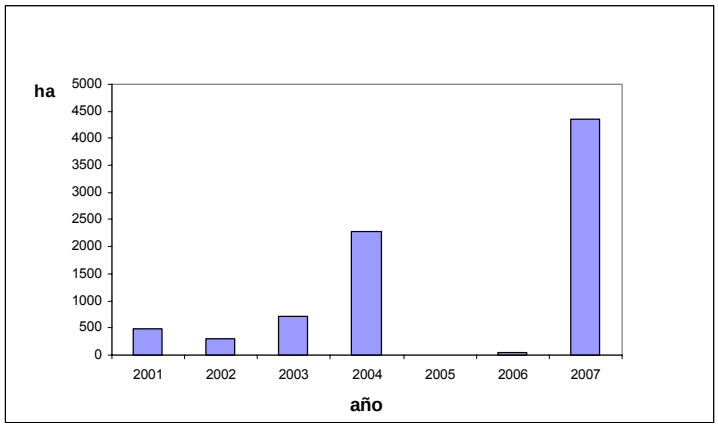


Figura 1. Evolución de la superficie cubierta por *Azolla filiculoides* en el periodo 2001-2007.

A falta de un análisis específico sobre todos los datos que se obtengan en este estudio, puede adelantarse que una biomasa seca superior a 230 g/m^2 de *Azolla* ya supone en la mayor parte de los casos la desaparición total de la vegetación sumergida, que es uno de los efectos negativos más importantes y llamativos de su presencia masiva (Figuras 2 y 3). De las 10 zonas muestreadas, en 7 se alcanzaron valores que superaron dicha cifra.

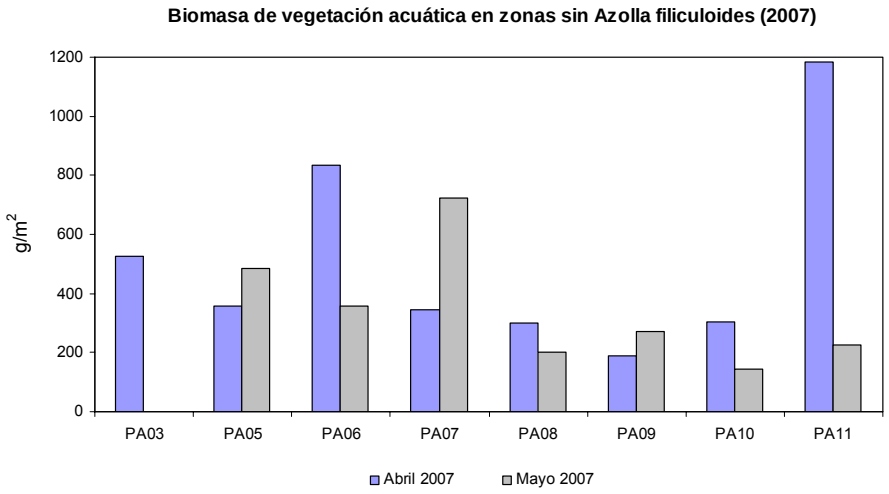


Figura 2. Biomasas secas (g/m^2) de las formaciones vegetales subacuáticas registradas en zonas desprovistas de *Azolla* en los meses de abril y mayo de 2007.

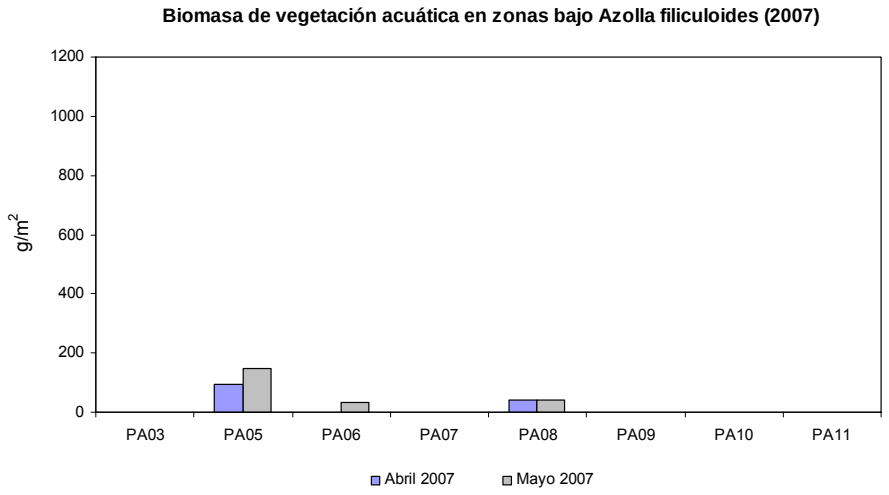


Figura 15. Biomasas secas (g/m^2) de las formaciones vegetales subacuáticas registradas en zonas cubiertas de *Azolla* en los meses de abril y mayo de 2007.

La disminución de la concentración de oxígeno disuelto es otro efecto asociado a la presencia de *Azolla*, aunque en la marisma la profundidad el agua no superara los 80 cm en los puntos muestreados (Figura 3).

El crecimiento de *Azolla* está controlado, en es tipo de ecosistema acuático, por la concentración de fósforo disuelto en el agua. Por otro lado, *Azolla* fija grandes cantidades de fósforo que incorpora a su biomasa vegetal y retira del agua. El problema de la marisma de Doñana, por lo analizado hasta el momento, es que el agua que entra por diferentes cauces tiene elevada concentraciones de fósforo, de modo que este elemento no pasa a ser determinante para el crecimiento de *Azolla*.

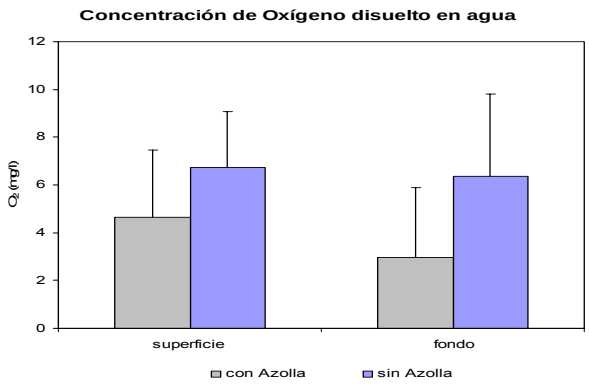


Figura 3. Concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, registradas en los puntos muestreados en los años 2006 y 2007 en zonas cubiertas o libres de *Azolla*.

Puede estimarse que una concentración de 0,3-0,35 mg/l de P total disuelto en el agua marca el umbral para que *Azolla* comience a ser planta invasora. De los 10 puntos muestreados, 8 superaron esta cifra durante el 2007.

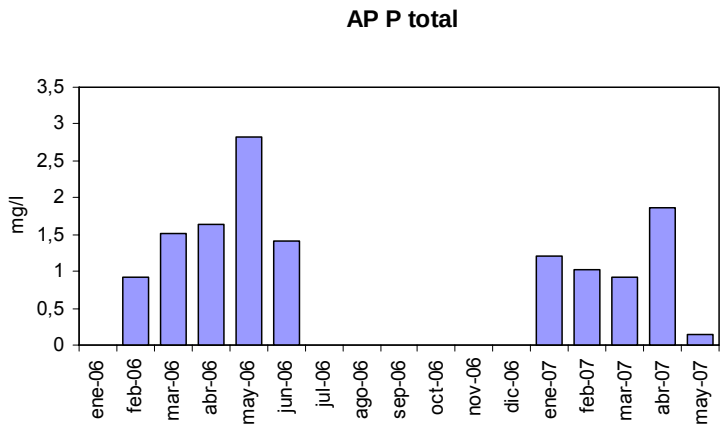


Figura 4. Concentraciones de Fósforo total disuelto registradas en el arroyo del Partido en el puente del Ajolí.

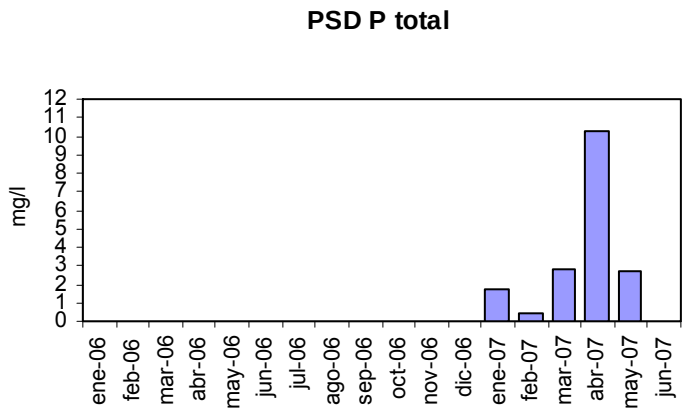


Figura 4. Concentraciones de Fósforo total disuelto registradas en las aguas que salen de la depuradora de El Rocío. Nótese la diferente escala de ordenadas.

Por otro lado, aunque sean escasos los datos disponibles por el momento, las aguas que salen de la marisma por los caños, tienen unas concentraciones de fósforo mucho más bajas, lo que indica una depuración el agua por el sistema, o lo que es lo mismo, una gran parte del fósforo que entra en la marisma se queda en ella.

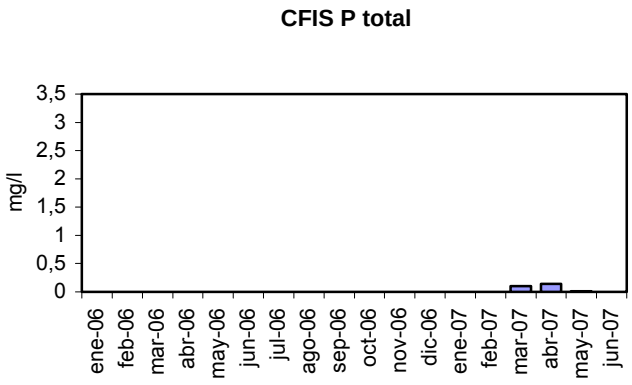


Figura 5. Concentraciones de Fósforo total disuelto registradas en las aguas que salen de la marisma o el caño de la Figuerola.

La procedencia del fósforo debería estudiarse para diseñar alguna actuación que permitiera controlar los continuos aportes al ecosistema acuático. Se puede adelantar, basándonos en los datos recopilados hasta el momento, que tanto las aguas del arroyo del Partido como las que salen de la depuradora del Rocío son una fuente inacabable de fósforo. Un análisis más detallado de los datos recopilados pondrá seguramente de manifiesto que con la calidad del agua que entra a la marisma la proliferación de este pteridófito invasor está garantizada los años que la marisma embalse agua.

2/2006 (proyecto de investigación) **Facilitación e inhibición entre especies autóctonas e invasoras. Reparto de recursos en comunidades vegetales dunares**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Zunzunegui González, Maria
Universidad de Sevilla
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia
CANTIDAD: 20000,00 €
DURACIÓN: 2006-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana, Matasgordas, La Rocina, El Abalario y Coto del Rey

RESULTADOS:

Este proyecto tiene como objetivo principal discriminar los atributos que permiten determinar el grado de invasibilidad de una especie, tratando de comprender cuáles son las pautas de las invasiones biológicas, con el fin de desarrollar modelos predictivos que sean una herramienta en los planes de gestión y conservación de ambientes dunares
En el proyecto se incluyen tres zonas costeras del golfo de Cádiz: El Parque Nacional de Doñana, La flecha del Rompido (Huelva) y Monte Gordo (Portugal). En ellas se realizan medidas morfológicas y fisiológicas de distintas especies en varias parcelas

experimentales. En la zona de muestreo del Parque Nacional de Doñana se ha elegido dos parcelas de trabajo.

- Arroyo de la Osa: en esta parcela se han marcado individuos de *Halimium halimifolium* y de *Calluna Vulgaris* y *Acacia dealbata*. El objetivo era estudiar el efecto que la la competencia de la especie invasora Acacia ejercía en ambas especies, por ello se marcaron individuos aislados y en competencia con Acacia.
- Arroyo del partido: En esta parcela se seleccionaron individuos de la especie invasora *Nicotiana glauca* y de *Tamarix canariensis*. El objetivo era el mismo que en el caso anterior por tanto se marcaron plantas aisladas y competidas de ambas especies.

En cada individuo marcado se tomaron las siguientes medidas: potencial hídrico, eficiencia fotoquímica máxima, eficiencia fotoquímica efectiva, asimilación de CO_2, transpiración, índice de área foliar, contenido hídrico relativo y peso específico foliar. También se ha recogido hojas de cada individuo para realizar análisis en contenido en pigmentos y en prolina.

Los muestreos se han realizado hasta ahora en julio y noviembre y serán repetidos en febrero y abril, para tener medidas estacionales de un ciclo anual completo.

Sólo se muestran una parte de los muestreos realizados hasta el momento ya que parte de las medidas tomadas en el campo necesitan un tratamiento previo y aun no se han terminado de realizar los análisis de laboratorio de las muestras tomadas en noviembre. Por ello no se muestran los resultados de fotosíntesis y transpiración ni los de peso específico foliar, contenido en pigmentos y prolina.

Tamarix canariensis fue la especie que presentó valores más negativos de potencial hídrico del xilema en verano y la única que mostraba una disminución del potencial cuando crecía próxima a *Nicotiana* Sin embrago las diferencias encontradas no llegaron a ser significativas (p=0.12). En otoño cuando el déficit hídrico disminuía los valores de potencial hídrico del xilema de todas las especies eran similares independientemente de crecer aislados o en competencia con una especies invasora (ver figura 1).

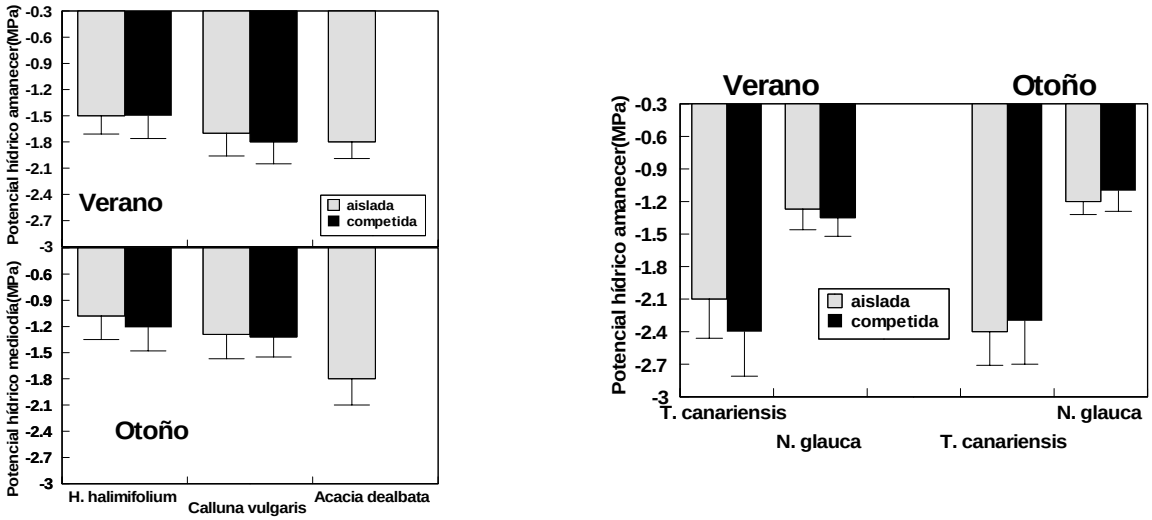


Figura 1: resultados de las medidas de potencial hídrico del xilema en las dos áreas de trabajo del Parque en los meses de julio y noviembre.

Las medidas realizadas de eficiencia fotoquímica (medida indirecta de la actividad fotosintética) en condiciones de luz (eficiencia fotoquímica efectiva) y oscuridad (eficiencia fotoquímica máxima) se muestran en la figura 2. *H. halimifolium* y *C. vulgaris* mostraron mayor eficiencia fotoquímica máxima cuando se encuentran aisladas. Estas diferencias fueron significativas para ambas especies con p = 0.005 y p = 0.035 respectivamente. Sin embargo las condiciones de sombreado en las que se encuentran cuando crecen bajo la influencia de Acacia, permitieron que se registraran valores más altos de eficiencia fotoquímica real en *H. halimifolium* cuando crece bajo la influencia de Acacia. Estos resultados se repitieron en verano y en otoño. En *C. vulgaris* siempre se registra menor eficiencia fotoquímica tanto máxima como efectiva al crecer con *Acacia*.

En el caso de *T. canariensis* el patrón de respuesta de la eficiencia fotoquímica es el mismo que en *H. halimifolium* pero con diferencias menos marcadas entre los dos grupos, aislados y competidos, por lo que las diferencias no fueron significativas.

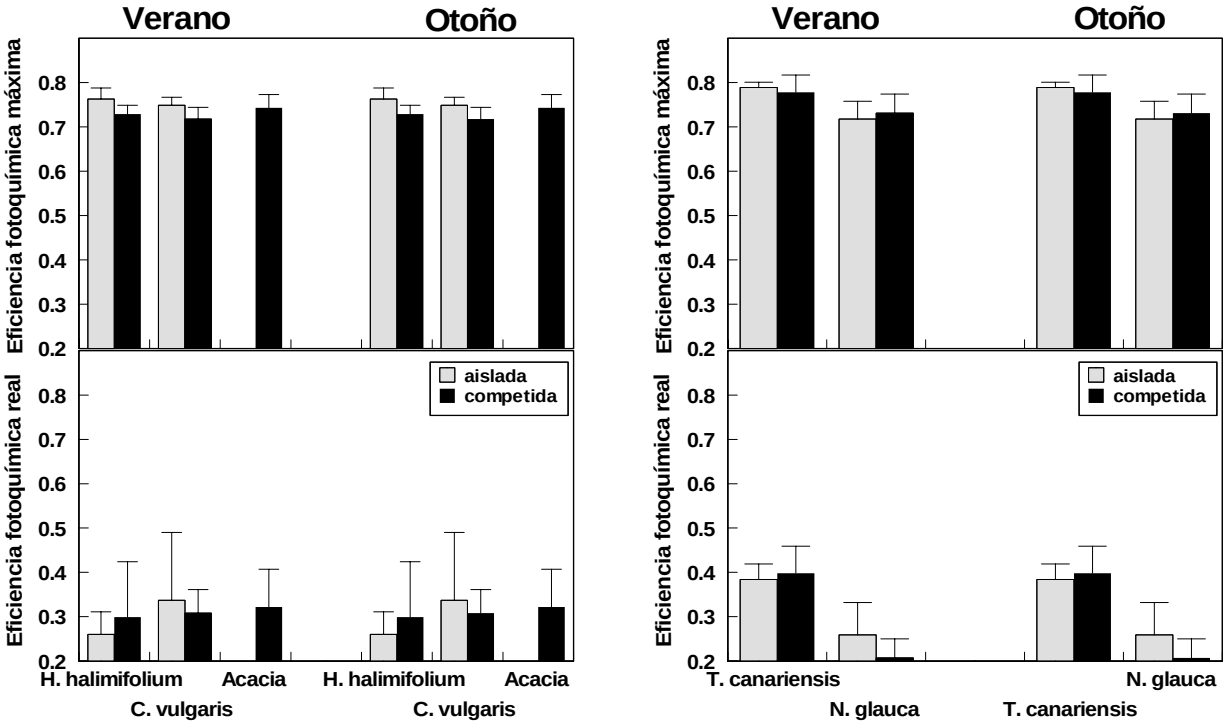


Figura 2: eficiencia fotoquímica máxima y efectiva en las especies de estudio en las dos áreas de trabajo del Parque en los meses de julio y noviembre.

El índice de área foliar (relación entre la superficie foliar y la superficie de la planta y por tanto una estima de la radiación interceptada por la planta) muestra un patrón similar en las 5 especies de estudio presentando valores mayores cuando crecen competidas con la otra especie de estudio (figura 3). Estas diferencias pese a la gran variabilidad dentro de la población fueron significativas para *C. vulgaris* y *T. canariensis*

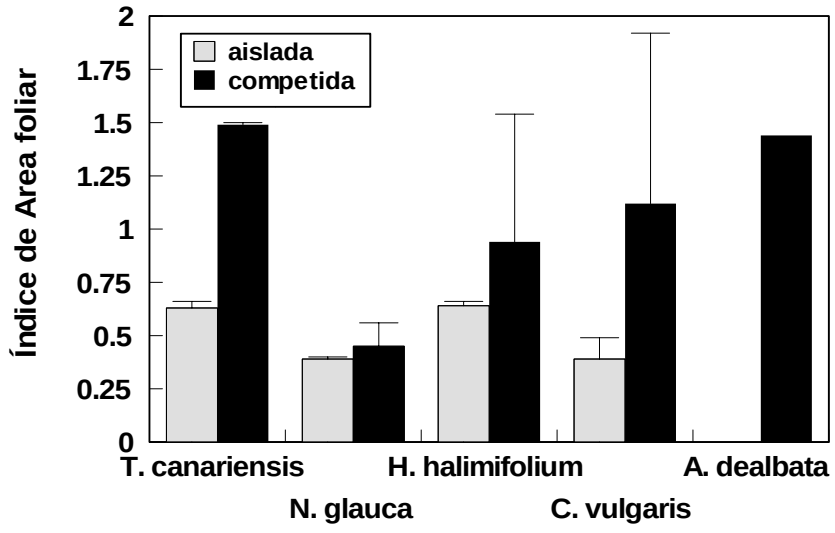


Figura 3: Índice de área foliar en julio de las 5 especies de estudio

Conclusiones

Aunque crecer asociado a la especie invasora incrementaba levemente la competencia por el agua y por tanto el estrés hídrico de los plantas que crecían bajo la influencia de *Nicotiana* o *Acacia,* estas diferencias no llegaron a ser significativas entre los individuos creciendo junto a una especie invasora y los aislados.

En respuesta a la luz, el sombreado que ejerce la planta invasora sobre la autóctona permite una mayor eficiencia fotoquímica real en condiciones de luz, pese a que la eficiencia fotoquímica máxima fuese menor que en los individuos que crecían solos. Este efecto de sombreado también tiene un efecto destacado en el índice de área foliar. Como respuesta a este efecto las plantas estudiadas incrementaron el índice de área foliar y de esta forma la expansión de la superficie foliar con objeto de captar con mayor eficiencia la radiación fotosintéticamente activa.

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:

Reproducción

Durante el censo de parejas reproductoras se registraron seis parejas territoriales, cuatro dentro del Espacio Protegido y una en zona no protegida.

Del total de parejas territoriales detectadas, solo cinco iniciaron la reproducción construyendo o reformando el nido y realizando la puesta de huevos. Entre las cinco parejas pusieron 12 huevos, de los cuales solo nueve eclosionaron. Fueron ocho los pollos que consiguieron abandonar el nido con éxito.

Los jóvenes de los cuatro nidos situados en el interior del Espacio Protegido se marcaron con anillas de metal y de PVC y se han equipado con emisores convencionales de mochila pocos días antes del abandono del nido (Tabla 1). El día del marcaje se siguió el protocolo establecido por la Consejería de Medio Ambiente, en la que dicho marcaje se lleva a cabo por personal de la EBD mientras que personal del Centro de Análisis y Diagnóstico de la Junta de Andalucía realiza la exploración veterinaria. En resumen, en este momento los jóvenes son pesados, medidos (tarso, antebrazo, ala plegada), se les extrae muestras de sangre (2 ml/ejemplar) para análisis bioquímico y determinación del sexo, y de cloaca, conjuntiva y traquea, y finalmente se recogen plumas para análisis genético.

Tabla 1. Datos identificativos de los pollos marcados en 2007.

Fecha marcaje	PVC	Nido	Metal	VHF	Emisor	Sexo
04/06/2007	B[00]	Cañuelas	1001539	148.795	Batería	M
06/06/2007	B[01]	La Galvija	1001550	149.355	Batería	M
11/06/2007	B[02]	Corral de la Liebre	1017060	149.371	Solar	H
11/06/2007	B[03]	Corral de la Liebre	1017059	149.144	Batería	M
12/06/2007	B[04]	Mancha del Vinagre	1017051	149.093	Solar	H
12/06/2007	B[05]	Mancha del Vinagre	1017052	149.113	Solar	M
12/06/2007	B[06]	Mancha del Vinagre	1017053	149.031	Solar	M

Seguimiento del periodo de dependencia.

Este periodo comprende desde el día en que los pollos realizan el primer vuelo hasta el día en que salen del territorio paterno. Durante el mismo todos los nidos se visitaron diariamente varias horas para comprobar el correcto desarrollo de los pollos y poder intervenir en caso necesario. En la Tabla 2 se presentan las fechas clave en el desarrollo de cada uno de los pollos nacidos en 2007.

Tabla 2. Fechas claves en el desarrollo de los pollos.

Pollo	Fecha eclosión	Fecha 1º vuelo	Fecha 1º cicleo	Fecha abandono territorio paterno
B[00]	-	22/06/2007	02/07/2007	29/08/2007
B[01]	12/04/2007	21/06/2007	11/07/2007	11/09/2007
B[02]	25/04/2007	14/07/2007	30/07/2007	03/09/2007
B[04]	15/04/2007	30/06/2007	13/07/2007	07/09/2007
B[05]	15/04/2007	28/06/2007	13/07/2007	07/09/2007
B[06]	15/04/2007	04/07/2007	13/07/2007	12/09/2007
[pollo1]*	08/04/2007	18/06/2007	14/07/2007	-**
[pollo2]*	08/04/2007	27/06/2007	14/07/2007	-**

*pollos de Veta de Alí que no han sido marcados. **En sucesivas visitas no se han registrado observaciones.

En el águila imperial ibérica tradicionalmente se diferencian dos etapas durante el periodo de dependencia (Ferrer 1993). La primera comprende desde la salida del nido hasta el primer vuelo de cicleo y la segunda abarca desde el primer cicleo hasta que los jóvenes abandonan el área natal. Durante la primera etapa los pollos permanecieron en las cercanías del nido, realizando vuelos cortos y permaneciendo la mayor parte del tiempo posados. Esta fase tuvo una duración media de 16,5 días. Los primeros vuelos de cicleo se observaron a una edad media de 90 días. A partir de este momento los jóvenes mejoraron notablemente su capacidad de vuelo, aumentando la frecuencia y duración de los vuelos de cicleo, especialmente durante las horas centrales del día, y comenzaron a alejarse progresivamente más del nido.

El periodo de dependencia tuvo una duración media de 53 días en el territorio Corral de la Liebre, mientras que en Mancha del Vinagre duró 69 días. Esto coincide con lo publicado por Ferrer (1993a), según el cual el periodo de dependencia es mas corto en el caso de nidadas de tres pollos.

Seguimiento del periodo de independencia.

El periodo de independencia comienza cuando los jóvenes abandonan el área natal. A continuación se detalla el comportamiento de cada uno de los jóvenes monitorizados.

- B[00]: El 27/07/2007 el emisor es recuperado en el suelo dentro del territorio paterno, donde se suele encontrar el joven. La colocación del arnés se realiza de modo que una vez suelto alguno de los 4 extremos se produce la caída completa d el emisor, evitando posibles problemas al ave. De todas formas el pollo hasta el 29/08/2007 se sigue viendo en el entorno cercano al cebadero. Dado que las visitas se siguen realizando a diario desde esa fecha y no se registró su presencia a partir de entonces, se estima como fecha de abandono del territorio paterno el 29/08/2007 con una edad de 143 días.

- B[01]: El día 27/08/2007 se efectuó el último seguimiento diario en la Galvija. Se estima como fecha de abandono del territorio paterno el 11/09/2007 con una edad de 152 días.

- B[02]: El 03/09/2007 y el 25/09/2007 se observa en el territorio paterno. Como en este lapso de tiempo no se ha localizado el joven en el territorio se estima como fecha de abandono el 03/09/2007, con una edad de 151 días.

- B[04]: La ultima observación visual es del 07/07/2007 en la zona del nido y se comprobó que el emisor funcionaba normalmente. Posteriormente no se ha podido localizar el individuo ni visualmente, ni mediante telemetría hasta el día 05/09/2007 cuando se tuvo una localización desde las cercanías del pueblo de Villamanrique de La Condesa a 230º. La ausencia de información regular puede ser debido al funcionamiento defectuoso de los emisores solares.

- B[05]: Abandona el territorio el 07/09/2007 con una edad de 145 días.

- B[06]: abandona el territorio el 12 de septiembre con una edad de 150 días.

Registros de pollos nacidos en años anteriores

De los pollos nacidos en el Espacio Protegido y marcados años anteriores siguen vivos y localizados Am [U8] y Am[U9] (2006) así como Am[P0] (2004).

- Am[P0]. se localizó visualmente en el Parque de Doñana en 2007, en los territorios del Higuerón, del Hondon y de Veta La Arena en el mes de Abril. En el mismo mes el ejemplar se desplazó por la provincia de Cádiz y en agosto se trianguló en Portugal. La última localización se ha registrado el 06/09/2007 desde la Puebla de Guzmán a 270º (hacia Portugal). Las sucesivas visitas a las zonas frecuentadas por este ejemplar en el centro y Sur de Portugal y las provincias de Cádiz y Huelva, no han tenido éxito, probablemente debido a que el emisor ha dejado de funcionar por agotamiento de la batería (3,5 años duración estimada).

- Am[U9]. Este individuo continua vivo puesto que su señal se ha recibido en varias ocasiones durante el verano. En este periodo ha estado moviéndose por la provincia de Cádiz.

- Am[U8]. Las últimas localizaciones se han registrado en el mes de Junio del presente año, en la provincia de Cádiz.

Conclusiones

Ninguno de los pollos nacidos falleció durante su permanencia en el nido. Durante el periodo de dependencia, solo un ejemplar (B[03]) falleció por problemas hepáticos después de mostrar un comportamiento anómalo y ser trasladado al Zoo de Jerez. El resto ha iniciado la fase de dispersión juvenil y no se ha registrado mortalidad.

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
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 año 2007, y conjuntamente con los resultados obtenidos para el proyecto 2206, se han muestreado 20 lagunas temporales para determinar la presencia y abundancia de macroinvertebrados y anfibios.

Además de los más de 90 taxones de macroinvertebrados que se describe, destaca la presencia de una especie exótica, *Trichocorixa verticalis* var. *Verticalis*, que está comenzando a invadir las lagunas temporales.

Se ha continuado tomando datos para el análisis de la dieta de los urodelos y sus larvas, recogiéndose sus heces tras un periodo de cautividad de individuos aislados durante 24 horas, pero todavía no se tienen resultados definitivos.

En relación al efecto de los depredadores sobre los anfibios, hemos comprobado el impacto de los depredadores sobre 9 especies de anfibios (*Bufo bufo, Bufo calamita, Hyla meridionalis, Pelobates cultripes, Rana perezi, Triturus pygmaeus, Lissotriton boscai, Pleurodeles waltl, Discoglossus galganoi*). Hasta la fecha se probó como depredadores macroinvertebrados a *Cybister lateralimarginalis, Notonecta* sp., *Triops cancriformis,* anisopteros, así como entre las especies exóticas a *Gambusia holbrooki* y *Procambarus clarkii*.

Como primeros datos, podemos destacar dos tipos de depredadores, según su grado de importancia. *Procambarus clarkii* y *Triops cancriformis* son considerados como depredadores importantes con una tasa de depredación superior al 60%. *Cybister lateralimarginalis, Notonecta* sp., Anisopteros, y *Gambusia holbrooki* son considerados como depredadores menores u ocasionales.

Al igual que los depredadores, los anfibios han sido divididos en tres grupos según el tipo de hábitat de reproducción (efímeros, temporales de media duración y de mayor duración). En los medios más efímeros, donde se pueden reproducir *Bufo calamita* y *Discoglossus galganoi*, como son las pequeñas charcas de praderas encharcadas o incluso en el interior de caminos y cortafuegos inundados, no es habitual la presencia de *P. clarkii*, C. *Lateralimarginalis o Gambusia holbrooki* mientras que si se encuentra con frecuencia a *T. cancriformis* y a las dos especies de *Triturus.*

La abundancia de estos depredadores durante la época de puestas puede determinar en algunas ocasiones el éxito reproductivo de estas especies de anfibios, asímismo, se llego a detectar la total depredación de puestas de *B. calamita* en algunas lagunas.

En general, las tasas de depredación registradas son mayores sobre las larvas que sobre los huevos de los anfibios. En el caso de *B. calamita*, en laboratorio, las tasas de depredación más importantes fueron las de las larvas de *Pleurodeles waltl*, *Triops cancriformis* y *Procambarus clarkii*. En el campo, la depredación ha llegado a afectar hasta un 95-100% de las puestas y el éxito de reproducción se ha registrado solamente en lagunas donde estaban ausentes esos tres depredadores.

Hay que tener en cuenta que estos resultados no son exhaustivos, y deben tomarse con cautela ya que el ambiente creado en experimentación es diferente al natural. Es necesario considerar también que *Gambusia holbrooki* es considerada como muy abundante en ciertas lagunas, en estos casos la tasa de depredación es muy superior a la que hemos obtenido en laboratorio.

Por otra parte, se ha detectado un notable incremento de la acidez en determinadas lagunas peridunares, que deben considerarse afectadas por procesos graves de desecación. Debido a ello, se ha apreciado una importante mortalidad de las puestas de *Pelobates cultripes*.

6/2006 (proyecto de investigación) **Estudio epidemiológico de micobacteriosis en el Parque Nacional de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Negro Balmaseda, Juan José
Estación Biológica de Doñana
ENTIDAD FINANCIADORA: Organismo Autónomo de Parques Nacionales
CANTIDAD: 120.000 ?
DURACIÓN: 2006-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional de Doñana

RESULTADOS:

Los métodos de estudio utilizados han sido la necropsia en campo, la anatomía patológica y el cultivo microbiológico a partir de las muestras recogidas en necropsia. La prevalencia de tuberculosis se ha calculado de acuerdo a los resultados del cultivo. Se han cultivado más de 800 muestras procedentes de 316 ungulados silvestres y 98 domésticos (ganado vacuno) sacrificados entre 2006 y 2007. La prevalencia resultante por cultivo es del 52% en jabalí, 29% en ciervo y 15% en gamo. La prevalencia media para la muestra de ungulados analizada es del 33% (uno de cada tres individuos), aunque dado que el jabalí es una especie más abundante en el Parque que cualquiera de las otras dos, la prevalencia de tuberculosis en la población total de ungulados del Parque (unos 3500 individuos) puede estimarse en un 37%. En el caso del ganado vacuno, la prevalencia se ha calculado a partir de los resultados del saneamiento ganadero y de acuerdo a la prueba de la tuberculina intradérmica. En 2006 esa prevalencia fue del 9,4%. Las prevalencia en ganado doméstico ha aumentado a pesar de que los saneamientos se realizan desde 1994. La prevalencia en vacuno se sitúa en el año 2006 en un orden de magnitud superior a la media nacional, que se estima en el

0,5%. La prevalencia registrada en las especies silvestres se encuentra entre las más altas publicadas para poblaciones de animales en libertad en el mundo. Además de *Mycobacterium bovis*, agente causal de la tuberculosis bovina, se han identificado mediante métodos genéticos cuatro diferentes micobacterias atípicas. Su prevalencia es también elevada, particularmente en el gamo. Para reducir la prevalencia de tuberculosis en Doñana sería necesario reducir las poblaciones de ungulados silvestres del Parque, que actúan como reservorio natural y deben limitar la efectividad del saneamiento ganadero realizado sobre el ganado vacuno que pasta en el espacio protegido.

9/2006 (proyecto de investigación) **Análisis de riesgos geomorfológicos y evaluación de procesos de erosión en la cuenca del Arroyo del Partido**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Borja Barrera, Francisco
Departamento de Historia II
ENTIDAD FINANCIADORA: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (Doñana 2005)
CANTIDAD: 65560,88 €
DURACIÓN: 2006-2007
ÁREA DE ESTUDIO: El área objeto de estudio se corresponde con el total de la cuenca hidrográfica del arroyo del Partido.

RESULTADOS:

Según se expuso detalladamente en la última Reunión de los responsables de proyectos de investigación del *Doñana 2005* (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 04.12.07), problemas de índole presupuestaria han motivado que durante el año 2007 no se haya podido proseguir en el desarrollo del presente proyecto en los términos y plazos que se habían previsto en un principio. Por este motivo, el estado de la investigación en la anualidad que ahora se cierra tiene un carácter parcial, teniéndose previsto su cierre para el año entrante 2008, una vez se disponga de los fondos correspondientes.

No obstante, y aún quedando trabajos pendientes, se ha avanzado en la determinación y delimitación, dentro del sistema fluvial objeto de estudio, de un total de 14 *tramos-diagnóstico*, los cuales se identifican a partir de unas características hidro-geomorfológicas y unas patologías comunes. La individualización de dichos tramos y su demarcación espacial se ha llevado a cabo a partir del análisis combinado de los componentes naturales de las riberas (cauce, canal, lecho, llanura aluvial, dinámica de flujos), y de la incidencia antrópica sobre los mismos (ya sea de forma directa: canalizaciones, desvíos, interposición de infraestructuras, peraltado de orillas...; como indirecta: manejo de la cubierta vegetal, remoción de terrenos, cambios de usos del suelo y prácticas agrícolas...). Estos tramos se agrupan en una serie de *modelos morfodinámicos*, en cuya caracterización priman los criterios funcionales, los cuales servirán, en su momento, de referente para abordar la selección de propuestas específicas para la mitigar los desajustes detectados en el momento presente.

Del análisis conjunto de los diferentes *tramos-diagnóstico* puede avanzarse que la cuenca del Partido se caracteriza actualmente por presentar un alto grado de desarticulación estructural y una intensa desestabilización funcional, como consecuencia de un variado y prolongado impacto antrópico que viene afectando al

conjunto del territorio desde hace décadas y, en particular, al sistema de cauces fluviales. Las principales afecciones proceden fundamentalmente de los cambios de usos del suelo, los cuales se concretan, entre otras variantes, en: la eliminación de la cubierta vegetal originaria para su puesta en valor agrícola-industrial; la substitución de cultivos tradicionales por otros que se acompañan de técnicas de laboreo más agresivas; los desmontes relacionados con la implantación o el cultivo en sí del eucalipto y la explotación de canteras; la introducción de infraestructuras lineales poco permeables; y, finalmente, un manejo hidráulico inadecuado (eliminación abusiva de la vegetación, limpieza de fondos inadecuada, rectificación de cauces, etc.).

Como consecuencia de todo lo anterior, se detecta, como se ha indicado, una gran variedad de desajustes estructurales y funcionales (en la mayoría de los tramos ha desaparecido, por ejemplo, la conexión transversal cauce-orilla-llanura aluvial, así como entre estos elementos y los bosques de ribera o los suelos hídricos…). Desde el punto de vista de la evolución del proceso general, cabe decir que dicha desarticulación progresa al mismo ritmo que desaparecen los antiguos *paisajes culturales* de la campiña onubense, caracterizados en su día por unas cabeceras donde se conservaban restos de vegetación natural y unas laderas donde se acomodaba una agricultura de corte tradicional.

Como ya se indicó, dicho proceso no está sino poniendo en marcha en la cuenca del Partido un nuevo dispositivo erosivo-sedimentario caracterizado por unas áreas de *cabeceras* donde progresa un complejo sistema de cárcavas y barrancos asociado a desmontes, canteras y *agroplásticos*; unos *tramos medios* afectados por un intenso fenómeno de azolvamiento y una plena ocupación del dominio público hidráulico (lo que habitualmente se acompaña por el desmantelamiento de la vegetación de ribera, el peraltado de orillas para protección de cultivos, las canalizaciones artificiales, etc.) y, por último, unos *tramos medios y bajos* afectados por importantes procesos de erosión lateral y desmantelamiento del sistema cauce-orillas-llanuras aluviales, todo lo cual está poniendo en movimiento una ingente cantidad de sedimentos, hasta el punto de que buena parte del trazado de la red fluvial del Partido podría caracterizarse como de un verdadero "*río de arena*".

11/2006 (proyecto de investigación) **¿Existe competencia intraespecífica por el alimento en el flamenco común (*Phoenicopterus ruber*) durante la temporada de cría?**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Aguilar Amat Fernández, Juan
Estación Biológica de Doñana
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia
CANTIDAD: 21.800 € (Doñana), 69.020 € (Total)
DURACIÓN: 2006-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Marisma de Hinojos

RESULTADOS:

Durante 2007 se tomaron muestras de sangre, plumas y regurgitaciones de alimento de pollos de flamenco en las colonias de Fuente de Piedra (Málaga), Comacchio (Italia) y Doñana. También se tomaron muestras de las presas potenciales del flamenco en

Comacchio y en las áreas de alimentación de los flamencos de las colonias andaluzas (Doñana, Fuente de Piedra, Marismas del Odiel, Bahía de Cádiz, Salinas de Cabo de Gata, Cerrillos y Bonanza).

Concretamente, dentro del Parque Nacional se tomaron muestras de sangre y plumas a los pollos de flamenco anillados en julio. Se muestrearon presas en distintos sitios de las marismas (Veta la Palma, lucios de Mari López, Molinillo y Membrillo), tanto en abril como en julio. Estas muestras se enviaron a un laboratorio especializado para analizarles la composición de isótopos estables de ^{15}N y ^{13}C. En el momento de la preparación de este informe, los resultados todavía no están disponibles.

13/2006 (proyecto de investigación) **Evaluación de los ecosistemas de la marisma de Doñana en el marco de proyecto Doñana 2005**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Montes del Olmo, Carlos
Universidad Autónoma de Madrid
ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)
CANTIDAD: 143.040 €
DURACIÓN: 2006-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Marisma de Hinojos en el Parque Natural, Reserva del Guadiamar, Marismillas y Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

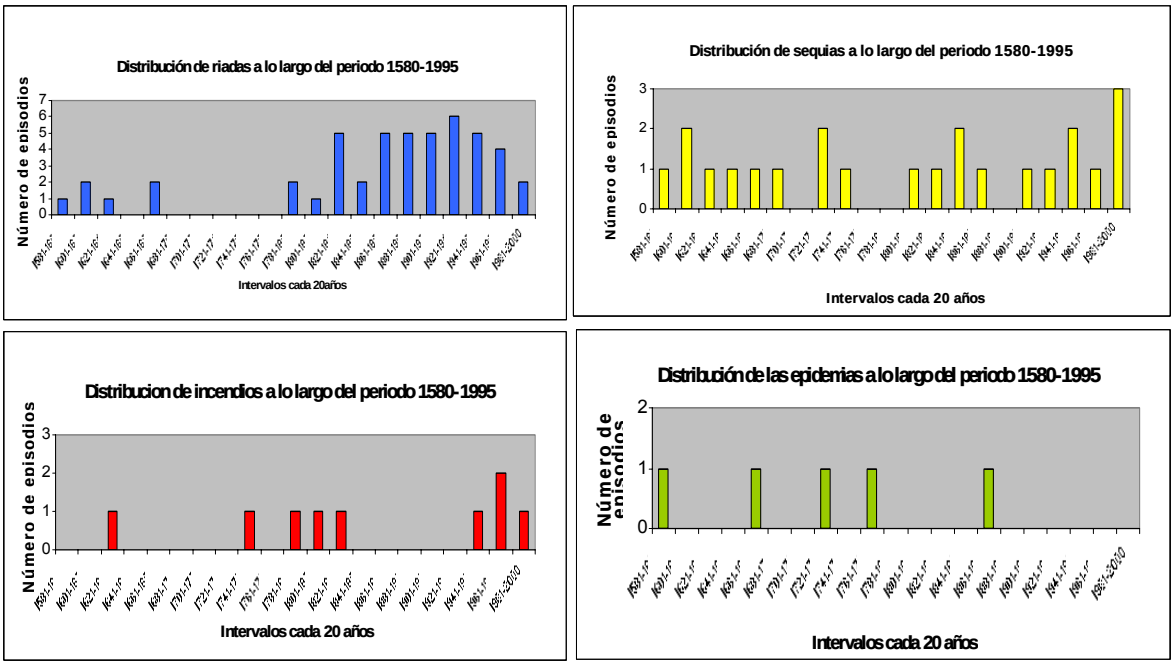
Caracterización del régimen de perturbaciones naturales

Resultados: Las perturbaciones naturales más relevantes acontecidas en el Sistema Socio-Ecológico de Doñana durante el período de 1580 – 1996 son en su mayoría de origen geótico, exceptuando las epidemias. En la actualidad las perturbaciones de origen antrópico o mixto ganan peso frente a las perturbaciones naturales en cuanto a su capacidad de inducir cambios en el flujo de los servicios de los ecosistemas. Riadas, sequías, epidemias e incendios aparecen como las perturbaciones más recurrentes y con mayor incidencia en el flujo de servicios de los ecosistemas de Doñana..

Tabla 1.Caracterización de las principales perturbaciones de origen natural en el período de 1580– 1996

Perturbación	**Nº de episodios (N)**	**Frecuencia (F)**	**Intervalo de retorno (1/ F)**
Sequía	22	0,053	18, 9
Incendio	8	0,019	52
Riada	45	0,11	9,2
Terremoto	1	2,4 x 10-3	416
Nevada	2	4,8 x 10-3	208
Epidemia	5	0,012	83,2

Figura 1. Distribución temporal de las perturbaciones naturales



Análisis de la evolución de los modelos de gestión en la marisma de Doñana y su relación con la ganancia o pérdida de resiliencia.

Resultados: Hasta principios del s. XX predomina un modelo de gestión adaptativa con un régimen de aprovechamientos altamente adaptado Al régimen de perturbaciones y a los patrones de variabilidad (estacional, mareal, salinidad, etc.). Identificamos el año 1927 como el momento a partir del cual el modelo de dominio y control se consolida y hace efectivo como modelo de gestión, resultando en una progresiva pérdida de la pulsación natural de la marisma y una conversión del 77% de su superficie original en aprovechamientos mono-funcionales.

Tabla 2. Evolución de los modelos de gestión

Fase	Periodo	Características	Percepción de las perturbaciones
Explotación sostenible local	Hasta 1927	Usos tradicionales, paisajes culturales y multi-funcionales	Adaptación y mitigación de las perturbaciones naturales
Inicio de la colonización por iniciativas privadas	1928-1956	Desarrollo de las primeras iniciativas de transformación por parte de las grandes compañías privadas	Primeras actuaciones de dominio y control para tratar de dominar las perturbaciones
Grandes transformaciones por iniciativa pública	1957-1978	Se consolida la iniciativa pública, con puesta en cultivo de una amplia superficie. Nace la acción conservacionista	Se consolida el dominio y control como modelo de gestión de los recursos naturales, mediante actuaciones dirigidas a dominar las perturbaciones.
Finalización de las grandes transformaciones. Desarrollo de la política de conservación	1978-1998	Se consolida la línea conservacionista y entra en disputa con los nuevos y antiguos proyectos. Incremento de la superficie protegida. Se inician grandes proyectos de Acuicultura y el I Plan de Desarrollo Sostenible (I PDSD).	El modelo de gestión basado en el dominio de las perturbaciones se aplica a la gestión de los espacios protegidos.
Grandes proyectos de restauración. Hacia un modelo de desarrollo sostenible	1999-actualidad	El vertido minero de Aznalcóllar marca el inicio de un periodo de grandes inversiones para restaurar capital natural y dirigir el SED hacia un modelo de (II PDSD)	A pesar de mantener un modelo basado en el dominio y control, comienzan a darse cuenta de que el dominio de las perturbaciones generalmente ocasiona un mayor colapso de los recursos.

Caracterización de los servicios de los ecosistemas de Doñana a escala de ecodistrito y Gran Ecosistema Fluviolitoral.

Resultados: Los ecosistemas de Doñana generan un rico y variado flujo de servicios a los humanos (tabla 2). Los mantos eólicos presentan la mayor diversidad en cuanto a servicios de abastecimiento, pero es en la marisma de donde se generan los mayores flujos físicos y económicos, debido principalmente a la agricultura y la ganadería.

Tabla 3. Número de servicios caracterizados a escala de ecodistrito

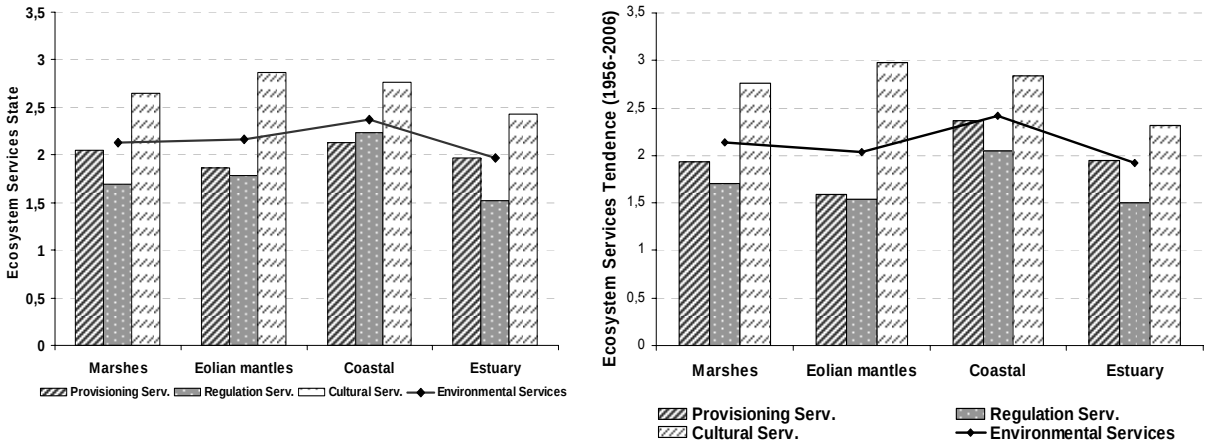
	Gran Ecosistema	Marisma	Mantos eólicos	Sistema costero	Estuario
Abastecimiento	22	12	13	3	5
Culturales	9	7	7	6	6
Regulación	15	12	11	6	7
Total	46	31	31	15	18

Evaluación del estado y tendencias de los servicios de los ecosistemas de la marisma en el marco de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio.

Resultados:

- *Servicios regulación* de la marisma. Degradación de la mayoría de los servicios. En especial, fuerte deterioro de la funcionalidad hidrológica y de los servicios de regulación de amortiguación frente a perturbaciones, pero mantenimiento o mejora en los servicios de refugio para aves migratorias.
- *Servicios culturales:* Evolución desigual, deterioro de los servicios de carácter local (conocimiento ecológico local, herencia cultural, identidad local). Algunos favorecidos por las políticas conservacionistas (recreación y ecoturismo, los valores didácticos y educativos y la investigación científica.
- *Servicios de abastecimiento*: intensificación de algunos usos extractivos fuera de las áreas protegidas pero declive generalizado del modelo de explotación de usos múltiples.

Figura 2. Evaluación del estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas.



En términos generales puede observarse un declive o pérdida de la mayor parte de los servicios ecosistémicos que se generan / disfrutan al margen del mercado, como es el caso de la mayor parte de los servicios de regulación y algunos servicios culturales (conocimiento ecológico local, herencia cultural, identidad local) y de abastecimiento). Mantenimiento o crecimiento de servicios culturales que están bien adaptados al actual proceso de transición de la economía local de Doñana hacia el sector servicios (turismo, educación ambiental, investigación). En cuanto a los servicios de abastecimiento entran en declive los usos y aprovechamientos en régimen de explotación comunal y los no comerciales, algunos de los cuales han sido afectados por restricciones de conservación. Protagonismo creciente de los servicios orientados a los actores externos a Doñana (turistas, investigadores, consumidores a nivel nacional) en detrimento de los que son de disfrute directo de los actores locales. No obstante se caracteriza un aumento de los ingresos de la comunidad de Doñana obtenidos de los servicios de los ecosistemas (turismo, producción para la exportación, etc.)

14/2006 (proyecto de investigación) **Seguimiento genético de las poblaciones de águila imperial ibérica en Andalucía**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Negro Balmaseda, Juan José
Estación Biológica de Doñana
ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
CANTIDAD: 35.946 € (Doñana), 143.784 € (total)
DURACIÓN: 2006-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Este proyecto no requiere salir al campo.

RESULTADOS:

En este proyecto se realiza la monitorización genética de la población andaluza de Águila Imperial, lo cual permite la caracterización e identificación de todas las parejas reproductoras y su posterior seguimiento. Los análisis genéticos se realizan a partir de plumas y otros materiales biológicos, como restos de cadáveres o sangre de individuos de centros de recuperación de fauna. En cada muestra se realiza un sexado molecular y un genotipado con 12 marcadores de microsatélites y genes del Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC). El uso conjunto de estos marcadores permite caracterizar a los individuos de manera inequívoca.

En cuanto a los resultados obtenidos hasta el momento, considerando únicamente los marcadores de microsatélites, la probabilidad de encontrar dos genotipos iguales entre dos individuos al azar que no estén emparentados varía, dependiendo del genotipo, desde uno entre un millón hasta uno entre diez mil millones. Estas bajas probabilidades de coincidencia serán todavía menores cuando se consideren los datos del sexado y del MHC.

Hasta el momento se han genotipado un total de 138 plumas, recogidas entre 1987 y 2007, que pertenecen a un total de 34 individuos distintos procedentes de 23 territorios, ubicados en el Espacio Natural de Doñana y en distintas zonas de Sierra Morena. Asimismo, se han genotipado 18 individuos del programa de reintroducción y cría en cautividad. Utilizando estos datos junto con los procedentes de 79 águilas imperiales

españolas genotipadas en proyectos anteriores hemos podido constatar los siguientes eventos.

Hemos observado dos casos de fidelidad al territorio durante un largo período de tiempo, ambos en Doñana. El primero corresponde a una pareja genotipada consistentemente desde el año 2000 al 2005 en Veta la Arena. El otro caso corresponde a un individuo que ha sido localizado en el Huerto de los Zorros en 1987 y en 1995. Hemos detectado, además, un cambio de pareja, en el territorio de Punta del Caño, también en Doñana, genotipando al mismo macho pero a dos hembras entre 2000 y 2006.

También hemos podido observar el movimiento de individuos entre diferentes territorios. Tal es el caso de un macho que fue genotipado en Casa de los Guardas en 2004 y en Navazo Hondo en 2005, ambos territorios pertenecientes a Doñana. Asimismo, hemos observado un total de tres eventos de dispersión natal, es decir, de individuos que fueron genotipados como pollos en un territorio y encontrados en otros territorios varios años más tarde. Es el caso de dos machos genotipados como pollos en sendos territorios de Sierra Morena localizados en la provincia de Jaén en 2001 y 2002, y cuyos genotipos fueron encontrados en 2006 en otros tantos territorios de la Sierra Norte de Sevilla. El último caso es el de una hembra genotipada como pollo en la Sierra Norte de Sevilla en 2002 y cuyo genotipo fue encontrado en otro territorio de Sierra Morena en Jaén en 2006.

Aquí se presentan los primeros resultados de un proyecto que está en desarrollo. A medida que avance el genotipado con los marcadores del MHC y, sobretodo, mediante el incremento y la exhaustividad a la hora de muestrear todos los territorios conocidos, se podrá realizar un seguimiento más completo de la población y conseguiremos tener una idea más global y real de los procesos demográficos que en ella ocurren.

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:

Estudio molecular:

En cada población se muestrearon 60 mg de tejido foliar fresco de entre 20 individuos genéticamente independientes (*genets*). Las muestras han sido almacenadas en gel de sílice hasta su análisis.

Estudio reproductivo:

Se seleccionaron y marcaron 15 individuos a los que se les efectuaron seis tratamientos, cada uno de ellos en una inflorescencia distinta. Los tratamientos efectuadas fueron los siguientes: (a) Test de geitonogamia: se extirparon las flores masculinas y con anteras de la misma planta se realizaron polinizaciones manuales, siendo posteriormente embolsadas en bolsas de papel para evitar la polinización libre; (b) Autopolinización: se embolsaron espigas completas hermafroditas; (c) Test de alogamia: se procedió del mismo modo que en el test de geitonogamia pero con la salvedad de que las anteras empleadas en la polinización procedían de individuos diferentes; (d) Test de polinización libre (control): la inflorescencia se dejo intacta sin embolsar; (e) Test de autopolinización libre reforzada: se siguió el mismo procedimiento que en el tratamiento de polinización libre, pero añadiendo un suplemento adicional de polen procedente de al menos dos individuos diferentes.

Posteriormente, se recolectaron las espigas fructíferas. Actualmente se encuentran almacenadas a la espera de la comprobación del éxito reproductor femenino en cada caso.

Estudio citogenético:

Dada la floración escalonada de la población y la disponibilidad dispar de espigas masculinas con polen para los cruzamientos, se ha optado por posponer este estudio para el siguiente año 2008.

17/2006 (proyecto de investigación) **Recolección representativa de poblaciones de ciperáceas en los Parques Nacional y Natural de Doñana para revisión taxonómica en el contexto de la obra Flora Iberica**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Luceño Garcés, Modesto
Universidad Pablo de Olavide
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia
CANTIDAD: 600 € (Doñana), 462.910 € (Total)
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Arroyo de la Rocina, Lagunas temporales de El Alamillo y Laguna de Santa Olalla

RESULTADOS:

Durante el año 2007 se realizaron una serie de campañas de herborización que cubrieron las siguientes áreas: Arroyo de La Rocina, lagunas temporales de El Acebuche y Reserva Biológica de Doñana.

Las herborizaciones efectuadas han sido depositadas en el herbario público UPOS de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla. Se retiraron además individuos vivos de *Carex distans* L. y *Carex laevigata* Sm., los cuales se encuentran así mismo cultivados en las instalaciones de nuestra universidad para futuros estudios.

Los materiales recolectados se han utilizado para la elaboración de los siguientes estudios:

- Sinopsis de los táxones de la familia Cyperaceae para el tomo XVIII de la obra *Flora iberica*.
- Catálogo de plantas vasculares amenazadas de España (revisión 2007), concretamente el taxon *Bulbostylis cioniana*, cuya ubicación en Doñana queda ceñida a las lagunas temporales de El Acebuche.

Dos novedades corológicas de importancia se asientan a raíz de estos estudios:

- *Schoenoplectus corymbosus* (Roth ex Roem. & Schult.) J. Raynal. Ciperácea tropical que se distribuye a lo largo de la India, Pakistán y E y S de África, con localidades puntuales en el Delta del Nilo y los humedales de Senhadja (Argelia). La localizamos gracias testimonios de herbario en humedales de Doñana y su entorno, en la laguna de la Paja (Bahía de Cádiz) y en el NW de Marruecos. Las prospecciones de campo corroboran la presencia de esta planta en el Parque Nacional de Doñana.

- *Carex trinervis* Degl. Esta especie se distribuye a lo largo de la costa atlántica europea desde Dinamarca hasta la Península Ibérica, donde sólo se conocía de la franja portuguesa entre Oporto y Leiría (Estremadura), estando ausente de la costa cantábrica y Galicia. La población encontrada en el Arroyo de La Rocina constituye una importante novedad corológica, pues pasa a ser el extremo S de la distribución de esta planta que, por otra parte, se encuentra seriamente amenazada a nivel global.

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, Andy J.
Estación Biológica de Doñana
ENTIDAD FINANCIADORA: Green, Andy J.
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:

Con el fin de continuar el seguimiento de la exposición al plomo, debido al vertido de Aznalcóllar se ha realizado el muestreo de heces de gansos invernantes y calamones residentes en Doñana, en las zonas de Entremuros y Caracoles, durante la temporada de invierno, comprendida entre los meses de octubre a febrero de los años 2006 – 2007. A continuación en la Tabla 1 se muestra el número de heces tomadas de las zonas de estudio por especie durante las invernadas comprendidas entre los años 2004 – 2007.

El análisis de plomo en las muestras de heces, tras el proceso de secado y digestión en medio ácido, se realizó mediante absorción atómica en cámara de grafito. En la siguiente Tabla 2 se muestra la concentración media de plomo en heces (en peso seco), analizadas hasta la fecha, por zona y especie.

Tabla 1. Distribución del las muestras de heces por zona y especie del periodo 2004-2007.

Especie	Temporada	Entremuros Nº heces	Caracoles Nº de heces
Ganso	2004-2005	74	62
Ganso	2005-2006	70	81
Ganso	2006-2007		50
Calamón	2004-2005	29	
Calamón	2005-2006	32	

Tabla 2. Concentraciones medias de plomo en heces (µg Pb/g peso seco) de ganso y calamón.

Especie	Temporada	Localidad	N	Media Pb (µg/g)	SD	Max (µg/g)	Min (µg/g)
Ganso	2004-2005	Entremuros	20	8,29	12,02	48,97	1,06
Ganso	2005-2006	Entremuros	16	3,58	2,55	9,75	0,95
Ganso	2005-2006	Caracoles	14	5,08	4,14	15,42	0,69
Ganso	2006-2007	Caracoles	20	2,69	1,93	7,80	0,65
Calamón	2004-2005	Entremuros	20	3,35	1,37	6,14	1,55
Calamón	2005-2006	Entremuros	20	4,27	2,50	10,99	1,26

El análisis de plomo en las muestras de heces, tras el proceso de secado y digestión en medio ácido, se realizó mediante absorción atómica en cámara de grafito. En la siguiente Tabla 2 se muestra la concentración media de plomo en heces (en peso seco), analizadas hasta la fecha, por zona y especie.

Estudiando la evolución de la concentración de plomo en heces por especies en el tiempo (Gráfico 1), observamos una disminución de la concentración de plomo en heces en ganso, encontrándose diferencias significativas entre las temporadas de estudio ($F_{2,67}$ = 3,692, $p < 0,05$). En calamón sin embargo la concentración de plomo en heces de Entremuros se mantiene de la invernada de los años 2004 – 2005 a la de 2005 – 2006, con un leve incremento no significativo.

Analizando la evolución de la concentración de plomo en heces por zonas y especies observamos que la concentración de plomo en heces de ganso disminuye tanto en Entremuros como en Caracoles (57% y 47% respectivamente, Gráfico 2), siendo esta disminución estadísticamente significativa en la zona de Caracoles de la temporada de invierno 2005 – 2006 a la de 2006 – 2007 ($F_{1,32}$ = 4,456, $p < 0,05$).

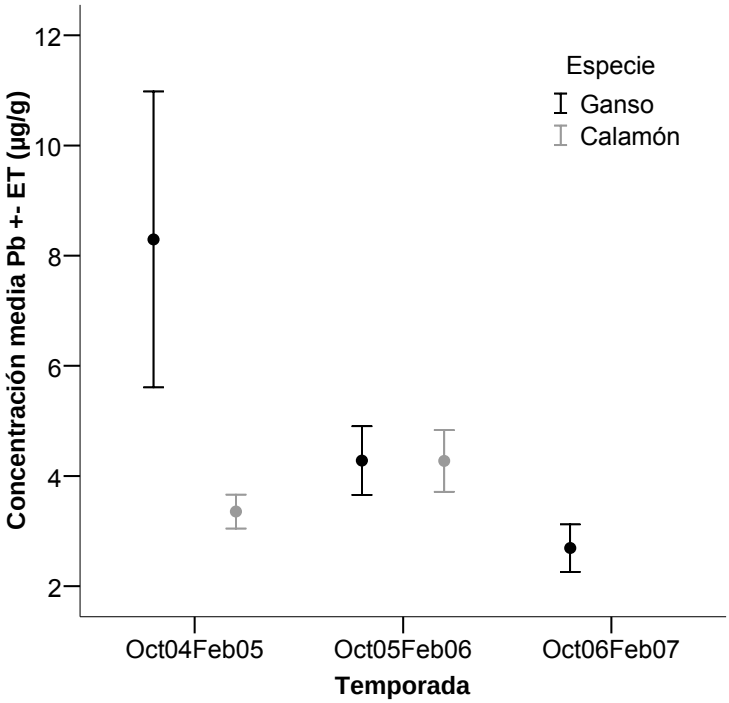


Gráfico 1. Evolución temporal de la concentración de plomo en heces de ganso y calamón en Doñana.

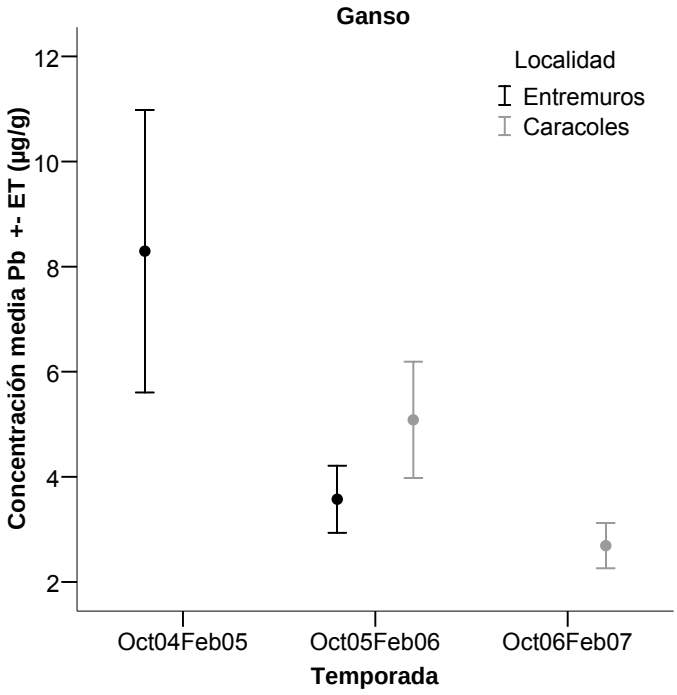


Gráfico 2. Evolución temporal de la concentración de plomo en heces de ganso y calamón en Doñana.

El análisis no invasivo de plomo de las muestras de heces de ganso y calamón de las zonas de Entremuros y Caracoles analizadas hasta el momento, para monitorizar la contaminación por metales pesados de esta zona, indica una disminución de la concentración de plomo en heces de ganso con el tiempo. La zona de Entremuros en el Parque Natural de Doñana fue una de las zonas afectadas por el vertido de Aznalcóllar en 1998. En el proyecto anterior llevado a cabo por nuestro equipo, para estudiar la concentración de metales pesados en Doñana (Green et al. 2003; Mateo et al. 2007), se encontraron los niveles más elevados de plomo en heces por ingestión de suelo en la zona de Entremuros. La concentración media de plomo en Entremuros en heces de ganso en el estudio anteriormente comentado fue de 15 µg/g (en peso seco) concentración superior a la obtenida en el presente informe en el que la concentración media de plomo en heces de ganso de la zona de Entremuros es de 6.2 µg/g (en peso seco). Es posible que estos cambios reflejen en parte la eliminación progresiva de metales pesados de Entremuros a lo largo de los años. Sin embargo, la inundación de Doñana es tremendamente variable entre años y dentro de una misma época invernal como respuesta a la precipitación, por lo que la distribución de las aves también varía enormemente. Dichos cambios en distribución podrían explicar los cambios en concentraciones de plomo en las heces sin un cambio en la concentración de contaminantes en una zona concreta.

Por último cabe destacar que se han encontrado muestras de heces de ganso de la zona de Entremuros con niveles altos de plomo (49, 27 y 25 µg/g en peso seco) que pueden corresponder a individuos que además de suelo contaminado habían ingerido perdigones de plomo.

Por otra parte, para obtener muestras sangre de galápagos y carpas de referencia, donde se esperan bajos niveles de plomo, con las que poder comparar muestras de sangre de galápagos y carpas de la Laguna de Medina (Cádiz), la cual presenta elevadas densidades de perdigones de plomo en el sedimento, se llevó a cabo un muestreo en la Laguna Dulce de la Reserva Biológica del Parque Nacional de Doñana, en Junio 2007. Para ello se contó con el apoyo y el material del Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la Estación Biológica de Doñana.

En la Laguna Dulce de Doñana se capturaron 41 galápagos de dos especies, *Mauremys leprosa* (n = 35) *Emys orbicularys* (n = 6). En la misma laguna se capturaron 13 carpas (*Cyprinus carpio*) que fueron pesados, medidos (longitud total) y eviscerados para tomar muestras de hígado, músculo y hueso en las que analizar plomo. Tanto las muestras obtenidas de galápagos como de carpas de la Laguna Dulce de Doñana están pendientes de ser analizadas, por lo que actualmente no contamos con mas resultados.

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
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:

Durante el año 2007 se ha avanzado en los siguientes objetivos del proyecto:

- Caracterización funcional de ecosistemas de Doñana a distintas escalas espaciales atendiendo a la producción primaria sobre el suelo, la evapotranspiración y la energía solar reflejada.
- Análisis y clasificación de patrones fenológicos y de variabilidad interanual en el funcionamiento ecosistémico de zonas sometidas a distintos grados de transformación.

Para ello se han desarrollado las siguientes tareas:

- Recopilación y corrección de imágenes de satélite MODIS, NOAA y Landsat
- Procesado de imágenes y extracción de valores funcionales ecosistémicos
- Clasificación funcional a escala fina usando imágenes de satélite Landsat ETM
- Análisis de patrones de variabilidad estacional en cuatro tipos de Marisma de Doñana usando imágenes de satélite Modis
- Análisis de patrones de variabilidad estacional e interanual a escala gruesa en los diferentes ecosistemas de Doñana usando imágenes de satélite NOAA

Están en proceso de elaboración tres manuscritos científicos con los resultados más relevantes para su publicación en revistas internacionales, con los siguientes títulos:

- A functional classification of Mediterranean ecosystems under different management intensities. N. Fernández, M. Delibes y J. Paruelo.
- Conservation, landuse changes and ecosystem functioning: the case of the Doñana area in southern Spain. J. Paruelo, N. Fernández y M. Delibes.
- The effect of land transformation and abandonment on primary production and biomass seasonality in Marshland ecosystems. D. Alcaraz, N. Fernández, M. Delibes y J. Paruelo.

21/2006 (proyecto de investigación) **Reconstrucción histórica de la dinámica de inundación de las marismas de Doñana mediante teledetección**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bustamante Díaz, Javier Mª
Estación Biológica de Doñana
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:

Adquisición de verdad terreno de teledetección para nivel de inundación y características de zonas inundadas (LAST EBD)

A lo largo de este primer año de proyecto se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Recogida de datos verdad-terreno, llevando a cabo transectos de muestreo en paralelo a la captura de las imágenes de sensores remotos. Desde comienzos del ciclo hidrológico 2006-2007 (setiembre-agosto) se han llevado a cabo un total de 38 transectos con toma de datos sobre inundación, turbidez, profundidad y vegetación en 1525 puntos cubriendo más de 50 km por distintas zonas de la marisma del Parque Nacional de Doñana.

- Adquisición de imágenes de los sensores disponibles y de interés, tanto embarcados en satélite como aeroportados en campañas de vuelo específicas. Del sensor principal, Landsat 5 TM en el proyecto se han adquirido 22 escenas completas, de las cuales 7 presentan una elevada nubosidad, lo que las hace inutilizables. Se han programado y adquirido 12 escenas del sensor experimental de la ESA, CHRIS-Proba, 10 escenas del sensor ENVISAT-Meris (ambos sensores bajo programa de investigación) y por último se llevó a cabo una campaña de vuelo con 2 sensores hiperespectrales EAGLE y HAWK pertenecientes al laboratorio inglés NERC durante el 22 y 23 de marzo y financiados por el proyecto ALIENS de la red Europea EUFAR-Net (Tabla 1).

- Se planificó un vuelo aeroportado con el sensor AHS del Laboratorio de teledetección del INTA; pero las condiciones meteorológicas en las fechas en las que se había planificado el vuelo impidieron la realización del mismo.

- Pretratamiento de la serie temporal de imágenes Landsat, que ha consistido en el establecimiento de un protocolo de importación de metadatos, corrección geométrica, corrección radiométrica y normalización de la serie temporal Landsat (1975-2007) con objeto de hacer comparables las escenas entre sí y permitir la implementación de métodos de clasificación automáticos mediante la aplicación de umbrales. Este aspecto resulta fundamental para el empleo de la serie en la reconstrucción histórica de los niveles de inundación y de las características de las masas de agua de la marisma. El tiempo medio estimado de tratamiento por escena es de aproximadamente 4,5 horas.

- Por último, se han evaluado diferentes técnicas de discriminación de inundación, cuantificación de turbidez y profundidad y, clasificación de tipos de vegetación de marisma. Se evaluaron técnicas de teledetección como métodos estadísticos y testaron su funcionamiento frente a los datos de verdad-terreno. Además, ha podido evidenciarse la capacidad de las imágenes para discriminar la invasión de la marisma por *Azolla filiculoides*.

Imágenes y Datos teledetección 2006-2007

Sensor/zona	Fecha imagen	Notas	Inundado	Fecha campo	Tipo datos	Nº Puntos Total	Azola densa	Azola dispersa	Azola seca
Landsat 5 TM	22/08/06	M. SECA							
Landsat 5 TM	23/09/06	Nubes!!							
CHRIS Doñana Norte	29/09/06	M.SECA							
Landsat 5 TM	09/10/06	Nubes altas, M. SECA							
Landsat 5 TM	25/10/06	comprobar							
CHRIS Doñana Norte	10/11/06			10/11/06	Trans da,fp,jb,rd	93	0		
Landsat 5 TM	10/11/06								
CHRIS Doñana Sur	11/11/06								
Landsat 5 TM	26/11/06	Alguna nube							
Landsat 5 TM	12/12/06	Alguna nube		12/12/06	Trans da, jb, rd (datos fp ¿?)	31	0		
CHRIS Doñana Norte	15/12/06			15/12/06	Trans da, rd, jb, fp	74			
CHRIS Doñana Sur	16/12/06	Desplazada al sur							
Landsat 5 TM	28/12/06								
Landsat 5 TM	13/01/07	Alguna nube							
Landsat 5 TM	29/01/07	Nubes!!							
Landsat 5 TM	14/02/07	Nubes!!		14/02/07	Puntos rd, jb y da	6	0		
CHRIS Doñana Norte	24/02/07			26/02/06	Trans da, jb	45	0		
Landsat 5 TM	02/02/07	Alguna nube		02/03/07	Trans da, jb, rd, fp	70	0		
CHRIS Doñana Norte	03/03/07								
Landsat 5 TM	18/02/07			19/03/07	Trans. Inund. La Vera, fp, da	37	7		
Vuelo Hawk & Eagle	22/03/07			22/03/07	Trans. Inund fp, da	44	1		
				23/03/07	Trans. Inund rd, jb, da, (datos fp en shap	75	0		
				27/03/07	Poligonos Azolla en la Vera fp (poligonos_azolla_0703, APOLY)				
				27/03/07	Trans da	9	0		
CHRIS Doñana Norte	29/03/07	Alguna nube		29/03/07	Trans. Inund FAO, Guadiamar, da, fp	26	0		
CHRIS Doñana Sur	30/03/07			30/03/07	Trans fp, jb	32	0		
Landsat 5 TM	03/04/07	Nubes!!							
Landsat 5 TM	19/04/07	Alguna nube							
CHRIS Doñana Sur	03/05/07	Alguna nube							
Landsat 5 TM	05/05/07								
CHRIS Doñana Sur	12/05/07			11/05/07	Recorrido a caballo a Las Nueves, jb	362	73	64	0
Landsat 5 TM	21/05/07	Nubes!!		21/05/07	Trans. Inund da, jb	13	0		
				07/06/07	Trans dp	21			
				08/06/07	Recorrido a pie Leo Biaggi, jb	210	44	24	76
Landsat 5 TM	22/06/07								
CHRIS Doñana Sur	25/06/07			26/06/07	Recorrido a pie Las Nueves, da y jb	292	30	3	119
Landsat 5 TM	08/07/07	Secando							
Landsat 5 TM	24/07/07	M. SECA							
Landsat 5 TM	09/08/07	M. SECA							
Landsat 5 TM	25/08/07	Nubes!!							

Tabla 1. Resumen de las imágenes obtenidas y su relación con la toma de datos de verdad terreno en el Parque Nacional de Doñana durante el ciclo hidrológico 2006-2007

Calibración del modelo numérico de la marisma de doñana (Grupo FLUMEN UPC)

Actualmente se está trabajando en la calibración del modelo numérico de la hidrodinámica de la marisma de Doñana. La calibración contempla varios escenarios:

- Llenado únicamente por precipitación
- Llenado por precipitación y aporte de las cuencas
- Movimiento del agua por efecto del viento
- Simulación de un año hidrológico completo

Se presentan resultados de la primera de las tres hipótesis. Ellos corresponden a una simulación numérica del llenado de la marisma con la precipitación registrada en las estaciones de medida durante el mes de octubre de 2006. La diferencia apreciable en niveles medido sy simulados se debe a la no inclusión en la modelación numérica de ninguna función de pérdidas. Las pérdidas son uno de los parámetros objeto de la calibración en desarrollo.

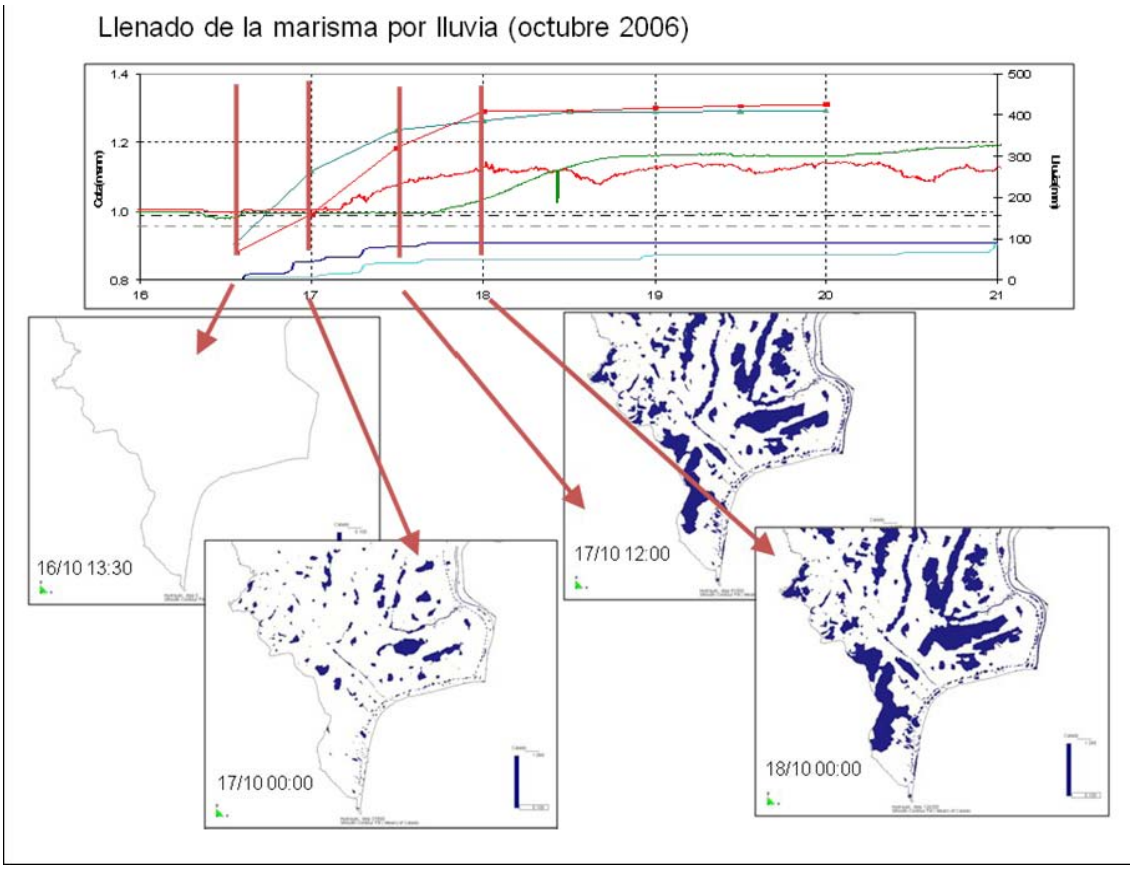


Figura 1. Comparación del modelo numérico con datos de campo, y resultados de la inundación resultante del modelo numérico en distintos instantes.

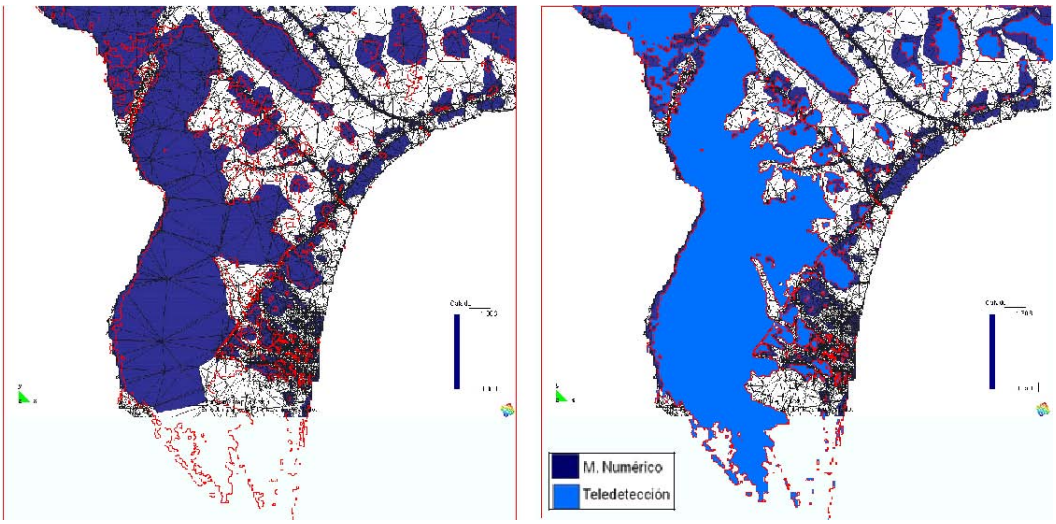


Figura 2. Comparación de las manchas de inundación obtenidas con el modelo numérico y a partir de teledetección para el 19/oct/2006

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
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:

En el año 2007 se ha realizado el muestreo de 20 lagunas temporales seleccionadas, para analizar la variación temporal de la abundancia de macroinvertebrados y de anfibios. El periodo de inundación de este año ha sido muy largo, iniciándose en octubre del año anterior y finalizando entre mayo y julio. Aunque todavía no hemos realizado un análisis de nuestros resultados cabe destacar que se han detectado más de 90 categorías taxonómicas de macroinvertebrados en las lagunas temporales de Doñana, entre los que los Coleópteros (48 taxones) y los heterópteros (21 taxones) son los más abundantes, destacando especialmente los de las familias Hydrophilidae (20 especies), Dytiscidae (12 especies), Corixidae (7 especies) y Notonectidae (5 especies).

Respecto a los anfibios, se ha detectado la reproducción de las ocho especies que se reproducen habitualmente en charcas temporales, destacándose el largo periodo larvario que este año ha alcanzado en las lagunas de mayor permanencia *Pelobates cultripes* y *Pleurodeles waltl*, alcanzando un gran tamaño de metamorfosis.
Los datos sobre fenología de la reproducción obtenidos, sumados a los obtenidos en años anteriores, nos han permitido analizar la amplia variación en el éxito reproductivo de los anfibios y en función de los cambios que sufren sus hábitats reproductivos, los medios acuáticos temporales.

Además, se ha completado la prospección cualitativa de medios temporales en todo el P.N. Doñana, con el muestreo de más de 100 cuerpos de agua, con el que se pretende determinar la distribución de distintos tipos de medios acuáticos temporales, y caracterizar su flora y fauna.

Respecto al estudio de las especies vegetales que colonizan y cohabitan en estos habitats se realizó un muestreo periódico en 10 lagunas seleccionadas con objeto de analizar las variaciones en la presencia y abundancia de hidrófitos intranualmente. Este estudio se complementa con la recogida de datos en años anteriores en estas mismas localidades y con la futura planificación de toma de datos siguiendo la misma metodología en años venideros para evaluar las variaciones interanuales.

Asimismo se realizó un estudio exhaustivo en 22 localidades en las cuales durante la época de mayor inundación se recolectaron datos de presencia y abundancia semicuantitativa de las especies, toma de variables físico-químicas del agua y datos para evaluar la presión de herbivoría sobre la vegetación acuática.

Si bien los resultados no han sido analizados detalladamente, el número de especies localizadas entre ambos estudios 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. Charophycea de la Div. Chlorophyta. Más específicamente se localizaron 45 especies de helófitos, 12 especies de macrófitos flotantes y 23 especies de macrófitos sumergidos. La elevada heterogeneidad de especies con diferentes requerimientos ecológicos enaltece el valor de estos habitats en los cuales confluyen especies de ciclo de vida corto e 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

Respecto a los suelos, se han realizado sondeos en las 21 lagunas que se van a estudiar. Asimismo, se han localizado los seis perfiles que se van a comparar con los muestreados hace 25 años, de los cuales cuatro estan situados en Lagunas Permanantes y dos en Lagunas Temporales. Todos los sondeos y perfiles se han descrito por horizontes, y cada uno de ellos ha sido muestreado. Estas muestras estan siendo analizadas en estos momentos, por lo que no se disponen de los datos.

Morfológicamente, en cambio, existe una gran variabilidad entre los suelos situados en diferentes posiciones geomorfológicas, pero una gran homogeneidad entre los suelos dentro de cada una de ellas. Esto ha permitido una tipificacion preliminar de los suelos de lagunas en:

- Suelos de lagunas situadas en el Manto Arrasado: Son suelos con un horizonte orgánico variable pero que siempre se distingue bien, caracterizados por la presencia de un horizonte argílico de mayor o menos desarrollo, según sea el tiempo de encharcamiento de la laguna. Son los suelos mas complejos encontrados, ya que suelen presentar a menos de 2 m un nivel de arenas con cierto contenido en arcilla (arenas basales) que permite el establecimiento de un nivel freático colgado.

  El origen de las arcillas que se encuentran formando el horizonte argílico, van a ser estudiadas por difraccion de rayos X, ya que representa una información clave sobre el origen de dixhas lagunas.

  Dentro de este grupo de lagunas, habria que separar las lagunas situadas dentro del Manto Arrasado, en su borde con las Naves (Navazo del Toro, Laguna del Moral, etc). Esta es una zona de recarga del acuífero, por lo que las lagunas que alli aparecen tienen un tamaño mucho mayor que las estudiadas en el resto del Manto Arrasado, y presentan unos horizontes orgánicos y argílicos excepcionalmente bien desarrollados

- Suelos de lagunas situadas en la Vera: Estos suelos se caracterizan por presentar grandes discontinuidades sedimentarias en su perfil. La superposición de arenas con sedimentos finos de la marisma permite que el suelo presente mayor encharcamiento y se observen horizontes orgánicos de distinta potencia, y grandes fenómenos de hidromorfía en profundidad (Manchas, concreciones de Fe y Mn, etc).

- Suelos de lagunas permanentes: Son unos suelos arenosos, ácidos, muy lavados y con pocos horizontes de diagnóstico. Presentan un horizonte orgánico de potencia variable (dependiendo de la vegetación) y una decoloración progresiva en profundidad. En esta zona se van a comparar los suelos tomados hace 25 años con los actuales, concretamente en el borde de Sta Olalla, del Taraje y Fondo del Taraje.

En cuanto al estudio de teledetección, se están haciendo pruebas utilizando dos imágenes, ya corregidas geométricamente, una de febrero de 1985 y otra de enero de 1988. Los resultados obtenidos hasta ahora no son buenos, ya que se pretenden ver diferencias entre los suelos de las diferentes lagunas, y los cambios sufridos en el tiempo. El principal problema es que las lagunas son muy pequeñas y las imágenes que se están utilizando son del satélite Landsat, cuyo tamaño de pixel es de 30x30m.

23/2006 (proyecto de investigación) **Variabilidad espaciotemporal de la dinámica y genética de poblaciones de la crucífera *Arabidopsis thaliana***
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Picó Mercader, Francisco Javier
Estación Biológica de Doñana
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:

La única tarea relacionada con este proyecto ha sido la de buscar poblaciones de *Arabidopsis thaliana* dentro de la Reserva. No se encontraron poblaciones en las búsquedas que se hicieron por distintas partes de la Reserva (zonas colindantes al Palacio, El Rocío, y el centro de interpretación). También, se visitó la única población conocida hasta la fecha que ya está registrada y que se encuentra en la zona de Las Marismillas aunque no se tomaron ni datos ni muestras, pues esto es una actividad para 2008.

24/2006 (proyecto de investigación) **Adaptaciones de anuros al cambio climático. Estudio comparativo de poblaciones en extremos térmicos**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Márquez Martínez de Orense, Rafael Ignacio
Museo Nacional de Ciencias Naturales
ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC
CANTIDAD: 1.000 € (Doñana) 69.000 E (Total)
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Durante el año 2007, el Proyecto TEMPURA (ref 24/2006) ha cubierto su segundo año de investigaciones (de los tres previstos). En dicho proyecto, junto a investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC, Madrid), participan investigadores de la

Universidad de Sevilla y de la Universidad de Lisboa. Las actividades de investigación realizadas, en relación con Doñana, durante el año 2007 han sido las siguientes, que pasamos a reseñar en relación con los objetivos del proyecto.

Uno de los objetivos principales del proyecto TEMPURA, contemplaba el estudio experimental del comportamiento locomotor en la fase larvaria. En relación con este objetivo, a primeros de marzo se capturaron una veintena de renacuajos de *H. meridionalis* en las charcas temporales próximas al Pinar de San Agustín (Reserva Biológica de Doñana, RBD). Dichos renacuajos se transportaron a los laboratorios de la Universidad de Lisboa, donde se realizaron las mediciones de las variables seleccionadas. Unas semanas después, los individuos, ya metamórficos en la mayoría de los casos, se trasladaron a la Universidad de Sevilla (Departamento de Fisiología y Zoología), para ser incorporados en el diseño experimental que se contemplaba en el objetivo 2 del proyecto TEMPURA.

Este segundo objetivo del proyecto contemplaba el estudio experimental de la resistencia a condiciones hídricas limitadas en la fase inmediatamente posterior a la metamorfosis. La mayoría de los individuos capturados, y procedentes de la Universidad de Lisboa, habían realizado su metamorfosis con un tamaño muy pequeño, quizá influenciados por el cambio en las condiciones ambientales (del laboratorio), por lo que su supervivencia estaba seriamente amenazada, pereciendo en los días posteriores a su traslado a Sevilla para incorporarse a los experimentos de resistencia a la diferentes condiciones de hidratación del sustrato. Dichos experimentos se iniciaron con el resto de las especies incluidas en el proyecto (del gen. *Alytes*) a primeros de julio de 2007, habiéndose completado en la primera semana de diciembre. Las observaciones realizadas están pendientes de análisis detallado. Análisis preliminares muestran diferencias significativas en las normas de reacción (desarrollo) entre especies de *Alytes*.

Finalmente, el tercer objetivo del proyecto TEMPURA contemplaba estudiar el efecto de la temperatura en las llamadas de apareamiento de los adultos. Para ello, se procedió a la instalación de una estación de seguimiento para *Hyla meridionalis* en el P.N.Doñana. Dicha estación proporcionaría, mediante dataloggers y sensores, el registro a intervalos previamente seleccionados y de manera simultánea, datos bióticos (fenología de la reproducción mediante el registro de actividad sonora de la especie en frogloggers diseñados en colaboración con la Universidad de Kentucky) y abióticos (temperatura del suelo, del agua, del aire, humedad relativa, etc).

La grabación automatizada de la actividad sonora ha estado en funcionamiento desde el mes de Diciembre de 2006 hasta julio de 2007 en que se procedió a su retirada temporal, al constatarse la completa inactividad sonora de la especie en los últimos meses. Asimismo se retiró el datalogger de temperatura del agua al secarse completamente la laguna anexa. La estación de seguimiento se ha vuelto a activar el pasado mes de noviembre de 2007 con objeto de registrar el inicio de las vocalizaciones de los adultos durante el próximo ciclo reproductivo. Finalmente, y dentro de las actividades contempladas en este tercer objetivo, en febrero y coincidiendo con la reproducción de la especie, se capturaron en las lagunas próximas al Pinar de San Agustín (RBD) 10 machos adultos de *H. meridionalis* en el mes de febrero, que fueron transportados a las instalaciones del Museo Nacional de Ciencias

Naturales (CSIC, Madrid) con objeto de realizar registros sonoros en la cámara anecoica de dicha institución.

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:
A continuación se exponen los objetivos planteados en el proyecto durante 2007 así como un resumen de las metodologías empleadas para abordarlos. Todavía se están procesando las muestras recolectadas durante las campañas de muestreo .

Objetivo 1: Documentar la existencia de un régimen de estados estables alternativos (aguas claras vs. Aguas turbias) en la marisma dulce de Doñana.

Se realizarán transectos (muestreos estratificados) a lo largo de la marisma dulce para identificar la existencia de fronteras espaciales discretas entre localidades que se encuentran en estados alternativos y seleccionar unas estaciones de muestreo y se irán localizando sus coordenadas UTM. Los transectos se realizaron a caballo.
Campañas realizadas: Los muestreos se realizarán durante la segunda quincena de cada mes (Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio de 2007) y tendrán una duración aproximada de 10-12 días. Además se realizaró otra visita en septiembre para recolectar sedimento de la marisma seca y poder realizar cultivos del banco de semillas en el laboratorio.

Objetivo 2: Estimar el rango de condiciones ambientales para el cual ambos estados alternativos son posibles

En cada estación de muestreo se registrarán las siguientes variables:

1. Profundidad (cm), Conductividad (µg/l), Oxígeno (mg/l, % saturación), pH, Tª (ºC) en superficie y fondo de la columna de agua, Turbiedad (FTU) y Secchi (cm).
2. Nutrientes en agua: PO_4^{3-}, P_{total}
3. Clorofila$_a$ en agua
4. En sedimento: P_{total} y contenido en materia orgánica
5. Cobertura de macrófitos y helófitos
6. Riqueza de macrófitos y helófitos
7. Densidad (CPUE) de cangrejos

Resultados preliminares

La distribución de las estaciones de muestreo escogidas para el proyecto se presenta en la Figura 1.

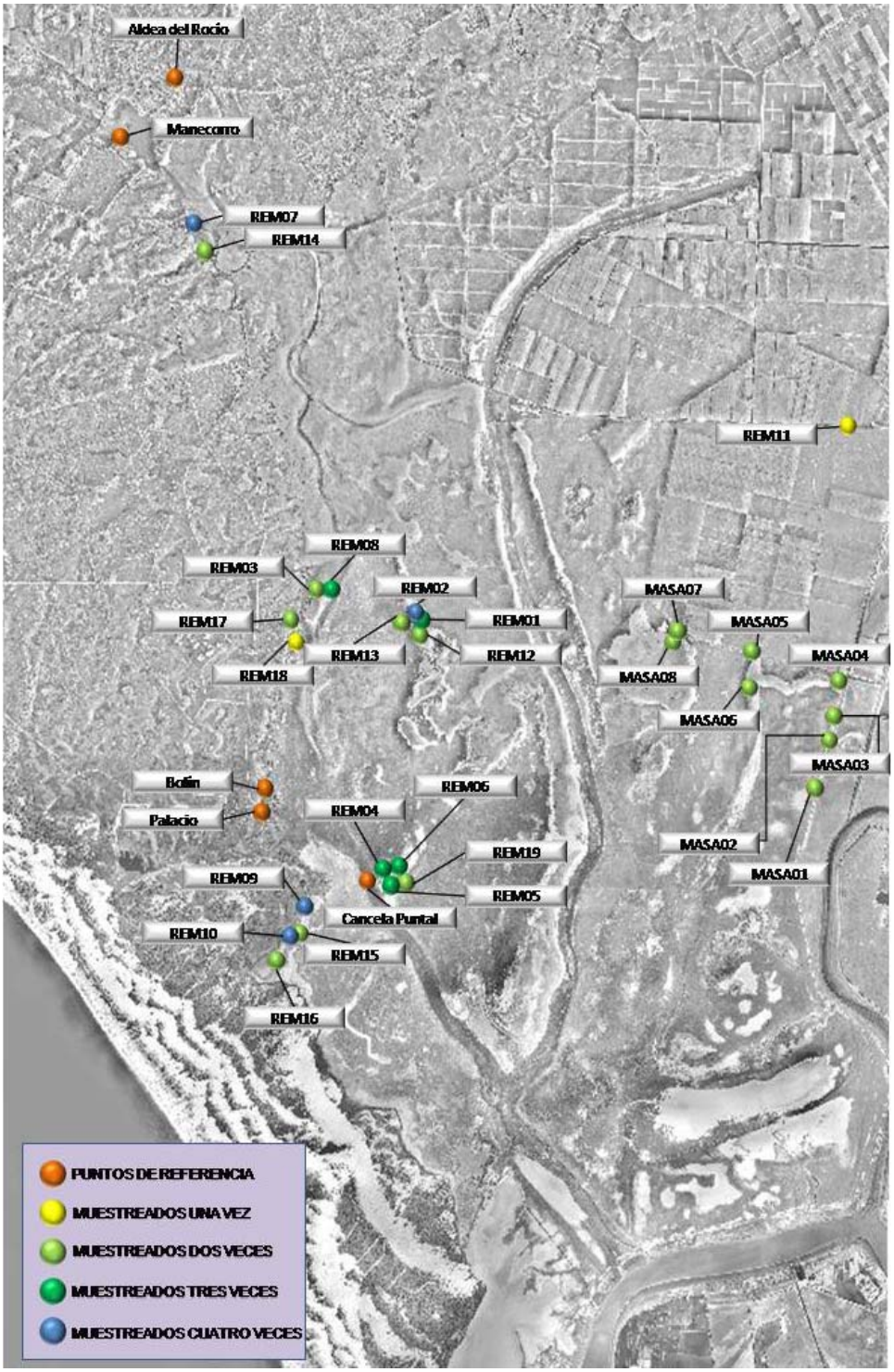


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo

La elección de estas estaciones en la marisma se ha realizado en función de los principales factores ambientales que influyen en el funcionamiento de la marisma. Existen tres factores fundamentales que determinan, a gran escala, tanto la presencia de cangrejo americano (*Procambarus clarkii*), como la facilitación de teselas de estados en aguas claras o turbias. Estos son la salinidad, la exposición al viento, y las entradas de flujos principales de materia y energía al sistema.

La salinidad define dos tipos de marisma, la marisma dulce (que concuerda con la marisma natural) y la marisma salobre, más transformada y antropizada. Por ello, se han seleccionado puntos tanto en una marisma como en la otra, así como a lo largo del eje Norte-Sur, que define un gradiente de menor a mayor salinidad a lo largo de la marisma dulce (Figura 2). La salinidad limita en gran medida la presencia de *P. clarkii*, por lo que permite determinar la influencia que éste tiene en la resiliencia del sistema, del mismo modo que determina en gran medida la composición florística de las praderas de macrófitos, cuya relevancia en los cuadros de aguas claras resulta primordial.

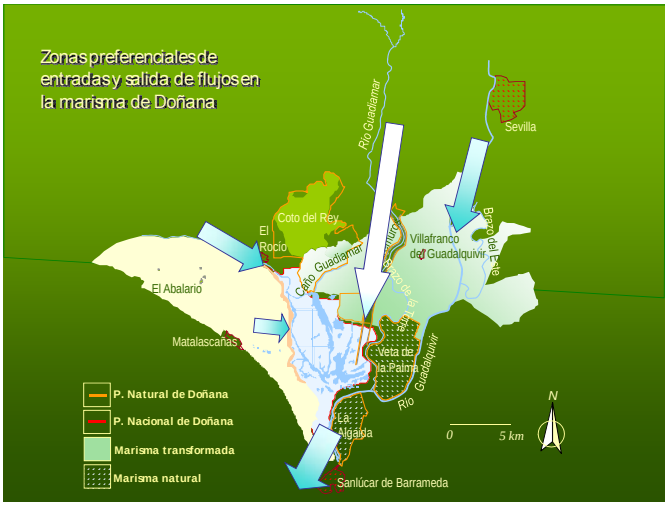


Figura 8. Resumen de los flujos de entrada y salida que determinan el funcionamiento de la marisma

La exposición al viento, y el efecto de remoción mecánica y resuspensión de sedimentos y nutrientes, juega un importante papel en los equilibrios dinámicos de aguas claras-aguas turbias. Por ello, se han seleccionado puntos tanto al refugio de las vetas, como en zonas más expuestas al efecto de éste.

Las entradas de flujos de materia y energía, coincidentes con las vías preferentes de agua a la marisma, modifican la distribución del mosaico dinámico de aguas claras y turbias, ya que suponen la entrada de aportes de nutrientes, fundamentales en el modelo dinámico de cambios de estado. También contribuyen a la redistribución del sedimento, modificando la microtopografía de la marisma, con un efecto claro en la distribución de las semillas, afectando a la potencialidad de éstas para germinar.

Para reflejar la variabilidad de estos factores, se han seleccionado 18 estaciones de muestreo en la marisma dulce, y nueve estaciones en la marisma salobre (Tabla 1). De dichas estaciones, transcurrido el primer año de prospecciones de campo, se ha decidido eliminar dos, pues la información que aportan no es relevante (REM 11 y MASA00) o el tiempo que permanece inundado no permite un seguimiento intenso (REM03).

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

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

A continuación se ofrece una descripción de las características de cada estación:

REM01
Muestreada de Marzo a Mayo 2007.
Se encuentra pegada a la veta, al lado de las Chozas de Almonte. Caracterizada por una ausencia total de macrófitos, valores de turbidez no muy elevados, y sedimento muy removido por acción del ganado.

REM02
Muestreada de Marzo a Junio 2007. Cercana a la estación anterior, pero más distanciada de la veta. Caracterizada por mantener una densa vegetación durante todo el periodo de inundación, así como la muy escasa presencia de cangrejos.

REM03
Muestreada de Marzo a Abril 2007. Cercana a la vera, ligeramente al norte de la casa de Martinazo. En abril nos dimos cuenta de que se trataba de una zona raramente inundada, relativamente elevada, por lo que descartamos su inclusión en subsiguientes muestreos.

REM04
Muestreada de Marzo a Mayo 2007.
Pegada a la veta de Carrizosa, hacia el oeste desde la casa. Rodetes de helófitos conectado por praderas de macrófitas (especialmente *Chara sp* y *Elatinium sp.*) Dichas praderas fueron haciéndose menos espesas a lo largo del hidroperiodo 2006-2007.

REM05
Muestreada de Marzo a Mayo 2007.
Situada en el lado opuesto de Veta Carrizosa, a medio camino entre ésta y el vetón de los gansos. Suelo desnudo durante casi todo el hidroperiodo (2006-2007), formando la vegetación una semiluna concentrada en la zona más profunda. Escasa diversidad de especies recogidas en las nasas, así como pocos cangrejos.

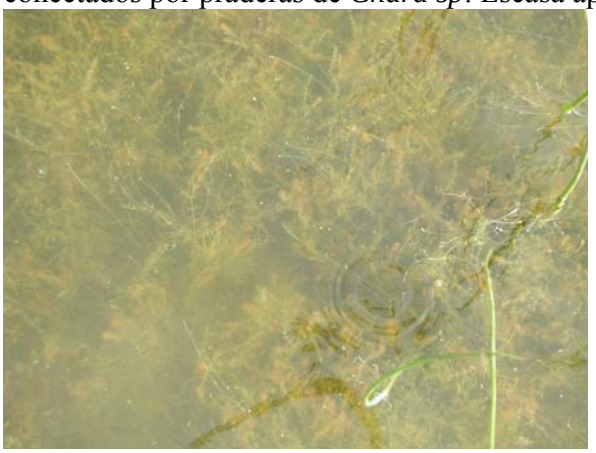
REM06
Muestreada de Marzo a Mayo 2007.
Situada al sureste del punto anterior, en dirección a las Honduras del Burro. En esta estación encontramos praderas de macrófitos poco densas, con algún helófito presente. Los individuos de *P. clarkii* encontrados, al igual que los de los dos puntos anteriores, se caracterizaban por ser juveniles de talla intermedia

REM07
Muestrada de Marzo a Junio 2007.
Se trata de la estación más septentrional de las visitadas, cercana al lugar donde la marisma gira de su orientación Oeste-Este a la salida del Charco la Boca, para pasar a orientación Norte-Sur. Al estar cercana
a la marisma del Rocío, y a la propia localidad del Rocío, nos encontramos con la situación más dispar. En esta estación de muestreo la dominancia la ejercían helófitos del género *Grama* junto con flotantes (*Lemna minor*, lenteja de agua), con una presencia media de *P. clarkii* y una baja diversidad de especies aparecidas en las nasas

REM08
Muestreada de Marzo a Mayo 2007.
Estación situada en el lucio de las gangas, al norte del lucio de Martinazo. Este punto se caracteriza por una abundante presencia del helófitos, especialmente castañuela (*Scirpus maritimus*), acompañada de macrófitos de los género *Chara* y *Nitella*. Sirvió como estación control para el experimento llevado a cabo en los limnocorrales del lucio de las gangas durante los meses de Marzo y Abril.

REM09
Muestrada de Marzo a Junio 2007.
Estación situada frente a la casa del Puntal. Tiene la particularidad de presentar, en un espacio aparentemente homogéneo, un cuadro de aguas claras y otro de aguas turbias. Se comenzó trabajando dentro del cuadro de aguas claras, pero a lo largo de las campañas, la zona de aguas turbias creció, siendo éste el estado ecológico que predominó. Esto se vió especialmente en la disminución de las praderas de macrófitos hasta casi la total desaparición de éstos.

REM10
Muestreada de Marzo a Junio 2007.
Situada en línea recta desde la casa del guarda del Puntal, este punto se caracterizó por presentar rodetes de helófitos (*Scirpus maritimus, Eleocharis sp.*) que contenían y eran conectados por praderas de *Chara sp*. Escasa aparición de individuos de *P. clarkii*



REM11
Muestreada en Abril 2007.
Estación de muestreo que sirvió como experiencia piloto para los muestreos en la marisma salobre. Cuando se determinó que éstos se llevarían a cabo, quedó descartado. No se piensa retomar este punto.

REM12
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Primera estación de la ampliación de puntos de muestreo. Situada hacia el interior de la marisma, cercano al pacil que conecta el muro de la FAO con Vetalarena. Una gran zona (casi totalmente el lucio) desnudo de vegetación, con una turbidez muy baja, y nulas capturas de cangrejo (aunque se encontraron chimeneas de cangrejo, demostrando su presencia). Sirve como comedero de flamencos.

REM13
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Situada a mitad de camino entre las Chozas de Almonte y la casa de Martinazo, aproximadamente 50 metros al sur del camino que en verano conecta la vera y el pacil. Densa vegetación helofítica, especialmente abundante la castañuela (*Scirpus maritimus*), con denso tapiz de macrófitos (*Chara sp*., *Elatinium sp.* y *Nitella sp*.).

REM14
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Estación de sustrato arcillo-arenoso, situado en el lugar en que vierte el caño de la Algaida. Carente de vegetación, tanto helofítica como macrofítica, con una marcada turbidez del agua, debida tanto al sustrato en suspensión como a las algas filamentosas presentes. Se trata también de la estación de muestreo donde se recolectó el mayor número de individuos de *P. clarkii*.

REM15
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Localizada a medio camino entre el REM09 y el REM10, se trata de una zona en que la vera se retira hacia el oeste, haciendo que este punto quede muy batido por el viento (predominantemente sur en esta zona de la marisma). Se trata de un punto carente de vegetación casi al completo, con unas pequeñas zonas cubiertas por *Chara* sp. Se trata de la estación de muestreo donde las capturas en las nasas se hicieron mayores, llamando especialmente la atención la cantidad de larvas de odonato, y de renacuajos de *Pelobates cultripes* y *Rana perezzi*.

REM16

Muestreada de Mayo a Junio 2007.

Es la estación de muestreo más meridional seleccionada para el trabajo de campo, presenta una distribución de la vegetación en orla en torno a las orillas del lucio, lugar seleccionado para el estudio. Vegetación escasa formada tanto por helófitos como por macrófitos, principalmente *Scirpus maritimus* y *S. litoralis* entre las primeras y *Chara sp.* entre los segundos. Amplia presencia de flamencos en las inmediaciones.

REM17

Muestreada de Mayo a Junio 2007.

Segunda de las estaciones de sustrato areno-arcilloso. Al igual que la anterior, caracterizada por la inexistencia de vegetación de cualquier tipo, excepto en las orillas del caño. La abundancia de *P. clarkii* es menor que en el caso del REM14.

REM18

Muestreada en Mayo 2007.

Situada ligeramente al noreste de la zona conocida como las Pajareras. Abundante y densa vegetación helofítica, en contrapartida a una escasa densidad de macrófitos. Sólo fue muestreado en una ocasión, ya que se secó.

REM19

Muestreada de Mayo a Junio 2007.

Situada cerca de las Honduras del Carrizo, con una predominancia de vegetación helofítica (*Scirpus maritimus*, *Eleocharis sp.*), y un desarrollo amplio de praderas de macrófitos en las zonas no quedan tapizadas por las anteriores (*Chara sp.* y especialmente *Elatinium sp.*). Escasa aparición de individuos de *P. clarkii*.

MASA01

Muestreada de Mayo a Junio 2007.

Es la más oriental de éste proyecto, y la única que no se encuadra estrictamente en la marisma. Se encuentra al este del sacatierras de la marisma, y se caracteriza por una altísima turbidez, una alta salinidad, y una absoluta ausencia de vegetación.

MASA02
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Situada en el lucio del Cangrejo Chico, se caracteriza por unas densas praderas de *Ruppia drepanensis* y *Chara sp.*

MASA03
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Presencia de helófitos y praderas de *Ruppia drepanensis* y *Chara sp.*, mucho menos densas que en el punto anterior. Estación con alta presencia de aves (especialmente flamencos).

MASA04
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Se encuentra en la zona noreste del caño Travieso. Suelo casi completamente desnudo, con presencia muy escasa de *Ruppia drepanensis*. Valores de turbidez no muy elevados.

MASA05
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Situada en la zona suroeste del caño Travieso, con suelo desnudo y praderas de *Ruppia drepanensis* y *Chara sp.* en igual proporción. Valores de turbidez menores que en el punto anterior.

MASA06
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Esta estación se encuentra al norte del punto anterior, con unas características similares, aunque con una cobertura de suelo desnudo menor, y escasa presencia de helófitos. Presenta los valores de turbidez menores de los puntos situados en el caño Travieso.

MASA07
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
Estación situada a la orilla del lucio de Marilópez, presenta praderas de *Chara sp.* y *R. drepanensis.*

MASA08
Muestreada de Mayo a Junio 2007.
En el interior del lucio de Marilópez, presenta un fuerte contraste con el punto anterior, con vegetación helofítica (*S. maritimus* y *S. litoralis*) y una cobertura mucho mayor de *Chara sp.* y *R. drepanensis.*

En la Tabla 2 se resumen los valores de las variables físico-químicas medidas hasta ahora .

Muestra	Fecha	Tª aire (ºC)	Tªagua (ºC)	Tªagua sup (ºC)	Cond (µS/cm)	Z (cm)	pH	O_2 (mg/l)	O_2 (%)	Chla Total (µg Chla/l)	Turbidez (FTU)	PRS (µg/l))
REM01	13-03-07		21.20		1111.00	16.00	9.77	10.24	118.00	6.22		
REM01	10-04-07	22.00	20.10	20.50	1619.00	16.00	9.72	10.17	118.50	6.09	41.56	10.70
REM01	08-05-07	30.10	28.30	28.30	2560.00	38.90	8.57	10.72	140.60	4.07	57.00	362.30
REM01	08-05-07									6.88		
REM02	13-03-07		19.30		832.00	36.80	9.68	13.66	153.00	8.23		
REM02	10-04-07	22.90	19.20	19.70	1414.00	31.60	9.38	9.95	111.00	2.27	8.06	6.70
REM02	08-05-07	24.90	24.20	24.70	2460.00	28.40	7.99	8.34	102.50	72.92	31.61	324.59
REM02	05-06-07	29.00	29.00	29.00	4400.00	18.00	8.40	8.75	113.80	5.05	24.44	
REM03	15-03-07		22.40		1106.00	12.00	10.00	232.00	19.19	7.96		
REM03	16-04-07	24.70	25.60	24.40	2360.00	10.10	8.08	11.10	133.70	6.79	24.14	17.60
REM03	08-05-07											
REM03	07-06-07											
REM04	16-03-07		20.10	n.d.	1376.00	27.00	9.40	145.70	12.88	7.07		
REM04	12-04-07	21.40	20.60	21.40	2260.00	21.30	8.41	11.04	132.80	6.98	2.75	10.80
REM04	14-05-07	24.40		24.80	3340.00	13.00	8.13	8.04	96.50	14.36		289.24
REM04	07-06-07											
REM05	16-03-07		21.40		1369.00	27.00	9.67	158.70	20.40	4.14		
REM05	12-04-07	23.00	19.80	20.00	2130.00	17.00	9.67	18.71	203.00	2.24	6.70	6.40
REM05	14-05-07	28.50	29.40	29.40	1250.00	7.00	8.94	13.20	170.00	10.94		795.93
REM05	07-06-07											
REM06	16-03-07	n.d.	22.40	n.d.	1246.00	24.00	9.96	209.00	17.85	2.24		
REM06	12-04-07	19.80	17.70	18.10	1872.00	22.80	9.02	9.13	108.30	0.45	4.09	8.70
REM06	14-05-07		20.40	20.40	3070.00	12.50	7.52	6.11	71.00	29.55		748.80
REM06	07-06-07											
REM07	20-03-07		11.90		785.00	16.70	8.19	124.00	12.50	138.84		
REM07	16-04-07	25.00	25.80	25.10	909.00	21.60	7.54	9.38	113.80	36.30	94.33	360.90
REM07	09-05-07	26.70	26.60	26.80	399.00		7.30	4.44	52.60		14.45	329.31
REM07	06-06-07	27.80	27.80	27.80	1124.00	13.50	7?	0.61	4.30	22.44	20.36	
REM08	22-03-07	n.d.	10.00	n.d.	753.00	26.80	10.06	80.20	9.88	5.39		
REM08	14-04-07	16.70	16.80	17.40	1409.00	25.80	8.10	7.50	64.80	6.85	2.44	9.00
REM08	12-05-07	23.90	26.40	26.40	2050.00	18.00	7.62	13.23	172.40	9.88		187.90
REM08	07-06-07											
REM09	20-03-07		18.50		1291.00	37.60	10.63	180.40	18.36	8.19		
REM09	11-04-07	16.70	19.90	20.80	5990.00	31.00	10.14	17.18	203.00	0.98	2.58	3.70
REM09	10-05-07	n.d.	26.30	27.20	8550.00	31.00	7.86	6.69	89.20		14.94	185.55
REM09	07-06-07	25.10	25.10	25.10	17800.00	12.00	8.14	3.36	40.80	39.47	64.33	
REM10	20-03-07	n.d.	18.20	n.d.	4600.00	38.90	10.38	219.00	20.40	1.55		
REM10	11-04-07	17.60	20.10	20.40	2430.00	30.50	10.52	14.52	170.20	3.22	4.28	11.10
REM10	10-05-07	27.00	25.30	25.60	8100.00	28.00	8.11	3.24	38.10	2.41	23.23	272.75
REM10	07-06-07	21.80	21.80	21.80	17060.00	11.00	8.58	5.19	58.50	84.80	22.35	
REM11	18-04-07	19.90	22.10	22.10	4560.00	-----	9.17	13.31	151.40		31.19	18.00
REM11	08-05-07											
REM11	08-05-07											
REM12	08-05-07		30.00	30.10	2560.00	15.00	8.12	10.58	114.00		37.25	147.84
REM12	05-06-07	28.70	28.70	28.70	6280.00	2.00	8.00	4.23	55.80	5.23	79.67	
REM13	08-05-07	30.00	29.30	29.50	1796.00	28.00	8.11	8.27	106.00			411.79
REM13	06-06-07	23.60	23.60	23.60	3830.00	13.00	9.80	6.92	136.90	14.06	0.00	
REM14	09-05-07	28.20	27.80	28.10	720.00	50.00	7.42	7.89	104.00		37.92	305.74
REM14	06-06-07	30.00	29.10	29.70	972.00	32.00	8.42	22.60	295.00	5.69	98.33	
REM15	10-05-07	24.50	23.90	23.60	8030.00	30.00	8.98	12.79	157.10		12.04	256.25
REM15	07-06-07	23.40	23.40	23.40	17170.00	16.00	8.87	6.21	73.60	70.56	36.57	
REM16	10-05-07	24.00	22.50	22.50	6360.00	30.00	8.83	5.72	62.20		27.54	277.46
REM16	07-06-07		19.60	19.60	15110.00	12.50	8.56	4.42	47.20	43.00	30.85	
REM17	12-05-07	28.70	28.50	27.50	211.00	36.00	7.87	8.16	116.00	37.92		317.52
REM17	06-06-07			29.10	182.00	16.00	9.41	9.90	123.00	13.79	64.67	
REM18	12-05-07	21.40	26.80	26.80	1392.00	23.40	7.33	2.45	28.80	47.85		315.17
REM18	07-06-07											
REM19	14-05-07		25.10	24.80	2300.00	25.50	7.70	5.26	60.90	23.51		
REM19	12-06-07	26.40	25.90	25.90	4350.00	12.00	7.48	9.88	121.90	130.27	3.07	
MASA01	06-05-07	17.60	18.50	19.10	7960.00	43.00	8.35	9.28	107.40	44.87	3.17	227.97
MASA01	09-06-07	20.20	20.50	20.70	12310.00	29.00	7.79	2.83	28.20	36.53	289.00	
MASA02	06-05-07	18.90	20.30	21.00	6370.00	18.50	9.72	11.17	131.60	9.24	53.67	70.07
MASA02	09-06-07	22.70	22.60	22.60	31900.00	5.00	8.46	15.43	171.70	81.34	38.74	
MASA03	06-05-07	22.60	20.70	21.40	6780.00	23.50	8.76	9.25	106.70	5.99	44.62	143.13
MASA03	09-06-07	21.20	24.30	24.30	41700.00	6.50	8.62	13.36	162.70	8.13	62.33	
MASA04	06-05-07	29.20	22.70	23.10	6530.00	29.20	10.42	13.70	160.00	1.18		136.06
MASA04	09-06-07	27.20	27.90	27.90	20800.00	11.70	8.82	10.90	127.70	38.15	28.11	
MASA05	07-05-07	21.50	22.20	22.30	5030.00	27.00	10.33	14.86	175.30	4.01	7.65	6.44
MASA05	10-06-07	25.40	27.40	27.40	18950.00	4.50	8.89	11.71	145.00	21.51	66.33	
MASA06	07-05-07	22.50	21.70	22.20	5820.00	28.00	9.42	16.20	184.60	2.61	22.76	6.44
MASA06	10-06-07	25.40	27.60	27.60	18520.00	7.80	8.79	9.17	115.30	30.24	20.90	
MASA07	07-05-07	25.20	24.40	24.60	4790.00	29.00	9.93	14.63	177.60	1.54	8.38	37.08
MASA07	10-06-07	25.80	29.80	29.80	12060.00	12.50	8.85	15.26	205.00	49.20	38.49	
MASA08	07-05-07	25.40	24.80	25.40	4680.00	30.00	9.95	17.37	220.00		8.43	27.65
MASA08	10-06-07	24.90	30.50	30.50	11980.00	12.10	8.66	8.40	110.00	11.56	123.33	

26/2006 (proyecto de investigación) **Reproducción, genética, condición física, y tamaño de la población de los linces 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
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:

Radio-seguimiento de 16 linces (7 machos y 8 hembras) con un total de 2231 localizaciones. Dos de los linces se han marcado con collares provistos de emisores GPS (un macho y una hembra subadultos).

Localización y marcaje de 3 camadas de linces con 2 (dos hembras), 3 (dos hembras y un macho), y 3 (dos machos y una hembra) cachorros.

Censos de conejos:
- Muestreo mensual de conteo de huellas de conejos en 12 transectos repartidos en los territorios de linces de Coto del Rey.
- Estima de la abundancia relativa de conejos a través de conteos de excrementos en 50 puntos a principios del verano en cada uno de todos los territorios de hembras residentes del parque nacional
- Estima de abundancia de conejos entorno a los cercados de alimentación suplementaria a través del conteo de excrementos en 30 puntos.

Se han realizado 2 campañas de fototrampeo para determinar la efectividad de diferentes tipos de atrayentes con 40 cámaras y 18 días , una en verano y otra en otoño. Durante la primera campaña, se obtuvieron 1726 registros, de los que 23 fueron de lince, y todos los individuos de la subpoblación fueron detectados.

Recogida de excrementos para la identificación individual a través de genotipado en marzo, cuando se recogieron 305 excrementos, y desde julio a octubre cuando se han colectado 144 excrementos. Se ha realizado una prueba piloto con 30 de los excrementos recogidos, a los que se le han aplicado 12 marcadores de microsatélites agrupados en 3 multiplex. Se obtuvo un 53% de éxito y la posición espacial de estos excrementos fue consistente con la posición espacial de los individuos determinada mediante radio-rastreo y foto-trampeo.

27/2006 (prospección) **Prospección de branquiópodos (crustacea) en as lagunas de la Reserva Biológica de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Quintana i Pou, Xavier
Universidad de Girona

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC
CANTIDAD: 1200 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Lagunas y charcos de la Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Esta memoria se ha dividido en tres apartados. En el primero se describe el trabajo realizado, en el segundo se muestran los resultados obtenidos y en el tercero se comenta la distribución conocida de cada una de las especies de grandes branquiópodos en Doñana.

El trabajo realizado en las lagunas de la Reserva Biológica de Doñana ha consistido en la recolección e identificación de los grandes branquiópodos presentes en ellas. También se muestreó la laguna de San Lázaro por su proximidad y por existir información bibliográfica sobre la presencia de especies de grandes branquiópodos (Furest & Toja, 1987; Alonso, 1996; Machado et al. 1999). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1. Además, técnicos del Parque Nacional nos han facilitado muestras recolectadas con anterioridad a nuestra visita, cuyas identificaciones se incluyen en la tabla 2 de resultados. Cabe comentar que la mayoría de especímenes estaban mal conservados, ya sea porque en su día no se fijaron correctamente o porque se almacenaron inadecuadamente. A pesar de ello ha sido posible identificar los ejemplares estudiados a nivel de especie. Otro problema ha sido el estado defectuoso de algunas etiquetas, por lo que no ha sido posible su completa identificación (en la tabla 2 se ha indicado con el símbolo "?" la información de las etiquetas que no se ha podido interpretar).

Laguna de Jiménez, ejemplo de las lagunas de la Reserva Biológica de Doñana (Foto: Jordi Sala)

Laguna de San Lázaro (Foto: Jordi Sala)

Tabla 1. Localización de las especies de grandes branquiópodos recolectados durante la campaña de enero de 2007 en las lagunas de la Reserva Biológica de Doñana.

FECHA	LOCALIZACIÓN	ESPECIE
18/1/2007	Laguna Abeja	*Branchipus cortesi* *Maghrebestheria maroccana* *Triops mauritanicus* (exoesqueleto)
18/1/2007	Laguna de San Lázaro	*Branchipus cortesi* *Streptocephalus torvicornis* *Maghrebestheria maroccana*
18/1/2007	Laguna de Jiménez	*Branchipus cortesi* *Tanymastix stagnalis* *Maghrebestheria maroccana* *Triops mauritanicus*
19/1/2007	Laguna Vaca	*Branchipus cortesi* *Maghrebestheria maroccana* *Triops mauritanicus*
19/1/2007	Laguna Triops	*Branchipus cortesi* *Tanymastix stagnalis* *Triops mauritanicus*
20/1/2007	Laguna del Palacio de Doñana	*Branchipus cortesi* *Maghrebestheria maroccana* *Triops mauritanicus*

Tabla 2. Identificación de las especies de grandes branquiópodos recolectados durante el seguimiento realizado a lo largo de 2006 en las lagunas de la Reserva Biológica de Doñana. Entre paréntesis se muestra el número que aparecía en el tapón de los frascos. En la primera columna se indica la denominación del grupo de muestras. Leyenda: "GB" - Grandes Branquiópodos; "?" - información de la etiqueta que no se ha podido interpretar.

GRUPO DE MUESTRAS	ETIQUETA	ESPECIE
Anostráceos 1ª campaña		
	27/1; (62)	*Streptocephalus torvicornis*
	27/3; (8)	*Streptocephalus torvicornis*
	50/3; (1)	Ausencia de GB (anfípodo *Corophium* sp.)
	??/3; (6)	*Tanymastix stagnalis*
	??/ ?; (4)	*Streptocephalus torvicornis*
Anostráceos 2ª campaña		
	7/1 (5)	Ausencia de GB (copépodo)
	7/3 (2)	Ausencia de GB (copépodo)
	18/1 (5)	Ausencia de GB (copépodo)
	18/2 (9)	Ausencia de GB (copépodo)
	18/3 (9)	Ausencia de GB (copépodo)
	19/1 (10)	Ausencia de GB (copépodo)
	19/3 (2)	Ausencia de GB (copépodo)
	22/1 (5)	*Tanymastix stagnalis*
	22/2 (1)	*Tanymastix stagnalis*
	39/3 (?)	Ausencia de GB (copépodo)
	49 B (?)	Ausencia de GB (copépodos)
Anostráceos 5ª campaña (mangueo)		
	32 M (1)	Ausencia de GB (copépodo)
	34 M (?)	Ausencia de GB (copépodos y cladóceros)
Muestra no atribuida a ningún grupo		
	50/? (2)	Ausencia de GB (anfípodo y decápodo)
Caquera, H. Burro, Jumcabalejo, Jumcabalero, Marilopez y Z. Felix		
	Caquera N1 (99)	*Chirocephalus diaphanus*
	Caquera N2 (10)	*Chirocephalus diaphanus*
	Caquera N3 (51)	*Chirocephalus diaphanus*
	Caquera N4 (12)	*Chirocephalus diaphanus*
	Caquera N7 (3)	*Chirocephalus diaphanus*
	Caquera N8 (9)	*Chirocephalus diaphanus*
	Caquera N9 (15)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N1 (23)	*Triops mauritanicus*
	H.Burro N1 (115)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N2 (47)	*Triops mauritanicus, Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N2 (234)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N4 (6)	*Triops mauritanicus*
	H.Burro N4 (22)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N5 (21)	*Triops mauritanicus*

GRUPO DE MUESTRAS	ETIQUETA	ESPECIE
	H.Burro N5 (48)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N3 (41)	*Triops mauritanicus*
	H.Burro N6 (37)	Ausencia de GB
	H.Burro N6 (210)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N7 (21)	*Triops mauritanicus*
	H.Burro N7 (?)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N8 (41)	*Triops mauritanicus*
	H.Burro N8 (145)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N9 (44)	*Triops mauritanicus*
	H.Burro N9 (210)	*Chirocephalus diaphanus*
	H.Burro N10 (3)	Ausencia de GB (restos de caparazones de cladóceros)
	H.Burro N10 (201)	*Chirocephalus diaphanus*
	Jumcabalejo N1 (36)	*Triops mauritanicus*
	Jumcabalejo N1 (200)	*Chirocephalus diaphanus*
	Jumcabalejo N5 (14)	*Triops mauritanicus*
Caquera, H. Burro, Jumcabalejo, Jumcabalero, Marilopez y Z. Felix		
	Jumcabalero N2 (183)	*Chirocephalus diaphanus*
	Jumcabalero N3 (4)	*Chirocephalus diaphanus*
	Jumcabalero N3 (26)	*Chirocephalus diaphanus*
	Jumcabalero N4 (38)	*Triops mauritanicus*
	Jumcabalero N4 (220)	*C. diaphanus, T. mauritanicus* (exoesqueleto)
	Jumcabalero N5 (110)	*Chirocephalus diaphanus*
	Jumcabalero N6 (31)	*Triops mauritanicus*
	Jumcabalero N6 (150)	*Chirocephalus diaphanus*
	Jumcabalero N7 (22)	*Triops mauritanicus*
	Jumcabalero N8 (45)	*Triops mauritanicus*
	Jumcabalero N9 (20)	*Triops mauritanicus*
	Jumcabalero N9 (116)	*Chirocephalus diaphanus*
	Jumcabalero N10 (20)	*Triops mauritanicus*, *Cyzicus grubei*
	Jumcabalero N10 (259)	*Chirocephalus diaphanus*
	Marilopez N6 (1)	*Chirocephalus diaphanus*
	Z.Felix ?? (540)	Ausencia de GB (diversas familias de insectos: Baetidae, Corixidae, Notonectidae y Chironomidae)
	???? ?? (310)	*C. diaphanus, T. mauritanicus* (exoesqueleto)
	???? ?? (250)	*Chirocephalus diaphanus*

Fauna de grandes branquiópodos conocida del parque nacional de doñana

Artemia spp.

Los ambientes muestreados no corresponden al hábitat de estas especies de anostráceos, ya que viven en aguas hiperhalinas.

La identificación a nivel de especie del género *Artemia* es muy dificultosa, y principalmente requiere del uso de técnicas genéticas. No obstante, actualmente se considera fiable la separación de *Artemia salina* del resto de especies bisexuales del género a partir de la morfología de las protuberancias frontales de los machos y de la ausencia de espinas en la base de los penes (Triantaphyllidis et al., 1997; Mura & Brecciaroli, 2004). En las salinas de Sanlúcar de Barrameda se conoce la presencia de *Artemia parthenogenetica* (Amat, 1980). Además, en las provincias de Huelva y Cádiz se conoce la presencia de dos especies más de este género (Amat et al., 2005), una autóctona (*Artemia salina*) y una exótica (*Artemia franciscana*).

Branchipus cortesi Alonso & Jaume, 1991

Fue la especie más capturada durante la campaña de enero, ya que se encontró en las 6 lagunas muestreadas con presencia de grandes branquiópodos (Tabla 1). Curiosamente no ha aparecido en ninguna muestra del seguimiento que realizan los técnicos del Parque Nacional.

Su presencia se conocía en cinco puntos de Doñana: laguna de San Lázaro (Machado et al., 1999), charca en la Raya Pinar de San Agustín, en una laguna al este del Pinar de San Agustín, en la laguna de "Poli" y en el Navazo del Toro (Marín & García-Novo, 2006). Además, en la publicación donde se describió la especie se examinaron especimenes de Doñana si bien los autores no concretan de que punto exactamente (Alonso & Jaume, 1991).

Branchipus cortesi de la laguna de San Lázaro (Foto: Albert Ruhí)

***Branchipus schaefferi* Fischer de Waldheim, 1834**

No localizada ni en la campaña efectuada en enero de 2007, ni en las muestras del seguimiento que realizan los técnicos del parque nacional.

Se ha citado su presencia en tres puntos de Doñana: en el Tojal del Lobo, en una charca situada en el camino de la Mancha Negra y en una laguna al norte del Pinar de San Agustín (Mazuelos et al., 1991). Su presencia en Doñana tendría que ser confirmada, ya que estas citas podrían corresponder a *Branchipus cortesi*, descrito el mismo año de la publicación de la cita. Si bién Alonso (1996) no conocía su presencia al sur del Sistema Central, posteriormente se ha encontrado en las marismas de Castro Marim, en Portugal (Cardoso et al., 2000)

***Tanymastix stagnalis* (Linnaeus, 1758)**

Especie capturada en dos lagunas de la reserva biológica durante la campaña de enero de 2007 y también presente en las muestras del seguimiento que se realiza en el Parque Nacional.

Ya se conocía su presencia en tres puntos: en charcos de lluvia próximos al Palacio del Acebrón (Boix, 2002), en una charca en Corral Largo (Mazuelos et al., 1991; Marín & García-Novo, 2006) y en otra charca sobre Raya Perdices (Serrano com. pers.).

***Chirocephalus diaphanus* Desmarest, 1823**

En el muestreo de enero de 2007 no se detectó su presencia ni en la laguna de San Lázaro ni en ninguna de las lagunas de la Reserva Biológica. En cambio, en las muestras del seguimiento que realiza el Parque Nacional fue la especie más frecuente.

Esta especie se había citado en cuatro puntos de Doñana: laguna de Jiménez (Furest & Toja, 1981), laguna de El Rico (Mazuelos et al., 1991), una charca sobre Raya Norte y una laguna sobre Raya Norte (Fahd et al., 2000; Serrano & Fahd, 2005).

***Streptocephalus torvicornis* (Waga, 1842)**

En el muestreo de enero de 2007 únicamente se observó su presencia en la laguna de San Lázaro. También se identificaron individuos de esta especie en las muestras facilitadas por los técnicos del Parque Nacional.

Anteriormente, dentro del ámbito de Doñana, se había citado esta especie en la misma laguna de San Lázaro (Machado et al., 1999).

***Cyzicus grubei* (Simon, 1886)**

Especie no capturada durante la campaña de enero del 2007, pero que se ha observado en una muestra del seguimiento que realizan los técnicos del Parque Nacional.

Se conoce su presencia en siete puntos de Doñana: laguna de Jiménez (Furest & Toja, 1981), Tojal del Lobo (Mazuelos et al., 1991), una laguna al norte del Pinar de San Agustín (Mazuelos et al., 1991), una charca sobre Raya Perdices (Mazuelos et al., 1991), la laguna de San Lázaro (Machado et al., 1999), una laguna sobre Raya Norte (Fahd et al., 2000; Serrano & Fahd, 2005) y la charca de la Abeja (Serrano com. pers.). Además, Alonso (1985) cita su presencia sin concretar en que laguna se recolectaron los individuos.

***Maghrebestheria maroccana* Thiéry, 1988**

Especie presente en cinco de las seis lagunas en las que se encontraron grandes branquiópodos durante la campaña de enero de 2007. No se observó su presencia en ninguna de las muestras del seguimiento que realizan los técnicos del Parque Nacional.

Anteriormente, dentro del ámbito de Doñana, se había citado esta especie en la misma laguna de San Lázaro (Alonso, 1996; Machado et al., 1999).

Maghrebestheria maroccana de la laguna de San Lázaro (Foto: Albert Ruhí)

***Triops mauritanicus* Ghigi, 1921,**

Investigaciones recientes (Korn et al., 2006; Zierold et al., 2007) han confirmado la validez de la especie *Triops mauritanicus*. Ghigi (1921, 1924) describió esta especie, pero la posterior revisión de Longhurst (1955) la consideró una subespecie de *T. cancriformis*. Así en diversas publicaciones dónde se cita este notostráceo en puntos de Doñana se le denomina *Triops cancriformis* (p.e. Bigot & Marazanof, 1965; Serrano & Fahd, 2005). Todas las identificaciones bibliográficas de notostráceos de Doñana se han atribuido a la subespecie o forma *mauritanicus*. También todos los individuos identificados durante este proyecto, ya sea de la campaña de enero de 2007 o de las muestras facilitadas por el Parque Nacional, también corresponden a *mauritanicus*. Así, cabe atribuir a *Triops mauritanicus* las citas bibliográficas de *Triops cancriformis* de Doñana.

Esta especie fue localizada en las cinco lagunas de la Reserva Biológica muestreadas durante la campaña de enero de 2007 con presencia de grandes branquiópodos. También es una especie frecuente en las muestras que nos facilitaron los técnicos del Parque Nacional.

Se conoce su presencia en once puntos de Doñana: Lucio Mari-López (Bigot & Marazanof, 1965), laguna de Taraje (Furest & Toja, 1981), laguna de Jiménez (Furest & Toja, 1981), laguna de San Lázaro (Furest & Toja, 1987; Machado et al. 1999), una laguna al norte del Pinar de San Agustín (Mazuelos et al., 1991), una charca en el camino de la Mancha Negra (Mazuelos et al., 1991), una charca sobre Raya Norte (Fahd et al., 2000; Serrano & Fahd, 2005), una charca sobre Raya Perdices (Serrano com. pers.), una charca junto Camino Palacio (Serrano com. pers.), una charca en Raya Pinar San Agustín (Serrano com. pers.) y en la charca de la Abeja (Serrano com. pers.). Además, hay una cita histórica en la provincia de Sevilla, pero se desconoce la localización exacta (Bolívar, 1892).

Sin considerar las especies del género *Artemia* que se encuentran en hábitats muy diferentes a los muestreados, durante la campaña de enero del 2007 se capturaron cinco de las ocho especies de grandes branquiópodos que se conocen de Doñana: *B. cortesi*, *T. stagnalis*, *S. torvicornis*, *M. maroccana* y *T. mauritanicus*. En las muestras facilitadas por los técnicos del Parque Nacional se identificaron un par de especies más (*C. diaphanus* y *C. grubei*), pero cabe comentar que en ellas no se encontraron dos especies capturadas en la campaña de enero de 2007 (*B. cortesi* y *M. maroccana*). Únicamente una especie, *Branchipus shaefferi*, no apareció en ninguna de las muestras.

La riqueza de grandes branquiópodos de aguas temporales que se conoce hasta el momento de Doñana tiene que considerarse alta, ya que representan el 47% de las especies conocidas hasta la fecha en la Península Ibérica (17 especies en total exceptuando las del género *Artemia*; Alonso, 1996; Korn et al., 2006). En comparación a otros humedales mediterráneos considerados importantes por su fauna de grandes branquiópodos, como por ejemplo la Camargue en Francia, Doñana tiene una riqueza de especies similar. En el caso concreto de la Camargue se conocen siete especies: *B. schaefferi*, *T. stagnalis*, *Phallocryptus spinosa*, *C. diaphanus*, *Eoleptestheria ticinensis*, *Imnadia yeyetta* y *Triops cancriformis* (Defaye et al., 1998).

Un aspecto interesante a comentar de las lagunas muestreadas ha sido la alta riqueza de grandes branquiópodos, ya que en todas ellas había un mínimo de tres especies y en el caso de laguna de Jiménez incluso cuatro. Este valor se ha obtenido en un único muestreo, por lo que cabe esperar que la riqueza de estas lagunas sea superior. De hecho, en la laguna de San Lázaro, dónde capturamos tres especies, en un muestreo anterior se observaron hasta cinco especies (Machado et al., 1999). Si comparamos la media de la riqueza obtenida en el muestreo de enero con datos bibliográficos de estudios extensivos en la Península, en Europa o en otros puntos del planeta (p.e. Alonso, 1985; Petrov & Cvetković, 1997; Grygier et al., 2002; ver Tabla 3) podemos observar que son valores altos. Si bien también es cierto que en la bibliografía existen valores más altos, de incluso 10 especies en una laguna, de estudios realizados en los continentes africano y americano (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de riqueza máxima y de riqueza media de grandes branquiópodos observada en diferentes estudios. En la columna "lagunas" se indica el número de cuerpos de agua con la presencia de grandes branquiópodos de cada uno de los estudios.

AREA GEOGRÁFICA	LAGUNAS	MÁXIMO (especies·laguna^{-1})	MEDIANA (especies·laguna^{-1})	REFERENCIA
Península Ibérica (España)	78	5	1.4	Alonso (1985)
Península Ibérica (Portugal)	17	5	2.9	Machado et al. (2002)
Norte de África (Marruecos)	6	5	3.8	Metge (1986)
Norte de África (Marruecos)	20	10	3.7	Thiéry (1991)
Norte de África (Argelia)	19	2	1.4	Samraoui&Dumont (2002)
Europa (Francia)	6	4	1.5	Terzian (1979)
Europa (Yugoslavia)	68	7	2.6	Petrov&Cvetković (1997)
Europa (Austria)	6	5	2.5	Eder et al. (1997)
Sudáfrica (Natal)	10	10	4.7	Hamer&Appleton (1991)
Sudáfrica (Northern Cape)	1	8	—	Hamer&Rayner (1996)
Sudáfrica (Drakensberg)	27	3	1.3	Hamer&Martens (1998)
América del norte (Méjico)	183	10	(1)	Maeda-Martínez (1991)
América del norte (New Mexico)		3	10	9.7 Sublette& Sublette (1967)
América del norte (California)	19	1	1	Ebert&Balko (1987)
Japón (Lago Biwa)	211	5	1.4	Grygier et al. (2002)
Australia (New South Wales)	22	7	2.8	Timms (1993)
Australia (Southern Western A.)(2)		8	1	1 Bayly (1982)
Australia (Northern Territory)(2)		1	3	— Bayly (2001)

(1) - en la publicación no se muestran los datos para calcular la media, pero se comenta que en 122 de las 183 localidades sólo se encontró 1 especie y que los valores máximos de 9 y 10 especies sólo se encontraron en una localidad.
(2) - estudios realizados en pozas excavadas sobre roca (conocidas en algunos lugares como "marmitas").

Otro aspecto a considerar es la localización próxima a Doñana de dos especies de alto interés faunístico, por lo que futuras prospecciones pueden detectarlas en el Parque Nacional. Una de estas especies es *Phallocryptus spinosa*, localizada en la laguna de Zarracatín (Sevilla) (Alonso, 1978), y que en lagunas saladas mediterráneas de Grecia, Italia y Francia, se la ha observado coexistiendo con *Artemia* spp. (Abatzopoulos et al. 1999; Moscatello et al., 2002; Thiéry & Puente, 2002) La otra es aún más interesante pues

se trata posiblemente de una especie por identificar del género *Linderiella* (Alonso, 1996). Estos individuos fueron observados en la laguna de Los Tollos (Cádiz).

28/2006 (proyecto de investigación) **Estudio de la funcionalidad del pico- y nanoplancton a lo largo del gradiente trófico y de salinidad en lagunas costeras mediterráneas**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Quintana i Pou, Xavier
Universidad de Girona
ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC
CANTIDAD: 1500 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Santa Olalla, Dulce, Taraje (RBD), Marisma Algaida (PNATD)

RESULTADOS:

Los resultados de este proyecto se presentan conjuntamente con los del proyecto 24/2007 que se describen más adelante.

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 Andalucia
CANTIDAD: 189.000 €
DURACIÓN: 2007-2009
ÁREA DE ESTUDIO: Se hará radio-seguimento en todo el Parque Nacional y potencialmente en todo Parque Natural

RESULTADOS:

ACTIVIDADES PRINCIPALES EN EL CURSO DEL AÑO 2007:

- Trampeo de 45 adultos de Milano negro con red de tiro;
- Equipamiento de 36 adultos de Milano negro con radio-emisores convencionales;
- Equipamiento de 6 adultos y 4 pollos de Milano negro con radio-emisores satélite;
- Radio-seguimiento de los individuos marcados;
- Lectura de anilla de adultos de Milano negro (de parejas territoriales y a dormideros de no-reproductores);
- Censo de parejas reproductoras de Milano negro en la Reserva Biológica, la Algaida, y Matasgordas;
- Controles de éxito reproductivo en las mismas áreas;
- Anillamiento de pollos de Milano negro en todo el Parque;
- Recogida de egagropilas y restos de presas desde nidos, posaderos habituales y dormideros.

2/2007 (prospección) **Estudio de *Allium chamaemoly* (Liliaceae)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Aedo Pérez, Carlos
Real Jardín Botánico, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Real Jardín Botánico, CSIC
CANTIDAD: 187 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Caño de la Raya

RESULTADOS:

Hasta la fecha no se ha recibido ningún resultado.

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 e (Doñana) 185.363 € (Total)
DURACIÓN: 2007-2009
ÁREA DE ESTUDIO: La mayoría de las observaciones sobre *Thymus mastichina* subsp. donyanae, Vulpia fontquerana y Adenocarpus gibbsianus 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:

En este primer año del proyecto, las actividades dentro el Parque Nacional de Doñana se han limitado a la localización y marcado con GPS de una población mixta de *Vulpia membranacea* y *V. fontquerana* cerca de la laguna de Santa Olalla, otra de *Linaria tursica* cerca de la laguna del Taraje, una población de *Vulpia fontquerana* y otra de *Vulpia alopecuros* cerca de la laguna del Hondón, y al muestre de todas las poblaciones para estudio morfológico, que se ha realizado en Sevilla, y para estudio de ADN, que se está realizando en la actualidad en la Escuela Politécnica Superior de Huesca, de la Universidad de Zaragoza.

El resto de los muestreos del proyecto se han llevado a cabo en diversos puntos de España, Portugal y Marruecos.

4/2007 (proyecto de investigación) **Biodiversidad y ecología funcional de microorganismos desnitrificantes**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bedmar Gómez, Eulogio J.
Estacion Experimental del Zaidin, 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, Vetalengua (cercano al nivel 31), Lucio del Rey (cercano al nivel 28)

RESULTADOS:

Puesto que los datos obtenidos en el anterior proyecto de investigación, referencia 18/2004, realizado en Doñana, indicaron que, independientemente del lugar de muestreo (Palacio del Acebrón, La Canariega y la Marisma del Rocío), sólo se detectó la presencia de tres géneros de bacterias desnitrificantes, *Clostridium*, *Bacillus* y *Acinetobacter*. Por ello, se planteó el empleo de metodologías alternativas para analizar la biodiversidad de bacterias desnitrificantes en los puntos de muestreo establecidos.

Ya es un hecho demostrado que el estudio de una comunidad funcional de microorganismos basado exlusivamente en su cultivo en medios de laboratorio no identifica a la mayoría de las especies representativas presentes en muestras ambientales (suelos, agua, sedimentos, etc.), lo que se debe tanto a los requerimientos nutricionales que puedan necesitar las distintas especies como a la existencia de las llamadas bacterias viables pero no cultivables. Se planteó, por tanto, la identificación de bacterias desnitrificantes presentes en los puntos de muestreo mediante el aislamiento del ADN de las muestras de sedimentos tomadas, posterior amplificación del gen 16S rDNA y, finalmente, separación de los diferentes amplificados mediante electroforesis en geles desnaturalizantes de tempertura (TGGE). Los resultados obtenidos demostraron que el 6S rDNA amplificado a partir de las muestras de ADN aisladas de los sedimentos correspondían, en todos los casos, a las especies *Clostridium beijerinckii*, *Clostridium diolis*, *Clostridium chartatabirum*, *Bacillus azotoformans* y *Acinetobacter lwoffi*. Estos resultados coinciden con los obtenidos previamente, cuando la identificación se llevó a cabo cultivando las muestras en medios específicos y condiciones de micraoerobiosis.

Del anterior proyecto de investigación, quedó pendiente el análisis de los isótopos ligeros estables del N y del O para tratar de determinar el origen de las posibles contaminaciones con nitratos que se pudieran haber detectado en los puntos de muestreo. Para ello, se tomaron muestras de agua de los sitios indicados y se obtuvo el nitrato de plata correspondiente para su análisis. Las muestras se enviaron al Servicio General de Isótopos Estables de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, cuyo director técnico es D. Clemente Recio Hernández. De acuerdo con los resultados iniciales obtenidos mediante un primer análisis de DRX, se trata de muestras que contienen fundamentalmente sulfato de plata. Puesto que este compuesto no debería estar presente, ya que el protocolo seguido tiene un paso específico para eliminar los sulfatos y fosfatos, parece claro que el

prodeciemiento utilizado no ha sido efectivo. La razón del fallo es, por el momento desconocida. Actualmente se está comprobando el protocolo utilizado para tratar de subsanar el error cometido

5/2007 (prospección) **Prospección de colonias de la hormiga *Aphaenogaster senilis***
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Cerdá Sureda, Xim
Estación Biológica de Doñana
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia (Plan Nacional I+D+I)
CANTIDAD: 2.000 € (Doñana) 118.580 € (Total)
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Pinar de la Algaida y Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Durante el mes de febrero de 2007 fueron desenterrados en la RBD un total de 30 hormigueros de *A. senilis*. Dichas colonias fueron recolectadas y, una vez contado el número de obreras y de ninfas, así como medida la biomasa de larvas y de huevos, fueron instaladas en el laboratorio para proceder a distintos experimentos. Una muestra de 20 obreras de cada colonia fue utilizada para análisis genéticos (microsatélites).

Los nidos fueron desenterrados en muchas zonas diferentes de la RBD (siempre en el monte blanco). Nunca se extrajeron más de 3 hormigueros de una misma zona.

También durante el mes de febrero de 2007 se seleccionaron 30 parcelas de 20x20 m donde hubiera abundantes nidos de esta especie de hormiga. Sobre estas parcelas se desarrolló posteriormente el proyecto 6/2007 (véase informe de Resultados).

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
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:

Por una serie de problemas logísticos, no fue posible durante 2007 trabajar en la RBD sobre la fisión de *C. floricola*, siendo dicha investigación pospuesta para 2008. Por ello expondremos sólo los resultados del estudio de la fundación por fisión en *Aphaenogaster senilis*.

Figura 1 - Fotos mostrando las obreras pintadas en el laboratorio y una obrera marcada buscando alimento en el campo.

El objetivo general de proyecto es examinar la hipótesis de que la razon de sexos poblacional observada en la hormiga con fisión colonial *Aphaenogaster senilis* viene determinada por la competencia local por los recursos. Durante 2007 se procedió a estudiar experimentalmente la competencia entre las colonias vecinas y su grado de parentesco (relación genética) y la inversión de la población en la razón de sexos. Para ello se seleccionaron en la Reserva Biológica de Doñana un total de 30 parcelas experimentales de 20 x 20 m donde hubiera nidos de *A. senilis* (véase informe prospección 5/2007). En todas las parcelas se realizó un cartografiado de los nidos de dicha especie, tanto de los de dentro de la parcela como los que estaban en la proximidad de la misma. En 15 de dichas parcelas (experimentales) se eliminaron todos los nidos de la especie dejando un único un nido en posición (más o menos) central en la parcela, siendo este tratamiento el de la disminución de la competencia intraespecífica.

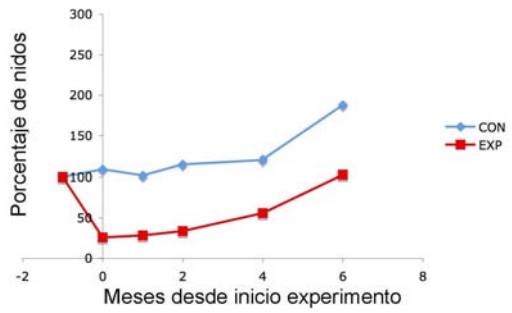


Figura 2 - Variación mensual en el porcentaje de nidos presentes (referido al nº de nidos inciales) en las parcelas experimentales (EXP) y control (CON). Cada punto es la media de 15 parcelas. El mes 0 es abril.

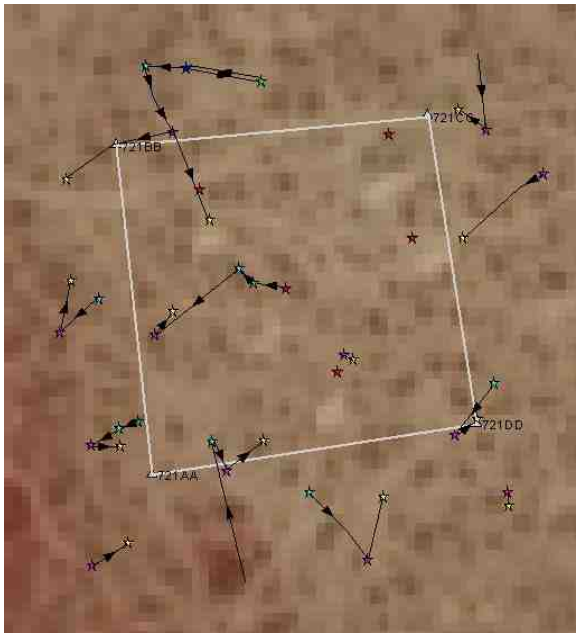


Figura 3 - Movimientos de los nidos de *A. senilis* en la parcela 721 de la RBD. Mediante el genotipado de las obreras se ha determinado que es el mismo nido en los diferentes muestreos.

El nido central de todas las parcelas, tanto experimentales (donde era el único nido), como controles (donde era uno de los varios nidos, oscilando los valores en estas parcelas entre 6 y 25 nidos) fue excavado y llevado al laboratorio. En el laboratorio todas las obreras (y la reina) fueron marcadas con una mancha de pintura blanca (Figura 1). En el plazo más breve posible (1-3 días) dichos nidos fueron devueltos a sus respectivas parcelas de origen y reinstalados con éxito (mediante tubos de cristal conteniendo la colonia y con una fuente de humedad, que se dejaban semienterrados; a las pocas horas las obreras habían excavado un nuevo nido). A partir del inicio del experimento se hizo un seguimiento semanal de la posición del nido central marcado, así como de la reocupación de las parcelas experimentales. A los 6 meses desde el inicio del experimento, todas las parcelas

experimentales habían alcanzado el número de nidos que tenían con anterioridad al tratamiento (Figura 2).

Asimismo, cada 2 meses desde el inicio del experimento se excavaron los nidos centrales para estimar en el laboratorio su productividad, contando el número de obreras y ninfas presentes y pesando las larvas y huevos. Los nidos, con las obreras marcadas, fueron devueltos a su parcela de origen lo antes posible.

De cada uno de los nidos detectados durante los muestreos, tanto en las parcelas esperimentales como control, se tomó una muestra de 20 obreras para proceder a su genotipado. Juan Antonio Galarza se ha ocupado, en el LEM, de desarrollar, bajo la supervisión del Dr. Ciro Rico, los microsatélites necesarios (pendientes de registro en el GenBank). Aún está pendiente de análisis una parte del material recolectado durante 2007, pero a modo de ejemplo se pueden observar en la Figura 3 los movimientos de los nidos de la parcela 721.

Los microsatélites nos permitirán identificar individualmente los nidos de cada parcela, así como determinar sus relaciones de parentesco y su posible origen común (por fisión colonial).

En estos momentos se están analizando los los patrones de distribución espacial y de emigración de las colonias, las tasas de reocupación de las parcelas, la productividad en relación con la competencia, así como las relaciones de parentesco entre colonias y los eventos de fisión colonial.

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:

El proyecto no se ha iniciado por dos imprevistos relacionados con la financiación y por la disponibilidad de uno de los instrumentos que requería la investigación (estación micrometeorológica). No obstante, estamos en línea de solucionar los dos imprevistos, por lo que mantenemos los objetivos iniciales y esperamos poder iniciar el estudio en el primer tercio del año 2008.

8/2007 (prospección) **Morphological variation of ephippia in *Daphnia***
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Petrusek, Adam

Charles University (República Checa)
ENTIDAD FINANCIADORA: Czech Science Foundation + Czech Ministry of Education
CANTIDAD: 1.000 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Close vicinity of Palacio de Doñana, ponds at the southern edge of Doñana and Reserve salines next to Lucio de Membrillo (36.87442 N, 6.37023 W)(specific habitat of halophilic Daphnia mediterranea)

RESULTADOS:

Samples of resting stages (ephippia) of various species of the cladoceran genus *Daphnia* were collected from several temporary and permanent water bodies within the Doñana national park – namely around Palacio de Doñana and in the vicinity of Lucio de Membrillo. The sampling was a part of a larger project aiming to characterise the variation of ephippia of all species present in Europe and the Mediterranean. Material collected in Doñana allowed us to obtain otherwise unavailable material of species restricted to the Mediterranean – *Daphnia hispanica* and halophilic *Daphnia mediterranea* – but also reference samples of other species.

The morphology, shape variation and ultrastructure of ephippia were characterised by various morphometric approaches, including the Elliptic Fourier Analysis and scanning electron microsopy of surface structures. The results show that a number of species of closely related species complexes of *Daphnia* may be differentiated by their ephippial morphology, and this information may be useful in paleogenetic studies or biodiversity surveys. The ultimate goal of our project is to provide identification tool for *Daphnia* ephippia. So far, the results have been presented at two conferences and summarised in the diploma thesis of Moritz Salinger, a student of J. W. Goethe University in Frankfurt am Main. Preparation of manuscripts for peer-reviewed journals is in progress.

9/2007 (prospección) **Genetic study of saltmars ground beetles of the Coto Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Desender, Konjev
Royal Belgian Institute of Natural Sciences (Bélgica)
ENTIDAD FINANCIADORA: Royal Belgian Institute of Natural Sciences
CANTIDAD: 1.600 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Interesting salt marshes in the entire area on 3-5 sites, if possible including also salinas

RESULTADOS:

In the context of a European study on the evolutionary ecology and genetics of salt marsh ground beetles (Coleoptera, Carabidae), we have already studied *Pogonus* and *Bembidion* salt beetles from other areas in Spain (in cooperation with Prof. J. Serrano, Univ. Murcia) (see refs). Such salt beetles, where they occur, are often abundant and therefore relatively easy to sample, mainly by hand catches. Due to the specific location of Coto Doñana, as

well as its vast area, genetic data could be very interesting for our study, in order to further compare Atlantic and Mediterranean genetic characteristics of these insects, related to their evolutionary history and ecology.

The halobionth beetle species *Pogonus chalceus*, formerly not known to the Coto Doñana, was indeed found to occur on several salt marshes and old salinas in the area. We discovered it on at least 6 of 13 prospected sites during a short visit on 24 and 25 March 2007. On one site ('salinas abandonandas'), it was possible to collect a sufficiently large sample (50 ind.) for future genetic study. Besides, we collected several other ground beetle species, that will be identified in the future with the help of Spanish colleagues. Additions to the fauna of the Coto Doñana will then be reported, as well as forthcoming genetic results. As such, our small survey is also of conservation interest to the National Park of Coto Doñana by adding data on the presence and conservation of Carabidae (ground beetles) in this area and also by an evaluation on the possible occurrence of special genetic forms in this area as compared to other regions of Spain and Europe.

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**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Figuerola Borras, 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:

Durante el 2007 se han iniciado los experimentos sobre efecto de la riqueza biológica sobre la capacidad de invasión de los ecosistemas y sobre la importancia de los efectos de prioridad sobre las comunidades de macrófitos. Estos experimentos se están realizando en el 'Area de Mesoscosmos experimentales de Huerta Tejada' en 45 tanques de 670 litros.

Para el primer experimento se recogió durante la estación seca sedimento de 7 charcas de Caracoles con distintas riquezas de macrófitos. El sedimento de cada laguna se repartió en cuatro tanques distintos y se procedió a su llenado con agua de pozo. Durante la presente estación se utilizaran mezclas de sedimento recogido en tres zonas distintas de Doñana para comprobar si la capacidad de invasión por especies autóctonas depende del número de especies ya presente en los tanques.

El segundo experimento se esta realizando en 12 tanques con 20 macetas cada uno. En estas macetas se están plantado semillas germinadas de *Ruppia maritima*, *Ruppia drepanensis* o sedimento rico en oogonios de carófitos para comprobar en que medida la presencia de una especies es capaz de limitar el establecimiento posterior de otra especie.

También se han tomado muestras de invertebrados en distintas charcas para proceder a la identificación de lineas clonales de *Daphnia galeata* que seran utilizadas es distintos experimentos.

11/2007 (proyecto de investigación) **Implicaciones coevolutivas de las defensas de las urracas frente al parasitismo del críalo: Un estudio a nivel genético (Coevolutionary implications of magpie defences against cuckoo brood parasitism: A study at the genetic level)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Martín Gálvez, David
Universidad de Sheffield (Reino Unido)
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: 5.800 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Vera y Coto del Rey

RESULTADOS:

Este proyecto cambió su estancia al año 2008, por lo que no tiene resultados en 2007.

12/2007 (proyecto de investigación) **Biodisponibilidad de tensioactivos en sedimentos marinos y de estuarios (Bioavailability of Surfactants on Marine and Estuarine Sediments)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Rico Rico, Ángeles
Universidad de Utrecht (Holanda)
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: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Los muestreos se realizarán en diversos puntos de la marisma desde Las Madres en El Rocío hacia la desembocadura en estuario. También se muestreará en otras zonas como Entremuros, Brazo de la Torre…, aún por determinar.

RESULTADOS:

El objetivo principal del muestreo realizado durante los días 29 de Octubre y 11 de noviembre del 2007, ha sido el estudio y seguimiento de concentraciones de tensioactivos, principales compuestos en la fórmula de detergentes domésticos e industriales, del tipo aniónicos (sulfonato de alquilbenceno lineal) y no iónicos (alcoholes etoxilados), en aguas intersticiales de sedimentos en distintos puntos del entorno de Doñana, utilizando una técnica de micro extracción en fase sólida recientemente calibrada para su uso con este tipo de compuestos en aguas marinas. El uso de esta herramienta analítica, permite medir concentraciones del compuesto que están realmente disueltas, discriminando así la fracción

del compuesto ligada a partículas. La importancia de conocer la concentración del compuesto orgánico que está totalmente disuelta se debe a que es ésta la fracción efectiva para la mayoría de los procesos en suelos y sedimentos (evaporación, precipitación, etc.) y es también la principal responsable para la toxicidad en organismos bentónicos.

Para este objetivo, muestras de sedimento fueron recogidas de lagunas y caños que abarcan las zonas desde la Rocina y hasta la desembocadura de Guadalquivir (Punta del Malandar). Además, muestras de agua de entrada y salida de la estación depuradota del Rocío, están siendo analizadas para así entender mejor las posibles fuentes de contaminantes orgánicos en el entorno del Parque. Paralelamente al análisis de tensioactivos, las muestras han sido divididas por la salinidad de cada zona y los sedimentos recogidos se están caracterizando para conocer su contenido orgánico, tipo de arcilla, granulometría y presencia de otros contaminantes. Los resultados finales serán expuestos, para su mejor entendimiento, una vez todos los parámetros son integrados. Actualmente se está calibrando el uso de micro extracción en fase sólida de tensioactivos para salinidades próximas a las de las muestras de campo para su a extrapolación.

13/2007 (proyecto de investigación) **Comparación de los aspectos ecológicos de la poblaciones del este y españolas de águila imperial (Comparison the ecological aspects of eastern and Spanish imperial eagle populations)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Horvath, Marton
MME BirdLife Hungary (Hungría)
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:
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: No van a realizar ningún trabajo de campo, únicamente trabajo de gabinete.

RESULTADOS:

Since the duration of the project has decreased comparing to the application, we have decided to focus mainly on the first and most interesting research topic proposed in the application: "*Population dynamical analysis of a 25 years database of Hungarian imperial eagle population, comparison with Spanish results*".

Activities undertaken

Building a single database from the many tables, which were collected during the fieldwork with the Northeast-Hungarian Imperial eagle population between 1980 and 2007. The database now is including ca. 990 breeding records with the following types of data for each breeding attempt:

- Territory code, Year, Geographical coordinates of nest sites;
- Breeding success, reached breeding stages and reason of breeding failures (nest building, incubation, chick rearing and fledgling periods);

- Data on start of incubation and age of breeding birds should be completed.

Preliminary analyses:
- Changes of breeding success and variation of breeding success parallelly with the increasing population size and among the two main breeding habitats (mountains vs. lowlands).
- Evolution of nearest neighbour distances parallelly with the increasing population size.
- Comparison of breeding success of immature and adult pairs. Changes in the ratio of immature pairs parallelly with the increasing population size.

During the next visit (January-February 2008) a manuscript will be elaborated about the factors affecting breeding success and the importance of immature breeders in the population (with the comparison of the increasing Hungarian and recently decreasing Donana populations).

14/2007 (proyecto de investigación) **La importancia de la diversidad genética y de evolución en meta-comunidades (The importance of genetic diversity and evolution in metacommunities)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Rousseaux, Sarah
Universidad Catolica de Lovaina (Bélgica)
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: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: En el END la zona de Caracoles, el Espacio Brazo del Este y las lagunas de Medina y Espera, en Cádiz.

RESULTADOS:

During July and August of 2007, we sampled several aquatic systems ('metacommunities') in the National Park of Doñana for sediment. This sediment contains resting eggs of several organisms including cladocerans. A number of young, experimental ponds and a number of older ponds were sampled to compare genetic differentiation amongst new and established ponds.

The questions we want to answer with this project are: how do species sorting and natural selection covariate in relation to environmental gradients; and to which extent does genetic diversity promote or slow down species diversity in local communities, in a metacommunity context? With this field survey we will compare patterns of variation in traits in a specific zooplankton species (the waterflea *Daphnia magna*) with patterns of traits and species composition of the zooplankton community. The calculation of specific parameters (F_{ST}, Q_{ST} and community analogues) will allow us to do an analysis of the between-habitat variation in the various variables which gives us more insight in the factors that influence the covariation between genetic diversity and species diversity.

So far, only the sampling has been carried out. In Finca de Caracoles, 6 experimental ponds were sampled (0N1GP, 8N1MS, 10N4MP, 8N4PP, 6N2MP and 0N2GP) and 6 older ponds in the surrounding Doñana area (3 ponds close to Finca de Caracoles, 2 ponds in Brazo del Este and lake Santa Olalla). With a coring device, the top 2 centimeters of sediment was taken in order to have an idea of the recent cladoceran community. The collected sediment was stored in a dark place at 4°C to prevent the resting eggs from hatching. The hatching of the resting eggs will happen in the K.U.Leuven Laboratory of Aquatic Ecology in Belgium, in a laboratory with controlled temperature and a photoperiod of 10 hours a day. After hatching, life table experiments and behavioural experiments will be carried out. Concurrently, genetic analysis of the cladoceran species will be done using allozyme electrophoresis and/or microsatellite markers.

This experiment will give us more insight in the structure of zooplankton metacommunities and processes structuring these unities and in local interactions in relation to what is happening on a regional scale.

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, Miguel A.
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
ÁREA DE ESTUDIO: Espacio Natural de Doñana

RESULTADOS:

Field sampling was carried out between 10 and 19 October 2007 when weather conditions were exceptionally favourable (high temperature, not wind, humidity) for the activity of *Podacis carbonelli* as many other small reptiles. Two types of sampling were carried out: 1) extensive for detecting the presence of *P. carbonelli* to obtain point for the distribution modelling and 2) intensive for collecting a sufficient sample of individuals from single sites of significant geographic units where the species was found to be abundant.

Habitat and distribution

Investigations were addressed to the south-eastern sector of the Doñana National Park because no records were available in the previous studies. Observations were taken with a GPS and represented on the digital cartography using ArcGIS 9.2. Preliminary results indicate that the species is also present in this area almost to the Guadalquivir river mouth. This considerably enlarges the area of occupation. However, as in other parts of the low Guadalquivir, the species did not appear far from the coast (<10 km). Densities were low

except when hard substrates were available in the sandy soils; this is the case of dead trunks and branches, juniper and pine trees growing on horizontally on the sand, rubbish items and especially the wood passes built to accede to observatories and other installations. Nevertheless, it must be remarked that *P. carbonelli* was not found in favourable sites attached to the river mouth (traditional houses and observatory near the ferry boat place). An exploration to the east bank of the Guadalquivir (Monte La Algaida) gave negative results. Moreover, the species was also absent from the urbanised areas (Matalascañas, Rocio), where it was substituted by *P. vaucheri*.

Morphometrics

Efforts were addressed to obtain a good morphological characterisation through the analysis of populations instead of diffuse collection of individuals from several sites. In this way, the variation due to local effects is excluded and data can be compared with other localities of *P. carbonelli* already available. The wood passes of El Acebuche provided sufficient sample size. An equivalent sample of *P. vaucheri* was collected for comparison purposes from Matalascañas. All the adults captured (19 males and 25 females of *P. carbonelli*; 21 males and 20 females of *P. vaucheri*) were measured with a digital calliper according to a biometric protocol previously defined and already applied to other populations of *Podarcis* in Iberian Peninsula. This protocol includes 13 linear measurements: snout vent length (SVL), trunk length (TRL), head length (HL), pileus length (PL), eye-snout distance (ESD), head width (HW), head height (HH), mouth opening (MO), front foot length (FFL), femur length (FL), tibia length (TBL), 4th toe length (4TL) and hind foot length (HFL). All the captured individuals were also photographed with a digital photographic machine in order to register coloration and morphological individual characteristics. Pictures of the entire body in dorsal and ventral view were taken, as well of the cloaca and collar region, to allow later counting of scales. Beyond these, high resolution photographs of the head in dorsal and ventral views were also taken to allow posterior analysis of this structure by the application of the most recent methods of geometric morphometrics.

Phylogeographic analysis

Moreover a small tissue of the tail tip of each lizard was collected and stored in a tube with ethanol individually labelled. Samples are currently being analysed in the CIBIO's genetic lab. Previous studies (Pinho et al., 2007, Molecular Ecology, 16: 1191-1205) indicate that Doñana population is differentiated within the species phylogeographic structure and related with the populations of south-western Portugal although genetic distances are low.
After these procedures were completed, individuals were released in the same zone of capture.

17/2007 (proyecto de investigación) **Evaluación experimental de la existencia de efectos de prioridad en la vegetación sumergida de las marismas de Doñana (Priority effects in the submerged vegetation of the Doñana marshes: an experimental test)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Santamaría Galdón, Luis Enrique
Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, CSIC

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: 2.900 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Espacio Natural de Doñana

RESULTADOS:

Durante el otoño de 2007 usamos un sistema de mesocosmos para hacer una evaluación de la existencia de efectos de prioridad en la vegetación sumergida: 44 tanques de 600 l, situados en el laboratorio de Huerta Tejada.

En 12 tanques, se establecieron series de reemplazo temporal para evaluar la dominancia relativa de los macrófitos acuáticos mas abundantes en la marisma (*Ruppia maritima, Ruppia drepanensis* y *Chara* sp.), cruzadas factorialmente con dos niveles de salinidad. Las series de reemplazo (todas las combinaciones de las 3 especies 2 a 2, y tres momentos de inoculo) se establecían en 20 macetas por tanque.

En 32 tanques hemos usado series aditivas para evaluar los efectos de prioridad y la resistencia a la invasión después de dos, tres y cuatro meses de colonización en los humedales restaurados de la Finca "Los Caracoles". Para ello, hemos inoculado sedimento de siete lucios de reciente creación, que presentan una gran variación en la cobertura vegetal observada durante el ciclo de inundación de 2007. Como tratamiento de colonización, añadimos un inóculo similar procedentes de tres lucio naturales donde hemos registrado el mayor numero de especies presentes en esa zona de la marisma, lo que simula el aporte de propágulos de la comunidad circundante.

El experimento ha sido dividido en cinco fases de las cuales se han cubierto las primeras tres, la finalización esta prevista en mayo de 2008.

18/2007 (proyecto de investigación) **Estudio biogeoquímico para la evaluación del impacto de la desecación sobre las lagunas temporales de Doñana (Biochemical tools for the assesment of desiccation impact on Doñana temporary ponds)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Roelofs, Jan G.M.
Radboud University Nijmegen (Holanda)
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: 2.171 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: 15 lagunas temporales distintas dentro todas de la Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Temporary ponds in Doñana National Park were investigated to test the sensitivity of sediments to acidification and mobilisation of (heavy) metals following temporal desiccation. Pore water was collected anaerobically at inundated locations using rhizons connected to vacuum serum bottles. Sediment samples were collected and subjected to artificial desiccation under laboratory conditions. Composition of the pore water samples (under field conditions and after rewetting of temporary desiccated sediments) and sediment samples (after destruction with nitric acid) were determined using ICP-OES at Radboud University Nijmegen (the Netherlands).
The results show that the pH of pore water following desiccation is strongly related to the S/(Ca+Mg) ratio in the soil (R^2= *0,75*). Strong acidification (pH < 5) occurs in case the ratio exceeds 0,5 (Figure 1). Under these circumstances, the buffering capacity of the soil (by Ca and Mg cations and carbonates) is insufficient to counteract for the acids produced due to oxidation of iron-sulphides (FeS_x) in the sediment. Acidification of the sediments was accompanied by mobilisation of metals in the pore water, especially Al.
The results show that the above mentioned processes might affect the alkalinity, pH and availability of heavy metals in pore water and surface water of desiccating ponds in Doñana National Park. Therefore they might have a significant effect on the composition of flora and fauna of the ponds. Two ponds with the highest S/(Ca+Mg) ratio in the soil turned out to be locations with a local increased mortality of amphibian eggs (Poli, personal communication). Preliminary results of laboratory experiments indicate that desiccation of sediments with a high S/(Ca+Mg) ratio indeed negatively affects amphibian egg development.

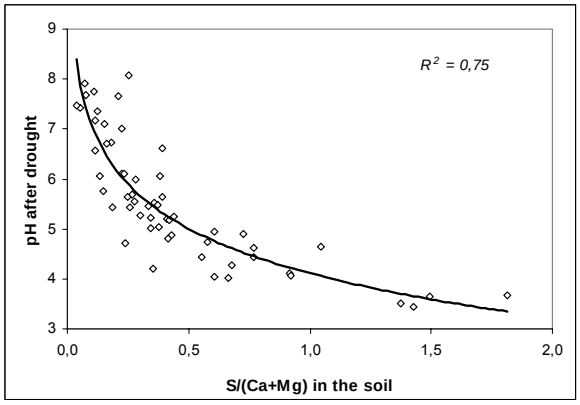


Figure 1. Relation between the S/(Ca+Mg) ratio in soil and pH of sediments following periodic desiccation.

19/2007 (proyecto de investigación) **Parásitos tremátodos que infectan los camarones, *Palaemonetes varians*, en Veta la Palma (Trematode parasites infecting the shrimp *Palaemonetes varians* in Veta la Palma, Doñana Natural Park)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Ponton, Fleur
IRD, Montpellier (Francia)
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: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Dentro del END la zona de Caracoles, también Veta la Palma y Brazo del Este.

RESULTADOS:

During two week of June 2007, we investigated the presence of digenetic trematode parasites in the crustacean *Palaemonetes varians* in several ponds of Veta la Plama. Parasites were found in several shrimps and a molecular analysis is in progress in collaboration with the team of Robin Overstreet (The University of Southern Mississippi), USA) to identify these parasites. The results of the molecular identifications should be known in few weeks.

20/2007 (proyecto de investigación) **Test de campo de un prototipo de micro GPRS+GSM receptor-transmisor para registrar los movimientos espaciales y el comportamiento animal (Field test of a prototype of a micro GPRS+GSM receiver-transmitter device to record spatial movements and animal behaviour)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Pérez-Barbería, Francisco Javier
Macaulay Institute (Aberdeen , Escocia, Reino Unido)
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: 3.200 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

El uso de unidades GPS integradas a collares portátiles acompañadas de sensores de actividad es una práctica frecuente para el monitoreo de poblaciones animales. Los rápidos avances tecnológicos han permitido reducir el tamaño y versatillidad de estas unidades, lo que ha permitido extender su uso a muchas especies. Sin embargo los altos precios de los modelos en el mercado hace difícil utilizarlos en gran número y lo que es peor, en ocasiones la inestabilidad de las unidades pone en riesgo los resultados de costosos experimentos.

Este proyecto complementa los trabajos realizados para el diseño, puesta a punto y prueba de campo de unas unidades potencialmente comerciables que integran tanto GPRS+GSM receptor-transmisor como sensores de comportamiento para el estudio de poblaciones de vertebrados de medio y gran tamaño.

Se han construido 4 prototipos de unidades GPRS+GSM receptor-transmisor las cuales se han ensayado en un ambiente controlado con resultados positivos. También se realizaron numerosas pruebas para el desarrollo del un prototipo de carcasa que permite al circuito

trabajar prolongadamente en ambiente hostiles. Entre las características de la carcasa se encuentran: ligereza, reducido volumen, inconspicuidad, y estanqueidad.

Se está trabajando en la evaluación del sistema en un medio hostil, la incorporación de nuevos módulos y alargamiento de la vida de las baterías, que se prevé se realice a lo largo del 2008.

21/2007 (proyecto de investigación) **Desarrollo y puesta a punto de un prototipo de adquisición de datos meteorológicos y biológicos de campo: Aplicación de la red WIFI de la RBD [Development of a prototype for field (meteorological and biological) data collection: Implementation using the ongoing WIFI network of Doñana Biological Reserve]**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Márquez Martínez de Orense, Rafael Ignacio
Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC
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: 5.800 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Dentro de Reserva Biológica, el Bolín y ya en END, el Arroyo del Partido.

RESULTADOS:

Durante el año 2007, el proyecto (ref 21/2007) ha cubierto su primer año. Junto a investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC, Madrid), en este proyecto participan investigadores de la Universidad de Sevilla y del Instituto de Microelectrónica (CSIC, Sevilla). Las actividades de investigación realizadas, durante el año 2007 han sido las siguientes, que pasamos a reseñar en relación con los objetivos del proyecto.

En julio se realizó una reunión en la Reserva Biológica de Doñana de todos los integrantes del proyecto con objeto de:

- Hacer una valoración *in situ* de las diferentes opciones a seguir de cara al desarrollo del prototipo de un estación de seguimiento con control remoto para grabación de la actividad sonora de las especies de anuros presentes en el área.
- Determinar un calendario de actividades.

Con respecto a la primera, se ha optado por el diseño de un prototipo de estación de seguimiento que facilite el registro de sonidos (así como de diferentes variables medioambientales) con capacidad de operación remota a través de la red inalámbrica disponible en el entorno de la Reserva Biológica de Doñana. En la actualidad se está trabajando en la definición de las especificaciones arquitecturales de dicho sistema y en la identificación de los distintos elementos hardware y software necesarios para su desarrollo.

Las actividades programadas incluyeron:

- El diseño de la placa ya señalado, estando prevista a lo largo del año 2008 su terminación y la realización de los test de laboratorio e "in situ", en el campo.
- La prospección del límite norte del P.N. Doñana, para determinar la ubicación de una nueva estación de seguimiento (en este caso, de manera preferente, para *Alytes cisternasii*) que será incluida en un fase posterior del proyecto
- La instalación de una placa solar para alimentación /recarga de la estación de seguimiento ya instalada (y alimentada mediante baterías convencionales) en la Reserva Biológica de Doñana (junto al Laboratorio del Bolín).

Las prospecciones se iniciaron ya durante el verano de 2007, pero no se pudieron dar por finalizadas hasta comprobar, en las primeras semanas de septiembre, el inicio de actividad sonora de *A. cisternasii* en los alrededores del puente del Ajolí (en el límite norte del Parque Nacional de Doñana).Tras reunión con los técnicos del P.Nacional y actuando en colaboración con guardas del P.Nacional, se decidió la ubicación de la nueva estación en la zona de Matasgordas (Coto del Rey, P.N. Doñana) en las proximidades del arroyo que discurre bajo del citado puente del Ajolí. La estación de seguimiento se ha dispuesto de manera que queda oculta a la vista. En la actualidad, consta de un froglogger (alimentado por una batería convencional) para registro de vocalizaciones de anuros y un dataloger (registro automático de datos climatológicos). Asimismo, y de acuerdo con los responsables del P.Nacional, se ha optado por no instalar una placa solar para su alimentación. Se están valorando varias alternativas para mejorar esta limitación.

Aprovechando las excepcionales condiciones de seguridad que brinda el laboratorio del Bolín, hemos procedido a instalar a primeros de diciembre una placa solar para solucionar los problemas de alimentación eléctrica de la estación de seguimiento ya instalada. Hemos constatado su funcionamiento, aunque para la valoración definitiva habrá que esperar más tiempo.

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
ÁREA DE ESTUDIO:

RESULTADOS:

Durante el año 2007 hemos prospectado nuevas poblaciones de la especie endémica de araña lobo *Donacosa merlini* (Araneae, Lycosidae) en la Reserva Biológica de Doñana y en el Parque Nacional de Doñana, siguiendo un gradiente ambiental que presumiblemente afecta al tamaño corporal en esta especie. Los muestreos se han realizado durante la época

reproductora, con el fin de capturar individuos adultos de ambos sexos y poder estimar la existencia de variación poblacional en las diferencias de tamaño entre machos y hembras maduros. Las arañas se han capturado, medido y devuelto inmediatamente a su localidad original, con el fin de realizar un seguimiento de su supervivencia y éxito reproductor. En el curso de los muestreos hemos recogido información adicional sobre la estructura demográfica y diversas variables ambientales que pueden explicar la posible variación en el tamaño corporal.

En el laboratorio hemos finalizado la recogida de datos sobre crecimiento, supervivencia y tamaño corporal de los adultos de esta especie, a partir de animales que hemos criado en condiciones experimentales y controladas desde su nacimiento.

Hemos finalizado el análisis de los datos sobre posibles preferencias de hábitat en esta especie, información que forma parte de diversas publicaciones que se relacionan en el anexo a este informe.

23/2007 (proyecto de investigación) **El papel de las carroñas en los ecosistemas de Doñana: estructura del gremio de los carroñeros e implicaciones en la conservación (The role of carrion resources in Doñana ecosystems: structure of the scavenger guild and implications for conservation)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Selva Fernández, Nuria
Institute of Nature Conservation (Polonia)
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: 3.200 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Marismillas, La Vera, El Puntal

RESULTADOS:

Esta primera fase del proyecto se ha desarrollado según lo previsto. Se ha realizado el seguimiento mediante foto-trampeo de un total de 28 carroñas (15 conejos y 13 ungulados) en el periodo del 20-11-2007 al 12-12-2007. Todas las carroñas fueron sometidas a las correspondientes inspecciones sanitarias antes de ser expuestas. El muestreo se fue realizando simultáneamente a 8-9 carroñas mediante cámaras automáticas Bushnell Trail Scout 2.1 MP activadas por movimiento (Fig. 1). Las cámaras se programaron con una cadencia de disparo de 30 segundos y permanecieron activas desde que la carroña fue expuesta hasta el completo consumo del cadáver. Las cámaras se revisaron cada 1-2 días. Los cadáveres se colocaron en dos zonas con distinta densidad de jabalí: (a) La Vera y El Puntal (7 ungulados y 9 conejos) y (b) Marismillas (6 conejos y 6 ungulados; Fig. 2), donde la densidad de jabalí es más elevada.

Esta primera temporada de campo prácticamente acaba de terminar, por lo que los resultados de los que disponemos son aún muy preliminares. Las cámaras automáticas

registraron más de 6000 eventos en los que se han podido identificar hasta el momento 17 especies de carroñeros presentes (Tabla 1). Las especies más frecuentemente registradas fueron jabalí, zorro y urraca. También fueron observadas consumiendo carroña de ungulado/conejo especies de interés en conservación, tales como el buitre leonado, el buitre negro, el águila imperial, el milano real o el lince ibérico (Fig. 3). Aunque no parece que haya grandes diferencias en el tiempo de consumo entre los dos tipos de carroña expuesta, el gremio de carroñeros y la fauna invertebrada asociada a cadáveres de conejo y de ungulados sí que parece ser muy distint

Figura 1. Equipo para foto-trampeo de especies carroñeras.

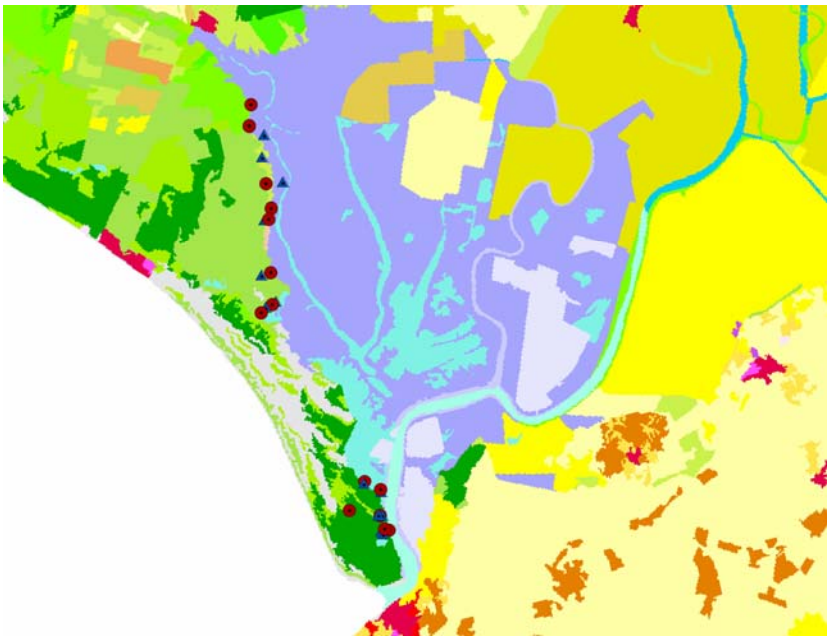


Figura 2. Localización de los cadáveres de conejos (círculos) y ungulados (triángulos). Se repitió una de las localizaciones de conejo en La Vera.

Tabla 1. Especies de aves y mamíferos cuya presencia en las carroñas fue registrada durante el periodo de estudio. La categoría "Otros ungulados" incluye ciervos, gamos, vacas y caballos que ocasionalmente fueron detectados por las cámaras.

AVES	MAMÍFEROS
Buitre leonado	Zorro
Buitre negro	Meloncillo
Águila imperial	Gineta
Milano real	Lince ibérico
Ratonero	Perro
Aguilucho lagunero	Jabalí
Cuervo	Otros ungulados
Urraca	
Rabilargo	
Garcilla bueyera	
Avefría	

Figura 3. Especies de interés en conservación detectadas en las carroñas.

24/2007 (proyecto de investigación) **Producción planctónica en las aguas someras de Doñana (Planktonic production in Doñana shallow waterbodies)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Quintana i Pou, Xavier
Universidad de Girona
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: 3.000 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Laguna de Santaolalla, Laguna Dulce, Laguna del Tarelo, Marisma de la Algaida, Lucio del Cangrejo

RESULTADOS:

Introducción y objetivos

Este estudio se centra en los niveles inferiores de la red trófica planctónica, lo que se conoce como microbial loop. Las interacciones entre organismos microbianos (autótrofos, heterótrofos o mixótrofos) pueden ser muy diferentes según el tipo de ambiente y los diferentes gradientes de salinidad y estado trófico. La presencia de macrófitos y los procesos de producción y descomposición asociados también pueden tener influencia en éstas interacciones. Desde el punto de vista aplicado, el proyecto sigue las premisas de La Directiva Marco del agua (2000/60/CE). Tal y como proponen varias de las métricas usadas por el proyecto ECOFRAME (Moss et al., 2003), el estado ecológico también puede determinarse desde un punto de vista funcional, lo cual, permitiría simplificar la taxonomía a grandes grupos, no taxonómicos, sino basados en el comportamiento trófico de los organismos.

El objetivo principal de este estudio es el de analizar la producción del sistema y la composición de las diferentes fracciones planctónicas encontradas en las aguas someras de Doñana (bacterioplancton, fitoplancton y zooplancton) bajo diferente condiciones hidrológicas y de contenido de nutrientes. Nuestra hipótesis es que a productividad de las marismas costeras, y por lo tanto de las aguas someras de Doñana, no está relacionada con la concentración de nutrientes, sino con su disponibilidad. La productividad de los productores primarios depende principalmente de la entrada de nutrientes externos, mientras que la actividad heterótrofa está más relacionada con la carga interna o las entradas externas de materia orgánica procedente de la cuenca de recepción (así como de la descomposición de vegetales terrestres y la defecación de las aves).

Los objetivos específicos son:

- Establecer la relación entre la disponibilidad de nutrientes y la capacidad productiva en las aguas de Doñana.
- Identificar qué factores ecológicos determinan la dominancia de la actividad de cada uno de los grupos tróficos microbianos.
- Analizar la respuesta de estos grupos planctónicos a los procesos de eutrofización y a la calidad del agua.

Localización y características de los puntos de muestreo

Se llevaron a cabo dos campañas en el Parque Nacional de Doñana, en dos momentos opuestos del ciclo hidrológico. La primera de ellas durante la semana del 22 al 28 de Enero de 2007 y la segunda del 14 al 20 de mayo del 2007. Para determinar la producción y la respiración de las lagunas se utilizaron los cambios en la concentración de oxígeno después de la incubación en botellas Winkler claras y oscuras. Para medir la concentración de oxígeno disuelto se utilizó un oxímetro LDO.

Algunas de las muestras se tomaron dentro del Parque Nacional, en la zona del Lucio del Cangrejo y en las lagunas peridunales de la Dulce y de Santaolalla. Otras se tomaron en lagunas afectadas por la actividad agrícola, como la laguna del Tarelo y otras en zonas afectadas por la marea, como la marisma de la Algaida.

Tabla 1. Localización y características fisicoquímicas de las lagunas y marismas muestreadas

Laguna	Localización (UTM)	Fecha	Conductividad ($mS \cdot m^{-1}$)	pH	Temperatura (ºC)
Dulce	723777, 4095885	24-01-07	0,98	7,74	8,5
		15-05-07	0,81	7,51	17,9
Santaolalla	724253, 4095803	24-01-07	3,65	8,36	9,7
		15-05-07	2,78	8,20	19,4
Zona Lucio Cangrejo	722829, 4106378	25-01-07	7,23	8,10	7,5
		16-05-07	4,81	7,97	21,7
El Tarelo	738836, 4081652	23-01-07	16,07	8,00	12
		17-05-07	14,69	9,34	22,2
Marisma de la Algaida	720243, 4087442	23-01-07	28,30	7,80	8,2
		17-05-07	24,70	9,45	24,4

Se escogieron estos puntos de muestreo por ser representantes de un amplio gradiente de conductividad y también trófico.

Además de las medidas de producción, en cada uno de los puntos de muestreo se midieron la temperatura, la conductividad y el pH, se tomaron muestras de materia orgánica total y disuelta (TOC y DOC) y de nutrientes inorgánicos (nitrato, nitrito, amonio, y fósforo reactivo soluble) y totales (nitrógeno total y fósforo total). Paralelamente, se analizaron las actividades enzimáticas de peptidasa y de fosfatasa. Estas dos actividades enzimáticas son indicadoras, respectivamente, de la captación de nitrógeno y de fósforo orgánico por parte de los microorganismos. Esta captación de la forma orgánica se produce con mayor intensidad cuando el respectivo nutriente inorgánico es limitante. Los métodos de análisis utilizados pueden encontrarse en Grashoff *et al*. (1983) y en Romaní (2000).

Resultados del primer año

Por lo que respecta al gradiente trófico, los diferentes puntos mostraron concentraciones diversas de nutrientes disueltos y totales (Figura 1). La ratio DIN (disolved inorganic nitrogen)/SRP(soluble reactive phosphorous) es menor o similar a 16 en las lagunas

Dulce, Sta. Olalla y en la marisma de la Algaida durante el invierno, hecho que sugiere una limitación por nitrógeno a la producción primaria. Por el contrario, en el Tarelo y en la zona del Lucio del Cangrejo la ratio es mayor, con lo que probablemente el fósforo es el nutriente limitante. Durante la primavera en Sta. Olalla, la marisma de la Algaida y el Tarelo la ratio está por encima de 16, en la Dulce está cercana a 16 y en la zona del Lucio los valores son inferiores. En cuanto a la ratio producción/respiración, es mayor en primavera que en invierno en todas las zonas muestreadas menos en la zona del Lucio.

Se ha relacionado la concentración de nutrientes, en concreto la ratio DIN/SRP con la ratio producción/respiración y también con la ratio actividad peptidasa/fosfatasa (Figuras 1 y 2). En el primero de los casos (Figura 1), puede observarse que no existe una relación directa entre la ratio de nutrientes y la producción primaria. Esto se confirma en la correlación de los parámetros ambientales y también de la ratios entre sí (Pearson, $p<0.05$). Así, no se ha podido observar una correlación clara de la producción con ninguna de las variables ambientales ni con sus ratios.

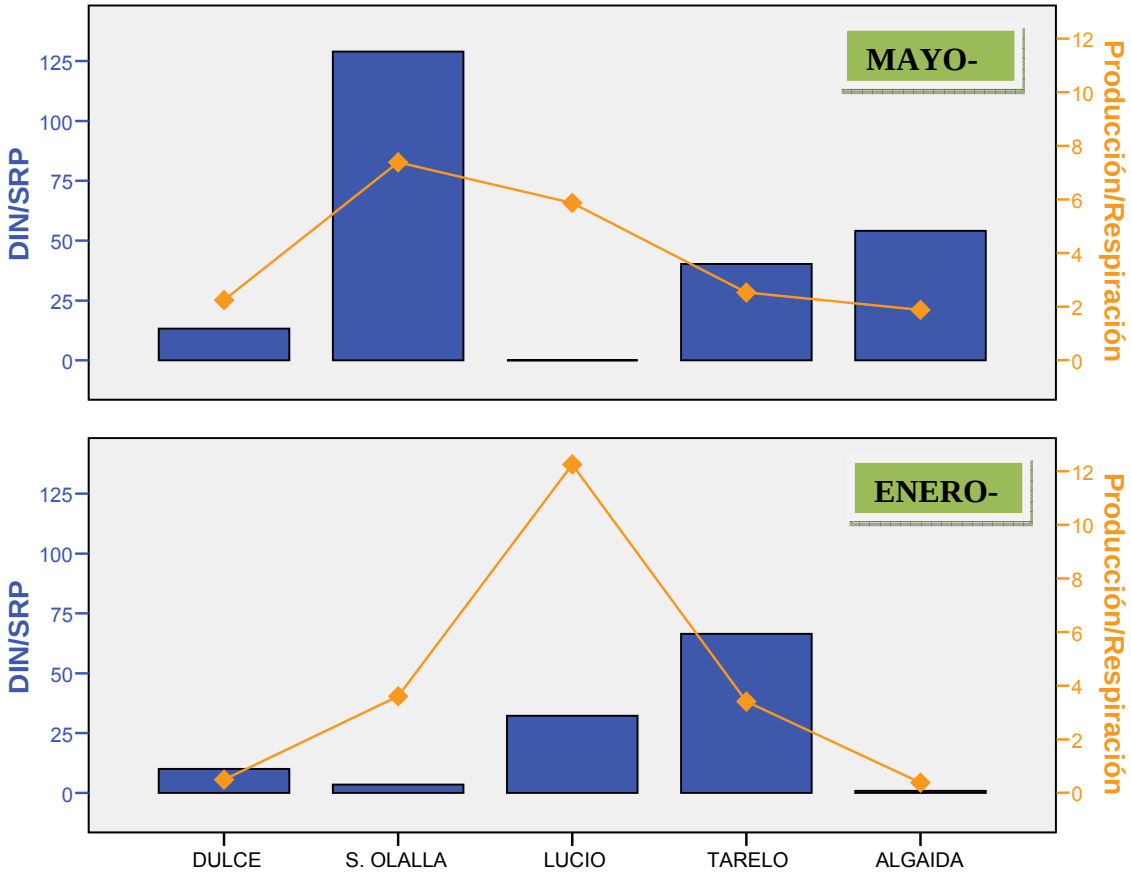


Figura 1. Representación de la ratio DIN (barras- Disolved Inorganic Nitrogen)/SRP (Soluble Reactive Phophorous) y la ratio producción/respiración (línea)

Respecto a la actividad de descomposición de la materia orgánica, tampoco la ratio DIN/PRS muestra una relación directa con la ratio actividad peptidasa/fosfatasa como puede observarse en la figura 2. Estas actividades están relacionadas con la liberación de nutrientes inorgánicos, nitrógeno y fosforo, respectivamente, mediante la descomposición de materia orgánica. Por ejemplo, ambientes limitantes en nitrógeno

inorgánico, están dominados por la actividad peptidasa. En Enero, la ratio actividad peptidasa/fosfatasa es mayor de 1 en tres puntos de muestreo, a pesar de que en algunos puntos la relación DIN/SRP es alta. En la Dulce y la zona del Lucio la ratio es próxima a 1. En primavera, la Dulce y el punto de la Algaida tienen una ratio menor a 1, mientras que el resto muestran una ratio superior. El caso del punto del Lucio coincide con lo explicado anteriormente, hay limitación de DIN y al mismo tiempo una actividad peptidasa alta, probablemente para suplir su consumo.

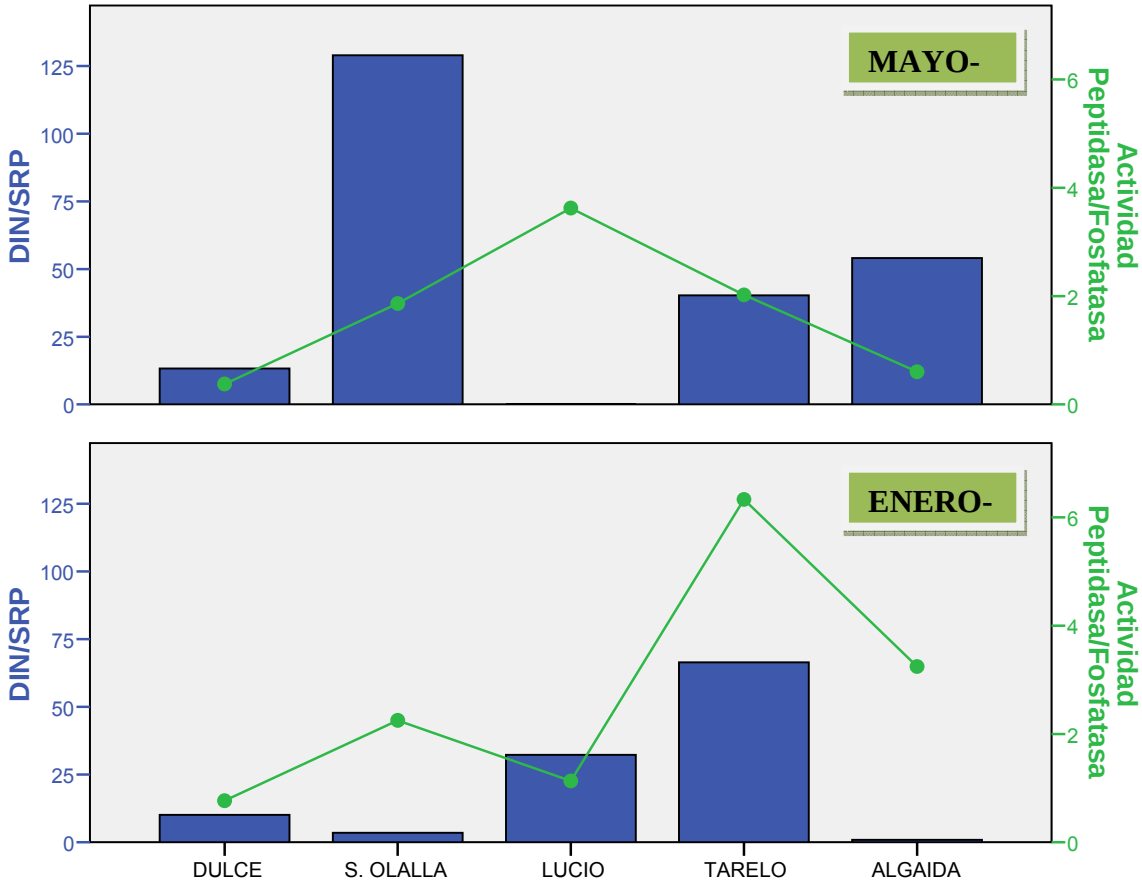


Figura 2. Representación de la ratio DIN (barras- Disolved Inorganic Nitrogen)/SRP (Soluble Reactive Phophorous) y la ratio actividad peptidasa/fosfatasa (línea)

En ambientes someros, según las condiciones ambientales, puede alternar la dominancia de productores primarios con la dominancia de una mayor actividad heterotrófica (Gilabert, 2001; Villena, 2006). Con el fin de analizar la importancia de una y otra, se han relacionado las diferentes variables ambientales con la ratio producción/respiración, mediante un análisis de componentes principales, para clasificar los diferentes puntos muestreados por sus características tróficas.

Las dos primeras dimensiones del análisis de componentes principales explican el 58.4% de la varianza. La primera dimensión (35.9% de la varianza) se relaciona principalmente con el contenido de nutrientes totales y con la actividad peptidasa. La laguna del Tarelo es la masa de agua con coordenada más positiva. En el otro extremo se encuentran La Dulce y el Lucio del Cangrejo. Existe una cierta componente estacional en esta dimensión, puesto que, en general, para una misma laguna la muestra

de mayo se encuentra en coordenadas más positivas que la de enero. Esto estaría de acuerdo con una cierta acumulación de materia orgánica y nutrientes en verano, que sin embargo, no ocurre en todas las lagunas.

La segunda dimensión (22.4% de la varianza) discrimina las muestras donde dominan los nutrientes inorgánicos (correlación positiva con los nutrientes inorgánicos) de las muestras ricas en contenido orgánico (correlación negativa con el TOC, el DOC y el amonio). También se correlaciona con la salinidad. En el extremo positivo se encuentran las muestras de la Marisma de la Algaida, mientras que en el extremo negativo se encuentran las de la Laguna de Santaolalla.

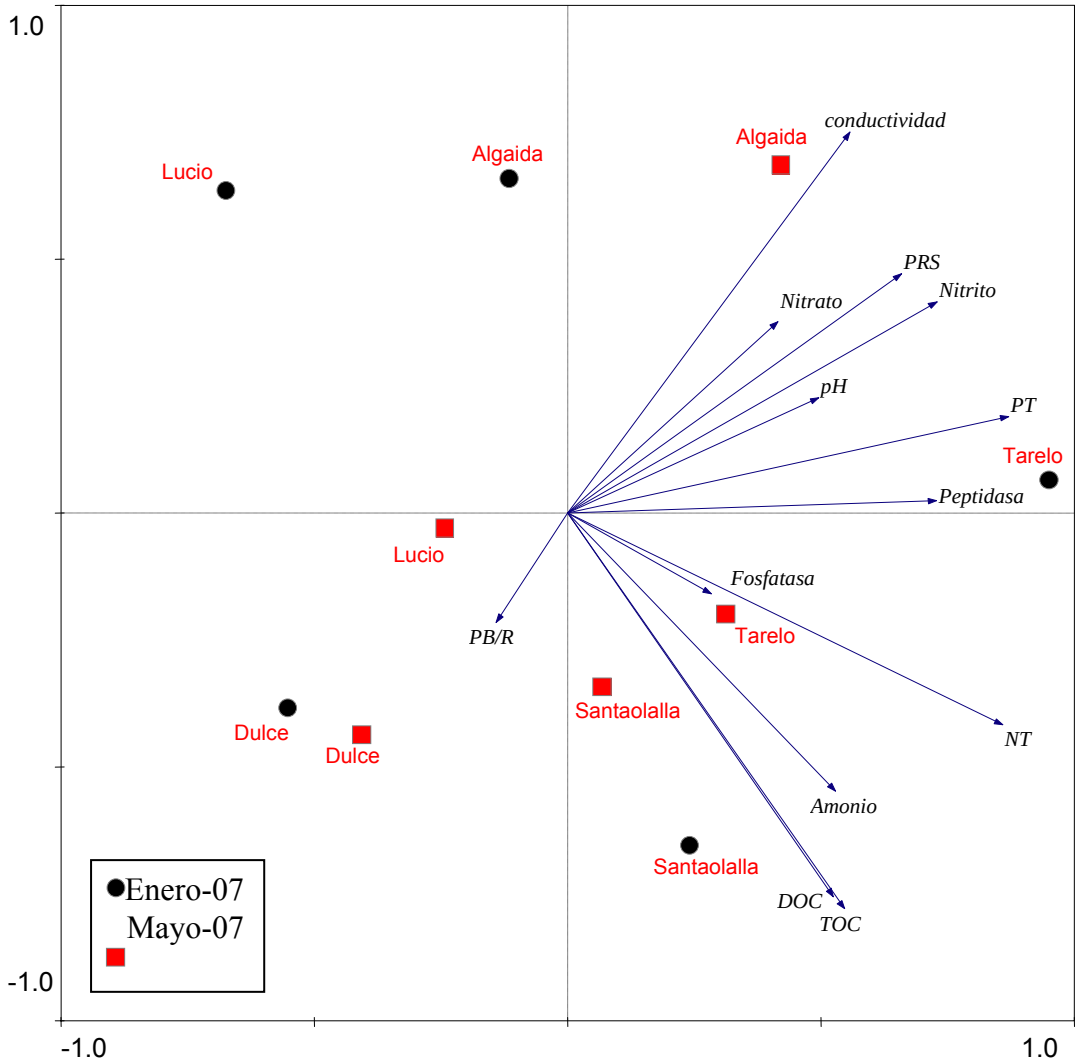


Figura 3. Representación de las dos primeras dimensiones del análisis de componentes principales.

Propuestas para el segundo año

A partir de los resultados descritos, se proponen dos aspectos a analizar durante el segundo año de proyecto. En primer lugar, los datos obtenidos se refieren a la influencia de variables abióticas sobre la producción planctónica, pero no al posible papel de los componentes bióticos, de gran importancia en el ecosistema de Doñana. La influencia de las aglomeraciones de aves sobre la producción planctónica y sobre la posible eutrofización del sistema acuático es uno de los objetivos a analizar durante este segundo año, en el que se buscará estudiar la producción y la composición planctónica en sistemas similares, con diferencias en las densidades de aves presentes.

En segundo lugar y a una escala espacial más amplia, surge la duda de si los patrones observados en los sistemas acuáticos de Doñana son generalizables a otros ambientes costeros. Para ello, se compararán los resultados de este estudio con los obtenidos en otros ecosistemas costeros situados en la costa mediterránea. Para esta comparativa se utilizarán estudios realizados en las lagunas costeras de Aiguamolls de l'Empordà, en Cataluña, de los que se dispone de datos de su funcionamiento ecológico (Quintana et al, 1998; López-Flores et al., 2007). Esto permitirá comparar sistemas ubicados en una zona climática similar, dominada por el clima mediterráneo, pero con funcionamiento hidrológico diferente, atlántico en Doñana y mediterráneo en Aiguamolls.

Referencias citadas

Gilabert, J., 2001. Seasonal plankton dynamics in a Mediterranean hypersaline lagoon: the Mar Menor. *Journal of Plankton Research*, 23(2):207-217

Grasshoff K, Ehrhardt M, Kremling K. 1983. *Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie: Weinheim.

López-Flores, R., Boix, D., Badosa, A., Brucet, S. & Quintana, X.D. 2006. Pigment composition and size distribution of phytoplankton in a confined Mediterranean salt marsh ecosystem. *Marine Biology*, 149: 1313-1324.

Moss B, Stephen D, Álvarez C, Bécares E, van de Bund W, Collings SE, van Donk E, de Eyto E, Feldmann T, Fernández-Aláez C et al. 2003. The determination of ecological status in shallow lakes: a tested system (ECOFRAME) for implementation of the European Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 507–549.

Quintana X.D., Moreno-Amich R., Comín F.A. 1998. Nutrient and plankton dynamics in a Mediterranean salt marsh dominated by incidents of flooding. Part.1: Differential confinement of nutrients. *Journal of Plankton Research* 20: 2089-2107.

Romaní, A. M., 2000. Characterization of extracellular enzyme kinetics in two Mediterranean streams. *Archiv für Hydrobiologie,* 148(1):99-117.

Villena, M. J., 2006. *Ecología de los lagos someros en la zona mediterránea. Importancia de los productores primarios*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia 210 pg.

25/2007 (proyecto de investigación) **Doñana 2005: cuando la sequía superó el límite de WUE (Doñana 2005: when the drought surpassed limits of WUE)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Delgado Huertas, Antonio
Estación Experimental del Zaidín, CSIC

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:
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Todo el Parque Nacional de Doñana

RESULTADOS:

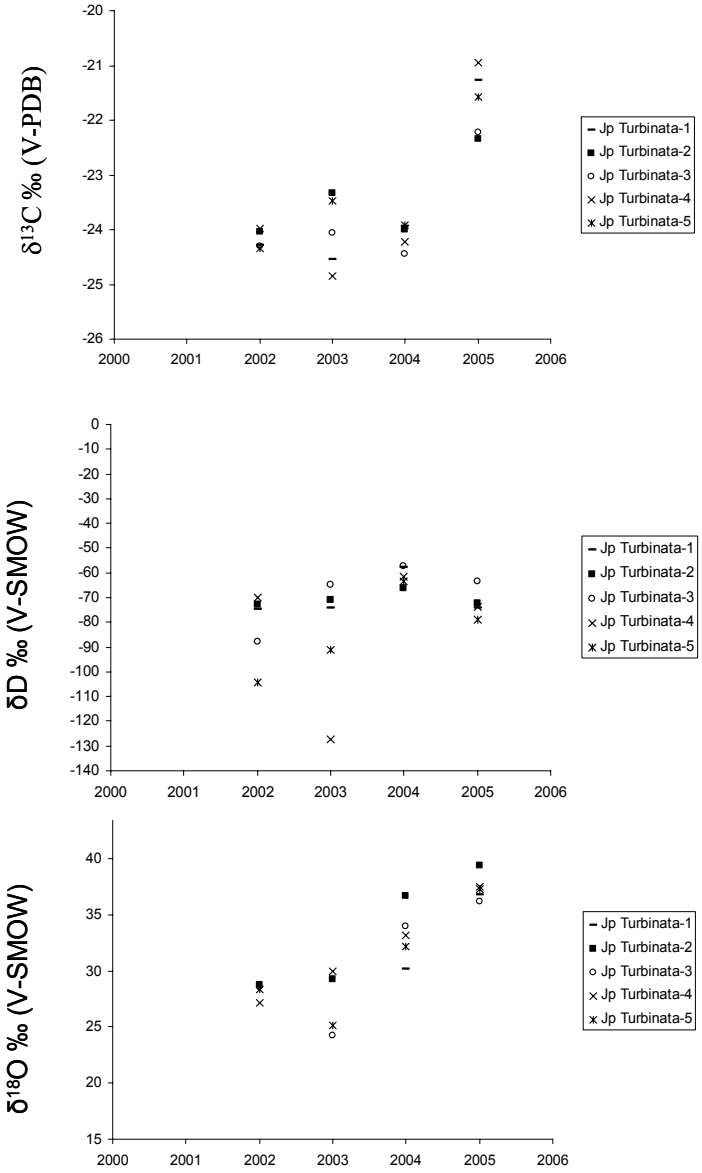


Fig. 1 Composición isotópica de tejidos de *Juniperus phoenicea subs turbinata* crecidos durante los años 2002, 2003, 2004 y 2005. Los datos isotópicos ($^{13}C/^{12}C$) de individuos sanos (o poco afectados) próximos a individuos enfermos nos han indicado que durante el 2005 estas plantas han estado muy afectadas por la escasez de agua. El salto hacia valores mucho menos negativos durante el año 2005 ha sido extremo e indica, en todos los casos estudiados, un esfuerzo importante por parte de la planta en la eficiencia del uso del agua. Los datos isotópicos del oxígeno indican que ya durante el 2004 el agua del suelo sufrió procesos importantes de evapotranspiración que se acentuaron durante el 2005.

Durante los periodos de sequía las plantas cierran los estomas para peder menos agua por transpiración. Esto se traduce en una menor entrada de CO_2 y el consiguiente fraccionamiento isotópico: una menor discriminación hacia el ^{12}C frente al ^{13}C. Por tanto, las razones isotópicas del carbono permiten medir el grado de estrés que esta sufriendo la planta. Así se ha podido detectar que la mortalidad anormalmente alta durante la sequía de 2005 esta relacionada con situaciones de estrés únicas en Doñana (Fig. 1). Los datos isotópicos de carbono muestran claramente que durante el 2005 las plantas de Doñana sufrieron un estrés muy importante por la falta de agua.

Durante el año 2007 se han realizado otro muestreo en más de 40 individuos del sabinar para analizar 13C/12C y se ha completado el estudio de valores isotópicos de oxígeno e hidrógeno del muestreo realizado en 2006. Los valores de oxígeno confirman las condiciones extremas del año 2005, pero también aportan datos sobre importantes procesos de evaporación del agua del suelo durante el 2004, lo que ya preparó una mala situación que se acentuó durante el 2005 (Fig. 1).

26/2007 (proyecto de investigación) **Explorando un biosensor avanzado para medir la calidad del agua in situ en la RBD (Exploring and advanced biosensor for in situ water quality measurements based on specific recognition elements and integrated multifactorial reading-futurse in RBD)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: López Rodas, Victoria
Universidad Complutense 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: 1.100 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Bolin, Caño del guadiamar (desembocadura), Rocina, Lucio de las Piedras

RESULTADOS:

Durante el año 2007 hemos explorado la realización de un biosensor avanzado para medir la calidad de agua en la Reserva Biológíca de Doñana.

Un biosensor se define como un dispositivo de análisis formado por un elemento de reconocimiento biológico asociado con un sistema de transducción que permite procesar la señal en presencia de un analito determinado. El principio de detección de un biosensor se basa en la interacción específica entre el compuesto o microorganismo de interés y el elemento de reconocimiento. Como resultado de esta unión se produce la variación de alguna propiedad que puede ser detectada. El término biosensor comenzó a utilizarse en 1977 cuando se desarrolló el primer dispositivo que utilizaba microorganismos vivos inmovilizados en la superficie de un electrodo sensible a amonio. A partir de entonces se utiliza el término biosensor para designar la unión entre un material biológico y un transductor físico. Y también desde la década de los 70 se ha ido desarrollando numerosos biosensores aplicados con mucho éxito en el campo de la medicina, la biotecnología, la seguridad alimentaría, etc..

Sin embargo no es hasta principios del año 2000 cuando se incorporan con fuerza los biosensores a la monitorización de parámetros medioambientales, tanto para el seguimiento de procesos naturales, como para la detección de tóxicos, plaguicidas, herbícidas, etc..

Los biosensores en general presentan una alta sensibilidad y fiabilidad, en general son de bajo coste y de manejo sencillo. Suelen ser equipos portátiles que permiten realizar análisis in situ. En la actualidad la tendencia es hacia la miniaturización mediante microelectrónica y al desarrollo dispositivos multianálisis. Quizá uno de los grandes inconvenientes de los biosensores basados en células enteras sea su baja especificidad, ya que muchos compuestos distintos podrían inducir la misma respuesta.

El equipo de investigación que dirijo lleva trabajando en el desarrollo de biosensores altamente sensibles y altamente específicos desde el año 2000, desde entonces hemos desarrollado una metodología genética que nos permite la construcción de biosensores basados en células enteras de microalgas con una gran sensibilidad y especificidad. La novedad de estos biosensores consiste en la obtención de dos cepas distintas de la misma especie: una sensible a la sustancia a analizar (que proporciona al biosensor la sensibilidad) y otra resistente (que le proporciona la especificidad) (Altamirano et al. 2004). La señal de medida utilizada es la inhibición del rendimiento cuántico del fotosistema II en el proceso de fotosíntesis.

Sin embargo cualquier tipo de sustancia tóxica en el agua inhibiría este rendimiento por lo que en este primer año hemos realizado un screening durante los días 3, 4 y 5 de Diciembre de 2007 con un fluorímetro de pulsos de amplitud modulada (Toxy-PAM), con objeto de conocer in situ la inhibición de la fotosíntesis y por tanto si existe algún tipo de toxicidad en las entradas de agua de Doñana (Rocina, Guadiamar y Mimbrales) así como en otros lucios y caños dentro de la Reserva. Así mismo se tomaron muestras para la identificación de especies.

En la tabla se muestran los resultados obtenidos correspondientes a la identificación de especies y a la determinación del porcentaje de inhibición del rendimiento cuántico de la fotosíntesis, en los distintos lucios y caños.

ESTACIÓN	PAM 15 Minutos			IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES
	µ.o	%INHIB.	s.d.	
ROCINA (laguillo)	D.c.	**-0,18**	0,34	*Pseudoanabaena sp.*, posibles blooms de *M.a.*
ROCINA(agua estancada en puente)	D.c.	**-1,08**	0,009	*Pseudoanabaena sp.* muy abundantes, Diatomeas, *M.a.*
MIMBRALES	D.c.	**-0,35**	0,82	Diatomeas
ARROYO PARTIDO	D.c.	**4,9**	0,3	*Scenedesmus sp*, diatomeas, posibilidad de *Microcystis aeruginosa*, clorofíceas, *Pseudoanabaena* sp., Euglenas.
GUADIAMAR/FAO	D.c.	**-1,57**	0,72	*Nitzschia* (muy abundantes), diatomeas (muy abundantes),

				blooms de *M.a., Anabaena sp., Pseudoanabaena sp.*
LUCIO CABALLERO	D.c.	**9,02**	1,53	Blooms de Microcystis aeruginosa rotos
CAQUERA	D.c.	**-4,53**	1,47	Diatomeas, *Nodularia* sp., *Pseudoanabaena* sp., *Spirulina*, posibilidad de *M.a* rotos
BOLÍN	D.c.	**0,25**	0,64	*Nodularia sp.,* posibles *M.a.* rotos., Diatomeas, *Oscillatoria sp., Pseudoanabaena sp.*
MEMBRILLO	D.c.	**3,09**	2,28	Diatomeas, *Nodularia* sp., *Pseudoanabaena* sp., *Spirulina*, posibilidad de *M.a* rotos
MARILÓPEZ	D.c.	**2,11**	0,74	Posibilidad de *Microcistis aeruginosa*
BRENES	D.c.	**-0,85**	0,71	Diatomeas, no se puede diferenciar nada más porque está bastante deteriorada la muestra
VETALENGUA	D.c.	**4,39**	0,51	Diatomeas (*Nitzchia*), Spirulina, *Nodularia* sp., posibilidad de colonias de *Microcystis* sp. rotos pero se confunde con suciedad, Zooplancton
ESPAJOSA	D.c.			Euglenas , *Scenedesmus sp.*, *Nitzschia auricularis*, posibles *Microcystis aeruginosa* rotos.

La presencia en el agua de algún tipo de tóxico determinarían inhibiciones en torno al 40%. A la vista de los resultados obtenidos podemos concluir que en las fechas de los muestreos la inhibición del rendimiento cuántico fue despreciable en todos los casos, y solamente señalar que el Lucio Caballero fue el de mayor inhibición en torno al 10%.

Además, durante el año 2007 hemos obtenido cepas resistentes de la cloroficea aislada de la Reserva Biológica de Doñana *Dyctiosphaerium chlorelloides* a dos herbícidas muy usados en el entorno de Doñana como son la simazina y el glifosato, con objeto de monitorizar en las entradas de agua la presencia de estos dos compuestos durante el año 2008. (López-Rodas et al. 2007).

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

ÁREA DE ESTUDIO:

RESULTADOS:

Durante el año 2007 se ha ejecutado la primera campaña de muestreo de suelos, barriendo un abanico representativo de localidades de la comarca de Doñana con diferentes tipos de cultivo, siendo destacable la mayor abundancia de suelos tomados en la zona de cultivo de fresas. Las muestras de suelo están siendo procesadas actualmente para la identificación y cuantificación tanto de DDT como sus metabolitos. Paralelamente se han analizado muestras de DICOFOL que han podido ser empleadas en cultivos de la comarca de Doñana. Resulta destacable el haber encontrado en estas formulaciones técnicas una cantidad importante de DDE, en concreto valores del orden de 4,3 g/L en la formulación de Dicofol al 48%, mientras que los valores son de 1,4 g/L para la formulación de Dicofol al 16%. Esta información es particularmente interesante para poder evaluar los niveles relativamente altos de DDE que se han encontrado en un estudio previo llevado a cabo en huevos infértiles de *Milvus milvus*, en la que se encontraron intervalos de concentraciones comprendidas entre 0,1 y 33 ug/g (peso fresco). Asimismo, durante esta anualidad se ha trabajado en la puesta a punto de las técnicas de Cromatografía Multidimensional para poder llevar a cabo el estudio de las relaciones enantioméricas del DDT en las muestras de suelo tomadas.

29/2007 (proyecto de investigación) **Mecanismos de invasión en ecosistemas costeros**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Muñoz Reinoso, José Carlos
Universidad de Sevilla
ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa
CANTIDAD: 2.500 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Dunas móviles del Espacio Natural de Doñana, centrado fundamentalmente en el tramo Inglesillo Viejo-Desembocadura.

RESULTADOS:

Con este proyecto se ha iniciado el estudio de la invasión de los enebrales de *Juniperus oxycedrus* subs. *macrocarpa* por el pino piñonero *Pinus pinea*. Esta invasión, que se produce desde repoblaciones cercanas, supone uno de los principales problemas que sufre el enebral costero de Andalucía por distintos aspectos.

El estudio se ha realizado en el Espacio Natural de Doñana, en la zona de El Inglesillo Viejo, a unos 17 kilómetros de Matalascañas. En el estudio se han identificado distintas zonas de invasión. En ellas se ha registrado con GPS la posición de los pinos que invaden la zona y se han estimado sus edades. Además, a los pinos se les han tomado datos de altura, radio de copa, vegetación bajo su copa, situación geomorfológica, microhabitat, distancia a pinos próximos, así como distancia a otras especies importantes como el enebro y la sabina.

Aunque los datos no han sido aún procesados, la invasión por los pinos parece producirse de forma saltacional, provocando una modificación en el medio físico, que facilita su propagación en el área de estudio, así como la entrada de otras especies que

inciden en la modificación del hábitat y en la colonización de las especies vegetales distintas del enebro marítimo.

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:

El proyecto citado anteriormente fue concedido en Abril de 2007, por lo que apenas lleva 6 meses en vigor. Durante este tiempo se han realizado dos tomas de muestras, una en el mes de Julio y otra en el mes de Diciembre.

En la toma de muestras de Julio se recogieron un total de 100 muestras de heces pertenecientes a las siguientes especies: vacas, caballos, jabalís, conejos, ciervos, gamos, liebres, milanos, golondrinas y estorninos, así como escarabajos.

Del total de muestras procesadas se han obtenido aislamientos positivos para clostridios en 42 de ellas, perteneciendo estos aislamientos a 4 especies animales diferentes. Actualmente nos encontramos terminando la caracterización genotípica de estas cepas y analizando los resultados obtenidos. Desafortunadamente, lo que sí podemos afirmar es que ninguno de estos clotridios es *C.difficile*.

El hecho de recoger las muestras en el mes de Julio nos planteó algunos problemas debido a las altas temperaturas que provocaban un excesivo desecamiento de las heces. Esta situación nos condujo a la puesta a punto de un nuevo método de procesado de muestras desecadas para la recuperación de *Clostridium* en heces de animales salvajes. Brevemente, dicha metodología se basa en la preincubación de las heces en PBS durante 4 horas a 37ºC. Este tiempo resulta suficiente para conseguir la recuperación de un mayor número de clostridios cuando se procede a su siembra en el medio de cultivo diferencial AGAR CLO. La descripción de dicha metodología dará lugar a una publicación, que se encuentra actualmente en fase de redacción, y esperamos pueda ser publicada en una revista de prestigio habida cuenta del avance que supone en cuanto al procesado de este tipo de muestras, y que puede cambiar los protocolos que utilizan los laboratorios de microbiología en todo el mundo.

En cuanto al muestreo del mes de Diciembre, acaba de terminar en esta semana. Ha resultado más productivo que el del mes de julio, habiéndose obtenido cerca de 400 muestras de muy variadas especies animales. Resulta de destacar las muestras obtenidas de Gansos, cuyos resultados será muy interesante comparar con lo que obtengamos en el muestreo del mes de Marzo, poco antes de que partan de Doñana a su residencia de estío. Esto nos va a permitir comprobar como varía la población microbiana intestinal

de clostridios durante su estancia en Doñana. En estos momentos estamos comenzando con el procesado microbiológico de todas estas muestras. Resulta de destacar también la oportunidad que hemos tenido de obtener muestras de animales de sangre fría, concretamente tritones.

El próximo muestreo está previsto para el mes de Marzo, coincidiendo con la próxima marcha de los gansos. Poco después se comenzará el muestreo de otra especie migratoria, como es el milano negro.

Finalmente, y aunque no tiene una relación directa con la Estación Biológica de Doñana, decir que dentro de este proyecto se contempla el análisis de muestras de animales domésticos. Concretamente se han procesado 780 muestras de ganado porcino, encontrando un 30% de animales portadores de *C.difficile*. El ribotipado de estas cepas se ha desarrollado en el Hospital General Gregorio Marañón, parte coordinada del presente proyecto, indicando que el ribotipo mayoritario encontrado en cerdo se aisla también de humanos, en unos porcentajes de los totales que si bien son bajos (14%), se considera, comparando con años anteriores, que son crecientes. Esperamos en el próximo año poder realizar este tipo de comparaciones con los aislados obtenidos de animales salvajes en Doñana.

31/2007 (proyecto de investigación) **Prospección del estado ecológico del complejo lagunar Santa Olalla-Dulce-Las Pajas**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Prenda Marín, José
Universidad de Huelva
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente, C.H. Guadalquivir, AYESA
CANTIDAD: 380 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Santa Olalla-Dulce-Las Pajas

RESULTADOS:

Los muestreos se realizaron los días 6 y 7 de septiembre 2007. Se colocaron las artes de pesca en dos puntos de la laguna de Santa Olalla y en un punto de la laguna Dulce durante doce horas cada uno. La laguna de la Pajas no se muestreó por el bajo nivel de agua que presentaba. Además de numerosos ejemplares de cangrejo rojo, se encontraron dos especies piscícolas, *Ciprinus carpio* y *Gambusia holbrooki*, siendo ésta última más abundante en Santa Olalla (más de 3550 ejemplares) y la única detectada en Dulce. En Santa Olalla la conductividad eléctrica fue más elevada (5.63 mS/cm) que en Dulce (1.95 mS/cm). Las concentraciones medias de clorofila planctónica fueron muy elevadas sobrepasando los 300 µg/l en ambas lagunas. Durante el día no se registraron condiciones de anoxia. En la laguna Dulce se detectó un desarrollo masivo de cianobacterias. Los resultados preliminares de la identificación de este organismo apuntan a la especie *Aphanocapsa holsatica*.

33/2007 (proyecto de investigación) **La interfase entre el carbono orgánico disuelto y el particulado en ecosistemas lacustres: implicaciones para las redes tróficas y el ciclo del Carbono**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Reche Cañabate, Isabel
Universidad de Granada
ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MEC
CANTIDAD: 3.000€ (Doñana) 107.100 € (Total)
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Santa Olalla y Dulce

RESULTADOS:

Lamento comunicarles que tanto las muestras de carbono orgánico como las de diversidad microbiana tomadas durante 2007 en las lagunas de Santa Olalla y Dulce aún no han sido procesadas por lo tanto, desafortunadamente, no puedo facilitarte ningún resultado.

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:
DURACIÓN: 2007-2009
ÁREA DE ESTUDIO: Junto al Palacio de Doñana en el espacio reservado para los trabajos de campo.

RESULTADOS:

El día 24 de Septiembre de 2004 se instaló en las proximidades del Palacio de Doñana la estación sísmica portátil compuesta por un sistema de adquisición "Taurus" y un sensor Trilium 120 (ambos de Nanometrics). El sistema se alimenta mediante baterías de gel cargadas por paneles solares (ver foto en la hoja adjunta).

El día 29 de Noviembre ese efectuó el primer mantenimiento para volcado de datos.

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:

Nuestro grupo de investigación ha realizado una toma de datos sobre el sistema de apareamiento del ciervo desde el 27 de agosto al 22 de septiembre de 2007. El área de estudio se ha centrado en la vera, desde la zona del Palacio de Doñana hasta Martinazo.

Por un lado se han recogido datos sobre el estado de las praderas y de la zona adyacente de marisma cubierta por castañuela (*Scirpus maritimus*) y carrizo (*Phragmites australis*), se han realizado 273 medidas repetidas en cuadrículas de 50x50 metros entre las que se incluyen: tipo de vegetación, altura y cobertura.

Por otro lado se han registrado datos sobre el comportamiento de los ciervos durante el celo, para ello se ha contado con cuatro puntos de observación localizados en la vera, de sur a norte: uno en el chalet, otro en la torre del bolín, otro cerca del alcornoque 105 y el último en Martinazo. En cada puesto ha estado un observador durante todo el periodo de estudio anotando cada día la posición, el sexo y la edad relativa de cada animal en diferentes barridos sistemáticos, además los machos de mayor tamaño fueron identificados mediante rasgos morfológicos propios lo que ha permitido el seguimiento de su posición y comportamiento durante diferentes días. Los observadores también registraron las diferentes interacciones que se pueden producir entre machos y entre machos y hembras. Con el fin de establecer la fenología de la berrea se anotaron el número de berridos totales por unidad de tiempo, así como el número de berridos de cada macho en particular.

36/2007 (proyecto de investigación) **Estudio para la detección de hongos quitridios (Batrachochytrium dendrobatidis) en las poblaciones de anfibios de Doñana**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Hidalgo Vila, Judith
Institute of Zoology. Zoological Society of London (Inglaterra)
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: 1.950 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana y Parque Nacional de Doñana y caños del Parque Natural de Doñana

RESULTADOS:

El primer periodo de toma de muestras para la detección de hongos quitridios (*B. dendrobatidis*) en los anfibios de Doñana se ha realizado del 10 al 21 de Diciembre de 2007.

Este primer periodo se ha caracterizado por la ausencia de lluvias, circunstancia que ha dificultado la captura de ejemplares de determinadas especies como *Pelodytes ibericus* y *Discoglossus galganoi.*

Se ha tomado muestras a un total de 433 individuos adultos de 9 especies diferentes:

- 1 *Bufo bufo*
- 30 *Bufo calamita*
- 4 *Discoglossus galganoi*
- 100 *Hyla meridionalis*
- 56 *Pelobates cultripes*
- 51 *Pleurodeles waltl*
- 41 *Rana perezi*
- 55 *T. boscai*

- 95 *T. pygmaeus*

Los individuos se han capturado en 20 puntos diferentes de la Reserva Biológica de Doñana y Parque Nacional de Doñana, incluyendo lagunas permanentes, temporales, efímeras, caminos e incluso lugares de refugio para los anfibios.

Los análisis de las muestras tomadas durante este periodo se realizarán en el Institute of Zoology (Zoological Society of London) a partir de Enero de 2008 por lo que hasta el momento no podemos aportar resultados.

37/2007 (proyecto de investigación) **Caracterización hidrológica de los humedales de Doñana, estudio de las afecciones antrópicas y previsión de impactos del cambio global mediante técnicas químicas, isotópicas e hidrodinámicas**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Higueras García, Horacio Luis
Universidad Politécnica de Cartagena
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: 5.200 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO:

RESULTADOS:

El proyecto se inició en Enero de 2007, fecha de incorporación del presente investigador, al grupo de investigación que dirige la Dr. Marisol Manzano en la Universidad Politécnica de Cartagena,. Dicho proyecto ha sido considerado de interés por el Organismo Internacional de Energía Atómica para formar parte de un Proyecto de Investigación Coordinado sobre el uso de técnicas isotópicas para estudiar la hidrología de humedales.

Los principales objetivos contemplados en el proyecto son:

1. Conocer la relación de los humedales con la red hídrica de la cuenca (relación con el acuífero subyacente y con la escorrentía superficial).
2. Conocer la contribución de las distintas fuentes de agua a humedales seleccionados y el papel de los distintos flujos en el funcionamiento hidrogeológico y ecológico del mismo, en función de su procedencia y sus características hidroquímicas, así como los patrones temporales y espaciales de funcionamiento hidrológico.
3. Identificar posibles contaminantes atmosféricos y agrícolas en los flujos que abastecen a los humedales estudiados, observar la evolución de algunos de ellos (tales como NO_3^-, PO_4^{3-} y SO_4^{2-} y otros) dentro del humedal y en el entorno, estudiar los procesos modificadores y establecer el posible papel del humedal en la atenuación de la contaminación.
4. Reducir la incertidumbre en los modelos conceptuales y numéricos sobre la hidrología de los humedales seleccionados. Se evaluará el estado de perturbación actual de los mismos y se comparará, mediante modelación numérica, su evolución futura según diferentes actuaciones de gestión.

El estudio se ha centrado inicialmente en Soto Grande, un humedal tipo arroyo hipogénico, es decir alimentado por aguas subterráneas, aunque no se descarta que pueda ser ampliado a otros arroyos hipogénicos de la zona, tales como Soto Chico o Caño Mimbrales.

El cumplimiento de los objetivos requiere la caracterización hidrodinámica e hidroquímica del arroyo a través de una serie de muestreos periódicos. El plan de trabajo para llevarlos a cabo es el siguiente:

1. Diseño de una red de muestreo representativa tanto de aguas subterráneas como superficiales y toma de muestras de lluvia. Para la medida de niveles y la toma de muestras de aguas freáticas se construirá una red de piezómetros manuales dispuestos en transeptos perpendiculares al humedal y paralelos entre sí, con el fin de poder observar con detalle la red de flujo entre el terreno y el humedal.
2. Medición de niveles piezométricos y de caudales superficiales para establecer la red de flujo y cuantificar las entradas y salidas de agua: Se realizarán medidas mensuales del nivel freático, que se complementarán con medidas de niveles profundos en sondeos mecánicos ya existentes.
3. Muestreo de aguas para análisis químicos e isotópicos de aguas superficiales, subterráneas freáticas y profundas y agua de lluvia. La periodicidad debe ser estacional (trimestral) para poder observar la influencia meteorológica y la de la actividad agrícola. Se realizarán análisis químicos convencionales (componentes mayoritarios, minoritarios y trazas) y análisis isotópicos. Los análisis isotópicos inicialmente previstos contemplan isótopos del agua (^{18}O y ^{2}H), isótopos del sulfato disuelto (^{34}S y ^{18}O), isótopos del nitrato disuelto (^{15}N y ^{18}O), isótopo estable del carbono inorgánico disuelto total (^{13}C), y la relación $^{87}Sr/^{86}Sr$.
4. Interpretación de datos hidrodinámicos e hidroquímicos. El objetivo es confeccionar un modelo conceptual robusto que explique el funcionamiento hidrodinámico e hidrogeoquímico de los humedales estudiados,el cual deberá ser validado mediante modelación numérica, utilizando los códigos PHREEQC (modelación hidrogeoquímica) y MODFLOW o similar (modelación hidrodinámica).

Los trabajos que se han realizado en el presente año han sido los siguientes:

1. Se ha finalizado la red de de piezómetros manuales prevista en el arroyo de Soto Grande, aunque su ampliación o modificación estará supeditada a los resultados que vayamos obteniendo. La construcción de la red se inició a mediados de 2006 dentro de los trabajos correspondientes al proyecto Doñana 12/2005, aunque gran parte de los piezómetros se han instalado entre Marzo y Julio de 2007. La red consta de 20 sondeos en todo el cauce distribuidos en 5 transeptos de 4 sondeos cada uno: un transepto en la cuenca alta, otro en la cuenca media y tres en la desembocadura. Además, disponemos de 8 sondeos distribuidos a lo largo de toda la balsa Sur, desde la recepción de aguas procedentes del Dren Sur hasta la salida de la propia balsa.

2. Hasta Julio no se había realizado un seguimiento mensual del nivel de estos sondeos. En Julio se acordó con el Instituto Geológico y Minero de España la medición mensual de los mismos, por lo que se disponen de medidas de nivel mensuales desde Julio hasta diciembre, donde la baja del personal encargado ha imposibilitado la tarea.

3. Respecto a la caracterización hidroquímica, Se han realizado dos campañas de muestreo (Marzo y Junlio de 2007). En ambas campañas se han realizado determinaciones de componentes mayoritarios, algunos minoritarios (NO_2^- y NH_4^+entre otros) y determinaciones isotópicas antes señaladas. Para la campaña de julio se ha prescindido de analizar los isótopos del agua (^{18}O y ^{2}H), así como la relación $^{87}Sr/^{86}Sr$. Se esta a la espera de recibir los resultados del ^{13}C correspondiente a marzo, y los resultados de los restantes de la campaña de julio.

   En noviembre del presente año se instalaron dos captadores de lluvia, y que pretende recoger lluvia mensual durante todo un año a fin de caracterizarla hidroquímica e isotópicamente. Los lugares elegidos han sido la casa de visitantes de La Rocina, y la estación meteorológica del Palacio de Doñana. La recogida mensual de la lluvia esta siendo llevada a cabo con la colaboración de personal de la Guardería del Parque y de la Estación Biológica de Doñana. Hasta ahora sólo se dispone de la lluvia recogida en el mes de noviembre, y todavía no ha sido analizada.

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
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.

Se han establecido 18 parcelas de seguimiento del matorral 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 ha cuantificado durante el año 2007 el grado de afectación de la cobertura vegetal dos años después del episodio de sequía. Se ha estimado el porcentaje de mortalidad de las principales especies del matorral (*Halimium halimifolium, Halimium commutatum, Cistus libanotis Rosmariuns officinalis, Lavandula stoechas, Thymus*

mastichina, Helchrysum italicum, Stauracanthus genistoides) y la densidad de plántulas de las diferentes especies que se han establecido después del episodio. También se han recogido muestras de suelo para determinar el banco de semillas susceptible de originar nuevas poblaciones.

Los datos preliminares apuntan a un rápido establecimiento y a un vigoroso crecimiento de las plántulas establecidas después del la sequía que sugieren un rejuvenecimiento del matorral. Sin embargo se requiere continuar los muestreos de campo y un análisis pormenorizado de los datos para precisar las tendencias de cambio en la comunidad.

39/2007 (proyecto de investigación) **Biosensores microalgales y sensores químicos avanzados sobre fibra óptica para monitorización in situ de la calidad del agua en la RBD (Advanced microalgal fiber-optic biosensors and chemical sensors for in situ water quality monitoring in the DBR)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Orellana Moraleda, Guillermo
Universidad Complutense 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: 1.950 €
DURACIÓN: 2007-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Lucio del Bolín, La FAO, La Rocina, Caño del Guadiamar

RESULTADOS:

Regardless the nature of the transducing element (optical, electrochemical, piezoelectric,…), a biosensor may be considered as any device to perform analytical measurements (typically in situ, continuously and in real time) where a *biological recognition element* is built in (physically attached or confined) and is the primary selectivity element.[1] The "biological" recognition element is isolated from a living system (e.g. enzymes, antibodies, genetic material, etc.) or uses the whole organism (e.g. cells, bacteria, fungi, microalgae,…).

Biosensor research is an area of multidisciplinary nature which demands an appropriate knowledge of disciplines such as chemistry, physics, biology and engineering, plus an understanding of the end-user needs in areas as diverse as environmental monitoring, process analysis, health care, clinical biochemistry and defence, among several others. The world market for biosensors was 5 x 10^6 USD in 1985 (mainly non-optical ones), but had grown up to more than 5 x 10^9 USD twenty years later.[2]

The recently approved *EU Water Framework Directive* or WFD in short, and other national regulations around the globe, will require an important additional effort to monitor in situ, continuously and in real time the numerous chemical substances proposed as targets due to the fact that nowadays there are neither enough methods already validated and robust to perform adequately in situ nor they are sensitive enough.[3] These are the issues where biosensors in general and particularly microalgal-based ones are bound to become essential tools to chemical analysis and environmental

[1] P. T. Kissinger (2005), "Biosensors–a perspective", *Biosens. Bioelectron.* 20, 2512–2516.
[2] A. P. F. Turner (2005), "Biosensors and bioelectronics 20 years on", *Biosens. Bioelectron.* 20, 2387.
[3] Coger and Law (2005), *Biosens. Bioelectron.*, *20*, 1903–1913.

monitoring.[4] Real-time in situ monitoring in selected sites at RBD would provide an early alarm system to detect the input of waterborne potentially toxic species.

Biosensors based on *whole cells* can be an attractive option provided the microorganisms used as recognition elements are easy to isolate and manipulate (widely available, non-hazardous), their culture and maintenance is inexpensive and they provide reliable information on the presence of the target toxic agent. The essence of a whole-cell biosensor is to display a cellular activity sensitive enough to stressed environments but insensitive to the physical and chemical features of the medium it operates, insensitive to the cell life cycle and to the availability of nutrients. Last but not least, it should allow easy integration with an appropriate transducer of the biological signal (optical, electrical). Therefore it is not a surprise that green **microalgae** have been used in the development of biosensors capable of responding to critical changes in aquatic ecosystems. Such biosensors are based on the inhibiting effect on the *photosynthetic activity* of algae by some toxicants. The activity status of green algae can be optically monitored by either the *fluorescence intensity* of their chlorophyll molecules or their *production of molecular oxygen* (O_2). The latter is a more robust method (particularly if based on state-of-the-art Ru(II) luminescent sensors),[5] because it is not affected by parasitic fluorescence or interferent species present in the water, and increases the operational lifetime.

The multidisciplinary research team of the Madrid Community-funded "Futursen" project is actively developing biosensors for pesticides, toxins and heavy metals monitoring in natural waters based on *Dictyosphaerium chlorelloides* (from the algae culture collection of COVEMI Group, Faculty of Veterinary Medicine, UCM) immobilized into a porous membrane in close contact with a O_2-sensitive luminescent film (see Figure).[6] In order to provide high sensitivity to the microalgal biosensor the "Futursen" team has selected in the laboratory those cell strains that are more sensitive to lower concentrations of a particular toxicant (e.g. the commonly used *simazine* pesticide). The genotype selection has not been performed by genetic manipulation (the microalgae we use are *not genetically modified organisms*) but relies in the so-called *fluctuation analysis*.[7] Selectivity is provided by selection of resistant strains using the same technique, so that the *fiber-optic biosensor* has a dual head (for the sake of clarity, only a single head is depicted in the Figure) containing either *sensitive or resistant strains*, the differential response of which (O_2 production) in the presence of the target pollutant serves as a criterion to assess the existence of such toxicant above a particular concentration level. The photosynthetic activity of the immobilized biomass is interrogated at selected intervals thanks to a pulse of light from a super-bright blue LED (see Figure). Delivery of light and O_2 monitoring are carried out via optical fibers to/from an advanced optoelectronic Optosen® unit (Interlab IEC, Madrid). The multichannel nature of the system allows simultaneous monitoring of different chemical parameters (e.g. dissolved oxygen level, pesticide concentration, pH…).

Simazine, a member of the triazine-derivatives group, is a residual non-selective herbicide widely used to control weeds in fruit ad vegetable crops, citrus, Christmas

---

[4] Rodríguez-Mozaz et al. (2006) *Anal. Bioanal. Chem. 386*, 1025–1041.

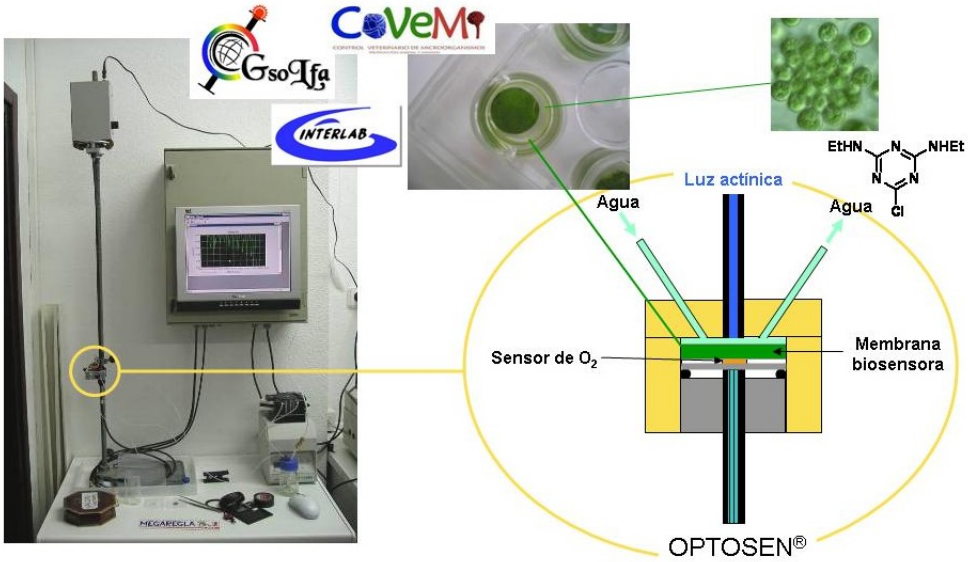
[5] G. Orellana and D. García-Fresnadillo (2004), "Environmental and industrial optosensing with tailored luminescent Ru(II) polypyridyl complexes", in R. Narayanaswamy and O.S. Wolfbeis (Eds.), *Optical Sensors: Industrial, Environmental and Diagnostic Applications*, Springer, Berlin-Heidelberg; pp. 309–357.

6 F. Navarro-Villoslada; G. Orellana; M.C. Moreno-Bondi; R. Vick; M. Driver; G. Hildebrand; K. Liefeith (2001), "Fiber-optic luminescent sensors with composite oxygen-sensitive layers and anti-biofouling coatings", *Anal. Chem.* 73, 5150–5156.

7 M. Altamirano, L. Garcia-Villada, M. Agrelo, L. Sánchez-Martin, L. Martín-Otero, A. Flores-Moya, M. Rico, V. Lopez-Rodas and E. Costas (2004), "A novel approach to improve specificity of algal biosensors using wild-type and resistant mutants: an application to detect TNT", *Biosens. Bioelectron.* 19, 1319–1323.

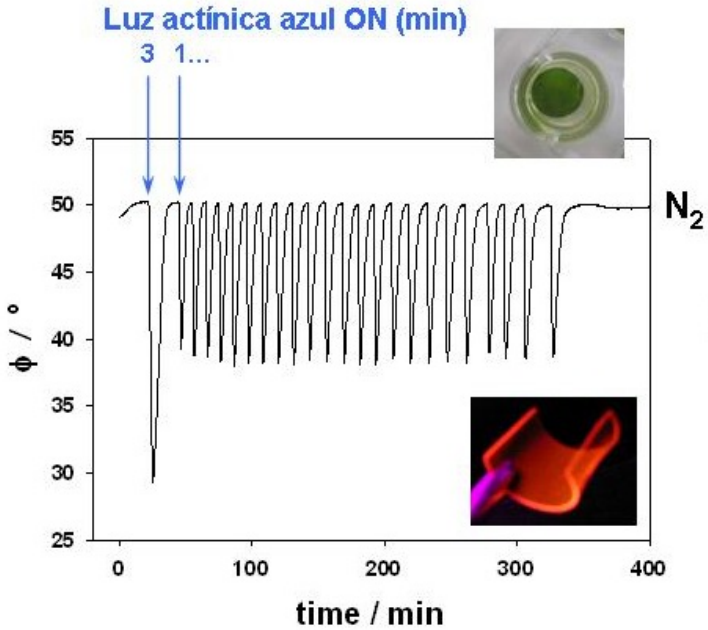
trees and flowers. However, it is already banned in several EU countries due to its potential effect as endocrine disrupting agent yet other countries such as the US consider it harmless to humans at levels below 4 μg L^{-1} in drinking water. Moreover it remains for 2–7 months in the soil after application but drought may prolong the dissipation time by a factor of two or more. It may be spread to adjacent areas due to drift, leaching, runoff or evaporation.

While biosensor testing and validation can be performed on the laboratory bench, there is no substitute for real *in situ* measurements. In this regard, Doñana is an ideal natural "laboratory" to test the performance of the developed (bio)sensors (effect of environmental parameters, cross-sensitivity to potential interferents, stability of the immobilized biomass, response and recovery times, biofouling, etc.). Unfortunately, the severe drought that has affected Southern Spain in the last quarter of 2007 has made impossible to find proper monitoring sites within the Natural Park. Therefore, after evaluating the situation in situ, it was decided to shorten the expected monitoring stay for 2007 (December 2–17) and to install for 5 days the fiber-optic biosensor at the El Bolín observatory close to El Palacio de Doñana. While no simazine has been detected therein (the scarce amount of water present at that time in the pond came from some rainfall and was not fed by surface water supplies), the installation represented an excellent opportunity to manage real and potential problems of in situ determinations such as continuous sampling in the marsh waters, temperature effects (4 to 17 ºC were measured at the monitoring site), deoxygenation setup performance, influence of potential interferents and so on. Taking into account the environmental conditions, we are very satisfied of the biosensor runs and we are looking forward to come back in 2008 for the testing in two or three selected places within the Doñana Biological Station and National Park.



Scheme and picture of the fiber-optic biosensor for pesticide determinations in water (widespread *simazine* depicted) based on immobilized green microalgae as recognition element and interrogation, by means of a luminescent indicator dye, of their instantaneous photosynthetic activity through measurement of the photogenerated O_2 *(patent pending)*. The biosensor uses a ruggedized OPTOSEN® optoelectronic unit developed, manufactured and commercialized by Interlab IEC (Madrid) for dissolved O_2 measurements thanks to a luminescent indicator dye attached to the distal end of an optical fiber.

Luminescent fiber-optic biosensor for simazine measurements based on microalgae as recognition element, monitoring pond water at El Bolín observatory of Doñana Biological Station.



Primary analytical signal (luminescence phase shift from the indicator dye, inversely proportional to the O_2 concentration at the sensitive distal end) from the fiber-optic biosensor to monitor simazine in waters based on interrogation of the photosynthetic status of *Dictyosphaerium chlorelloides* (COVEMI Group, Fac. of Veterinary Medicine, UCM) immobilized into a porous membrane (patent pending).

Acknowledgements. The FUTURSEN Project (CM-S-505/AMB/0374) is being funded by the Madrid Community Government. Support from the ICTS Doñana grants, UCM and Interlab IEC (OPTOSEN® equipment loan) is gratefully acknowledged. D.H. thanks MSD Spain for a doctoral grant under its CSR programme.

45/2007 (proyecto de investigación) **Estimación económica de los valores no de mercado asociados al uso y a la existencia de la Reserva Biológica de Doñana, bajo el prisma de la Directiva Marco de Agua y la Directiva de Responsabilidad Ambiental**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Martín Ortega, Julia
Universidad de Córdoba
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: 4.200 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Se realizarán encuestas en los pueblos del entorno de Doñana.

RESULTADOS:

La Directiva 2004/35/CE sobre responsabilidad ambiental establece un marco para la prevención y reparación del daño ambiental, fundado en el principio «quien contamina paga». Para su implementación, se requiere el desarrollo y prueba de métodos para la medición de la escala de las medidas necesarias para compensar adecuadamente el daño.

El trabajo realizado durante el curso 2007, ha tenido como objetivo la investigación de la aplicabilidad de los métodos de valoración económica ("value to value" en la terminología del Directiva), en el contexto de la nueva norma europea. Para ello se ha analizado el caso del accidente minero ocurrido en 1998 en Aznalcóllar. Se han utilizado herramientas del ámbito de la economía ambiental, concretamente la valoración contingente, con el objetivo de cuantificar en términos monetarios tanto el daño ambiental ocurrido como consecuencia del accidente, como el valor de las medidas compensatorias realizadas posteriormente (Corredor Verde del Guadiamar). El objetivo de esta medición es el de comprobar hasta qué punto la pérdida de bienestar producida como consecuencia del daño ambiental ha sido suficientemente compensada por los beneficios generados por el Corredor Verde.

La investigación se basó en la estimación de valores estrictamente de no uso, asociados tanto al Parque Nacional de Doñana como al espacio protegido del Corredor Verde, con especial hincapié en los valores relativos a la biodiversidad.

Se ha llevado a cabo una encuesta entre residentes de cuatro provincias andaluzas (Sevilla, Córdoba, Huelva y Cádiz), cubriendo un total de 25 localidades y 350 entrevistados. El proceso de muestreo se diseñó de tal manera que fuera posible la detección de "efectos de distancia" (disminución de la valoración por parte de las personas con el incremento de distancia con respecto al mismo).

Esta investigación se realiza en el contexto del Proyecto de Investigación del Sexto Programa Marco de la Unión Europea REMEDE: *Resource Equivalency Methods for Assessing Envrionmental Dammage in the Environmental Liability Directive.* El estudio del caso de Doñana es objeto del informe 12D de dicho proyecto, que se encuentra actualmente en proceso de redacción y que es debido para el 31 de Diciembre de 2007.

Este informe deberá contribuir a la elaboración de una Guía estándar para la aplicación de la Directiva en Europa.

46/2007 (prospección) **Modelación estratigráfica y sedimentológica de los depósitos Plio-Cuaternarios del área de Doñana y su entorno (Bajo Guadalquivir)**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Mediavilla Laso, Carlos
Instituto Geológico y Minero de España
ENTIDAD FINANCIADORA: Instituto Geológico y Minero de España (IGME)
CANTIDAD: 20.000 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Veta la Palma

RESULTADOS:

Durante los meses de octubre y noviembre se ha realizado un sondeo de investigación geológica a pequeño diámetro (≤150 mm), con recuperación de testigo continuo, en el sector Sur de Veta La Palma (coordenadas UTM, huso 29S x:745609, y: 4087388) hasta una profundidad de 103,40 m.

Este sondeo de investigación se ha realizado a circulación inversa por un equipo de perforación del Parque de Maquinaria del Ministerio de Medio Ambiente dentro del vigente Convenio de Colaboración con el IGME.

La perforación ha quedado instalada con 2 tuberías de PVC de pequeño diámetro (≤50 mm) para su equipamiento como piezómetros de control, con las siguientes características constructiva:

	Profundidad (en m)	Profundidad Rejilla (en m)
Entubación A	17	7-12
Entubación B	101	77-92

En superficie, el sondeo de investigación ha quedado cubierto con una caseta de protección (0,5 x 0,4 x 0,3 m) donde está previsto instalar sensores con registro continuo de nivel.

Los testigos de los materiales atravesados durante la perforación (103,40 m) se encuentran almacenados en la Litoteca que el IGME tiene en la localidad cordobesa de Peñarroya, en una cámara refrigerada a 4ºc para la conservación de testigos. En estos momentos está pendiente su encapsulado para su posterior registro por el equipo testificador geofísico MSCL Geotek para obtener sus logs de densidad, velocidad ultrasónica, resistividad eléctrica y susceptibilidad magnética. Una vez terminado este análisis, se procederá a su escaneo mediante el equipo CoreScan Colour II DMT.

Una vez concluido todo este proceso se procederá a la toma de muestras para su análisis geoquímico, y su posterior interpretación.

Imagen: Equipo de perforación y batería para la extracción de la muestra.

Imagen: Cajas para el almacenamiento y transporte del testigo.

47/2007 (prospección) **Seguimiento de la contaminación del Guadalquivir**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Blasco Moreno, Julian
Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC)
ENTIDAD FINANCIADORA: Financiación del Grupo PAI RNM306
CANTIDAD: 1.200 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: Pantalán del Real Fernando

RESULTADOS:

A lo largo del año 2007, nuestro grupo de investigación (perteneciente al Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía) ha llevado a cabo diversos estudios con el objeto de evaluar la situación ambiental en el río Guadalquivir diez años después del accidente minero de Aznalcóllar. Así, durante los meses de Abril, Julio, Octubre y Noviembre se realizaron diferentes campañas para recoger un número adecuado de muestras de sedimento y de dos especies estuarinas: la gusana de fango (*Nereis diversicolor*) y la coquina de fango (*Scrobicularia plana*). Las muestras fueron obtenidas en tres puntos distintos del río y en ambas márgenes del mismo, para lo cual se utilizó una embarcación Zodiac En el muestreo realizado el 7 de noviembre se cruzó el río en la barcaza y se accedió a la margen derecha en coche todoterreno (solicitando a la Oficina de Coordinación la preceptiva autorización). Todas las muestras fueron llevadas al laboratorio y se emplearon los procedimientos adecuados en cada caso, en función del tipo de análisis. Por un lado, se han analizado las concentraciones de metales pesados y su fraccionamiento subcelular en los organismos seleccionados. Además, se ha determinado una serie de biomarcadores que permiten valorar el efecto que tales

concentraciones producen en los individuos. Estos biomarcadores incluyen metalotioneínas, glutatión, actividad enzimática, peroxidación lipídica y daño en el ADN.

La integración de todos los resultados obtenidos hasta el momento, junto con los que se tiene previsto lograr durante la primera mitad de 2008, proporcionará la información necesaria para conocer el estado actual del río Guadalquivir y su proceso de recuperación tras el desastre de Aznalcóllar.

Como resultado de estas investigaciones, se ha presentado una comunicación para el próximo congreso CICTA que tendrá lugar en Lisboa en Marzo de 2008 y que tiene por título: "Temporal variation in levels of heavy metals in the Guadalquivir river after the Aznalcollar mine tailing spill (1998-2008)".

48/2007 (proyecto de seguimiento) **Escenarios de cambio en las comunidades de aves marismeñas y del rio Guadalquivir**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bustamante Díaz, Javier Mª
Estación Biológica de Doñana, CSIC
ENTIDAD FINANCIADORA: Autoridad Portuaria de Sevilla
CANTIDAD: 380.619 €
DURACIÓN: 2007-2009
ÁREA DE ESTUDIO: Marisma y orilla río Guadalquivir

RESULTADOS:

Durante el año 2007 el trabajo de este proyecto se ha limitado a tres visitas de campo en noviembre y diciembre. En la primera de ellas se visitó la zona del sur de Doñana, para observar que zonas se inundaban por influencia mareal en la zona entre la orilla del río y la "montaña del río" con un nivel de marea de 3 m. En las siguientes visitas se han localizado puntos de muestreo para aves acuáticas a lo largo de la montaña del río, caño de Guadiamar y muro de la FAO. En estos puntos se han hecho censos de aves acuáticas y se han tomado algunas medidas de conductividad del agua. Estos puntos, una vez sean definitivos, que censarán cada 15 días.

No hay todavía publicaciones y /o tesis que guarden relación con el trabajo. Se ha elaborado un informe para al Autoridad Portuaria de Sevilla, organismo financiador que se adjunta.

49/2007 (prospección) **Mejora del modelo matemático del acuífero Almonte-Marismas como apoyo a la gestión de los recursos hídricos. Estimación de la recarga , modelo estocástico y actualización**
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Guardiola-Albert, Carolina
Instituto Geológico y Minero de España
ENTIDAD FINANCIADORA: Instituto Geológico y Minero de España
CANTIDAD: 3.800 €
DURACIÓN: 2007
ÁREA DE ESTUDIO: El Abalario (37º 06' 32'N; 6º 41' 25'') y el Acebuche (37º 02' 37'N; 6º 34' 09'')

RESULTADOS:

Objetivo:

El objetivo principal de la investigación que se realiza es el estudio de la dinámica de la humedad del suelo en la zona no saturada, y de tal forma que dicha dinámica permita estimar la recarga al nivel freático. Para ello se realizó esta prospección que quiere estudiar el funcionamiento de unas sondas de humedad y sus posibilidades a la hora de estudiar la zona no saturada. La prospección consistió en la instalación de sondas de humedad, los accesorios para proteger los cables y el sistema de almacenamiento de datos en dos ubicaciones diferentes, en el Acebuche y el Abalario.

Equipos instalados:

- 15 sondas de humedad ECH_2O modelo EC-20 (Decagon Devices, Inc., Pullman WA, EEUU), 10 en el Abalario y 5 en el Acebuche.
- ·3 datalogger Em50 (Decagon Devices, Inc., Pullman WA, EEUU) con 5 entradas para sondas EC-20, 2 en el Abalario y uno en el Acebuche.
- Los cables se han instalado dentro de un tubo corrugado de 50 mm, conectado con una caja intemperie que alberga los dataloggers Em50. Toda la instalación ha quedado por debajo de la superficie del suelo.
- Los equipos se configuraron de tal manera que tienen una autonomía de 2-3 meses.
- Los sensores son compatibles con dataloggers de Campbell por lo que existe la posibilidad de integrarlos en el futuro en el sistema de comunicación por WIFI que se ha implantado en el parque.

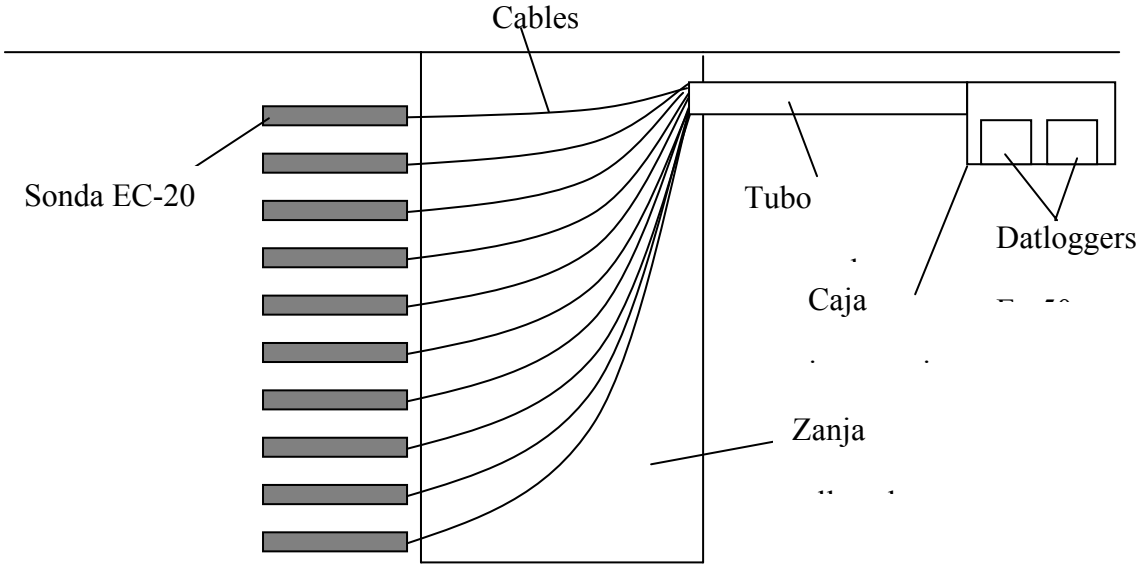
Localizaciones:

- **El Abalario (Coor. UTM X=705321, Y=4109711):** Zanja de aproximadamente 0.5-0.7 m de ancho, 1 m de largo y 1.5-2.0 m de profundidad cercana al cortafuego.
- **El Acebuche (Coor. UTM X=716291, Y=4102657):** Se empleó una configuración similar a la del Abalario, pero con sólo 5 sondas EC-20 y un datalogger Em50. Las sonda se instalaron hasta una profundidad de 1m.

Resultados:

Los resultados de esta prospección todavía no están disponibles ya que la instalación se realizó el día 20 de noviembre y no ha transcurrido tiempo suficiente para la toma de un importante número de datos. Habrá que esperar a la disponibilidad de datos de unos cuantos meses lluviosos seguidos para poder analizar la información obtenida por las sondas. Con dicha información se evaluará la efectividad de las sondas y se planeará un estudio de mayor envergadura con una tesis doctoral asociada. Por ello todavía no se han producido publicaciones o informes asociados a esta prospección.

El esquema de instalación en el Abalario es el siguiente:



Se fotografiaron las instalaciones una vez finalizadas. En el Acebuche:

En el Abalario:

52/2007 (proyecto de seguimiento) **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:

La investigación del año 2007 (Diciembre) se ha centrado en el inicio de una recopilación bibliográfica sobre la Dinámica geomorfológica del río Guadalquivir y su entorno. Del mismo modo se han efectuado unas tres salidas de campo donde se ha valorado el estado geomorfológico actual de las riberas del Guadalquivir. Estos datos están aún en elaboración.

53/2007 (proyecto de seguimiento) **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

RESULTADOS:

Durante los meses de julio y agosto se han tomado muestras de sangre de los caballos de las Retuertas del Coto y de Guadiamar, una 150 muestras en total. Se ha tipificado los siguientes polimorfismos del suero: Alfa-1 antitripsina, esterasa, A1B, Transferrina y GC. Por otro lado se han tipificado 26 secuencias microsatélites del DNA y se han hecho la pruebas de control de filiación correspondientes de los potros. Aquellos que no disponían de información genealógica están sometidos a una prueba de asignación individual por probabilidad basada en las fórmulas genéticas de la población.

Los resultados obtenidos son la confirmación de la trazabilidad de las muestras a pesar de los posibles cambios de los crotales o problemas de lectura de los microchip electrónicos implantados. Se han implantado dichos elementos el todos los potros que carecían de los mismos. Se ha hecho un seguimiento de la heredabilidad de la mutación de la esterasa, el denominado alelo K o M y que es característico de estos caballos.

Se han llevado cuatro sementales jóvenes y una yegua a las instalaciones de la Delegación de Desarrollo Rural de la Diputación de Córdoba para obtener semen y embriones y comenzar a constituir el banco de germoplasma de la raza.

ANEXO 2. Publicaciones e informes

Artículos de revistas recogidas en el SCI

AGUILAR, J., DORRONSORO, C., FERNANDEZ, E., FERNANDEZ, J., GARCIA, I., MARTIN, F., SIERRA, M. & SIMON, M. (2007). Remediation of as-contaminated soils in the guadiamar river basin (SW, spain). Water Air and Soil Pollution 180 (1-4): 109-118.

AGUILAR. J., DORRONSORO, C., FERNANDEZ, E., FERNANDEZ, J., GARCIA, I., MARTIN, F., SIERRA, M. & SIMON, M. (2007). Arsenic contamination in soils affected by a pyrite-mine spill (Aznalcollar, SW Spain). Water Air and Soil Pollution 180 (1-4): 271-281.

BOULAY, R., HEFETZ, A., CERDÁ, X., DEVERS, S., FRANCKE, W., TWELE, R. & LENOIR, A. (2007). Production of sexuals in a fission-performing ant: dual effects of queen pheromones and colony size. Behavioral Ecology and Sociobiology 61: 1531-1541.

CABEZAS, S. & MORENO, S. (2007). An experimental study of translocation success and habitat improvement in wild rabbits. Animal Conservation 10 (3): 340-348.

CARDENAS, A.M. & HIDALGO, J.M. (2007). Application of the mean individual biomass (MIB) of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) to assess the recovery process of the Guadiamar Green Corridor (southern Iberian Peninsula). Biodiversity and Conservation 16 (14): 4131-4146.

CARPINTERO, S., RETANA, J., CERDA, X., REYES-LÓPEZ, J. & DE REYNA, L.A. (2007). Exploitative strategies of the invasive Argentine ant (Linepithema humile) and native ant species in a southern Spanish pine forest. Environmental Entomology 36 (5): 1100-1111.

CRUZ, M.J. & REBELO, R. (2007). Colonization of freshwater habitats by an introduced crayfish, *Procambarus clarkii,* in Southwest Iberian Peninsula. Hydrobiologia 575: 191-201.

DE LA PAZ, M., GOMEZ-PARRA, A., & FORJA, J. (2007). Inorganic carbon dynamic and air-water CO_2 exchange in the Guadalquivir Estuary (SW Iberian peninsula). Journal of Marine Systems 68 (1-2): 265-277.

DRAKE, P., BORLAN, A., GONZALEZ-ORTEGON, E., BALDO, F., VILAS, C. & FERNADEZ-DELGADO, C. (2007). Spatio-temporal distribution of early life stages of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* L. within a European temperate estuary with regulated freshwater inflow: effects of environmental variables. Journal of Fish Biology 70 (6): 1689-1709.

ESPINAR, J.L. & CLEMENTE, L. (2007). The impact of vertic soil cracks on submerged macrophyte diaspore bank depth distribution in Mediterranean temporary wetlands. Aquatic Botany 87 (4): 325-328.

FAHD, K., FLORENCIO, M., KELLER, C. & SERRANO, L. (2007). The effect of the sampling scale on zooplankton community assessment and its implications for the conservation of temporary ponds in south-west Spain. Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems 17 (2): 175-193.

FERNANDEZ-DELGADO, C., BALDO, F., VILAS, C., GARCIA-GONZALEZ, D., CUESTA, J.A.,GONZALEZ-ORTEGON, E. & DRAKE, P. (2007). Effects of the river discharge management on the nursery function of the Guadalquivir river estuary (SW Spain). Hydrobiologia 587: 125-136.

FERNANDEZ-GALVEZ, J., BARAHONA, E., IRIARTE, A. & MINGORANCE, M.D. (2007). A simple methodology for the evaluation of groundwater pollution risks. Science of the Total Environment 378 (1-2): 67-70.

FERNANDEZ-GALVEZ, J., BARAHONA, E., IRIARTE, A. & MINGORANCE, M.D. (2007). A simple methodology for the evaluation of groundwater pollution risks. Science of the Total Environment 378 (1-2): 67-70.

FERNANDEZ-PUGA, M.C., VAZQUEZ, J.T. SOMOZA, L., DEL RIO, V.D., MEDIALDEA, T., MATA, M.P. & LEÓN, R. (2007). Gas-related morphologies and diapirism in the Gulf of Cadiz. Geo-Marine Letters 27 (2-4): 213-221.

FERNANDEZ, N., DELIBES, M., & PALOMARES, F. (2007). Habitat-related heterogeneity in breeding in a metapopulation of the Iberian lynx. Ecography 30(3):431-439.

FERNANDEZ, R.O., CERVERA, J.V.G., VANDERLINDEN, K., BOJOLLO, R.C. & FERNANDEZ, P.G. (2007). Temporal and spatial monitoring of the pH and heavy metals in a soil polluted by mine spill. Post cleaning effects. Water Air and Soil Pollution 178 (1-4): 229-243.

FIGUEROLA, J., JIMÉNEZ-CLAVERO, M.A., ROJO, G., GÓMEZ-TEJEDOR, C. & SORIGUER, R. (2007). Prevalence of West Nile virus neutralizing antibodies in colonial aquatic birds in southern Spain. Avian Pathology 36 (3): 209-212.

FIGUEROLA, J., SORIGUER, R., ROJO, G., TEJEDOR, C.G. & JIMENEZ-CLAVERO, M.A. (2007). Seroconversion in wild birds and local circulation of west nile virus, Spain. Emerging Infectus Diseases 13 (12): 1915-1917.

FRISCH, D. & GREEN, A.J. (2007). Copepods come in first: rapid colonization of new temporary ponds. Fundamental and Applied Limnology 168(4): 289-297.

FRISCH, F., GREEN, A.J. & FIGUEROLA, J. (2007). High dispersal capacity of a broad spectrum of aquatic invertebrates via waterbirds. Aquatic Sciences 69 (4): 568-574.

GALLEGO-FERNANDEZ, J.B. & GARCÍA-NOVO, F. (2007). High-intensity versus low-intensity restoration alternatives of a tidal marsh in Guadalquivir estuary, SW Spain. Ecological Engineering 30 (2): 112-121.

GARCIA-GUTIERREZ, M.D., GOMEZ-LAHOZ, C., RODRIGUEZ-MAROTO, J.M., VEREDA-ALONSO, C. & GARCIA-HERRUZO, F. (2007). Electrokinetic remediation of a soil contaminated by the pyritic sludge spill of Aznalcollar (SW, Spain). Electrochimica Acta 52 (10): 3372-3379.

GARCÍA-NOVO, F., ESCUDERO GARCÍA, J.C., CAROTENUTO, L., GARCÍA SEVILLA, D. & FERNÁNDEZ LO FASO, R.P. (2007). The restoration of El Partido stream watershed (Doñana Natural Park) a multiscale, interdisciplinary approach. Ecological Engineering 30 (2): 122-130.

HERNÁNDEZ, M., GONZÁLEZ, L.M., ORIA, J., SÁNCHEZ, R. & ARROYO, B. (2007). Influence of contamination by organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls on the breeding of the spanish imperial eagle (*Aquila adalberti*). Environmental Toxicology and Chemistry 27(2): 433-441.

HIDALGO-VILA, J., DÍAZ-PANIAGUA, C., DE FRUTOS-ESCOBAR, C., JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C. & PÉREZ-SANTIGOSA, N. (2007). Salmonella in free living terrestrial and aquatic turtles. Veterinary Microbiology 119: 311-315.

HIDALGO-VILA, J., DÍAZ-PANIAGUA, C., PÉREZ-SANTIGOSA, N., PLAZA, A., CAMACHO, I. & RECIO, F. (2007). Hematologic and Biochemical Reference Intervals of Free-Living Mediterranean Pond Turtles (Mauremys leprosa). Journal of Wildlife Diseases 43 (4): 798-801.

IVASK, A., GREEN, T., POLYAK, B., MOR, A., KAHRU, A.,VIRTA, M. & MARKS, R. (2007). Fibre-optic bacterial biosensors and their application for the analysis of bioavailable Hg and As in soils and sediments from Aznalcollar mining area in Spain. Biosensors & Bioelectronics 22 (7): 1396-1402.

JIMÉNEZ-CLAVERO, M.A., GÓMEZ, C., ROJO, G., SORIGUER, R. & FIGUEROLA, J. (2007). Serosurvey of West Nile virus in equids and bovids in Spain. Veterinary Record 161: 212.

JOVANI, R. & TELLA, J.L. (2007). Fractal bird nest distribution produces scale-free colony sizes. Proceedings of the Royal Society Biological Sciences Series B 274(1624):2465-2469.

LOMBARDI, L., FERNANDEZ, N. & MORENO, S. (2007). Habitat use and spatial behaviour in the European rabbit in three Mediterranean environments. Basic and Applied Ecology 8 (5): 453-463.

LÓPEZ-ARCHILLA, A.I., MOREIRA, D., VELASCO, S. & LOPEZ-GARCÍA, P. (2007). Archaeal and bacterial community composition of a pristine coastal aquifer in Doñana National Park, Spain. Aquatic Microbial Ecology 47 (2): 123-139.

LÓPEZ-RODAS, V., FLORES-MOYA, A., MANEIRO, E., PERDIGONES, N., MARVÁ, F, GARCÍA, M.E. & COSTAS, E. (2007). Resistance to glyphosate in the cianobacterium *Microcystis aeruginos*a as result of preselective mutations. Evolutionary Ecology 21(4): 535-547.

LUQUE, G.M., REYES-LPOZ, J. & FERNANDEZ-HAEGER, J. (2007). Recovery of ground ant (Hymenoptera : Formicidae) communities six years after a major environmental disaster. Environmental Entomolgy 36 (2): 337-347.

MACIAS, G., MARCO, A. & BLAUSTEIN, A.R. (2007). Combined exposure to ambient UVB radiation and nitrite negatively affects survival of amphibian early life stages. Science of the Total Environment 385 (1-3): 55-65.

MADEJON, P., MURILLO, J.M., MARAÑON, T., & LEPP, N.W. (2007). Factors affecting accumulation of thallium and other trace elements in two wild *Brassicaceae spontaneously* growing on soils contaminated by tailings dam waste. Chemosphere 67 (1): 20-28.

MARTÍN-LÓPEZ, B., MONTES, C. & BENAYAS, J. (2007). The non-economic motives behind the willingness to pay for biodiversity conservation. Biological Conservation 139 (1-2): 67-82.

MARTÍN-LÓPEZ, B., MONTES, C. & BENAYAS, J. (2007). Influence of user characteristics on valuation of ecosystem services in Doñana Natural Protected Area (south-west, Spain). Environmental Conservation 34 :215-224.

MARTIN, F., DIEZ, M., GARCIA, I., SIMON, M., DORRONSORO, C., IRIARTE, A. & AGUILAR, J. (2007). Weathering of primary minerals and mobility of major elements in soils affected by an accidental spill of pyrite tailing. Science of the total Environment 378 (1-2): 49-52.

MATEO, R., GREEN, A.J., LEFRANC, H., BAOS, R. & FIGUEROLA, J. (2007). Lead poisoning in wild birds from southern Spain: A comparative study of wetland areas and species affected, and trends over time. Ecologial and Environmental Safety 66 (1): 119-126.

MENDIGUCHIA, C., MORENO, C. & GARCÍA-VARGAS, M. (2007). Evaluation of natural and anthropogenic influences on the Guadalquivir River (Spain) by dissolved heavy metals and nutrients. Chemosphere 69 (10): 1509-1517.

MILLAN, J., NARANJO, V., RODRIGUEZ, A., PEREZ DE LA LASTRA, J.M., MANGOLD, A.J. & DE LA FUENTE, J. (2007). Prevalence of infection and 18S rRNA gene sequences of Cytauxzoon species in Iberian lynx (*Lynx pardinus*) in Spain. Parasitology 134 (7) : 995-1001.

MILLAN, J., RUIZ-FONS, F., MARQUEZ, F.J., VIOTA, M., LOPEZ-BAO, J.V., & MARTIN-MATEO, M. P. (2007). Ectoparasites of the endangered Iberian lynx *Lynx pardinus* and sympatric wild and domestic carnivores in Spain. Medical and Veterinary Entomology 21(3):248-254.

MONTES-NIETO, R., FUENTES-ALMAGRO, C.A., BONILLA-VALVERDE, D., PRIETO-ALAMO, M.J., JURADO, J., CARRASCAL, M., GÓMEZ-ARIZA, J., LÓPEZ-BAREA, J. & PUEYO, C. (2007). Proteomics in free-living *Mus spretus* to monitor terrestrial ecosystems. Proteomics 7 (23): 4376-4387.

MORENO, S., BELTRAN, J.F., COTILLA, I., KUFFNER, B., LAFFITE, R., JORDAN, G., AYALA, J., QUINTERO, C., JIMENEZ, A., CASTRO, F., CABEZAS, S. & VILLAFUERTE, R. (2007). Long-term decline of the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in south-western Spain. Wildlife Research 34 (8): 652-658 .

ORTIZ-SANTALIESTRA, M.E., MARCO, A., FERNÁNDEZ-BENEITEZ, M.J. & LIZANA, M. (2007). Effects of ammonium nitrate exposure and water acidification on the dwarf newt: The protective effect of oviposition behaviour on embryonic survival. Aquatic Toxicology 85 (4): 251-257.

ORTIZ-SANTALIESTRA, M.E., MARCO, A., FERNÁNDEZ, M.J. & LIZANA, M. (2007). Alteration of oviposition behaviour and its protective effect on embryos of the dwarft newt, *Triturus pygmaeus*, by ammonium nitrate and water acidification. Aquatic Toxicology 85: 251-257.

ORTIZ, J.E.,TORRES, T., LOPEZ-PAMO, J.E., SOLER, V., LLAMAS, J.F., BARETTINO, D. & GARCIA, M.J. (2007). Organic matter accumulation during the Holocene in the Guadalquivir marshlands (SW Spain). Geological Journal 42 (5): 547-566.

PENA-SANTIAGO, R., JIMENEZ-GUIRADO, D., MURILLO, R., LIEBANAS, G.N., ABOLAFIA, J. & GUERRERO, P. (2007). Nematode taxocoenoses in the Guadiamar Green Corridor (SW Iberian Peninsula). Journal of Nematology 39 (1): 103-103.

PENALOSA, J.M., CARPENA, R.O., VAZQUEZ, S., AGHA, R., GRANADOS, A., SARRO, M.J. & ESTEBAN, E. (2007). Chelate-assisted phytoextraction of heavy metals in a soil contaminated with a pyritic sludge. Science of the Total Environment 378 (1-2): 199-204.

PEREZ-DE-MORA, A., MADRID, F., CABRERA, F. & MADEJÓN, E. (2007). Amendments and plant cover influence on trace element pools in a contaminated soil. Geoderma 139 (1-2): 1-10.

PORTHEAULT, A., DÍAZ-PANIAGUA, C. & GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C. (2007). Predation on *Bufo calamita* eggs and larvae by common predators in temporary ponds. Revue d´Ecologie-Terre et la Vie 62 : 315-322.

REVELLES, M., CARRERAS, C., CARDONA, L., MARCO, A., BENTIVEGNA, F., CASTILLO, J.J., DE MARTILLO, G., MONS, J.L., SMITH, M.B., RICO, C., PACUAL, M. & AGUILAR, A. (2007). Evidence for an asymmetric exchange of loggerhead sea turtles between the Mediterranean and the Atlantic through the Straits of Gibraltar. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 349: 261-271.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, H., GREEN, A.J. & FIGUEROLA, J. (2007). Effects of Greater flamingo *Phoenicopterus ruber* on macrophytes, chironomids and turbidity in natural marshes in Doñana, SW Spain. Fundamental and Applied 170 (2): 167-175.

SANCHEZ-CHARDI, A. (2007). Tissue, age, and sex distribution of thallium in shrews from Doñana, a protected area in SW Spain. Science of Total Environment 383 (1-3): 237-240.

SARMIENTO, A.M., OLIVEIRA, V., GÓMEZ-ARIZA, J.L., NIETO, J.M. & SÁNCHEZ-RODAS, D. (2007). Diel cycles of arsenic speciation due to photooxidation in acid mine drainage from the Iberian Pyrite Belt (Sw Spain). Chemosphere 66 (4): 677-683.

SERGIO, F., BLAS, J., FORERO, M.G., DONÁZAR, J.A. & HIRALDO, F. (2007). Size-Related Advantages for Reproduction in a Slightly Dimorphic Raptor: Opposite Trends between the Sexes. Ethology 113: 1141-1150.

SERGIO, F., BLAS, J., FORERO, M.G., DONÁZAR, J.A. & HIRALDO, F. (2007). Sequential settlement and site dependence in a migratory raptor. Behavioral Ecology 18 (5): 811-821.

SMITS, J.E., BORTOLOTTI, G.R., BAOS, R., JOVANI, R., TELLA, J.L. & HOFFMANN, W.E. (2007). Disrupted bone metabolism in contaminant-exposed white storks (*Ciconia ciconia*) in southwestern Spain. Environmental Pollution 145: 538-544.

VIOQUE-FERNADEZ, A., DE ALMEIDA, E.A., BALLESTEROS, J., GARCIA-BARRERA, T., GOMEZ-ARIZA, J.L. & LOPEZ-BAREA, J. (2007). Doñana National Park survey using crayfish (*Procambarus clarkii*) as bioindicator: Esterase inhibition and pollutant levels. Toxicology Letters 168 (3): 260-268.

WILLIAMS, P.N., VILLADA, A., DEACON, C., RAAB, A., FIGUEROLA, J., GREEN, A.J., FELDMANN, J. & MEHARG, A.A. (2007). Greatly enhanced arsenic shoot assimilation in rice leads to elevated grain levels compared to wheat and barley. Environmental Science & Technology 41 (19): 6854-6859.

ZAPATA, S.C., TRAVAINI, A., FERRERAS, P. & DELIBES, M. (2007). Analysis of trophic structure of two carnivore assemblages by means of guild identification. European Journal of Wildlife Research 53 (4): 276-286

Otras publicaciones científicas y técnicas

BOCANEGRA, E., CARDOSO, G., CUSTODIO, E., MANZANDO, M., MONTENEGRO, S. & REYNOLDS-VARGAS, J. (2007) Characterization of Iberoamerican coastal aquifers: state of knowledge and management. En: XXXV International Association Hydrogeologists Congress, Groundwater and Ecosistems, Proceedings, Ribeiro, L., Chambel, A. & Condesso de Melo, T. (Eds), Lisboa, 10 pp.

CARRO, F., BELTRÁN, J.F. & SORIGUER, R.C. (2007) Iberian hare (*Lepus granatensis*) diurnal bedding sites in Doñana National Park (SW Iberian Peninsula). Hystrix (2) Supp: 70.

CIRUJANO, S., GARCÍA-MURILLO, P., MECO, A. & FERNÁNDEZ-ZAMUDIO, R. (2007) Los Carófitos Ibéricos. Anales del Jardín Botánico de Madrid 64 (1): 87-102.

CREHUET M., ALCORLO, P., BRAVO-UTRERA, M.A., BALTANÁS, A. & MONTES, C. (2007) Assessing the trophic ecology of crayfish: A case study of the

invasive *Procambarus clarkii*. En: Biological invaders in inland waters: profiles, distributions and threats. Serie: Invading Nature-Springer Series in Invasion Ecology, F. Gherardi (Ed), Italia, (2): 559-576.

CUSTODIO, E., MANZANO, M. & ESCALER, I. (2007) Recarga a los acuíferos y cambio global: aplicación a Doñana. En: El cambio climático en Andalucía: evolución y consecuencias medioambientales, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía) (Eds.), 121-140.

DELGADO, J.V., VEGA-PLA, J.L., CALDERÓN, J., RICO, C., MARTÍNEZ, A., CABELLO, A., LEÓN, J.M., CAMACHO, M.E., VALLECILLO, A. & LÓPEZ, D. (2007) Caballo de las retuertas de Doñana. Caracterización racial. Departamento de Genética, Universidad de Córdoba, Córdoba, 103 pp.

FERNÁNDEZ, M., BORJA, F. & BORJA, C. (2007) Análisis de la evolución de los usos del suelo en la cuenca del Partido durante las últimas décadas. En: XX Congreso de Geográfos Españoles. Geografía en la frontera de los conocimientos. AGE-UPO. Sevilla, 1-9.

FIGUEROLA, J. (2007) Climate and dispersal: Black-winged stilts disperse further in dry springs. Plos One 2: e539.

GARCIA-MURILLO, P., FERNÁNDEZ-ZAMUDIO, R., CIRUJANO, S., SOUSA, A. & ESPINAR, J.M. (2007) The invasion of Doñana National Park (SW Spain) by the mosquito fern (*Azolla filiculoides* Lam). Limnética 26 (2): 243-250.

GARCÍA-MURILLO, P., FERNÁNDEZ-ZAMUDIO, R., CIRUJANO, S., SOUSA, A., NIETO, I., ANDÚJAR, J. & LEÓN, D. (2007) Flora y vegetación de la marisma de Doñana en el marco del proyecto de restauración ecológica Doñana 2005. Limnética 26 (2): 319-330.

GARCÍA-NOVO, F., MARTÍN, A. & TOJA, J. (2007) La frontera de Doñana. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla, 317pp.

GARDINER, N. & DÍAZ-DELGADO, R (2007) Trends in Selected Biomes, Habitats and Ecosystems: Inland Waters. En: Sourcebook on Remote Sensing and Biodiversity Indicators. Strand, H., Höft, R., Strittholt, J., Miles, L., Horning, N., Fosnight, E. (Eds.), Montreal 32: 83-102.

GARRIDO, H. (COORDINADOR) (2007) Doñana: diversidad y ciencia. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 141pp.

JOCQUÉ, R., TYBAERT, E. & GODDEERIS, B. (2007) Mass Migration of Lycosidae. Newsl. Br. arachnol. Soc. 18:15.

JUÁREZ, A. & SOBRINO, I. (2007) Estudio de la selectividad de las artes de enmalle usados en las pesquerias artesanales del litoral de Doñana. Coleccion Pesca y Agricultura. Recursos Pesqueros. Junta de Andalucia.

LÓPEZ-ALBACETE, I., DE LAS HERAS, M.A., SÁNCHEZ-GULLÓN, E., HIDALGO, P.J. & MUÑOZ-RODRÍGUEZ, A.F. (2007) Aportaciones florísticas para Doñana. Lagascalia 27: 390-402.

LÓPEZ-ALBACETE, I., DE LAS HERAS, M.A., SÁNCHEZ-GULLÓN, E., WEICKERT, P., HIDALGO, P.J. & MUÑOZ, A.F. (2007) Nuevas localidades de especies interesantes en Doñana y la Costa de Huelva (SW España). Acta Botánica Malacitana 32: 258-261.

LUCEÑO, M. & JIMÉNEZ, P. (2007) *Carex trinervis* delg., novedad para la flora española. Acta Botánica Malacitana 32: 309-310.

MANZANO, M., CUSTODIO, E., LOZANO, E. & HIGUERAS, H. (2007) Relationships between wetlands and the Doñana coastal aquifer (SW Spain). En: XXXV International Association Hydrogeologists Congress, Groundwater and Ecosistems, Proceedings, Ribeiro, L., Chambel, A. & Condesso de Melo, T. (Eds), Lisboa, 10pp.

MARANGONI, F. & TEJEDO, M. (2007) *Pelobates cultripes* (Iberian spadefoot toad). Maximum size. Herpetological Review 38(2):189-190.

MARANGONI, F., & TEJEDO, M. (2007) *Pelobates cultripes* (Iberian spadefoot toad). Predation. Herpetological Review 38(2):190.

MORENÉS, C. & MARQUÉS DEL BORGHETTO (2007) Historia del Coto de Doña Ana (1865-1985). Fundación Patrimonio Natural, Madrid, 431pp.

ORELLANA, G., VILLÉN, L., HAIGH, D., MANEIRO, E., MARVÁ, F. & COSTAS, E. (2007) Microalgal fiber-optic biosensors for water quality monitoring. En: Proceeding International Society Optical Engineering. Custolo, a., Culshaw, B. & López-Higuera, J.M. (Eds.), 661921-6619214.

ORTÍN, J. (COORDINADOR) (2007) La gripe aviaria ¿Una nueva amenaza pandémica?. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 61pp.

ORTIZ-SANCHEZ, F.J. & ROBERTS, S.P.M. (2007) A new record for Eucera (Eucera) dalmatica Lepeletier, 1841 in the Iberian Peninsula (Hymenoptera, Anthophoridae). Entomofauna 28(5):61-64.

POPA-LISSEANU, A.G., DELGADO-HUERTAS, A., FORERO, M.G., RODRÍGUEZ, A., ARLETTAZ, R. & IBÁÑEZ, C. (2007) Bats' Conquest of a Formidable Foraging Niche: the Myriads of Nocturnally Migrating Songbirds. PLoS ONE 2:e205.

VALDÉS, B., GIRÓN, V. & CARMONA, I. (2007) Regressive psammophilous plant formations at "Monte Algaida" pine forest, Doñana Natural Park, SW Spain. Bocconea 21: 273-281.

VALDÉS, B., GIRÓN, V., SÁNCHEZ-GULLÓN, E. & CARMONA, I. (2007) Catálogo florístico del Espacio Natural de Doñana (SO de España). Plantas vasculares. Edición separada de Lagascalia 27: 73-362.

Publicaciones de divulgación

BENJUMEDA, R. (2007) Casta salvaje. Revista del domingo (RDO) del Diario de Cádiz 20: 2-4.

FUENTELSAZ, F. & SCHMIDT, G. (2007) La fresa en Doñana. Panda 97: 8-13.

GARRIDO, H. (2007) Doñana desde el cielo. Trofeo Caza y Conservación 448: 72-81.

GARRIDO, H. (2007) La Doñana insospechada. Huelva Selección 12: 59.

MONTES, C. (2007) Construir resiliencia para Doñana en un mundo cambiante. Revista Sostenible 35:14-15.

PÉREZ-VENTANA, A. & MÁÑEZ, M. (2007) Milanos al contado. Redlife 16: 17.

VALVERDE, F. (2007) La raza más antigua de Europa. El caballo de las Retuertas. Ecuestre 296: 22-26.

VEGA-PLA, J.L., CALDERÓN, J., MARTINEZ, A., JIMÉNEZ, R. & DELGADO, J.V. (2007) El caballo de las Retuertas de Doñana. Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto (FEAGAS) 31: 45-47.

Informes sin publicar

BOLIVAR, J.P. (2007) Desarrollo de herramientas basadas en los desquilibrios de radionúclidos naturales para la caracterización hidrogeológica de acuíferos detríticos: aplicación al acuífero Almonte-Marismas (Huelva). Informe sin publicar presentado al Ministerio de Educación y Ciencia, 14 pp.

CASADO, E., MURIEL, R. & FERRER, M. (2007) Reintroducción del águila imperial ibérica en la antigua laguna de La Janda. Informe parcial abril. Informe inédito presentado a la Consejería de Medio Ambiente, 13 pp.

CASADO, E., MURIEL, R. & FERRER, M. (2007) Reintroducción del águila imperial ibérica en la antigua laguna de La Janda. Informe parcial noviembre. Informe inédito presentado a la Consejería de Medio Ambiente, 22 pp.

CELESTINO, S. (2007) Actividad arqueológica puntual, "Contrastación preliminar de la hipótesis wickboldt-kühne, en Hinojos, Huelva". Informe sin publicar presentado a la Consejería de Cultura, Delegación en Huelva, Junta de Andalucía, 69 pp.

E.T.S.I. MONTES (2007) Evaluación genética de la población de *Quercus suber* L. del P. N. de Doñana. Análisis de su estructura y su comparación con las poblaciones introducidas. Informe sin publicar, 56 pp.

EQUIPO DE SEGUIMIENTO DE PROCESOS NATURALES (EBD) (2007) Programa de seguimiento de procesos y recursos naturales en el Espacio Natural de Doñana. Memoria final. Resultados de seguimiento en 2005-2006.

ESPACIO NATURAL DE DOÑANA (2007) Memoria anual de actividades y resultados del Espacio Natural de Doñana 2006. Informe anual, Espacio Natural de Doñana, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucia.

ESPACIO NATURAL DE DOÑANA (2007) Plan anual de actividades 2007. Espacio Natural de Doñana, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA (2007) Análisis histórico de los patrones superficiales de turbidez, temperatura y clorofila del curso bajo del río Guadalquivir desde 1985 a 2008. Informe sin publicar del proyecto "Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir" presentado a la Autoridad Portuaria de Sevilla, 13 pp.

ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA (2007) Escenarios de cambio en las comunidades de aves marismeñas y del río Guadalquivir. Informe sin publicar del proyecto "Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir" presentado a la Autoridad Portuaria de Sevilla, 33 pp.

FERNÁNDEZ,C., DRAKE, P. & SOBRINO, I. (INVESTIGADORES PRINCIPALES) (2007) Análisis del reclutamiento de especies marinas de interés pesquero (peces y crustáceos decápodos) en el estuario del Río Guadalquivir. Informe sin publicar presentado a la Consejería de Agricultura y Pesca.

GREEN, A. (2007) Ecología del morito en Doñana: implicaciones para la conservación y gestión del Parque Nacional y su entorno. Informe sin publicar presentado al Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, 26 pp.

MAÑEZ, M. (COORDINADOR) (2007) Memoria anual de actividades de la Oficina de Coordinación de Anillamientocon marcas especiales año 2006. Primera memoria parcial. Informe sin publicar presentado al Ministerio de Medio Ambiente, 30 pp.

MINTEGUI, J.A. & ROBREDO, J.C. (2007) Seguimiento de las actuaciones de recuperación hídrica en la marisma del P.N. de Doñana en el marco del Doñana 2005. Análisis del impacto sobre la hidrología superficial y en las posibles alteraciones morfológicas sobre la marisma. Informe sin publicar.

NEGRO, J.J., TORRES, M.J., AZNAR, J., PALOMARES, J.C., CORTÁZAR, C., REGLERO, M., MARTÍN-HERNANDO, M.P. & VICENTE, J. (2007) Estudio epidemiológico de las micobacteriosis en el Parque Nacional de Doñana. Informe sin publicar presentado a la Consejería de Medio Ambiente, 120 pp.

OFICINA DE COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN (2007) Coordinación y seguimiento de la investigación el el Parque Natural de Doñana. Informe sin publicar presentado a la Consejería de Medio Ambiente, 231 pp.

PALANCAR, M. (2007) Informe de la piezometría del acuífero Almonte Marismas U.H.-05.51 año hidrológico 2005-2006. Informe, 4 pp.

PENTERIANI, V., MORA, O. & DELGADO, M.M. (2007) 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. Segundo informe. Informe sin publicar presentado a la Consejería de Medio Ambiente, 72 pp.

SABA. G. & FERRER, M. (2007) Seguimiento Científico de las Águilas Imperiales de Doñana. Informe inédito presentado al Organismo Autónomo Parques Nacionales y Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

SERRANO, L., ZUNZUNEGUI, M. & GARCÍA, F. (2007) Seguimiento de los niveles piezométricos en lagunas de la Reserva Biológica de Doñana (1989-2007). Informe sin publicar de la Unviersidad de Sevilla, 45 pp.

ANEXO 3. Tesis

AUTOR: De TOLEDO FERNÁNDEZ, JOSÉ
TÍTULO: Respuestas inducidas por una especie invasora, Procambarus clarkii (Girard) en un grupo de presas (Chironomus sp.): Aproximación desde la Ecología Química
DIRECTOR: Angel Baltanás
CENTRO: Universidad Autónoma de Madrid
TIPO: Diploma de Estudios Avanzados

AUTOR: DORADO GARCÍA, IRENE
TÍTULO: Uso de los macrófitos sumergidos del PND, por una especie invasora, el cangrejo americano (P. clarkii): análisis experimental de preferencias tróficas.
DIRECTOR: Angel Baltanás y María Crehuet
CENTRO: Universidad Autónoma de Madrid
TIPO: Proyecto Fin de Carrera

AUTOR: GONZALEZ, FRANCISCO JAVIER
TÍTULO: Restauración turístico-recreativa de la ruta de conexión "Corredor Verde de Guadiamar-Parque Natural de Doñana através de vías pecuarias
DIRECTOR: Francisco J. Muñoz
CENTRO: ETSI AGRÓNOMOS Y MONTES, UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
TIPO: Proyecto de Fin de Carrera

AUTOR: JOVANI TARRIDA, ROGER
TÍTULO: Scaling in bird coloniality. Individual Behaviour, Spatial Patterns and Population Dynamics
DIRECTOR: José Luis Tella Escobedo & Daniel Oro de Rivas
CENTRO: Universidad de Sevilla
TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: LANZAROT FREUDENTHAL, M. PILAR
TÍTULO: Cianobacterias Tóxicas y Mortandades en Masa de Fauna Salvaje en las Marismas de Doñana
DIRECTOR: COSTAS, E., LÓPEZ-RODAS, V. & HIRALDO, F.
CENTRO: Universidad Complutense de Madrid
TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: MARTÍN LÓPEZ, BERTA
TÍTULO: Bases socio-ecológicas para la valoración económica de los servicios generados por la biodiversidad: implicaciones en las políticas de conservación
DIRECTOR: Carlos Montes del Olmo
CENTRO: Universidad Autónoma de Madrid
TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: RODRÍGUEZ, MARTA
TÍTULO: Análisis del régimen de perturbaciones y de resiliencia en el sistema socio-ecológico de Doñana
DIRECTOR:
CENTRO: Universidad Autónoma de Madrid
TIPO: Proyecto Fin de Carrera

AUTOR: ROMÁN SANCHO, JACINTO
TÍTULO: Historia natural de la rata de agua (Arvicola sapidus) en Doñana
DIRECTOR: DELIBES, M. & REVILLA, E.
CENTRO: Universidad Autónoma de Madrid
TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: SALINGER, M.
TÍTULO: Dauereier der europäischen Daphnien: Taxonomie, Paläolimnologie und Merkmalsevolution
DIRECTOR:
CENTRO: J. W. Goethe University
TIPO: Tesis de Maestría

AUTOR: SAN JOSE VALDEZATE, MARTA
TÍTULO: Evaluación del estado fitosanitario de las masas de pinos piñoneros (Pinus pinea, L.) en la Reserva Biológica de Doñana, Parque Nacional de Doñana, Huelva
DIRECTOR: Julio Javier diez y Valentín Pando
CENTRO: ETSIA FORESTALES, UNIVERSIDAD DE VALENCIA
TIPO: Proyecto Fin de Carrera

AUTOR: VALLEJO VILLALTA, ISMAEL
TÍTULO: Caracterización geomofológica y análisis de la evolución reciente del sistema de dunas activas del Parque Nacional de Doñana (1956-2001)
DIRECTOR: OJEDA ZÚJAR, JOSÉ
CENTRO: Universidad de Sevilla
TIPO: Tesis Doctoral

ANEXO 4. Congresos, reuniones, seminarios

NOMBRE DEL EVENTO: XXXV International Association Hydrogeologists Congress
LUGAR Y FECHA. Lisboa, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia
TÍTULO: Characterization of Iberoamerican coastal aquifers: state of knowledge and management
Autor/es: BOCANEGRA, E., CARDOSO, G., CUSTODIO, E., MANZANDO, M., MONTENEGRO, S. & REYNOLDS-VARGAS, J.

NOMBRE DEL EVENTO: 8th International Symposium on the Natural Radiation Environment (NRE-VIII)
LUGAR Y FECHA. Río de Janeiro, Brasil, Octubre de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Concentrations and activity ratios of uranium isotopes in groundwater from Doñana National Park, South of Spain
Autor/es: BOLIVAR, J.P., OLÍAS, M., GONZÁLEZ-GARCÍA, F. & GARCÍA-TENORIO, R.

NOMBRE DEL EVENTO: V Coloquio Internacional del Centro de Estudios Fenicios y Púnicos (CEFYP)
LUGAR Y FECHA. Universidad Complutense de Madrid, 16-18 de abril de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia
TÍTULO: ¿Tartessos en Doñana? Contrastación preliminar de la hipótesis Wickboldt-Kühne
Autor/es: CELESTINO, S. & VILLARÍAS, J.J.

NOMBRE DEL EVENTO: I Jornadas de Investigación en la Red de Parques Nacionales
LUGAR Y FECHA. Madrid, 13-15 de marzo de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Efecto de una especie invasora Linepithema humile, la hormiga argentina, sobre la Biodiversidad del P. N. de Doñana
Autor/es: CERDÁ, X.

NOMBRE DEL EVENTO: Challenges of Biodiversity Science: First EuroDIVERSITY Conference
LUGAR Y FECHA. Marne la Vallée, Paris, France. 3-5 October 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Seed dispersal pathways at restored wetlands: contribution to community buildup in restored
Autor/es: CID, B., MONTERO, A., LARRINAGA, A.R. & SANTAMARÍA, L.

NOMBRE DEL EVENTO: I Jornadas de Investigación en la Red de Parques Nacionales
LUGAR Y FECHA. Madrid, 13-15 de marzo de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: El papel de las cianobacterias tóxicas en el P.N. de Doñana y su impacto en las mortandades masivas de aves acuáticas: red de alerta temprana y estrategias de gestión

Autor/es: COSTAS, E.

NOMBRE DEL EVENTO: 4th Ordinary General Meeting of the Societas Europea Herpetologica
LUGAR Y FECHA. Porto (Portugal), 19-23 September, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Variation in reproductive phenology of amphibians: A 30 years perspective
Autor/es: DÍAZ-PANIAGUA, C., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C. & PORTHEAULT, A.

NOMBRE DEL EVENTO: VIII Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología
LUGAR Y FECHA. Valencia, 25-28 octubre de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Características del hábitat de Donacosa merlini, una araña lobo potencialmente amenazada
Autor/es: FERNÁNDEZ- MONTRAVETA, C. & CUADRADO, M.

NOMBRE DEL EVENTO: XX Congreso de Geográfos Españoles
LUGAR Y FECHA. Sevilla, 23-28 de octubre de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia
TÍTULO: Análisis de la evolución de los usos del suelo en la cuenca del Partido durante las últimas décadas
Autor/es: FERNÁNDEZ, M., BORJA, F. & BORJA, C.

NOMBRE DEL EVENTO: Congreso SIL
LUGAR Y FECHA. Montreal, Canada, 12-18 Agosto 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Colonization of new ponds in southern Spain by zooplankton
Autor/es: FRISCH, D., GREEN, A.J. & ARECHEDERRA, A.

NOMBRE DEL EVENTO: I Jornadas de Investigación en la Red de Parques Nacionales
LUGAR Y FECHA. Madrid, 13-15 de marzo de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Ecología espacial y trófica del nóctulo gigante (Hyctalus lasiopterus) en el P.N. de Doñana
Autor/es: GARCÍA POPA-LISSEANU, A.

NOMBRE DEL EVENTO: I National Conference on Biodiversity
LUGAR Y FECHA. Segovia, Spain, November 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Valoración socio-económica de las especies exóticas invasoras como herramienta para el desarrollo de políticas de conservación de la biodiversidad
Autor/es: GARCÍA-LLORENTE, M., MARTIN-LÓPEZ, B., ALCORLO, P. & MONTES, C.

NOMBRE DEL EVENTO: 14th Ordinary General Meeting of the Societas Europea Herpetologica
LUGAR Y FECHA. Porto (Portugal), 19-23 September, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Hyperspectral data: new level of information in amphibian distribution models
Autor/es: GÓMEZ-RODRIGUEZ, C., BUSTAMANTE, J., KOPONEN, S. & DÍAZ-PANIAGUA, C.

NOMBRE DEL EVENTO: First Mediterranean Herpetological Congress
LUGAR Y FECHA. 16-20 April 2007, Marrakech-Morroco
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Hyperspectral data: new level of information in amphibian distribution models
Autor/es: GÓMEZ-RODRIGUEZ, C., BUSTAMANTE, J., KOPONEN, S., PORTHEAULT, A. & DÍAZ-PANIAGUA, C.

NOMBRE DEL EVENTO: II International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology (BioMicroWorld2007)
LUGAR Y FECHA. Sevilla, 28 Nov-1 Dic. 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia
TÍTULO: Microbial diversity, comparative analysis, and the use of molecular methods in natural environments
Autor/es: GONZÁLEZ, J.M. &PORTILLO, M.C.

NOMBRE DEL EVENTO: I Jornadas de Investigación en la Red de Parques Nacionales
LUGAR Y FECHA. Madrid, 13-15 de marzo de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Ecología del morito en Doñana: implicaciones para la conservación y gestión del P.N y su entorno
Autor/es: GREEN, A.J.

NOMBRE DEL EVENTO: First Mediterranean Herpetological Congress
LUGAR Y FECHA. 16-20 April 2007, Marrakech-Morroco
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Comparative analyses of health parametres of Testudo gareca in protected and overgrazed areas
Autor/es: HIDALGO-VILA, J., DÍAZ-PANIAGUA, C., RUIZ, X., PORTHEAULT, A., DE FRUTOS, C., JIMENEZ-MARTINEZ, C., EL MOUDEN, H. & SLIMANI, T.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso sobre Restauración de Ríos y Humedales
LUGAR Y FECHA. Tarragona, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Cambios de vegetación en el proceso de restauración ecológica de una finca agrícola en el Parque Nacional de Doñana (SW. España)
Autor/es: LUQUE, C.J., CASTELLANOS, E.M., VÉLEZ, A. & FIGUEROA, M.E.

NOMBRE DEL EVENTO: Int. Symposium on Advances in Isotope Hydrology and its Role in Sustainable Water Resources Management
LUGAR Y FECHA. Viena, Mayo de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Groundwater and its functioning at the Doñana Ramsar site wetlands (SW Spain): role of environmental isotopes to define the flow system

Autor/es: MANZANO, M., CUSTODIO, E. & HIGUERAS, H.

NOMBRE DEL EVENTO: XXXV International Association Hydrogeologists Congress
LUGAR Y FECHA. Lisboa, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia
TÍTULO: Relationships between wetlands and the Doñana coastal aquifer (SW Spain)
Autor/es: MANZANO, M., CUSTODIO, E., LOZANO, E. & HIGUERAS, H.

NOMBRE DEL EVENTO: 14th European Congress of Herpetology
LUGAR Y FECHA. Oporto, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Conferencia
TÍTULO: Importance of SW Europe for conservation of Atlantic and Mediterranean sea turtles
Autor/es: MARCO, A.

NOMBRE DEL EVENTO: Expert hearing on Biodiversity/Natural Resource Damage Assessment and the EC Environmental Liability Directive
LUGAR Y FECHA. Zurich el 13 de november de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Estimación económica de los valores no de mercado asociados al uso y a la existencia de la Reserva Biológica de Doñana, bajo el prisma de la Directiva Marco de Agua y la Directiva de Responsabilidad Ambiental
Autor/es: MARTÍN, J.

NOMBRE DEL EVENTO: 27th Symposium of the Marine Turtle Society
LUGAR Y FECHA. Myrtle BeachCarolina, USA, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Genetic structure of north Atlantic loggerhead sea turtles: insights from expanded mitochondrial analyses
Autor/es: MONZÓN-ARGÜELLO, C., RICO, C., MARCO, A. & LÓPEZ-JURADO, L.F.

NOMBRE DEL EVENTO: V European Congress of Mammalogy
LUGAR Y FECHA. Siena Italy 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN:
TÍTULO: Impact on small mammals community of the transformation of scrublands as a management practice in Doñana National Park (Spain)
Autor/es: MORENO, S., PALOMO, L.J., MORLANES, V., GARCÍA, J.A., CARELLA, I. & FERNÁNDEZ, M.C.

NOMBRE DEL EVENTO: VIII Jornadas de la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM)
LUGAR Y FECHA. Huelva, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN:
TÍTULO: Impacto de la gestión del hábitat sobre la comunidad de pequeños y medianos mamíferos de Doñana: resultados preliminares
Autor/es: MORENO, S., PALOMO, L.J., MORLANES, V., GARCÍA, J.A., FERNÁNDEZ, M.C., MARFIL, C. & MARTINEZ, R.

NOMBRE DEL EVENTO: 3rd European Workshop on Optical Fiber Sensors

LUGAR Y FECHA. Nápoles (Italia), 4–6 julio de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Microalgal fiber-optic biosensors for water quality monitoring
Autor/es: ORELLANA, G., VILLÉN, L., HAIGH, D., MANEIRO, E., MARVÁ, F. & COSTAS, E.

NOMBRE DEL EVENTO: I Jornadas de Investigación en la Red de Parques Nacionales
LUGAR Y FECHA. Madrid, 13-15 de marzo de 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Estrategias de manejo para la conservación del lince ibérico en Doñana. Manejo adaptativo y análisis de viabilidad de poblaciones
Autor/es: PALOMARES, F.

NOMBRE DEL EVENTO: First Mediterranean Herpetological Congress
LUGAR Y FECHA. 16-20 April 2007, Marrakech-Morroco
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Taux de prédation sur des oeufs d'amphibiens en relation avec leur mode d'oviposition
Autor/es: PORTHEAULT, A., DÍAZ-PANIAGUA, C. & GÓMEZ-RODRIGUEZ, C.

NOMBRE DEL EVENTO: BAGECO'9
LUGAR Y FECHA. Wernigerode, Alemania. 23-27 Junio, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Statistical comparisons of quantitative molecular fingerprints from microbial communities
Autor/es: PORTILLO, M.C. & GONZÁLEZ, J.M.

NOMBRE DEL EVENTO: Thermophiles 2007
LUGAR Y FECHA. Bergen, Noruega. 24-27 Septiembre, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Microbial community and pigment fingerprintings from a hot spring in Western Thailand
Autor/es: PORTILLO, M.C., SRIRIN, V., KANOKSILAPATHAM, W. & GONZÁLEZ, J.M.

NOMBRE DEL EVENTO: Sociedad Española de Microbiología
LUGAR Y FECHA. Sevilla, 17-21 Septiembre, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Acidobacterias en lagunas del Parque Nacional de Doñana
Autor/es: PORTILLO, M.C., ZIMMERMANN, J., REINA, M., SERRANO, L, SAIZ, C. & GONZALEZ, J.M.

NOMBRE DEL EVENTO: Sociedad Española de Microbiología
LUGAR Y FECHA. Sevilla, 17-21 Septiembre, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: La interacción de procesos hidrológicos, químicos y microbiológicos en la formación de películas ferruginosas en lagunas del Parque Nacional de Doñana
Autor/es: REINA, M., PORTILLO, M.C., SERRANO, L., SÁIZ, C. & GONZÁLEZ, J.M.

NOMBRE DEL EVENTO: 5th International Symposium on Ecological Genetics (ECOGEN 2007)
LUGAR Y FECHA. Leuven, Belgium, February 5-7, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Resting eggs of the European Daphnia species: Taxonomy, paleolimnology and character evolution
Autor/es: SALINGER, M., BREDE, N., PETRUSEK, A. & SCHWENK, K.

NOMBRE DEL EVENTO: Annual Meeting of the Study Group Evolutionary Biology of the German Zoologial Society (DZG)
LUGAR Y FECHA. Bayeruth, Germany. February 23-25, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Conferencia
TÍTULO: Resting eggs of the European Daphnia species: Taxonomy, paleolimnology and character evolution
Autor/es: SALINGER, M., BREDE, N., PETRUSEK, A. & SCHWENK, K.

NOMBRE DEL EVENTO: Joint Meeting of Ecological Society of America (ESA) and the Society for Ecological Restoration (SER)
LUGAR Y FECHA. San José, California, USA. 6-9 August 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Adaptive restoration of Mediterranean saltmarshes: Lessons on dispersal and colonization of ponds and wetlands
Autor/es: SANTAMARÍA, L., LARRINAGA, A.R., CID, B. & MONTERO, A.

NOMBRE DEL EVENTO: Challenges of Biodiversity Science: First EuroDIVERSITY Conference
LUGAR Y FECHA. Marne la Vallée, Paris, France. 3-5 October 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Dispersal, colonization, community assemblage and ecosystem function in Mediterranean saltmarshes: what can we learn from natural and restored wetlands?
Autor/es: SANTAMARÍA, L., LARRINAGA, A.R., CID, B. & MONTERO, A.

NOMBRE DEL EVENTO: BAGECO'9
LUGAR Y FECHA. Wernigerode, Alemania. 23-27 Junio, 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación
TÍTULO: Diversity and distribution of Acidobacteria in freshwater ponds at Doñana National Park
Autor/es: ZIMMERMANN, J., PORTILLO, M.C., SERRANO, L. & GONZÁLEZ, J.M.

NOMBRE DEL EVENTO: 1st National Conference on Global Change
LUGAR Y FECHA. Madrid, Abril 2007
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
TÍTULO: Pérdida de capital eco-cultural en las marismas del Guadalquivir (Doñana) en el siglo XX
Autor/es: ZORRILLA, P., SASTRE, S., GÓMEZ-BAGGETHUN, E., MARTÍN-LÓPEZ, B & MONTES, C.

ANEXO 5. Informe de la piezometría del acuífero Almonte-marismas

INFORME DE LA PIEZOMETRIA DEL ACUIFERO ALMONTE MARISMAS U.H.-05.51 AÑO HIDROLOGICO 2006- 2007

1.- INTRODUCCION

La red oficial de control de las aguas subterráneas de la masa de agua 05.51 Almonte-Marismas consta de 177 puntos distribuidos a lo largo del territorio.

Elaborada en el seno del Grupo de Investigación del Patronato del Parque Nacional de Doñana, consta de sondeos piezométricos elaborados por el Servicio Geológico de Obras Públicas, del IARA, del IGME y de la propia Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Mensualmente personal de la Comisaría de Aguas realiza mediciones de los puntos.

En este informe se pretende dar una visión global del acuífero que nos permita conocer de forma general su situación actual en relación a épocas pasadas que se consideran significativas.

En abril del 2004 se realizó y presentó al Grupo Recursos Hídricos del Patronato del Parque Nacional de Doñana un informe exhaustivo de la situación del acuífero relativo a la campaña 2003/2004.

En el informe actual se realiza una comparación con el año anterior para conocer la evolución pormenorizada de cada punto del acuífero en este último año.

Asimismo se realiza una comparación con los años 1995 ,1999 y 2000.

2.- ANALISIS DE PRECIPITACIONES

En el análisis de la situación hidrodinámica de un acuífero es necesario considerar el contexto climático del periodo analizado, especialmente la pluviometría como principal exponente de la recarga.

Para ello se han analizado los datos de precipitación de las distintas estaciones pluviométricas situadas en el Parque Nacional de Doñana y su entorno, con series de datos que comienzan en octubre del año 1970.

La pluviometría media del periodo 1970/2006 en el entorno de Doñana es de 525 mm. A lo largo de dicho periodo se pueden diferenciar tres periodos de sequía, uno que se extiende desde el año 1979/80 a 1982/83,y otro posterior, mas severo, entre 1991/92 y 1994/95 .

Aunque no puede considerarse como periodo de sequía por tratarse de un sólo año seco entre dos periodos húmedos, también tenemos como referencia el año 1998/99, en el que la precipitación alcanzó solamente el valor de 214 mm.

Respecto a la situación precedente hay que decir que el año 2004/2005 ha sido el año mas seco de la serie (36 años), con una pluviometría de tan solo 175 mm anuales, aunque viene precedido de cuatro años en los que la precipitación fue superior a la media, y que la precipitación del año 2005/2006 ha sido de 506 mm , lo que representa un valor muy similar a la media.

En el año 2006/2007 , aunque contamos con datos de pocas estaciones, podemos decir que la precipitación ha sido superior a la media, con valores de:

-Palacio de Doñana: 716.9 mm
-Almonte: 764.2 mm
-Mazagon: 567.3 mm

3.- ANALISIS DE LA PIEZOMETRIAS

Las medidas piezométricas en cada punto tienen una evolución anual fruto de las circunstancias de cada lugar. Existen procesos de recarga debidos fundamentalmente a las precipitaciones y procesos de descarga, natural o por extracciones artificiales.

Es una medida habitual al estudiar piezometrías tomar una referencia en el tiempo que nos permita hacer comparaciones.

El mes de octubre, justo en el inicio de la época de lluvias y en el final de la temporada de riegos es un mes considerado propicio para establecer las referencias.

3.1.- Comparación entre lecturas de octubre 2007 y octubre 2006

Al comparar las lecturas del año 2007 con las del año precedente 2006 obtenemos la siguiente información:

-En 76 de los 142 puntos comparables, es decir, en un 53% de los puntos, el agua se encontraba en el año 2007 mas profunda que en el año 2006.

-La profundidad media al agua del conjunto de los puntos medidos es ligeramente mayor en el año 2007 que en el año 2006.

Es decir, que a pesar de ser un año de pluviométrica superior a la media, el resultado global de la situación piezometrica es ligeramente peor en el año 2007 que en el año 2006.

3.2.- Comparación entre lecturas de octubre 2007 y octubre 2005

Como se comentó anteriormente el año hidrologico 2004-2005 que terminó en septiembre de 2005 presentó el registro de precipitaciones mas bajo de la historia (175mm), aunque venia precedido de cuatro años de precipitación superior a la media.

Al comparar las lecturas de octubre de 2007 con las de octubre de 2005 obtenemos la siguiente información:

-En 51 de los 144 puntos comparables, es decir, en un 35% de los puntos, el agua se encontraba en el año 2007 mas profunda que en el año 2005.

-La profundidad media al agua del conjunto de los puntos medidos es ligeramente mayor en el año 2005 que en el año 2007.

Es decir, que aunque el resultado global de la situación piezometrica es ligeramente mejor en el año 2007 que en el año 2005, una tercera parte de los puntos presentan profundidades al agua mayores en el año 2007 que en el año 2005, a pesar de haberse registrado precipitaciones de valor superior a la media entre ambos periodos.

3.3.- Comparación entre lecturas de octubre 2007 y octubre 1999

La pluviometria del año hidrologico 1998-1999, que terminó en septiembre de 1999, fue de 214 mm, por que puede considerarse como un año muy seco, aunque fue precedido de unos años húmedos.

AÑO	**PLUVIOMETRIA**
1995/1996	999,70
1996/1997	770,00
1997/1998	749,80
1998/1999	214,10
1999/2000	511,36
2000/2001	659,96
2001/2002	566,00
2002/2003	560,35
2003/2004	746,90
2004/2005	175,00
2005/2006	506,00
2006/2007	682.80

Al comparar las lecturas del año 2007 con las del año 1999 obtenemos la siguiente información:

-En 75 de los 99 puntos comparables, es decir, en un 75% de los puntos, el agua se encontraba en octubre de 2007 mas profunda que en octubre de 1999

Es decir, que a pesar de las lluvias abundantes del año hidrologico 2006-2007, la situación en octubre de 2007 puede considerarse peor que en octubre de 1999.

3.4 Comparación entre lecturas de octubre 2007 y octubre 1995

Como hemos dicho las lecturas de octubre 1995 corresponden a una situación excepcional. La sequía 1991/1992 – 1994/1995 fue considerada una de las peores sequías de la historia y dio lugar a casos límite en toda la Cuenca.

La precipitación del periodo equivale a 4 años seguidos con precipitación media de 348 mm., es decir, 200 mm. inferior a la media, siendo el último año del periodo, el 1994/1995, de escasísima pluviometría con 240 mm.

Pues bien, al comparar los datos de octubre 2007 con los de octubre de 1995 encontramos que la tercera parte de los puntos (29.5%), presentan niveles más bajos en el 2007 que en 1995.

Estos datos deben ser motivo de preocupación, pues el nivel de referencia marcado, octubre de 1995, es un valor extremo y excepcional.

4.-CONCLUSION

Los datos expuestos anteriormente muestran una situación que genera motivos de preocupación dado que a pesar de las lluvias, los niveles piezometricos no se recuperan en relación con niveles de comparación correspondientes a épocas de sequía, e incluso , como hemos visto en el apartado 3.4 una tercera parte de los puntos presentan niveles de agua por debajo de los que tenían en el año 1995, momento en que se produjo una sequía excepcional.

Se deben pues impulsar políticas de intensificación de vigilancia de explotaciones ilegales con desarrollo de medidas que den lugar a la clausura de las captaciones de agua declaradas ilegales, así como realizar actuaciones que permitan una gestión sostenible del acuífero.

MARIANO PALANCAR SANCHEZ
ENERO 2007

RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO. UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.51 ALMONTE-MARISMA.AÑOS 1995, 1999, Y 2005 AL 2007.

CODIGO	NUMERO	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM		COTA	PROFUND.									
PLANO	REGISTRO		X	Y	(m s.n.m.)	(m.)	oct. 1995	oct.-1999	oct.-2005	oct. 2006	oct. 2007	oct. 95-oct. 07	oct.99-oct. 07	oct.05-0ct.07	oct.06-oct. 07
CGS 01	114180096	El Pescante (S 1)	748380	4117570	3,00	152.00	7,87	5,94	8,4	7,01	7,06	**0,81**	**-1,12**	**1,34**	**-0,05**
CGS 02	114240021	Bombas Sector III (S 2)	743650	4110250	5,00	185.00	7,32	6,75	8,87	7,08	7,71	**-0,39**	**-0,96**	**1,16**	**-0,63**
CGS 03	114160018	Laguna Anguila (S 3)	730500	4117420	10,00	66.00	9,12	9,29	10,18	10,40	10,59	**-1,47**	**-1,30**	**-0,41**	**-0,19**
CGS 03	114160019	Laguna Anguila (S 4)	730500	4117420	10,00	14.00	8,99	5,51	5,81	6,10	5,66	**3,33**	**-0,15**	**0,15**	**0,44**
CGS 04	114220047	Portachuelo (S 5)	733870	4115810	4,85	68.00	11,24	13,05	15,22	14,88	15,06	**-3,82**	**-2,01**	**0,16**	**-0,18**
CGS 04	114220048	Portachuelo (S 6)	733870	4115810	5,00	28.00	11,5	13	seco	seco	seco				
CGS 04	114220049	Portachuelo (S 7)	733870	4115810	4,80	10.00	10,19	10	seco	seco	seco				
CGS 05	114270022	Los Caracoles (S 8)	739380	4101290	2,00	191.00	2,05	1,75	1,95	1,54	2,46	**-0,41**	**-0,71**	**-0,51**	**-0,92**
CGS 05	114270023	Los Caracoles (S 5)	727140	4111400	2,70	27.00	4,42	4,11	4,47	3,72	4,72	**-0,30**	**-0,61**	**-0,25**	**-1,00**
CGS 06	114210153	Matasgordas (S 9)	727310	4111470	3,00	153.00	4,63	3,45	4,6	4,51	4,33	**0,30**	**-0,88**	**0,27**	**0,18**
CGS 06	114210154	Matasgordas (S 10)	727310	4111470	3,00	17.00	5,03	4,45	5,48	5,30	5,01	**0,02**	**-0,56**	**0,47**	**0,29**
CGS 06	114210155	Matasgordas (S 11)	727310	4111470	3,00	120.00	3,85	2,45	3,36	3,14	2,75	**1,10**	**-0,30**	**0,61**	**0,39**
CGS 06	114210156	Matasgordas (S 12)	730410	4113200	2,50	100.00	5,3	4,91	6,02	5,76	5,55	**-0,25**	**-0,64**	**0,47**	**0,21**
CGS 07	114220050	El Raposo (S 13)	730410	4113200	2,39	30.00	6,51	6,81	8,12	7,82	7,97	**-1,46**	**-1,16**	**0,15**	**-0,15**
CGS 07	114220051	El Raposo (S 14)	739380	4101290	2,00	165.00	5,8	6,05	6,7	6,80	6,39	**-0,59**	**-0,34**	**0,31**	**0,41**
CGS 08	114250011	Casa Mogea (S 16)	722240	4101740	28,90	94.00	4,67	3,72	3,93	3,61	3,41	**1,26**	**0,31**	**0,52**	**0,20**
CGS 08	114250012	Casa Mogea (S 17)	722240	4101740	29,00	15.00	3,23	2,48	2,82	2,20	2,11	**1,12**	**0,37**	**0,71**	**0,09**
CGS 09	104240114	Los Mimbrales (S 18)	719340	4110950	29,00	130.00	14,25	11,53	9,7	7,78	17,32	**-3,07**	**-5,79**	**-7,62**	**-9,54**
CGS 09	104240115	Los Mimbrales (S 19)	719340	4110950	29,00	55.00	8,94	4,31	5,77	4,29	9,72	**-0,78**	**-5,41**	**-3,95**	**-5,43**
CGS 09	104240116	Los Mimbrales (S 20)	719340	4110950	28,92	18.00	5,02	3,01	4,04	3,31	3,80	**1,22**	**-0,79**	**0,24**	**-0,49**
CGS 10	104240117	El Alamillo (S 21)	715920	4107790	35,95	130.00	19,06	16,26	18,09	15,25	20,66	**-1,60**	**-4,40**	**-2,57**	**-5,41**
CGS 10	104240118	El Alamillo (S 22)	715920	4107790	36,00	55.00	6,04	4,31	6,67	5,51	7,32	**-1,28**	**-3,01**	**-0,65**	**-1,81**
CGS 10	104240119	El Alamillo (S 23)	715920	4107790	35,00	13.00	4,22	3,08	3,92	3,42	3,52	**0,70**	**-0,44**	**0,40**	**-0,10**
CGS 10	104240120	El Alamillo (S 24)	715920	4107790	36,00	130.00	18,64	16,26	15,47	12,28	17,28	**1,36**	**-1,02**	**-1,81**	**-5,00**
CGS 11	104170010	Los Cabezudos (S 25)	711260	4116380	25,00	72.00	2,05	0,21	0,72	0,55	0,28	**1,77**	**-0,07**	**0,44**	**0,27**
CGS 11	104170011	Los Cabezudos (S 26)	711260	4116380	24,93	42.00	3,71	2,73	3,36	3,03	3,02	**0,69**	**-0,29**	**0,34**	**0,01**
CGS 11	104170012	Los Cabezudos (S 27)	711260	4116380	24,86	25.00	4,07	3,06	3,81	3,38	3,32	**0,75**	**-0,26**	**0,49**	**0,06**
CGS 11	104170013	Los Cabezudos (S 28)	711260	4116380	24,96	6.00	3,67	2,82	seco	seco	seco				
CGS 12	114150103	Merco (S 29)	722180	4117940	30,00	76.00	19,52	19,18	19,75	19,90	20,02	**-0,50**	**-0,84**	**-0,27**	**-0,12**
CGS 12	114150104	Merco (S 35)	723560	4116220	18,50	54.00	6,28	6,85	seco	seco	seco				
CGS 13	114210157	Sector II-10 (S 30)	723560	4116220	18,45	8.00	18,03	19,61	21,28	22,10	22,25	**-4,22**	**-2,64**	**-0,97**	**-0,15**

CORREO ELECTRÓNICO:
http://www.chguadalquivir.es

Plaza de España -Sector II
41071-Sevilla
TEL: 95 493 94 00
FAX: 95 423 36 05

CODIGO	NUMERO	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM		COTA	PROFUND.									
PLANO	REGISTRO		X	Y	(m s.n.m.)	(m.)	oct. 1995	oct.-1999	oct.-2005	oct. 2006	oct. 2007	oct. 95-oct. 07	oct.99-oct. 07	oct.05-0ct.07	oct.06-oct. 07
CGS 13	114210158	Sector II-10 (S 31)	707110	4110570	64,97	108.00	8,87	no se midio	8,44	0,94	8,70	**0,17**		**-0,26**	**-7,76**
CGS 13	114210159	Sector II-10 (S 36)	707110	4110570	65,00	72.00	18,01	16,37	21,29	21,98	22,23	**-4,22**	**-5,86**	**-0,94**	**-0,25**
CGS 14	104230011	El Abalario (S 32)	707110	4110570	64,98	25.00	12,03	10,05	9,78	9,85	9,79	**2,24**	**0,26**	**-0,01**	**0,06**
CGS 14	104230012	El Abalario (S 33)	722180	4117940	29,90	8.00	6,02	4,12	3,58	3,44	3,31	**2,71**	**0,81**	**0,27**	**0,13**
CGS 14	104230013	El Abalario (S 34)	723560	4116220	18,50	23.00	5,03	3,14	2,56	2,42	2,31	**2,72**	**0,83**	**0,25**	**0,11**
CGS 15	114210160	Depuradora Rocío (S 37)	724590	4111800	2,50	117.00	4,11	2,47	3,72	no se midio	1,89	**2,22**	**0,58**	**1,83**	
CGS 15	114210161	Depuradora Rocío (S 38)	724590	4111800	2,44	66.00	4,03	1,17	2,08	no se midió	2,09	**1,94**	**-0,92**	**-0,01**	
CGS 15	114210162	Depuradora Rocío (S 39)	724590	4111800	2,47	20.00	3,84	1,58	2,51	no se midio	3,26	**0,58**	**-1,68**	**-0,75**	
CGS 16	104280043	El Coto-Matalascañas (S 40)	720010	4096060	3,00	150.00	5,14	roto	roto	roto	roto				
CGS 17	104280052	G.C.- Matalascañas (S 41)	716950	4099210	19,97	156.00	17,66	15,09	19,8	16,82	15,95	**1,71**	**-0,86**	**3,85**	**0,87**
CGS 17	104280053	G.C.- Matalascañas (S 42)	716950	4099210	19,97	80.00	17,26	13,64	17,69	15,76	14,75	**2,51**	**-1,11**	**2,94**	**1,01**
CGS 17	104280054	G.C.- Matalascañas (S 43)	716950	4099210	20,00	26.00	14,09	11,88	11,78	12,41	11,41	**2,68**	**0,47**	**0,37**	**1,00**
CGS 18	104170014	Bodegones (S 44)	706550	4116490	32,00	58.00	2,55	1,02	2,29	1,90	1,47	**1,08**	**-0,45**	**0,82**	**0,43**
CGS 18	104170015	Bodegones (S 45)	706550	4116490	31,93	9.00	2,8	1,19	2,72	2,32	2,17	**0,63**	**-0,98**	**0,55**	**0,15**
CGS 19	114310016	Palacio Doñana (S 49)	717370	4118460	30,00	67.00	1,96	2,02	2,06	1,90	1,71	**0,25**	**0,31**	**0,35**	**0,19**
CGS 19	114310017	Palacio Doñana (S 50)	717370	4118460	29,95	25.00	no se midio	surgente	surgente	surgente	surgente				
CGS 19	114310018	Palacio Doñana (S 51)	717370	4118460	29,95	6.00	1,09	0,41	1,34	0,65	1,00	**0,09**	**-0,59**	**0,34**	**-0,35**
CGS 19	114310019	Palacio Doñana (S 52)	727779	4097040	2,94	191.00	surgente	surgente	surgente	surgente	surgente				
CGS 20	104180031	Arroyo La Cañada (S 46)	727779	4097040	3,00	65.00	3,39	2,51	2,81	2,95	2,95	**0,44**	**-0,44**	**-0,14**	**0,00**
CGS 20	104180032	Arroyo La Cañada (S 47)	727779	4097040	3,00	10.00	4,95	3,89	3,61	4,15	3,81	**1,14**	**0,08**	**-0,20**	**0,34**
CGS 20	104180033	Arroyo La Cañada (S 48)	727779	4097040	3,00	28.00	4,61	3,52	3,09	3,08	3,33	**1,28**	**0,19**	**-0,24**	**-0,25**
CGS 21	114170140	Partido Resina (S 54)	717700	4100350	35,00	30.00	11,15	12,51	16,1	17,01	16,81	**-5,66**	**-4,30**	**-0,71**	**0,20**
CGS 21	114170141	Partido Resina (S 55)	741600	4117830	20,00	107.00	11,38	13,45	15,4	14,99	14,66	**-3,28**	**-1,21**	**0,74**	**0,33**
CGS 22	104280062	Barrera Palacio (S 53)	741600	4117830	19,98	48.00	no se midio	no se midio	25,3	24,98	25,65			**-0,35**	**-0,67**
CGS 23	114360017	Vetalengua (S 56)	733010	4087500	2,00	85.00	no se midio	2,31	2,5	2,21	2,07		**0,24**	**0,43**	**0,14**
CGS 23	114360018	Vetalengua (S 57)	733010	4087500	2,00	190.00	no se midio	2,31	3,69	3,36	3,29		**-0,98**	**0,40**	**0,07**
CGS 23	114360019	Vetalengua (S 58)	733010	4087500	2,00	12.00	no se midio	1,78	no se mide	no se mide	no se mide				
CGS 24	114360020	Marismillas (S 59)	734320	4080650	3,00	289.00	no se midio	2,25	2,64	2,55	2,40		**-0,15**	**0,24**	**0,15**

CODIGO PLANO	NUMERO REGISTRO	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM X	COORDENADAS UTM Y	COTA (m s.n.m.)	PROFUND. (m.)	oct. 1995	oct.-1999	oct.-2005	oct. 2006	oct. 2007	oct. 95-oct. 07	oct.99-oct. 07	oct.05-0ct.07	oct.06-oct. 07
CGS 24	114360021	Marismillas (S 60)	734320	4080650	3,00	18.00	no se midio	2,25	2,52	2,46	2,36		**-0,11**	**0,16**	**0,10**
SGOP 01	104280036	Ctra. Norte. Matalascañas (S 1-1)	718525	4098275	21,79	10.00	10,00	8,92	seco	seco	seco				
SGOP 01	104280037	Ctra. Norte. Matalascañas (S 1-2)	718524	4098278	21,72	44.00	12,14	9,95	11,1	10,55	10,92	**1,22**	**-0,97**	**0,18**	**-0,37**
SGOP 01	104280038	Ctra. Norte. Matalascañas (S 1-3)	718524	4098281	21,65	95.00	12,12	9,91	11,18	10,60	11,02	**1,10**	**-1,11**	**0,16**	**-0,42**
SGOP 01	104280039	Ctra. Norte. Matalascañas (S 1-4)	718522	4098281	21,78	160.00	18,03	16,49	tiene aceites	tiene aceites	tiene aceites				
SGOP 02	104280048	Sulfasaurus Matalascañas (S 2-1)	719168	4096796	16,41	12.00	12,05	12,08	seco	seco	seco				
SGOP 02	104280049	Sulfasaurus Matalascañas (S 2-2)	719165	4096796	16,48	45.60	13,40	12,35	13,16	12,68	12,71	**0,69**	**-0,36**	**0,45**	**-0,03**
SGOP 02	104280050	Sulfasaurus Matalascañas (S 2-3)	719163	4096795	16,52	103.00	13,47	12,43	13,3	13,00	12,82	**0,65**	**-0,39**	**0,48**	**0,18**
SGOP 02	104280051	Sulfasaurus Matalascañas (S 2-4)	719160	4096794	16,53	150.00	14,49	13,53	17,82	15,78	14,75	**-0,26**	**-1,22**	**3,07**	**1,03**
SGOP 03	104280046	P. Marítimo Matalascañas (S 3-1)	719948	4096058	4,40	10.00	2,91	roto	roto	roto	roto				
SGOP 03	104280047	P. Marítimo Matalascañas (S 3-2)	719948	4096058	4,40	48.70	2,69	2,04	roto	roto	roto				
SGOP 04	114210141	Canariega (S 4-1)	722498	4111927	4,28	10.00	3,50	1,74	3,55	3,58	1,99	**1,51**	**-0,25**	**1,56**	**1,59**
SGOP 04	114210142	Canariega (S 4-2)	722492	4111931	4,57	50.00	5,42	0,43	2,73	2,74	2,22	**3,20**	**-1,79**	**0,51**	**0,52**
SGOP 04	114210143	Canariega (S 4-3)	722496	4111929	4,44	101.40	5,22	0,45	3,77	4,29	4,04	**1,18**	**-3,59**	**-0,27**	**0,25**
SGOP 04	114210144	Canariega (S 4-4)	722498	4111927	4,28	10.00	2,69	2,14	4,26	4,65	3,62	**-0,93**	**-1,48**	**0,64**	**1,03**
SGOP 05	104270006	Ctra. Mazagón km 38. (S 5-1)	710415	4103918	31,54	7.30	7,25	5,91	6,22	7,23	seco				
SGOP 05	104270007	Ctra. Mazagón km 38. (S 5-2)	710416	4103919	31,87	22.00	9,23	6,13	6,89	7,49	7,66	**1,57**	**-1,53**	**-0,77**	**-0,17**
SGOP 05	104270008	Ctra. Mazagón km 38. (S 5-3)	710413	4103920	31,90	54.40	10,08	7,41	7,3	8,40	8,72	**1,36**	**-1,31**	**-1,42**	**-0,32**
SGOP 05	104270009	Ctra. Mazagón km 38. (S 5-4)	710410	4103919	33,24	121.00	9,31	6,81	6,89	7,72	7,81	**1,50**	**-1,00**	**-0,92**	**-0,09**
SGOP 06	104220018	Médano del Oro (S 6-1)	702492	4107866	38,41	22.00	12,59	10,86	no se midio	11,59	11,87	**0,72**	**-1,01**		**-0,28**
SGOP 06	104220019	Médano del Oro (S 6-2)	702494	4107868	38,76	60.00	14,64	12,87	no se midio	13,26	13,92	**0,72**	**-1,05**		**-0,66**
SGOP 06	104220020	Médano del Oro (S 6-3)	702499	4107869	38,76	97.70	14,61	12,75	no se midiio	13,05	13,87	**0,74**	**-1,12**		**-0,82**
SGOP 07	114210145	Hato Villa (S 7-1)	724643	4109797	4,61	15.50	3,00	1,97	2	1,08	1,82	**1,18**	**0,15**	**0,18**	**-0,74**

CODIGO PLANO	NUMERO REGISTRO	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM X	COORDENADAS UTM Y	COTA (m s.n.m.)	PROFUND. (m.)	oct. 1995	oct.-1999	oct.-2005	oct. 2006	oct. 2007	oct. 95-oct. 07	oct.99-oct. 07	oct.05-0ct.07	oct.06-oct. 07
SGOP 07	114210146	Hato Villa (S 7-2)	724642	4109800	4,62	49.30	4,84	2,51	3,82	2,40	4,16	**0,68**	**-1,65**	**-0,34**	**-1,76**
SGOP 07	114210147	Hato Villa (S 7-3)	724641	4109802	4,64	63.30	4,84	2,51	3,81	2,41	4,18	**0,66**	**-1,67**	**-0,37**	**-1,77**
SGOP 08	114250013	Don Ignacio (S 8-1)	727404	4105060	2,61	18.00	1,65	0,84	1,63	1,41	1,64	**0,01**	**-0,80**	**-0,01**	**-0,23**
SGOP 08	114250014	Don Ignacio (S 8-2)	727404	4105060	2,61	26.00	surgente	surgente	surgente	surgente	surgente				
SGOP 08	114250015	Don Ignacio (S 8-3)	727404	4105060	2,61	61.70	4,30	4,42	4,69	4,01	4,02	**0,28**	**0,40**	**0,67**	**-0,01**
SGOP 09	104280064	Pequeña Holanda (S 9-1)	719970	4106530	30,00	25.00	3,91	3,15	3,59	3,25	3,19	**0,72**	**-0,04**	**0,40**	**0,06**
SGOP 09	104280065	Pequeña Holanda (S 9-2)	719970	4106530	30,00	62.40	6,75	5,02	6,73	6,00	7,77	**-1,02**	**-2,75**	**-1,04**	**-1,77**
SGOP 09	104280066	Pequeña Holanda (S 9-3)	719970	4106530	30,00	81.00	20,85	18,01	17,76	14,55	19,26	**1,59**	**-1,25**	**-1,50**	**-4,71**
SGOP 10	114210150	Soto Chico (S 10-1)	724070	4110020	5,00	14.90	2,88	2,22	1,9	1,30	1,89	**0,99**	**0,33**	**0,01**	**-0,59**
SGOP 10	114210151	Soto Chico (S 10-2)	724070	4110020	5,00	43.40	5,86	3,27	4,49	3,02	4,72	**1,14**	**-1,45**	**-0,23**	**-1,70**
SGOP 10	114210152	Soto Chico (S 10-3)	724070	4110020	5,00	68.10	6,00	3,01	4,73	2,92	5,22	**0,78**	**-2,21**	**-0,49**	**-2,30**
SGOP 11	104240124	Sacristán (S 11-1)	715410	4115430	35,00	12.30	1,80	1,31	1,62	1,30	1,30	**0,50**	**0,01**	**0,32**	**0,00**
SGOP 11	104240125	Sacristán (S 11-2)	715410	4115430	35,00	21.80	1,61	0,91	1,25	0,96	0,98	**0,63**	**-0,07**	**0,27**	**-0,02**
SGOP 11	104240126	Sacristán (S 11-3)	715410	4115430	35,00	46.40	1,87	surgente	0,4	0,40	0,75	**1,12**		**-0,35**	**-0,35**
SGOP 12	104240122	María del Puerto (S 12-1)	716870	4114650	43,00	25.80	2,39	2,01	2,31	2,15	2,20	**0,19**	**-0,19**	**0,11**	**-0,05**
SGOP 12	104240123	María del Puerto (S 12-2)	716870	4114650	43,00	9.70	1,56	0,19	0,77	0,98	0,92	**0,64**	**-0,73**	**-0,15**	**0,06**
SGOP 13	114210171	Canal Mimbrales (S 13)	723870	4111230	6,00	20.90	3,60	2,15	seco	roto	roto				
SGOP 14	114210167	Soto Grande (S 14)	725100	4109150	2,00	26.00	3,50	no se midio	2,81	2,01	3,02	**0,48**		**-0,21**	**-1,01**
SGOP 15	114210172	Agua Peral (S 15-1)	725750	4108800	2,00	34.50	2,26	1,64	1,45	1,11	1,79	**0,47**	**-0,15**	**-0,34**	**-0,68**
SGOP 15	114210173	Agua Peral (S 15-2)	725750	4108800	2,00	15.50	2,73	1,31	1,34	1,06	1,27	**1,46**	**0,04**	**0,07**	**-0,21**
SGOP 16	114210168	Casa de los Guardas (S 16)	726260	4108140	2,00	26.50	1,44	0,41	0,54	surgente	0,29	**1,15**	**0,12**	**0,25**	
SGOP 17	114250020	Algaida de la Caquera (S 17-1)	726550	4106110	1,80	20.50		surgente	aguaboca	surgente	surgente				
SGOP 17	114250021	Algaida de la Caquera (S 17-2)	726550	4106110	1,80	11.70	2,32	1,45	2,62	2,31	1,36	**0,96**	**0,09**	**1,26**	**0,95**

CODIGO PLANO	NUMERO REGISTRO	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM X	COORDENADAS UTM Y	COTA (m s.n.m.)	PROFUND. (m.)	oct. 1995	oct.-1999	oct.-2005	oct. 2006	oct. 2007	oct. 95-oct. 07	oct.99-oct. 07	oct.05-0ct.07	oct.06-oct. 07
SGOP 18	114250018	Surgente de la Algaida (S 18-1)	727690	4104650	2,50	14.00	1,40	0,63	1,53	,1,28	2,22	**-0,82**	**-1,59**	**-0,69**	
SGOP 18	114250019	Surgente de la Algaida (S 18-2)	727690	4104650	2,50	29.70	surgente	surgente	surgente	surgente	surgente				
SGOP 19	114250016	Casa de la Algaida (S 19-1)	727330	4103510	5,20	26.80	surgente	surgente	surgente	1,27	1,31				**-0,04**
SGOP 19	114250017	Casa de la Algaida (S 19-2)	727330	4103510	5,20	14.20	1,57	0,72	1,46	surgente	surgente				
SGOP 20	114250022	Caño de Gangas (S 20)	728030	4102400	2,20	14.20	0,91	0,12	0,91	0,05	0,79	**0,12**	**-0,67**	**0,12**	**-0,74**
SGOP 21	114260020	Caño del Martinazo (S 21-1)	728800	4101300	1,40	24.50	surgente	surgente	0,42	surgente	0,31			**0,11**	
SGOP 21	114260021	Caño del Martinazo (S 21-2)	728800	4101300	1,40	15.20	surgente	surgente	surgente	surgente	surgente				
SGOP 21	114260022	Caño del Martinazo (S 21-3)	728800	4101300	1,40	8.40	0,33	surgente	surgente	surgente	surgente				
SGOP 22	114250028	Surgente del Martinazo (S 22)	729010	4101980	1,80	0.00	1,82	no se midio	0,99	0,66	0,77	**1,05**		**0,22**	**-0,11**
SGOP 23	114250023	Caño de la Raya (S 23-1)	727580	4099520	6,50	24.20	0,17	no se midio	1,3	0,55	0,99	**-0,82**		**0,31**	**-0,44**
SGOP 23	114250024	Caño de la Raya (S 23-2)	727580	4099520	6,50	8.50	1,26	no se midio	surgente	surgente	surgente				
SGOP 24	114310023	Lucio Caballero (S 24)	727990	4093900	2,40	11.70	1,66	1,56	1,85	1,61	1,85	**-0,19**	**-0,29**	**0,00**	**-0,24**
SGOP 25	114310022	Algaidilla (S 25)	728323	4093210	5,00	15.00	1,61	no se midio	1,84	1,62	1,12	**0,49**		**0,72**	**0,50**
SGOP 26	114320005	Lucio del Hondón (S 26)	730160	4090390	12,00	15.20	1,02	1,01	1,08	1,02	0,97	**0,05**	**0,04**	**0,11**	**0,05**
SGOP 27	114320006	Agua Rubias (S 27)	731720	4089530	10,00	11.00	0,93	0,79	0,95	0,89	0,97	**-0,04**	**-0,18**	**-0,02**	**-0,08**
SGOP 28	114360008	Majada Real (S 28)	732840	4088380	10,00	13.00	0,90	0,75	0,84	0,66	0,72	**0,18**	**0,03**	**0,12**	**-0,06**
SGOP 29	114360009	Vetalengua Punta (S 29)	733510	4088920	7,00	12.20	1,70	no se midio	1,5	1,18	1,46	**0,24**		**0,04**	**-0,28**
SGOP 30	114360012	Lucio de Vetalengua (S 30)	733010	4087310	14,00	12.30	1,85	1,47	1,42	1,40	1,15	**0,70**	**0,32**	**0,27**	**0,25**
SGOP 31	114360010	Corral de la Liebre (S 31-1)	732793	4084533	10,00	24.60	3,93	3,21	3,46	3,70	3,28	**0,65**	**-0,07**	**0,18**	**0,42**
SGOP 31	114360011	Corral de la Liebre (S 31-2)	732793	4084533	10,00	4.40	3,73	3,49	3,41	3,57	3,27	**0,46**	**0,22**	**0,14**	**0,30**
SGOP 32	114360013	Pocito (S 32)	734600	4082040	9,00	24.40	1,96	1,68	1,77	1,69	1,49	**0,47**	**0,19**	**0,28**	**0,20**
SGOP 33	114360014	Pozo de la Plancha (S 33)	735570	4080160	1,00	24.80	2,02	1,68	1,85	2,02	2,21	**-0,19**	**-0,53**	**-0,36**	**-0,19**
SGOP 34	114420045	Pozo Nuevo (S 34)	734890	4078940	7,00	18.00	2,65	2,13	2,25	2,28	2,04	**0,61**	**0,09**	**0,21**	**0,24**

CODIGO	NUMERO	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM		COTA	PROFUND.									
PLANO	REGISTRO		X	Y	(m s.n.m.)	(m.)	oct. 1995	oct.-1999	oct.-2005	oct. 2006	oct. 2007	oct. 95-oct. 07	oct.99-oct. 07	oct.05-0ct.07	oct.06-oct. 07
SGOP 35	114420046	Llanos de Velázquez (S 35)	735420	4079100	10,00	18.20	2,73	2,53	2,55	2,55	2,66	**0,07**	**-0,13**	**-0,11**	**-0,11**
SGOP 36	114360015	Cerro del Trigo (S 36)	732800	4086970	17,00	24.80	8,18	7,03	7,26	7,40	7,35	**0,83**	**-0,32**	**-0,09**	**0,05**
SGOP 37	114360016	Observatorio o Vía Pecuaria (S 37)	732380	4083990	10,00	24.80	2,87	2,14	2,52	2,47	1,82	**1,05**	**0,32**	**0,70**	**0,65**
SGOP 38	114310024	Laguna de Santa Olalla (S 38-1)	724230	4095780	10,00	24.70	1,65	no se midio	1,53	1,12	0,72	**0,93**		**0,81**	**0,40**
SGOP 38	114310025	Laguna de Santa Olalla (S 38-2)	724485	4095465	6,00	11.40	1,75	no se midio	1,4	1,03	2,22	**-0,47**		**-0,82**	**-1,19**
SGOP 38	114310026	Laguna de Santa Olalla (S 38-3)	724485	4095465	6,00	1.90	2,36	no se midio	roto	roto	roto				
SGOP 38	114310027	Laguna de Santa Olalla (S 38-4)	724890	4095455	5,50	11.70	1,67	no se midio	roto	roto	roto				
SGOP 39	114310028	Laguna La Dulce (S 39-1)	724125	4095780	6,00	22.70	1,69	no se midio	1,44	1,11	0,77	**0,92**		**0,67**	**0,34**
SGOP 39	114310029	Laguna La Dulce (S 39-2)	723855	4095715	6,00	11.40	1,50	no se midio	1,56	1,02	0,89	**0,61**		**0,67**	**0,13**
SGOP 40	114310030	Laguna de Las Pajas 1 (S 40-1)	725185	4095590	6,00	23.10	2,63	no se midio	1,85	1,18	1,20	**1,43**		**0,65**	**-0,02**
SGOP 40	114310031	Laguna de Las Pajas 1 (S 40-2)	725660	4095825	5,90	22.30	1,88	no se midio	2,46	2,03	1,96	**-0,08**		**0,50**	**0,07**
SGOP 41	114310032	Laguna de los Hermanillos (S 41)	726830	4096110	4,90	29.70	1,85	no se midio	1,92	1,62	1,49	**0,36**		**0,43**	**0,13**
SGOP 42	114310020	Laguna del Sopeton (S 42-1)	726540	4093240	20,00	11.70	1,48	no se midio	1,45	1,21	1,11	**0,37**		**0,34**	**0,10**
SGOP 42	114310021	Laguna del Sopeton (S 42-2)	727380	4093457	10,00	11.80	1,10	no se midio	1,23	0,98	1,18	**-0,08**		**0,05**	**-0,20**
SGOP 43	114310033	Laguna del Zahillo (S 43)	722060	4096430	9,00	14.80	3,52	no se midio	2,99	2,74	2,47	**1,05**		**0,52**	**0,27**
SGOP 44	114310034	Laguna del Taraje (S 44)	722890	4096530	9,20	14.90	2,29	no se midio	2,05	1,44	1,71	**0,58**		**0,34**	**-0,27**
SGOP 45	114250025	Laguna del Acebuche (S 45)	721843	4098593	30,00	15.20	1,75	no se midio	2,95	2,65	2,61	**-0,86**		**0,34**	**0,04**
SGOP 46	114250026	Laguna del Ojillo (S 46)	721906	4099090	30,00	18.00	4,88	no se midio	3,6	3,34	3,28	**1,60**		**0,32**	**0,06**
SGOP 47	114250027	Navazo del Toro (S 47)	722166	4099337	30,00	17.80	4,04	no se midio	3,21	2,61	2,46	**1,58**		**0,75**	**0,15**
SGOP 48	114310035	Laguna del Brezo (S 48)	721263	4097210	20,00	14.90	5,00	no se midio	3,9	4,09	3,75	**1,25**		**0,15**	**0,34**
SGOP 49	114310036	Charco del Toro (S 49)	721413	4096827	14,00	15.00	4,51	no se midio	3,75	3,71	3,50	**1,01**		**0,25**	**0,21**
IARA 1	114170034	010205	738166	4119289	13,43	78,00	20,04	no se midio	26,01	26,16	26,83	**-6,79**		**-0,82**	**-0,67**
IARA 2	114170040	010408	741217	4121857	8,97	59,50	no se midio	no se midio	18,21	17,42	17,65			**0,56**	**-0,23**

CODIGO PLANO	NUMERO REGISTRO	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM X	COORDENADAS UTM Y	COTA (m s.n.m.)	PROFUND. (m.)	oct. 1995	oct.-1999	oct.-2005	oct. 2006	oct. 2007	oct. 95-oct. 07	oct.99-oct. 07	oct.05-0ct.07	oct.06-oct. 07
IARA 3	114180059	010503	744070	4121419	6,68	68,00	no se midio	no se midio	17,61	13,45	14,22			**3,39**	**-0,77**
IARA 4	114170130	010914	735423	4121511	22,00	55,20	24,02	no se midio	28,61	29,05	34,22	**-10,20**		**-5,61**	**-5,17**
IARA 5	114150065	31010	722485	4118015	21,30	57,50	19,88	no se midio	18,51	21,05	23,10	**-3,22**		**-4,59**	**-2,05**
IARA 6	114150046	30708	194002	4120662	13,50	34,00	7,10	no se midio	6,19	6,98	6,12	**0,98**		**0,07**	**0,86**
IARA 7	114210094	31101	191518	4117842	14,00	60,00	13,15	no se midio	16,82	15,22	destruido				
IARA 8	114210114	31201	194059	4116027	15,00	73,00	6,75	no se midio	7,01	7,50	7,17	**-0,42**		**-0,16**	**0,33**
IARA 9	104240058	40303	183432	4113331	27,03	134,00	7,65	no se midio	7,21	5,17	6,35	**1,30**		**0,86**	**-1,18**
IARA 10	114210051	40608	187538	4113583	20,00	105,00	14,16	no se midio	12,31	6,54	11,23	**2,93**		**1,08**	**-4,69**
IARA 11	114210076	40804	191370	4110603	8,50	114,00	8,09	no se midio	7,05	6,75	8,52	**-0,43**		**-1,47**	**-1,77**
IARA 12	104240066	41101	182514	4111184	36,00	108,50	4,80	no se midio	5,32	4,64	6,07	**-1,27**		**-0,75**	**-1,43**
IARA 13	104180021	50202	186783	4120338	25,49	75,00	8,58	no se midio	9,33	9,71	9,92	**-1,34**		**-0,59**	**-0,21**
IARA 14	114210034	50503	189147	4117291	15,31	101,30	11,46	no se midio	cerrado	cerrado	cerrado				
IARA 15	104240082	50807	186601	4116670	12,81	109,00	8,87	no se midio	11,55	8,15	10,61	**-1,74**		**0,94**	**-2,46**
IARA 16	114220013	MM0101	197162	4114046	2,63	148,90	5,72	no se midio	7,52	7,10	7,39	**-1,67**		**0,13**	**-0,29**
IARA 17	114220033	MM0408	200029	4109604	2,26	187,50	6,07	no se midio	sin datos	sin datos	sin datos				
IARA 18	114230024	MM0605	205259	4111158	0,87	196,50	6,94	no se midio	9,52	8,18	8,22	**-1,28**		**1,30**	**-0,04**
IARA 19	114230044	MM0807	206108	4118231	2,78	105,00	14,16	no se midio		sin datos	sin datos				
IGME 1	104140047	Dehesa Remuñana	718714	4132311	94,94	15,30	10,68	no se midio	8,61	8,10	8,90	**1,78**		**-0,29**	**-0,80**
IGME 2	104160019	Camino del Corchuelo	703950	4119350	58,00	30,50	no se midio	no se midio	3,55	3,42	3,24			**0,31**	**0,18**
IGME 3	104160022	La Matilla	699580	4116000	58,00	55,00	12,25	no se midio	16,7	17,35	17,53	**-5,28**		**-0,83**	**-0,18**
IGME 4	104180004	Refugio La Cañada	715023	4122204	61,63	9,70	8,90	no se midio	18,33	8,58	8,27	**0,63**		**10,06**	**0,31**
IGME 5	114110004	Algarrobo	727035	4127664	74,17	22,49	5,39	no se midio	4,62	4,12	3,51	**1,88**		**1,11**	**0,61**
IGME 6	114160012	El Arrayán	732630	4125480	46,00	40,00	19,99	no se midio	20,21	20,25	20,29	**-0,30**		**-0,08**	**-0,04**

CODIGO	NUMERO	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM		COTA	PROFUND.									
PLANO	REGISTRO		X	Y	(m s.n.m.)	(m.)	oct. 1995	oct.-1999	oct.-2005	oct. 2006	oct. 2007	oct. 95-oct. 07	oct.99-oct. 07	oct.05-0ct.07	oct.06-oct. 07
IGME 7	114210137	Rocina 3	721440	4112300	10,00	95,00	8,21	no se midio	6,14	6,45	5,41	**2,80**		**0,73**	**1,04**
IGME 8	114210138	Rocina 3 bis	721440	4112320	10,00	20,00	3,60	no se midio	seco	seco	2,46	**1,14**			
IGME 9	114210139	Rocina 4	720790	4112720	10,00	95,50	8,29	no se midio	6,45	6,76	6,36	**1,93**		**0,09**	**0,40**
		PROFUNDIDAD TOTAL					**1056,49**	**602,32**	**948,08**	**896,61**	**952,01**	**31,64**	**-83,46**	**15,00**	**-65,33**
		PROFUNDIDAD MEDIA					**6,86**	**5,42**	**6,45**	**6,18**	**6,39**				
		RELACION PUNTOS NEGATIVOS/MEDIDAS										**41/139**	**75/99**	**51/144**	**76/142**
		PORCENTAJE ANTERIOR										**29/5%**	**75,75%**	**35,42%**	**53,52%**