

**RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EN EL
ESPACIO NATURAL DE DOÑANA
2006**



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, abril 2007

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| 1. Resumen de la actividad investigadora..... | 2 |
| 2. Lista de proyectos y prospecciones..... | 9 |
| | |
| ANEXO 1. Resultados de los proyectos y prospecciones..... | 16 |
| ANEXO 2. Publicaciones e informes..... | 134 |
| ANEXO 3. Tesis..... | 147 |
| ANEXO 4. Congresos, reuniones, seminarios..... | 149 |
| ANEXO 5. Informe de la piezometría del acuífero Almonte Marismas, U.H.-05.51. Año hidrológico 2005-2006..... | 158 |

1. Resumen de la actividad investigadora

- Proyectos

A lo largo del año 2006 han estado vigentes 66 proyectos de investigación, 7 proyectos de seguimiento y 10 prospecciones, lo que hace un total de 83 investigaciones (Anexo 1). De estas investigaciones, 35 no están incluidas en el informe de objetivos correspondientes año 2006, 10 de ellas porque son prórrogas de proyectos que deberían haber terminado en 2005 (21/2002, 2/2003, 5/2003, 6/2003, 28/2003, 44/2003, 45/2003, 9/2004, 17/2005, y 19/2005) y 22 porque fueron presentadas con posterioridad a la aprobación del mencionado informe (23/2005, 1/2006 al 15/2006, 19/2006 al 22/2006, 25/2006 y 26/2006). Finalmente se incluyen 3 proyectos del Parque Natural que comenzaron en 2004 (35/2004, 36/2004 y 38/2004)

Una propuesta no llegó a realizarse: la prospección 18/2006 titulada “Diversity and prevalence of the blood parasite *Leucocytozoon* in European bird populations”.

Durante este año, el Grupo de Trabajo de Investigación se reunió en 5 ocasiones (25/01/2006, 23/03/2006, 22/05/2006, 19/10/2006 y 16/11/2006) para discutir e informar las nuevas propuestas presentadas así como otros temas relacionados con la investigación.

Atendiendo al realizador, el 55,5% de los proyectos y prospecciones han sido dirigidos por investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (33,4% pertenecientes a la EBD), el 36,1 por investigadores de diversas universidades españolas, el 7,2% por investigadores pertenecientes a otros OPIs y, finalmente, el 1,2% por investigadores extranjeros (fig. 1). En la figura 2 se representan los proyectos agrupados según la entidad financiadora.

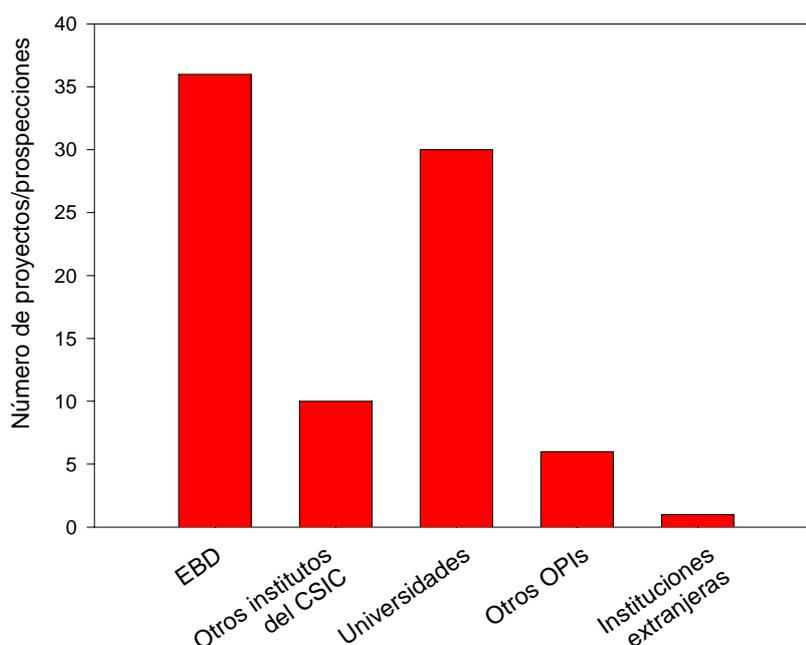


Figura 1. Proyectos y prospecciones vigentes en el año 2006 agrupados según el organismo realizador.

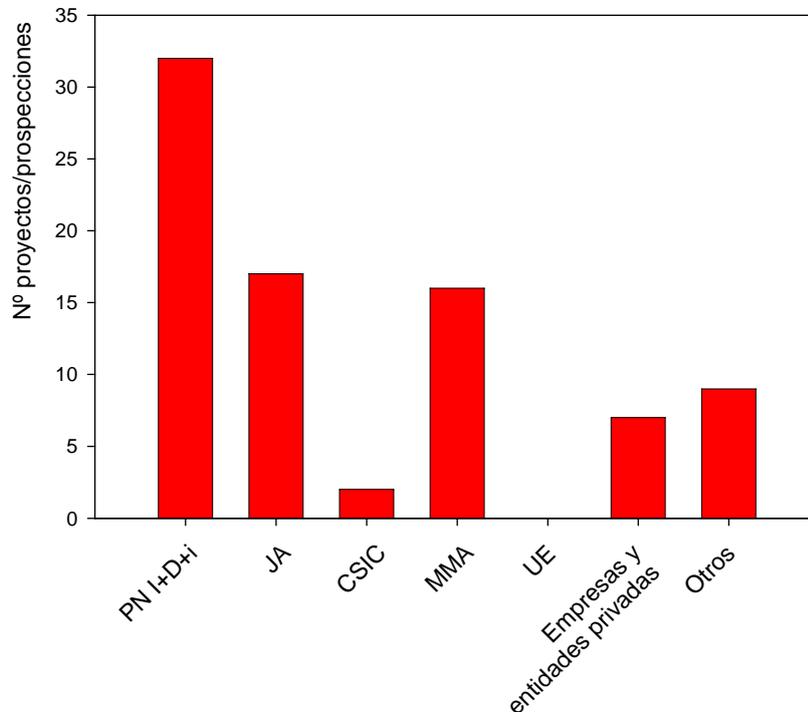


Figura 2. Proyectos y prospecciones vigentes en el año 2006 agrupados según la entidad financiadora. PN I+D+i = Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico. JA = Junta de Andalucía. UE = Unión Europea. CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas. MMA = Ministerio de Medio Ambiente.

De las 83 investigaciones vigentes en 2006, 38 se realizaron sólo en el Parque Nacional, 2 sólo en el Parque Natural, y 43 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 registra un proyecto en el área sociocultural y educativa. En el Parque Natural las líneas: 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. En la línea caracterización de procesos biofísicos clave, se han incluido todos los proyectos que tratan sobre algún aspecto biológico o físico y no tienen cabida en ninguna de las otras líneas.

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 28 |
| 2. Investigación aplicada para dar respuesta a los problemas que plantea la gestión del Parque, con las siguientes líneas de trabajo prioritarias: | Total 52 |
| 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. | 3 |
| 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. | 1 |
| c) Funcionamiento de los distintos tipos de humedales y su relación hidrogeológica con el acuífero de Doñana. | 3 |
| d) Contaminación de las aguas subterráneas por actividades antrópicas. | 1 |
| 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. | 8 |
| g) Estrategias y metodologías para la regeneración y restauración de formaciones vegetales y procesos asociados. | 4 |
| h) Estudios biológicos de especies de interés (amenazadas, clave, indicadoras y plaga) que sirvan de base para la gestión de sus poblaciones. | 20 |
| i) Efectos ecológicos de los elementos bióticos y abióticos introducidos en el Parque Nacional. | 6 |
| j) Control de poblaciones, particularmente en especies introducidas. | 2 |
| k) Aspectos funcionales de los ecosistemas y las relaciones ecológicas en Doñana: evolución histórica y situación actual. | 0 |
| l) Evaluación de la capacidad de carga del Parque para los distintos usos y aprovechamientos. | 1 |
| m) Búsqueda de parámetros que puedan ser usados como indicadores biológicos de cara a la integración en un programa de seguimiento con base en modelos predictivos. | 3 |
| 3. Investigación en áreas socioculturales y educativas, con las siguientes líneas de trabajo: | Total 1 |
| a) Antropología e interacciones del hombre y su entorno en el Parque Nacional. | 1 |
| b) Aspectos históricos y culturales que han contribuido en la formación del concepto Doñana. | 0 |
| c) Investigación social de los colectivos del entorno, de sus preferencias y demandas. | 0 |
| 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 | 38 |
| Cartografía ecológica | 5 |
| Base para el diseño de una red de corredores ecológicos | 2 |
| 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 |

- Publicaciones, tesis y congresos

Atendiendo a la producción científica, a lo largo de este año se han generado 98 publicaciones, 76 de ellas en revistas recogidas en el Science Citation Index (SCI). Además, se han leído 9 tesis doctorales, una de maestría, una de licenciatura, y una para la obtención de un diploma de estudios superiores, y se han presentado 56 ponencias/póster en congresos científicos (fig. 3). Atendiendo a la evolución del número de publicaciones, se observa un incremento de los artículos publicados en revistas SCI en los últimos años (fig. 4), y dentro de éstos los publicados en revistas que se sitúan en el primer cuartil de su apartado, cuando se ordenan de mayor a menor índice de impacto (fig 5). En los anexos 2, 3 y 4 se relacionan todas las referencias bibliográficas, tesis y congresos correspondientes al año 2006.

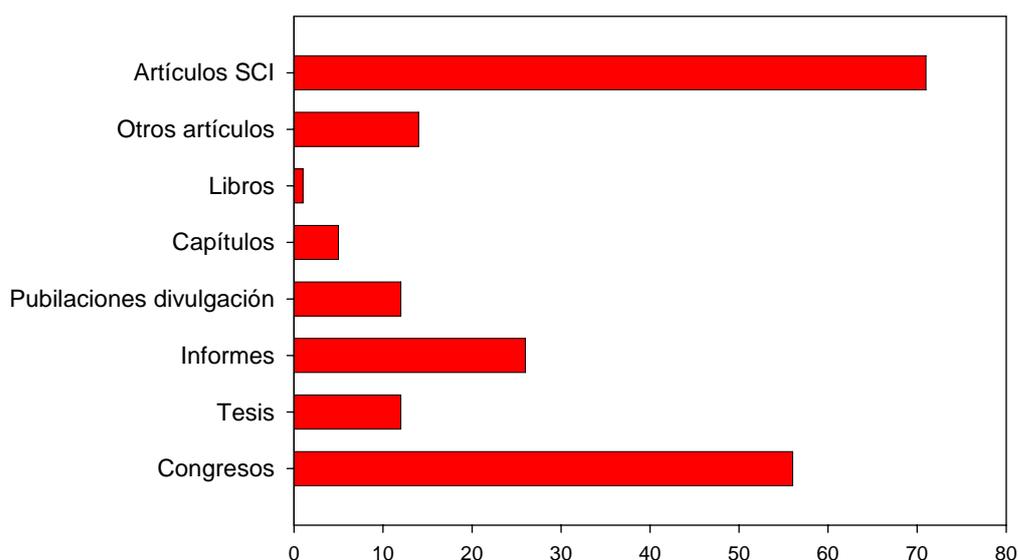


Figura 3. Publicaciones, informes y tesis producidas en el año y participación en congresos (comunicaciones y póster).

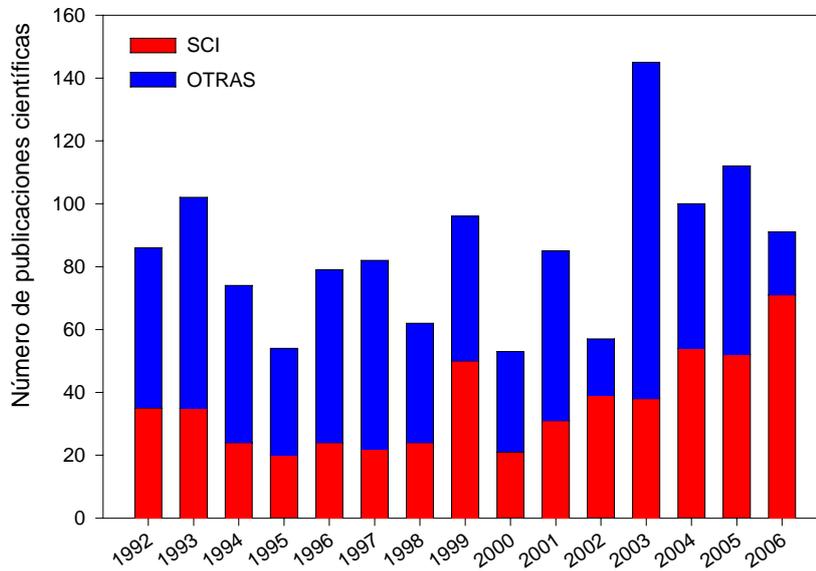


Figura 4. Evolución del número de publicaciones científicas durante el periodo 1992-2006.

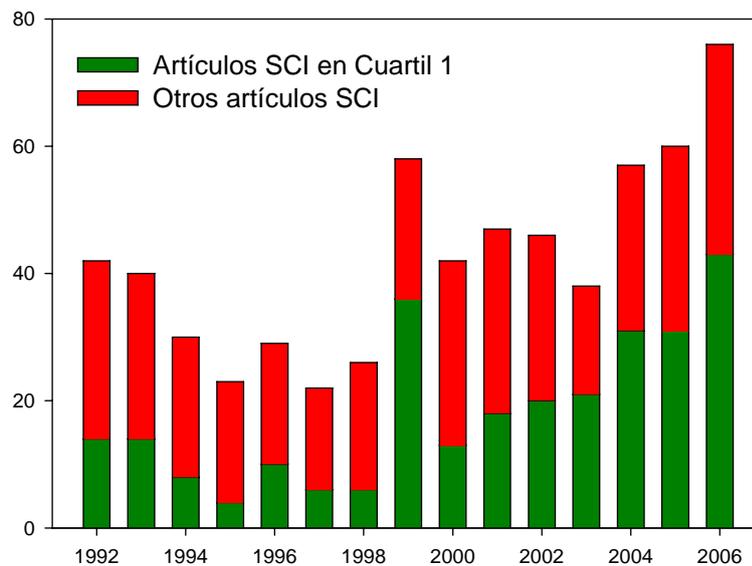


Figura 5. Evolución del número de artículos publicados en revistas recogidas en el SCI. En verde los publicados en revistas que se encuentran situadas en el primer cuartil de su apartado, cuando se ordenan según su índice de impacto.

- 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 2006, accedió al Parque Nacional un promedio de 11 investigadores/ayudantes por día, valor algo superior al calculado para el año 2005 (8,37 investigadores/ayudantes). A lo largo del año se observan dos picos en el número de investigadores, uno en primavera y otro en otoño (figura 6). Aunque se observa un ligero 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 incluso disminuye ligeramente.

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 el área menos utilizada la finca de Vetalapalma y las Salinas de Sanlúcar.

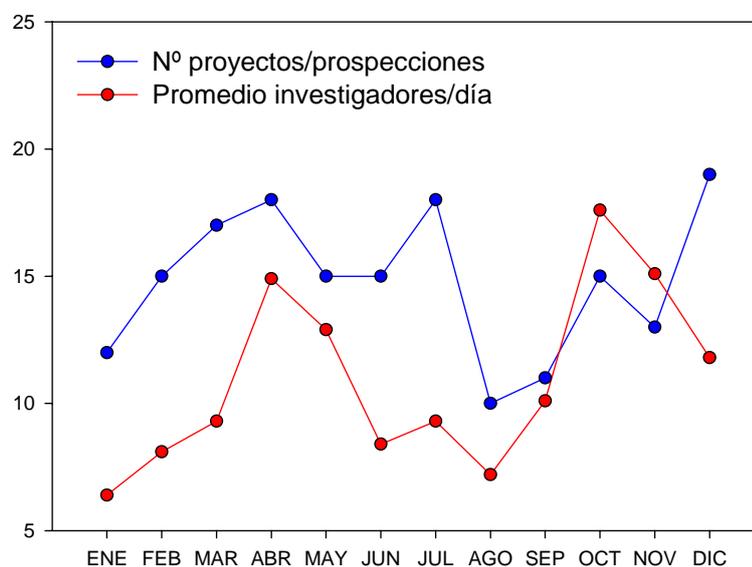


Figura 6. Presencia científica en el Parque Nacional de Doñana durante el año 2006. La información utilizada proviene de la base de datos de "Permisos" de la EBD, donde sólo quedan registradas las entradas a través del Control de la RBD. (En estos cálculos no se incluye al personal adscrito al Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD).

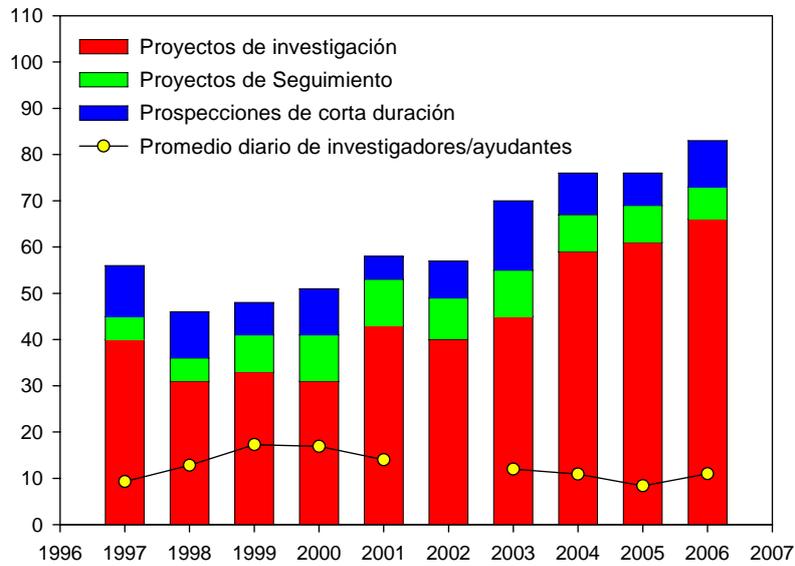


Figura 7. Evolución del número de proyectos de investigación, seguimiento, prospecciones, y promedio de investigadores a lo largo de los últimos años.

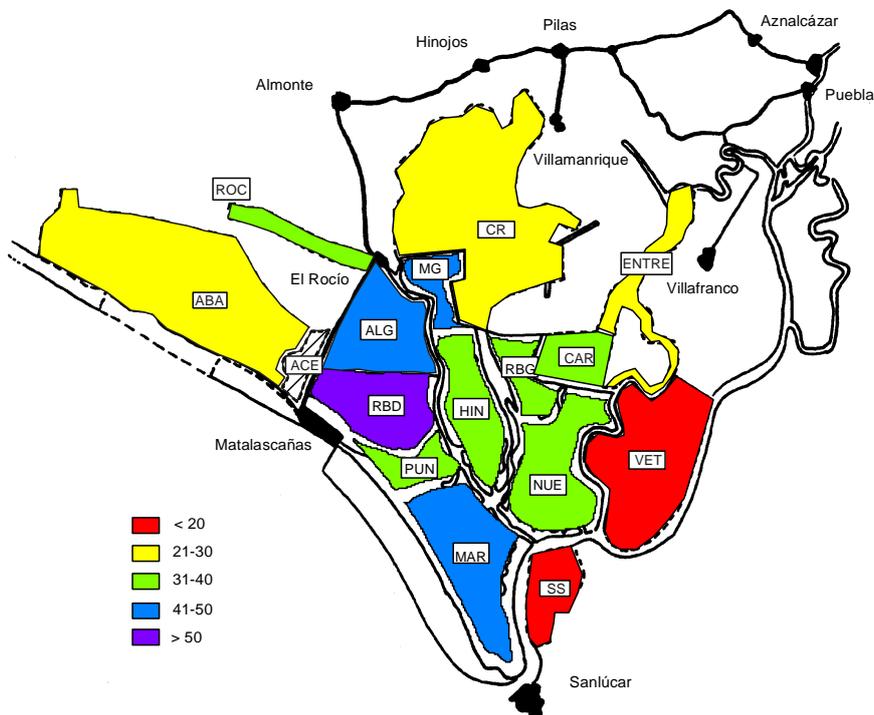


Figura 8. Número de proyectos/prospecciones realizados por área en el año 2006. ALG= Algaida y Sotos; RBD= Reserva Biológica de Doñana; PUN= Puntal; MAR= Marismillas; MG= Matasgordas; HIN= Hinojos; RBG= Reserva Biológica de Guadimar; CAR: Caracoles; NUE= Nuevas y Matochal; ABA= Abalarío; ROC= Rocina; CR= Coto del Rey; ENTRE= Entremuros; VT= Vetalpalma; 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”. Soriquer Escofet, Ramón C. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

5/2002 (proyecto de investigación) “Bases científicas para la elaboración de un programa de erradicación de galápagos exóticos introducidos en el medio natural”. Díaz Paniagua, Carmen. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

19/2002 (proyecto de investigación) “Evaluación del estado de conservación de la fauna de anfibios en el Parque Nacional de Doñana”. Díaz Paniagua, Carmen. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

21/2002 (proyecto de investigación) “Efecto de las variables de producción en vivero sobre el establecimiento en campo de plantas forestales en el Suroeste de España”. Fernández Martínez, Manuel. Escuela Politécnica Superior, Universidad de Huelva.

2/2003 (proyecto de investigación) “Comportamiento hidrogeoquímico de los acuíferos en la zona de marismas del área de Doñana”. Custodio Gimena, Emilio. Instituto Geológico y Minero de España.

5/2003 (proyecto de investigación) “Biomarcadores moleculares y especiación química para evaluar la contaminación potencial de Doñana por metales y plaguicidas”. López Barea, Juan. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba.

6/2003 (proyecto de investigación) “Requerimientos ecológicos y demografía de la gaviota picofina (*Larus genei*). Establecimiento de las bases para su conservación en Doñana”. González Forero, Manuela. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB).

18/2003 (proyecto de seguimiento) “Proyecto de seguimiento de las poblaciones de conejo en el marco del proyecto 14/99”. Villafuerte Fernández, Rafael / Moreno Garrido, Sacramento. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos / 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.

32/2003 (proyecto de investigación) “Factores que determinan la distribución espacial de las hembras en las áreas de apareamiento del ciervo”. Carranza Almansa, Juan. Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura.

39/2003 (proyecto de investigación) “Identificación de factores de riesgo y caracterización de arbovirosis y robovirosis en España. Red evitar”. Soriguer Escofet, Ramón C. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

41/2003 (proyecto de investigación) “Estudio de la incidencia de la población de flamenco rosa (*Phoenicopterus ruber*) en la marisma del Parque Nacional de Doñana”. Green, Andrew J. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

42/2003 (proyecto de investigación) “Evolución de las poblaciones de aves de Doñana en las últimas tres décadas”. Aguilera Prieto, Eduardo. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

43/2003 (proyecto de investigación) “Estudio de los humedales y de los usos del suelo en la comarca de Doñana y su entorno mediante técnicas de teledetección”. Anton Pacheco Bravo, Carmen. Instituto Geológico y Minero de España.

44/2003 (proyecto de investigación) “Características morfométricas y seguimiento de las dunas activas de Doñana mediante el uso de modelos digitales del terreno (MDT)”. Ojeda Zújar, José. Facultad de Geografía e Historia, Univesidad de Sevilla.

45/2003 (proyecto de investigación) “Estudio de la flora y vegetación de la Comarca de Doñana, Andévalo y Sierra de Huelva”. Valdés Castrillón, Benito. Facultad de Biología, 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.

2/2004 (proyecto de investigación) “Censos para la prospección de tortugas en Doñana: Reevaluación del estado de conservación de la población de tortugas del Parque Nacional de Doñana”. Diaz Paniagua, Carmen. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

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, Andrew J. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

4/2004 (proyecto de investigación) “Estrategias de manejo para la conservación del lince ibérico en Doñana: manejo adaptativo y análisis de viabilidad de poblaciones”. Palomares Fernández, Francisco. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

7/2004 (proyecto de investigación) “Estructura poblacional, dispersión y flujo génico en *Artemia*: el papel de las aves en la dispersión de especies autóctonas e invasoras”. Green, Andrew 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.

10/2004 (proyecto de investigación) “Efecto de una especie invasora, *Linepithema humile*, la hormiga argentina, sobre la biodiversidad del Parque Nacional de Doñana”. Cerdá Sureda, Xim. Estación Biológica de Doñana, CSIC.

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.

18/2004 (proyecto de investigación) “Biodiversidad microbiana, estructura y funcionamiento de las poblaciones bacterianas que intervienen en el ciclo del N en las marismas del Parque Nacional de Doñana. Impacto de las actividades agrícolas y ganaderas y de la contaminación por nitratos”. Bedmar Gómez, Eulogio J. Estación Experimental del Zaidin, CSIC .

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.

24/2004 (proyecto de investigación) “Evaluación Recuperación del lince ibérico en la Reserva Biológica de Doñana: aumento a gran escala de las poblaciones de su presa básica”. Palomares Fernández, Francisco . Estación Biológica de Doñana.

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, 18O/16O, 13C/12C, 15N/14N, 34S/32S) en el P.N. de Doñana”. Delgado Huertas, Antonio. Estación Experimental del Zaidín, CSIC.

27/2004 (proyecto de investigación) “El papel de las cianobacterias tóxicas en el Parque Nacional de Doñana y su impacto en las mortandades masivas de aves acuáticas: red de alerta temprana y estrategias de gestión”. Costas, Eduardo. Universidad Complutense de Madrid.

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

31/2004 (prospección) “Prospección preliminar para el proyecto de IMBA (Inventario Micológico Básico de Andalucía)”. Moreno Arroyo, Baldomero. Delegación Provincial de Medio Ambiente de Córdoba .

32/2004 (proyecto de investigación) “Estudio limnológico de la laguna formada en la marisma del Rocío”. Toja Santillana, Julia. Universidad de Sevilla.

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 Borrás, Jordi. Estación Biológica de Doñana.

36/2004 (proyecto de investigación) “Caracterización funcional de la marisma de Doñana y su entorno. Parte 1: Clasificación y descripción funcional de los ecosistemas de Doñana. Parte 2: Análisis retrospectivo y proyección de los efectos del proyecto Doñana 2005”. Delibes de Castro, Miguel. Estación Biológica de Doñana.

38/2004 (proyecto de investigación) “Seguimiento de las comunidades de macromamíferos del Corredor Verde del Guadiamar”. Rodríguez Blanco, Alejandro. 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.

9/2005 (proyecto de seguimiento) “Programa de actuaciones para la conservación del lince en Andalucía II”. Millán Gasca, Javier / Delibes de Castro, Miguel. Estación Biológica de Doñana, CSIC (EGMASA hasta 2005).

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.

19/2005 (prospección) “Cerambícidos xilófagos de encina y alcornoque: caracterización bioecológica y control de poblaciones”. Sánchez Osorio, Israel. Escuela Politécnica Superior de La Rábida.

20/2005 (prospección) “The role of birds for passive dispersal in the gonochoric crustacean *Triops cancriformis mauritanicus*”. Korn, Michael. University of Konstanz (Alemania).

21/2005 (proyecto de investigación) “La gripe aviar en las aves acuáticas de Doñana”. Figuerola Borrás, 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, María. Universidad de Sevilla.

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

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

5/2006 (prospección) “Valoración de la Red de Parques Nacionales Continentales como Reserva de Diversidad Genética de Árboles Dominantes”. Vargas Gómez, Pablo. Real Jardín Botánico-Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

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

7/2006 (prospección) “Variabilidad genética de *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* en el litoral de Andalucía”. Pastor Díaz, Julio E. Universidad de Sevilla.

8/2006 (prospección) “Prospección de compuestos de N, P y S en sistemas acuáticos del Parque Nacional de Doñana”. Serrano Martín, Laura. Universidad de Sevilla.

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.

10/2006 (prospección) “Gradientes en el matorral de Doñana a pequeña escala”. Muñoz Reinoso, José Carlos. Universidad de Sevilla.

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.

12/2006 (prospección) “Regionalización y especificación del prosencéfalo de anfibios”. González Gallegos, Agustín. Universidad Complutense de Madrid.

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.

15/2006 (prospección) “Prospección de las poblaciones del *Psammodromus hispanicus* para un estudio genético”. Fitze, Patrick S. Museo Nacional de Ciencias Naturales , CSIC.

19/2006 (proyecto de investigación) “Estudio de la exposición al plomo y otros metales pesados del ánzar común y otras aves acuáticas en Doñana”. Green, 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.

21/2006 (proyecto de investigación) “Reconstrucción histórica de la dinámica de inundación de las marismas de Doñana mediante teledetección”. Bustamante Díaz, Javier M^a. Estación Biológica de Doñana.

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.

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

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

ANEXO 1. Resultados de los proyectos y prospecciones

1/1988: 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)

DURACIÓN: desde 1988

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural de Doñana

RESULTADOS:

Durante el presente año se han continuado realizando los seguimientos incluidos en el Programa de Seguimiento del Parque Nacional de Doñana. En junio de este año se entregó como parte de la memoria final del Convenio de Colaboración con el OPN del Ministerio de Medio Ambiente, el documento final de dicho Programa de Seguimiento, así como los resultados obtenidos de poner en práctica dicho programa, los cuales pueden ser consultados en la página web de la Estación Biológica de Doñana. Igualmente se entregó el primer Inventario de Biodiversidad de Doñana (versión O).

Así mismo, se han realizado los seguimientos a nivel de flora, fauna y paisaje, estipulados según convenio con la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, para valorar el impacto de las actuaciones desarrolladas dentro del Proyecto Doñana 2005.

Dentro del Contrato de Servicios con Egmasa, para la “Realización de Censos de Aves Acuáticas en la comarca de Doñana” se entregó el último informe en abril de 2006. Habiéndose firmado un nuevo Contrato a finales de agosto, se han seguido introduciendo los censos mensuales en la aplicación informática de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y, antes de final de 2006, se entregará un resumen de la temporada de cría del 2006.

Adicionalmente, se han digitalizado 9920 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.

Durante el otoño de 2006, y dentro del Convenio firmado con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía para ampliar el Seguimiento al Espacio Natural Doñana, se ha diseñado una red de puntos de muestreo, se está reuniendo la información existente sobre especies y procesos naturales en este área y valorando qué seguimientos se han de llevar a cabo en ella.

Dentro del Proyecto sobre divulgación del Cambio Global, llevado a cabo en la EBD, el Equipo de Seguimiento ha realizado en noviembre, un curso dirigido a los Guías, Técnicos y Guardas que trabajan en Doñana.

Asimismo se están llevando a cabo las labores de reunión de información contempladas en los dos proyectos europeos de la red Alter Net, concedidos durante el presente año y

en los que participa el Equipo de Seguimiento. Estos proyectos son “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”

Hay que resaltar, que el Equipo de Seguimiento ha colaborado activamente durante el presente año en los siguientes Proyectos de Investigación:

- “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 aviar en las aves acuáticas de Doñana”. (Inv. responsable: Jordi Figuerola). Nuestra colaboración ha consistido en la captura 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: 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

DURACIÓN: desde 1998

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

La investigación realizada supone el decimoséptimo ciclo consecutivo en el registro de niveles piezométricos de lagunas de la RBD. La precipitación registrada en el ciclo hidrológico 2005/06 fue moderada, pero estuvo muy desigualmente repartida ya que las lluvias otoñales se mantuvieron por debajo de la media mensual (especialmente noviembre y diciembre) mientras que fueron muy abundantes en enero, febrero y marzo. En consecuencia, el nivel de agua superficial en las lagunas fue muy bajo a comienzos del ciclo y la mayoría de ellas se secaron brevemente en octubre de 2005 (Las Verdes y Dulce) o permanecieron secas hasta enero 2006 (Taraje y Zahillo). Sin embargo las lluvias posteriores permitieron que la mayoría de las lagunas albergaran agua en

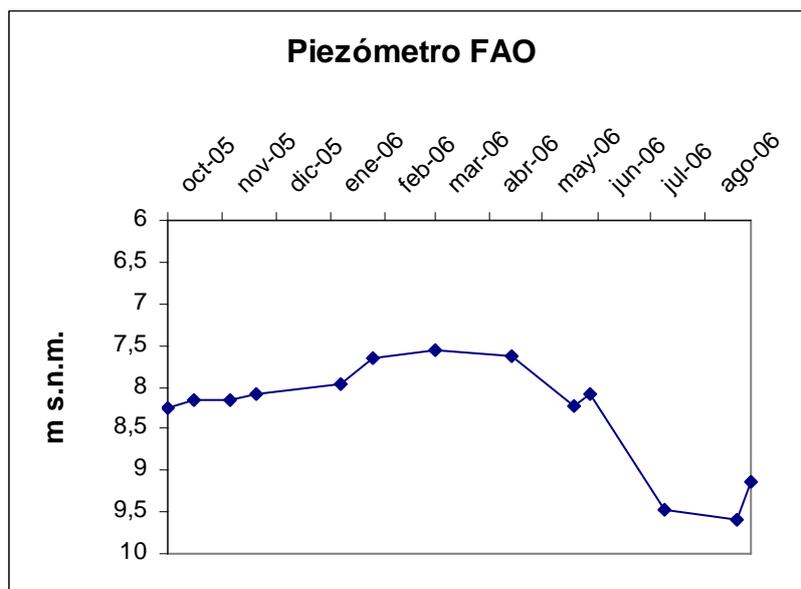
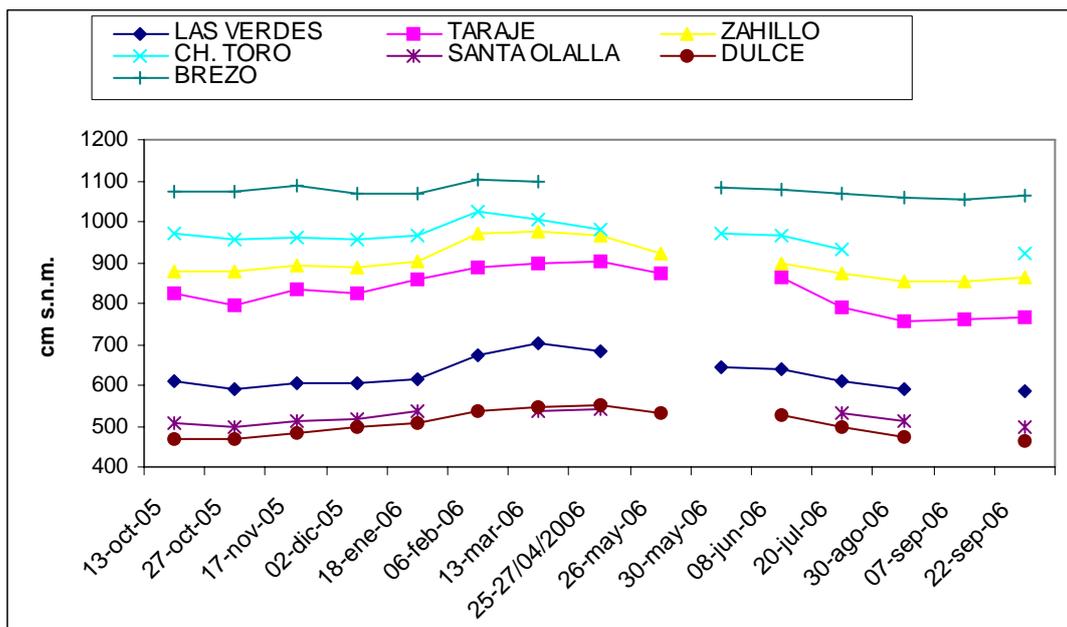
superficie aunque durante un tiempo inferior al registrado en otros ciclos de lluvias moderadas. Es destacable que la laguna del Charco del Toro se mantuviera seca durante todo el ciclo 2005/06 (excepto por algunos charcos en la cubeta superior menos colonizada por la vegetación palustre).

La tendencia reciente de esta laguna a mostrar hidroperiodos más cortos que en décadas anteriores, nos ha llevado a elaborar un análisis del registro de niveles freáticos y superficiales desde 1989/90 hasta la actualidad con objeto de elucidar el origen de su desecación. Los resultados de este trabajo se han expuesto en congresos científicos internacionales (*Society of Wetland Scientist- European Chapter*, Bangor 2006) y nacionales (AEL, Barcelona 2006) y se han enviado a publicaciones de ambos ámbitos. En concreto, se adjunta el manuscrito aceptado por la revista *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* relativo a los cambios de hidroperiodo y vegetación en las lagunas entre los ciclos 1989/90 y 2004/05. A continuación se resumen las conclusiones más significativas de dicho trabajo (Serrano & Zunzunegui, en prensa):

- Existe un patrón general de oscilación anual del nivel freático en las lagunas que sigue la alternancia de una estación lluviosa (octubre-marzo) y otra seca (abril-septiembre). Esta oscilación es menor durante años secos e, incluso, llega a desaparecer ocasionalmente en algunas lagunas, como Brezo y, recientemente, en Charco del Toro.
- El hidroperiodo (o duración del agua en superficie) y la precipitación acumulada durante dos ciclos consecutivos se correlacionaron con más fuerza que cuando se consideró sólo la lluvia registrada en cada año. Por tanto, se pone de manifiesto la sensibilidad de estas lagunas a la precipitación registrada en años precedentes.
- A partir del ciclo 1998/99, el hidroperiodo medio en las lagunas de Brezo y Charco del Toro se redujo 2-3 meses respecto al resto de lagunas estudiadas (Zahillo, Taraje, Dulce y Las Verdes).
- Es posible que la menor duración de la lámina de agua superficial propiciara un avance de la vegetación terrestre sobre el lecho lagunar (como ha ocurrido con *Pinus pinea* en la laguna del Brezo) y una reducción significativa de la cobertura del macrófito emergente *Scirpus lacustris* en Charco del Toro.
- Es probable que las causas de esta desecación asociada a cambios en la vegetación se deba a los bombeos de agua subterránea en Matalascañas situados a menos de 1 km de estas dos lagunas ya que los piezómetros profundos instalados en el Carril del Corte (tanto el antiguo de la FAO como los nuevos instalados en 2001) registran la recuperación del nivel freático al término de las vacaciones estivales en ausencia de lluvias.
- Las estaciones de bombeo de Matalascañas deben reubicarse con objeto de permitir la recuperación de los niveles freáticos naturales en estas lagunas. Esta conclusión coincide con las estrategias de desarrollo sostenible diseñadas por la Comisión Internacional de Expertos que, ya en 1992, sugerían reubicar las estaciones de bombeo de Matalascañas 1 ó 2 km hacia el oeste (Castell et al., 1992).
- Es posible que la invasión de vegetación de los lechos lagunares durante la última década dificulte dicha recuperación por lo que es conveniente llevar a cabo un plan de manejo específico que incluya la retirada de la vegetación leñosa en caso necesario.
- En un contexto más amplio de gestión de los recursos hídricos, se hace necesario limitar la demanda de agua en Matalascañas durante años secos (aquellos cuya precipitación registrada en el ciclo hidrológico anterior junto con la recogida hasta el

comienzo del periodo estival permanezca por debajo del límite de confianza inferior de la media histórica).

- El efecto negativo de los bombeos de Matalascañas sobre la alimentación freática de estas lagunas ya fue detectado en trabajos anteriores (Vela et al., 1991; Serrano & Toja, 1995; Serrano & Serrano, 1996). Estudios hidrogeológicos más recientes coinciden con estos resultados, como un trabajo presentado en la I Reunión Internacional de expertos sobre la regeneración hídrica de Doñana (Palancar, 1999), el informe elaborado por la Compañía General de Sondeos en 2004 (Cantos-Robles et al., 2005) y el estudio de simulación de bombeos en el Charco del Toro que formó parte de la tesis doctoral de Lozano (2004) llevada a cabo por la Universidad Politécnica de Barcelona.



Referencias

- Cantos R, Palancar M, Vega RE. 2005. Análisis del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la Unidad Hidrogeológica Almonte-Marismas. In López-Geta J, Rubio JC, Martín M (eds) *VI Simposio del Agua en Andalucía*. IGME: 397-405.
- Castell M, Cruz J, Custodio E, García-Novo F, Gaudemar JP, González-Vallvé JL, Granados V, Magraner A, Román C, Smart M, van der Maarel E. 1992. *Dictamen sobre estrategias para el desarrollo socioeconómico sostenible del Entorno de Doñana*. Junta de Andalucía, Sevilla, Spain. 125 pp.
- Lozano E. 2004. Las aguas subterráneas en Los Cotos de Doñana y su influencia en las lagunas. PhD thesis, Universidad Politécnica de Barcelona, Barcelona, Spain. 414 pp.
- Palancar M. 1999. Aguas subterráneas y humedales. I Reunión Internacional de expertos sobre la regeneración hídrica de Doñana. Doñana 2005. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Spain: 153-156.
- Serrano L, Serrano L. 1996. Influence of groundwater exploitation for urban water supply on temporary ponds from the Doñana National Park (SW Spain). *Journal of Environmental Management* 46: 229-238.
- Serrano L, Toja J. 1995. Limnological description of four temporary ponds in the Doñana National Park (SW Spain). *Archiv für Hydrobiologie* 133: 497-516.
- Serrano L, Zunzunegui M. En prensa. The relevance of preserving temporary ponds during drought: hydrological and vegetation changes over a sixteen-year period in the Doñana National Park (SW Spain). *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*
- Vela A, Rodríguez J, Tenajas JL. 1991. Análisis de los efectos de la explotación del acuífero costero en las proximidades del Parque Nacional de Doñana (Huelva). *XXIII Proceedings of the International Association of Hydrogeology: Aquifer overexploitation* 1: 179-182.

17/1999: **Piezometría del acuífero Almonte-Marismas**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Palancar Sánchez, Mariano

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, MIMAM

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Obras Hidráulicas, MIMAM

DURACIÓN: desde 1999

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

RESULTADOS:

Durante el año 2006 se han venido controlando 177 piezómetros indicativos del nivel de las aguas subterráneas del acuífero Almonte-Marismas sobre el que se asienta el Parque Nacional de Doñana. Esta información, junto con la pluviometría, relacionada con los datos históricos que se poseen, permite elaborar unos informes del estado del acuífero no solo del año en curso sino también comparativos con momentos que se consideran relevantes. Se adjunta un informe pormenorizado, así como los datos observados (ver anexo 5).

23/1999: **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

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

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

RESULTADOS:

Las escasas precipitaciones recogidas este año agrícola, ya deficitarias desde el otoño del 2004, y 2005, han determinado que la marisma no llegue a encharcarse y en consecuencia las comunidades de helofitos, si bien han tenido cierto crecimiento vegetativo, éste ha sido inferior a la demanda ganadera y en consecuencia no ha llegado a acumularse biomasa de forma significativa. En ausencia de herbívoros (cercados), sí ha sido posible detectar este crecimiento, que ha sido de mucha menor cuantía y de menor densidad de pies de plantas que en cualquier otro año.

Las comunidades de herbáceas anuales (paciles y pastizales entre almajos) tuvieron un máximo de crecimiento a finales de invierno y principios de primavera, pero sus valores no han llegado en ningún momento a los mínimos de cualquier año de régimen pluviométrico normal. La exuberante llegada de las lluvias de otoño ha hecho que la entrada de esta estación y del invierno no haya sido dramática para los grandes ungulados.

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. Aquí se observa un proceso retroalimentado: a menor producción de herbáceas → mayor necesidad de hacer mayor 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 su comunidad de herbáceas y leñosas y su fauna asociada. La ubicación de colonias de aves en zonas altamente visitadas por el ganado (principalmente Vetas) y los resultados obtenidos del impacto de caballos y vacas en colonias artificiales indican que el riesgo de daños a las colonias naturales es elevadísimo, por lo que se recomienda una particular vigilancia.

La Marisma de Hinojos, a pesar de la sensible reducción de su carga ganadera en años anteriores (insuficiente a la vista de la situación anterior), y como consecuencia de la elevada densidad de grandes herbívoros (para la productividad primaria acumulada en estos últimos 18 meses) muestra signos inequívocos de sobrepastoreo. Por otra parte, la cabaña ganadera y las poblaciones de ungulados silvestres muestran también un preocupante índice de condición.

Finalmente, las zonas que han estado más protegidas, y por lo tanto más conservadas durante los últimos 14 años, durante el pasado año se han visto sometidas a una tremenda presión de pastoreo como consecuencia de la apertura de nuevos puntos de agua, que ha hecho posible la “colonización” de estos nuevos territorios, inalcanzables

antaño para el ganado (p. ej, la Reserva Biológica de la Marisma de Hinojos). Además, estas infraestructuras han determinado una mayor carga sobre las vetas (p. ej. Veta Carrizosa). Otras Vetas tradicionalmente sobrepastoreadas, p. ej. Veta la Arena, han continuado con niveles realmente insoportables.

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, han sido invadidas y están siendo pastoreadas por un número irregular y elevado de ganado.

5/2000: Interacciones entre los sistemas acuáticos y terrestres

INVESTIGADOR PRINCIPAL: García Novo, Francisco

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Departamento de Biología Vegetal y Ecología,
Universidad de Sevilla

DURACIÓN: 2000-2005

ÁREA DE ESTUDIO: Lagunas: Dulce, Jabalí, Brezo, Charco del Toro y María

RESULTADOS:

El principal objetivo de este trabajo de seguimiento es analizar la composición de los anillos de vegetación que rodean las lagunas de Doñana detectando el posible descenso de las especies higrofitas y dependientes de encharcamiento y el incremento de especies xerofíticas.

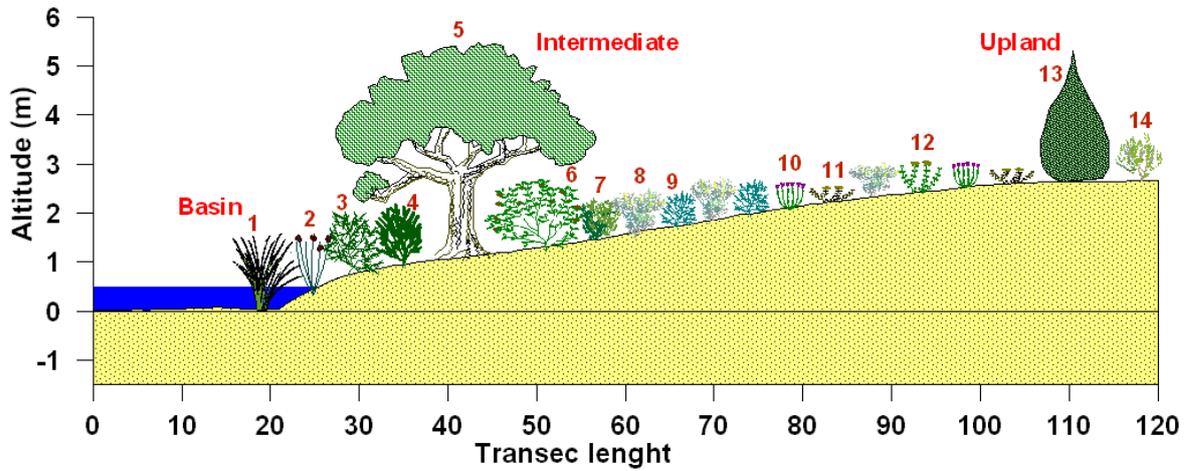
Se realizaron transectos de vegetación en las lagunas de Brezo, Charco del Toro, Zahillo y Dulce de la Reserva Biológica de Doñana siguiendo el mismo trazado que en el año 1990 y siguientes. Los transectos comenzaban en la zona alta de vegetación xerofítica y se extendían cruzando el cinturón de vegetación de la laguna hacia la cubeta y cuando era posible se continuaban nuevamente hacia la zona alta.

La figura 1 muestra un esquema general del perfil topográfico y el anillo de vegetación de las lagunas.

Los transectos tenían una longitud variable: 155 m en Brezo y comenzando a una altura de 2.5 m sobre la cubeta de la laguna, 75 m en Dulce y comenzaba también a 2.5 m sobre el nivel de la laguna, en Zahillo sin embargo el transecto se realizó a 1.5 sobre el nivel de la laguna y tenía una longitud de 135 m y por último en Charco del Toro comenzaba a 2 m sobre la altura de la laguna y se extendía 120 m. En la figura 2 se muestran los perfiles topográficos de los transectos realizados en cada laguna.

La cobertura y composición de la vegetación se registró a intervalos regulares (una parcela cada 5 m) a lo largo de los transectos de vegetación en parcelas de 2x2 para el matorral y en parcelas de 1x1 para las herbáceas. El número total de parcelas variaba desde 31 en Brezo (con el transecto de mayor longitud) a Dulce con 15 (el transecto más corto).

Figura 1. Esquema general del perfil topográfico y el anillo de vegetación de las lagunas.



CUBETA
Tolerante al encharcamiento

- Scirpus lacustris* (1)
- Agrostis stolonifera*
- Poligonum maritimus*
- Juncus effusus*
- Scirpus holoschoenus* (2)

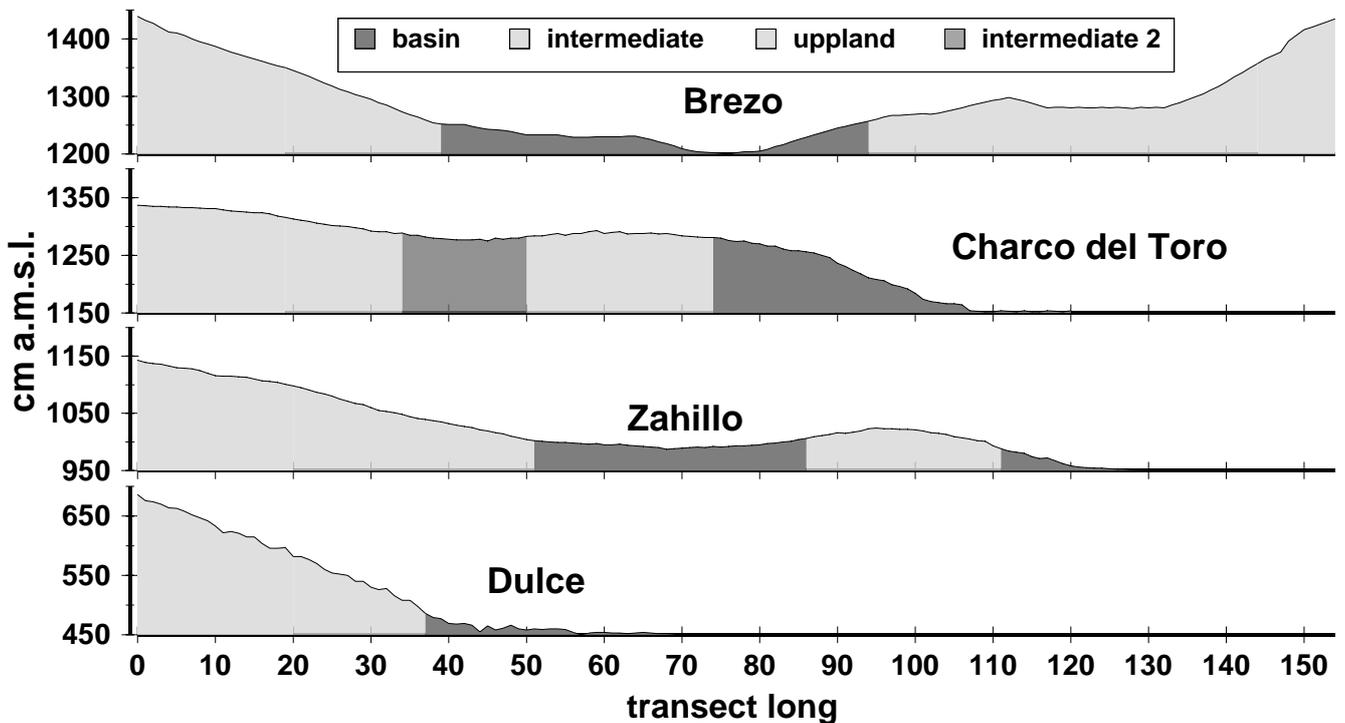
INTERMEDIA
Comunidad higrofítica e intermedia

- Ulex minor*(3)
- Erica scoparia*(4)
- Quercus suber*(5)
- Pistacia lentiscu*(6)s
- Cistus salvifolius* (7)
- Halimium halimifolium*(8)
- Ulex australis*)9)

ALTA
Comunidad xerofítica

- Lavandula stoechas* (10)
- Halimium commutatum* (11)
- Cistus libanotis* (12)
- Juniperus phoenicia*(13)
- Rosmarinus officianalis*(14)

Figura 2. Perfiles topográficos de los transectos realizados en cada laguna.



Para contrastar las modificaciones sufridas por la vegetación entre los años 1990 y 2006 la vegetación de los transectos se agrupó en tres categorías dependiendo de la topografía y de la vegetación higrofitica de la cubeta en el año 1990. Las diferencias en la composición y cobertura de las especies fue contrastada mediante un análisis de correlación múltiple no paramétrico usando el programa estadístico PRIMER. La matriz de similaridad de cada grupo de vegetación fue calculada mediante el coeficiente de Bray-Curtis y comparadas mediante un coeficiente de correlación de matrices (rank-correlation coefficient) que permitía detectar diferencias significativas entre años. El análisis estadístico SIMPER fue usado para discriminar las especies con mayor significación en los transectos. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de disimilaridad de las especies de cada transecto entre el año 1990 y 2006. Resultados del coeficiente de correlación (Rho) en la cubeta (C), zona intermedia (I) y alta (A) y número de parcelas comparadas en cada categoría (n). *p<0.05; **p<0.01. Sólo las especies con una disimilaridad mayor que 5% han sido incluidas en la lista.

| | BREZO | | | CHARCOTORO | | | ZAHILLO | | | DULCE | | |
|----------------------------------|-------|-------|------|------------|-------|------|---------|------|-------|--------|------|-------|
| | C | I | A | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | 27.0 | | | 14.5 | 16.4 | | 21.8 | | | | | |
| <i>Asparragus acutifolius</i> | | | | | | | | | | | | 5.3 |
| <i>Calluna vulgaris</i> | | | | | | 8.8 | | | | | | |
| <i>Cistus salvifolius</i> | | 11.7 | | | | | | | | | | 6.0 |
| <i>Chamaerops humilis</i> | | | | | | | | | | | | 5.6 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | | | | 26.1 | 10.7 | | | | | 45.4 | 6.6 | |
| <i>Daphne gnidium</i> | | | | | | 6.0 | | | | | | |
| <i>Erica scoparia</i> | 7.1 | 19.9 | 16.5 | | 23.5 | 27.7 | | 18.9 | | | | |
| <i>Halimium commutatum</i> | | | 10.5 | | | | | | | | | |
| <i>Halimium halimifolium</i> | | | 9.8 | | | | | | 8.6 | | | 12.9 |
| <i>Hydrocotyle vulgaris</i> | | | | | | | | | 5.7 | 5.9 | | |
| <i>Juniperus phoenicea</i> | | | 10.7 | | | 5.0 | | | 37.2 | | | |
| <i>Lavandula stoechas</i> | | | 5.4 | | | | | | | | | |
| <i>Myrtus communis</i> | | | | | | 7.4 | | | | | | |
| <i>Phillyrea angustifolia</i> | | | | | | 5.9 | | 11.8 | | | | |
| <i>Pinus pinea</i> | 16.6 | 22.8 | | | 9.6 | | | 8.8 | | | | |
| <i>Polipogon maritimus</i> | 11.6 | | | 16.6 | 7.0 | | | | | 14.4 | 6.9 | |
| <i>Pteridium aquilinum</i> | | | | | | | | | | | | 10.4 |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | | | 9.7 | | | | | | 16.9 | | | |
| <i>Rubus. ulmifolius</i> | | 13.4 | | | | | 7.8 | | | | | 19.5 |
| <i>Scirpus holoschoenus</i> | 12.2 | 5.2 | | 10.1 | 8.8 | | 20.1 | 5.0 | | | | |
| <i>Scirpus lacustris</i> | | | | 19.0 | | | 30.9 | 5.1 | | 25.5 | | |
| <i>Stauracanthus genistoides</i> | | | | | | | | | 7.8 | | | 22.2 |
| <i>Ulex minor</i> | 20.7 | 6.3 | | | 8.4 | 10.8 | | | | | | 25.0 |
| <i>Ulex australis</i> | | | 8.0 | | | | | 8.3 | 10.7 | | 10.8 | 22.9 |
| <i>Rho</i> | 0.12 | -0.32 | 0.25 | 0.40* | -0.50 | 0.16 | 0.06 | 0.27 | 0.57* | 0.60** | 0.15 | 0.89* |
| <i>n</i> | 11 | 14 | 6 | 11 | 7 | 5 | 11 | 11 | 5 | 7 | 4 | 4 |

Los resultados obtenidos se encuentran en las tablas 1 y 2, donde se muestran las especies que han sufrido las mayores modificaciones para cada nivel y laguna. Las mayores diferencias en la composición de especies se presentaba en las lagunas de Brezo y Charco del Toro, donde se registraron cambios significativos en los 3 niveles: en las zonas más bajas del borde de la laguna y en las zonas altas de vegetación de monte blanco. La laguna que presentó menos cambios en la vegetación fue Dulce en la que sólo se detectaron diferencias en la zona higrofítica. En esta banda la cobertura de leñosas había aumentado significativamente pudiendo deberse a una disminución de la presión de herbívoros en al cubeta de la laguna. La laguna de Zahillo presentaba una posición intermedia entre las tres lagunas anteriores mostrando diferencias en las zonas de la cubeta y la higrofítica.

En todas las lagunas se observó una disminución del número total de especies (biodiversidad) registradas en cada transecto, lo que incluye herbáceas anuales y perennes además de las especies leñosas que podía ser motivado por la escasa precipitación registrada en el ciclo hidrológico 2005/2006. Las especies en la que se han registrado cambios más significativos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Numero de especies, cobertura en % de *Scirpus lacustris* and *Pinus pinea* dentro de cada transecto y área: cubeta, intermedia y alta y en el total de el transecto de cada laguna para 1990 y 2006.

| | | N° de especies | | % de <i>S. lacustris</i> | | % de <i>P. pinea</i> | |
|-----|--------|----------------|------|--------------------------|------|----------------------|------|
| | | 1990 | 2006 | 1990 | 2006 | 1990 | 2006 |
| BRE | Cubeta | 16 | 11 | 0 | 0 | 13.7 | 28.1 |
| | Media | 33 | 26 | 0 | 0 | 5.7 | 45.6 |
| | Alta | 21 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 50 | 38 | 0 | 0 | 19.4 | 73.7 |
| CTO | Cubeta | 22 | 13 | 20.9 | 8.7 | 2.5 | 0 |
| | Media | 17 | 14 | 0 | 0 | 3.9 | 10.7 |
| | Alta | 15 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 36 | 32 | 20.9 | 8.7 | 6.4 | 10.7 |
| ZAH | Cubeta | 22 | 17 | 34.5 | 38.6 | 0 | 0 |
| | Media | 40 | 28 | 5.9 | 3.2 | 5 | 12.3 |
| | Alta | 18 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 58 | 40 | 40.4 | 41.8 | 5 | 12.3 |
| DUL | Cubeta | 6 | 10 | 21.4 | 17.9 | 0 | 0 |
| | Media | 21 | 15 | 5 | 2.5 | 0 | 0 |
| | Alta | 23 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 41 | 30 | 25.4 | 20.4 | 0 | 0 |

Los resultados muestran que los cambios en la vegetación de las lagunas fueron mayores en las lagunas localizadas a mayor altitud y que a su vez coinciden con una mayor proximidad a Matalascañas.

5/2002: Bases científicas para la elaboración de un programa de erradicación de galápagos exóticos introducidos en el medio natural

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Díaz Paniagua, Carmen

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

DURACIÓN: 2002-2004, prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: El Acebuche, la Rocina, el Acebrón y otros puntos a determinar en el Parque Nacional

RESULTADOS:

Durante el año 2006 no se han realizado trabajos de campo relacionados con este proyecto, pero sí se han contabilizado y tomado las medidas oportunas a los individuos de galápagos exóticos que se han capturado por el personal de Parque Nacional en la laguna de El Acebuche. Puesto que la extracción de ejemplares fue muy efectiva en el periodo anterior, durante el año 2006, el número de ejemplares visualizado ha sido mucho más reducido, capturándose unos 40 ejemplares, de los que el 70% eran juveniles.

Aunque el número de ejemplares adultos se puede considerar actualmente muy reducido, es necesario tener en cuenta que la presencia de juveniles y la detección de hembras realizando la puesta, revela que debe seguir controlándose con rigurosidad esta población, a fin de que no vuelvan a restituirse los números poblacionales que se habían alcanzado entre 2002 y 2004.

Los resultados obtenidos con la estructura poblacional de *Trachemys scripta elegans* en el Acebuche, demuestran que la población llegó a alcanzar un número de ejemplares superior a 250 individuos adultos. Se detectó que las hembras maduran a los 4 años, con una fertilidad media de 19 huevos/año, que junto con una supervivencia de juveniles del 3% y una supervivencia máxima de adultos del 77%, podría haber alcanzado la población estimada en esta laguna a partir de la aportación inicial de unos 30 individuos, probablemente entre 1996 y 1998, detectándose ya un aporte importante de la reproducción en 1997.

La colocación de carteles advirtiendo de la prohibición de liberar galápagos exóticos, que se realiza desde el año 2000, ha resultado de gran efectividad, pues no se han detectado en el Parque Nacional otras especies de galápagos exóticos que sí se observan ya frecuentemente en otros medios.

19/2002: Evaluación del estado de conservación de la fauna de anfibios en el Parque Nacional de Doñana

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Díaz Paniagua, Carmen

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MCYT

DURACIÓN: 2003-2005 prorrogado hasta 2006

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

RESULTADOS:

Los trabajos de campo del ciclo 2005-2006 son los últimos que se realizan dentro de este proyecto, del que enviamos ahora la memoria final presentada al MEC.

Distribución, variaciones interanuales y estado de conservación

Se realizó una intensa prospección a lo largo de todo el Parque Nacional para determinar la distribución de las 11 especies de anfibios de Doñana (escala: 1Km x 1Km). Aunque la especie más extendida, por su capacidad de colonizar los medios acuáticos mantenidos artificialmente de las zonas secas es *R. perezi*, las que tienen mayor abundancia (y amplia distribución) son las que se reproducen típicamente en medios temporales: *H. meridionalis*, *P. waltl*, *T. pygmaeus*, *B. calamita* y *P. cultripes*. Bien representadas, pero menos extendidas son: *L. boscai*, *D. galganoi* y *P. ibericus*. Se pueden considerar especies raras *B. bufo* y *A. cisternasii*, cuyos típicos hábitats reproductivos son escasos en Doñana (Díaz-Paniagua et al., en prensa).

Se caracterizaron fisicoquímicamente un total de 20 lagunas, hábitats reproductivos de los anfibios en Doñana, que se han muestreado intensamente durante dos periodos anuales completos, con el fin de describir con precisión sus características y variaciones en relación al éxito reproductivo de los anfibios. Este trabajo se encuentra aún en elaboración.

Se realizó un gran esfuerzo en recopilar toda la información sobre las 11 especies de anfibios, recogida a lo largo de los últimos 30 años en Doñana, que unida a los datos obtenidos durante este proyecto, nos ha permitido evaluar su estado actual de conservación. Todo ello se ha publicado en el libro titulado “Los anfibios de Doñana” (Díaz-Paniagua et al 2005), donde se describe morfológicamente cada especie, adultos y formas larvianas (distinguiéndose las peculiaridades de las poblaciones de Doñana, que en general son de individuos de tamaño corporal reducido), su fenología reproductiva, comportamiento, alimentación, distribución y conservación. Destaca el último apartado, donde en algunas especies se señalan sus tendencias en relación a los datos obtenidos en los años 60, 70 y 80. Así por ejemplo, en el caso del sapo de espuelas, que era la especie más abundante en los años 60 y 80, se aprecia un notable descenso, aunque todavía se puede considerar una especie abundante. Otras, como el caso del sapillo moteado, ha sufrido una tendencia positiva, extendiéndose ampliamente por Doñana, cuando en los años 60 no se detectaba y en los 80 se limitaba a una estrecha franja en el borde de la marisma.

Disponibilidad de hábitats y riqueza o diversidad específica

Se han identificado y delimitado, mediante teledetección y SIG, más de 3000 cuerpos de agua de diferentes características, potenciales hábitats para anfibios. Con esta información se ha analizado la importancia de la estructura de la red espacial del sistema para la comunidad de anfibios. Se ha modelado la variación de estas

propiedades en función de la capacidad dispersiva de las diferentes especies de anfibios y de las condiciones hídricas para un gradiente de diferentes escenarios de sequía. Con ello, se ha evaluado la facilidad de acceso a las charcas y de movimientos entre ellas que poseen las especies de anfibios dependiendo del grado de inundación de cada año. El resultado nos muestra que la configuración de la red espacial de charcas temporales en Doñana permite una probabilidad de movimiento elevada entre charcas inundadas (y de secas a inundadas) incluso con un elevado porcentaje de hábitats secos y con poca dependencia de la capacidad dispersiva de las diferentes especies. Se considera un sistema robusto ante procesos estocásticos que podría estar favoreciendo la persistencia de las poblaciones de anfibios al favorecer el acceso a hábitats reproductores en periodos desfavorables (Fortuna et al 2006).

Esta aproximación también permite identificar puntos esenciales para mantener la conectividad en el medio, que son de utilidad para programas de conservación y gestión.

Los patrones de distribución de las especies de anfibios en el Parque se han analizado mediante modelos estadísticos (GLM y GAM) que muestran preliminarmente, que tanto las variables de paisaje consideradas como las de coexistencia explican gran parte de la variabilidad. Para *T. pygmaeus*, *L. boscai*, *H. meridionalis*, y *P. cultripes*, los modelos de coexistencia resultaron de mayor importancia que los de paisaje (Gómez-Rodríguez, et al 2005).

Efecto de la depredación en el éxito reproductivo y uso del hábitat de los anfibios

A lo largo de los periodos de inundación de los hábitats reproductivos de 2002-03 y 2003-04 hemos desarrollado un gran número de experimentos de depredación sobre huevos de las distintas especies de anfibios de Doñana. Los principales depredadores de huevos y larvas de anfibios (*B. calamita*, *P. cultripes*, *H. meridionalis*, *T. pygmaeus*, *D. galganoi*) en charcas temporales fueron *Triturus*, *Pleurodeles*, *Triops*, ditiscidos, larvas de Odonata y hemípteros acuáticos. La tasa de depredación resultó mayor sobre embriones que sobre huevos, lo que se interpreta por la protección que aporta la cubierta gelatinosa, aunque predadores como *Triops* y gallipatos consumen el 100% de los huevos de *B. calamita* (Portheault et al , enviado) y *P. cultripes*. Simultáneamente, se han realizado muestreos mensuales en campo que registran el éxito reproductivo de las especies de anfibios y la abundancia de predadores, así como experimentos de depredación sobre huevos en cercados de exclusión que sólo permiten el acceso de determinados predadores. Estos resultados se han elaborado para *B. calamita*, que solo consigue éxito reproductivo en pequeñas charcas sin predadores (Portheault et al., enviado). Para las demás especies, se requiere realizar un mayor número de experimentos, que no se pudieron completar durante el periodo 2004-05, por ausencia de reproducción a causa de la extrema sequía sufrida.

Impacto de las especies introducidas sobre la fauna de anfibios

Se realizaron experimentos de depredación utilizando al cangrejo americano, *Procambarus clarki* y a *Gambusia holbrooki* como depredadores. El cangrejo realiza un alto consumo de los huevos y embriones de *B. calamita* (Portheault et al. manuscrito enviado), *P. cultripes* y *D. galganoi*, mientras que es escasa la tasa de consumo de *H. meridionalis*. Por el contrario, *Gambusia* realiza un escaso consumo de huevos, pero alto de embriones de estas especies. En el caso de los tritones, que protegen sus huevos

envolviéndolos con las hojas de las plantas, el cangrejo se convierte en uno de los predadores más importantes, al ingerir indirectamente los huevos mientras consume las plantas en que se hallan (Pérez-Santigosa et al 2003). Se analizó además el éxito reproductivo de las especies en el medio en función de la presencia de predadores, que en el caso de *B. calamita*, sólo ha resultado positivo en los hábitats reproductivos en los que no se detectaban (Porthault et al enviado). La gran abundancia de cangrejos actualmente en la marisma, se considera una de las posibles causas de la disminución de abundancia de *P. cultripes*, en relación a los datos de estudios realizados en los años 80 (Díaz-Paniagua et al. en prensa, Díaz- Paniagua et al. 2005) .

Impacto de la exposición a la radiación ultravioleta y la calidad del agua.

Se evaluó experimentalmente el efecto de radiación ultravioleta B (RUVB) en huevos de *H. meridionalis* y *R. perezi*. Resultaron muy sensibles a la radiación cuando se encontraban cerca de la superficie del agua, detectándose mortalidad en embriones y larvas. Debido a la sequía, no se ha podido experimentar con especies que depositan sus huevos más superficialmente, con mayores niveles de exposición a la RUVB (Blaustein et al., 2004). Niveles ambientales de RUVB en zonas costeras (relativamente bajos al ser la reproducción más temprana) pueden causar mortalidad elevada en embriones de anfibios a escasa profundidad. Se evaluó también experimentalmente el efecto sobre huevos y larvas de anfibios de la combinación de niveles ambientales de RUVB y un exceso de nitrito (Macías y Marco, 2005). El sinergismo resultó claro y en algunos casos muy elevado. Niveles inocuos de ambos factores aislados causaron mortalidad muy elevada actuando de forma conjunta o aceleraron significativamente la toxicidad.

Se ha observado una gran sensibilidad de *P. cultripes* y *D. galganoi* a niveles moderadamente altos de nitrato amónico, que afectan la supervivencia y el crecimiento (Marco, 2003; Ortiz et al, 2004). La toxicidad tiene mayor efecto en las edades más tempranas, aunque se aprecian también diferencias entre familias que podrían interpretarse a nivel genético de efectos maternos (Ortiz et al, 2006). Se ha encontrado un sinergismo claro entre el exceso de nutrientes nitrogenados y niveles bajos de oxígeno, que incrementa la toxicidad para las larvas de *B. calamita*. Niveles moderados de salinidad en el agua (0,05 – 0,2 g/L) redujeron drásticamente la sensibilidad de ambas especies al nitrito (Shinn et al., 2005), pudiendo favorecer su supervivencia. La exposición a un exceso de nutrientes nitrogenados disminuye la movilidad de las larvas de anfibios, reduciendo la vulnerabilidad a la depredación. Se observó que niveles subletales de nitrato amónico y pH ácido alteran sensiblemente la tasa de ovoposición, así como la conducta ovopositora, perdiéndose eficiencia. Las hembras ovopositan incluso en ambientes donde los huevos no son capaces de desarrollarse. Un exceso de nutrientes nitrogenados no influyó en la tasa de fecundación (externa) de óvulos en el sapo corredor y la ranita meridional.

Variabilidad genética de las especies más significativas por sus caracterización morfológica

Este objetivo no ha podido ser cubierto, a pesar de que se le ha dedicado un considerable esfuerzo, tanto en muestreo como en análisis de laboratorio. Se eligió a *Triturus pygmaeus*, por ser la especie de la que mayor información teníamos, incluyendo muestras de una larga serie de años. Se obtuvieron muestras de ADN de

individuos de distintas charcas, dentro de la Reserva Biológica de Doñana, así como de localidades ampliamente alejadas (Abalario-Parque Natural Doñana, Sierra de Huelva, Sierra de Córdoba), con individuos ampliamente diferenciados morfológicamente de los de Reserva Biológica de Doñana. Para *T. pygmaeus*, no se habían descrito marcadores de microsátelites, pero sí para la especie cercana, *T. cristatus*, variables en *T. pygmaeus*, que hemos ensayado en nuestro laboratorio. De los 5 marcadores, dos (Tcri35 y Tcri27) resultaron variables y pudieron ser amplificados consistentemente. Hubo que descartar los otros tres (Tcri36, Tcri43 y Tcri32), debido a la no especificidad de los primers designados y a la particularidad del genoma del tritón, cuyo gran tamaño puede afectar negativamente a las amplificaciones. El escaso número de marcadores utilizado no nos permite analizar las muestras estadísticamente, aunque se aprecian algunos resultados llamativos. Los tritones de las localidades geográficamente más alejadas (Córdoba, Huelva y Abalario) resultaron genéticamente diferentes a las demás, mientras que las muestras del interior de Doñana resultaron genéticamente homogéneas. Por otra parte, la diversidad genética de todas las muestras de *T. pygmaeus* de Andalucía resultó mucho más alta que la diversidad descrita previamente en las otras dos especies cercanas, *T. cristatus* y *T. marmoratus*.

Puesto que la muestra se obtenía a partir de un trozo de dedo (que en poco tiempo regeneraban los animales), las falanges se utilizaron para determinar la edad de los individuos mediante esqueletocronología, por lo que hemos obtenido la estructura de edad de la población de Doñana para periodos anteriores y posteriores a la sequía de 1999-2000, que permitiría analizar el efecto de la sequía sobre la estructura genética. Con los marcadores que poseemos actualmente, parece apreciarse un efecto en la variabilidad genética, que sólo podremos confirmar cuando consigamos mayor número de marcadores. Paralelamente, la estructura de edades revela tendencias demográficas diferentes a las descritas anteriormente, con mayor supervivencia de los individuos mayores de 2 años probablemente causada por la ausencia de reproducción en el año seco (este trabajo se encuentra actualmente en elaboración).

Puesto que teníamos a punto las técnicas de laboratorio, y el personal adecuado para realizarlo, pero no podíamos concluir el estudio de la variabilidad genética de los tritones, hemos aplicado nuestra dedicación al estudio genético de las estrategias reproductivas de *Emys orbicularis*, especie de quelonio acuático en la que hemos detectado la capacidad de realizar puestas de múltiple paternidad, aunque sólo lo hace un reducido porcentaje de individuos. Por el contrario, la mayoría de las hembras almacenan esperma, realizando sucesivas puestas de un mismo padre, lo que llega a ocasionarles pérdida de fertilidad (Roques et al 2006).

Resultados más relevantes alcanzados en el proyecto

Entre los resultados más relevantes de este proyecto cabe destacar la puesta al día de la información referente a los anfibios de Doñana, en una monografía en la que hemos intentado recoger todos los estudios realizados hasta la fecha en esta área, que puede considerarse como una de las que mayor esfuerzo de investigación en anfibios ha tenido en Europa, y que además abarca un amplio periodo de seguimiento, por lo que es de gran interés, pues permite una evaluación a medio-largo plazo, difícil de conseguir en otras áreas.

En general, consideramos que la fauna de anfibios del área de Doñana se encuentra en buen estado de conservación, lo que se debe especialmente al amplio número de medios acuáticos temporales, que permiten su reproducción. Este tipo de medios ha tendido a desaparecer progresivamente, lo que se relaciona con el abandono de técnicas tradicionales y con el incremento de la civilización e industrialización. En el área de Doñana, precisamente debido a la protección integral que recibe el Parque, se ha conservado un complejo sistema con gran abundancia de charcas y lagunas que han favorecido la conservación de la comunidad de anfibios en general (y no sólo de unas especies en particular). La conservación generalizada de todo el sistema, como ocurre en Doñana, en lugar de la conservación de cuerpos de agua aislados, debería considerarse un ejemplo de conservación aplicable a otras localidades, que no favorece especialmente a determinadas especies, sino a toda la comunidad de anfibios.

Aunque no son los primeros datos, en este proyecto se aportan evidencias del impacto del cangrejo sobre las especies de anfibios, considerándosele actualmente uno de los factores que ocasiona la regresión de determinadas especies de anfibios.

21/2002: Efecto de las variables de producción en vivero sobre el establecimiento en campo de plantas forestales en el Suroeste de España

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Fernández Martínez, Manuel

Escuela Politécnica Superior, Universidad de Huelva

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia y Tecnología

DURACIÓN: 2002-2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Matagordas, Cañada Mayor, Coto del Rey, el Acebuche, el Acebrón, la Rocina, los Sotos, el Lobo, la Reserva Biológica de Doñana, el Puntal y Marismillas

RESULTADOS:

Se va a exponer seguidamente, de forma resumida, los ensayos realizados en las parcelas de La Rocina y El Acebuche durante los tres años de vigencia del proyecto (2003-05) y el llevado a cabo durante el año de prórroga (campana 2005-06). Este último ensayo se justificó por la necesidad de repetir alguno de los anteriores debido a las condiciones meteorológicas tan adversas sufridas los años anteriores, en especial la sequía de 2004-05 y las heladas de enero y febrero de 2005. Se presentarán los resultados más relevantes obtenidos, puesto que ya se envió el año pasado el informe final del proyecto en su versión más extendida.

A partir de las semillas recolectadas dentro del P.N. de Doñana se cultivaron plantas en los viveros colaboradores (Silvasur en Huelva, Ponce-Lajara en Granada), produciendo plantas de una y dos savias. Una vez analizados los atributos morfo-fisiológicos al final de su período de cultivo en vivero, se llevaron a las parcelas de campo, de 1 ha de superficie cada una, aproximadamente. Dichas parcelas habían sido debidamente valladas y preparadas para la plantación en el momento de su constitución (invierno 2003-04). En cada parcela se plantaron alcornoques, lentiscos, acebuches y encinas, procedentes de los dos viveros y siguiendo un diseño en bloques completos aleatorizados, variando el número de plantas dependiendo del ensayo de cada momento. En ambas parcelas se instalaron tubos de 1,2 m de longitud para la medición de la

humedad del suelo (método TDR) a distintas profundidades desde la superficie de éste (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm y 80-100 cm). Las plantaciones realizadas fueron las siguientes:

- Febrero-marzo de 2004: Con plantas de una savia de las cuatro especies se plantaron 108 plantas (La Rocina) ó 112 plantas (El Acebuche) por especie y vivero. El seguimiento de la plantación se llevó hasta diciembre de 2006.
- En diciembre-2004 y febrero-2005 se realizaron nuevas plantaciones en las que se pretendía evaluar el efecto de la época de plantación (otoño o invierno), del tipo de fertilización en vivero (8 tratamientos distintos) y de la edad de los plantones (1 ó 2 savias). El seguimiento de la plantación se llevó hasta septiembre de 2005.
- En diciembre-2005 y febrero-2006 se plantaron alcornoques y acebuches, producidos en el vivero de la Universidad de Huelva en La Rábida, a razón de 70 alcornoques y 40 acebuches por parcela y fecha de plantación. El seguimiento se llevó hasta diciembre de 2006.

Resultados que guardan relación con la experimentación llevada a cabo en el P. N. de Doñana

A continuación se van a presentar los valores medios de mortalidad de las dos parcelas para los distintos ensayos realizados. Salvo alguna excepción, el análisis de los datos mostró diferencias significativas entre parcelas, y entre bloques dentro de cada parcela, derivadas principalmente de las diferencias en la humedad edáfica y de la profundidad a la que se encontrase el nivel freático.

Primera plantación (Feb.04)

La época más crítica para la supervivencia de las plantas fue el verano, por efecto del estrés hídrico que deben soportar las plantas (Figura 1). Excepción a esto fue la respuesta del acebuche, que sufrió más por las heladas de enero de 2005 que por las sequías estivales. Durante las épocas más críticas del verano se llegaron a medir humedades edáficas del 0% en los primeros 100 cm de profundidad en ambas parcelas. Una vez superado el primer verano (año 2004), la supervivencia de las plantas se mantuvo estable hasta la primavera siguiente, a pesar de haber sido éste un verano largo y seco (no llovió desde mayo hasta bien entrado el mes de octubre de 2004) y no haber aplicado riego. No obstante, la extrema y excepcional sequía sufrida durante el año 2005, repercutió desfavorablemente en las plantaciones, llegando a mortalidades del 90-98 % para todas las especies. Las especies que más sufrieron fueron la encina y el lentisco.

Posiblemente, de no ser por ese período de sequía tan largo (Mayo04-Sept05), se hubiese mantenido ese 40-60 % de supervivencia que habían presentado tras el primer verano. Esto se puede justificar porque, especialmente en alcornoque y acebuche, aquellas plantas que sobrevivieron a este año tan duro (2005), siguen vivas hasta la actualidad, representando entre el 5 y el 10 % de las plantadas inicialmente. Cabe señalar que en acebuche y alcornoque, algunas plantas que se habían dado por muertas en un fecha concreta, posteriormente rebrotaron, manifestándose en los gráficos por una disminución de la mortalidad. Comparando las encinas y alcornoques de los dos viveros, respondieron mejor las del vivero de Granada que las de Huelva, relacionado probablemente por el mejor estado nutricional de las primeras.

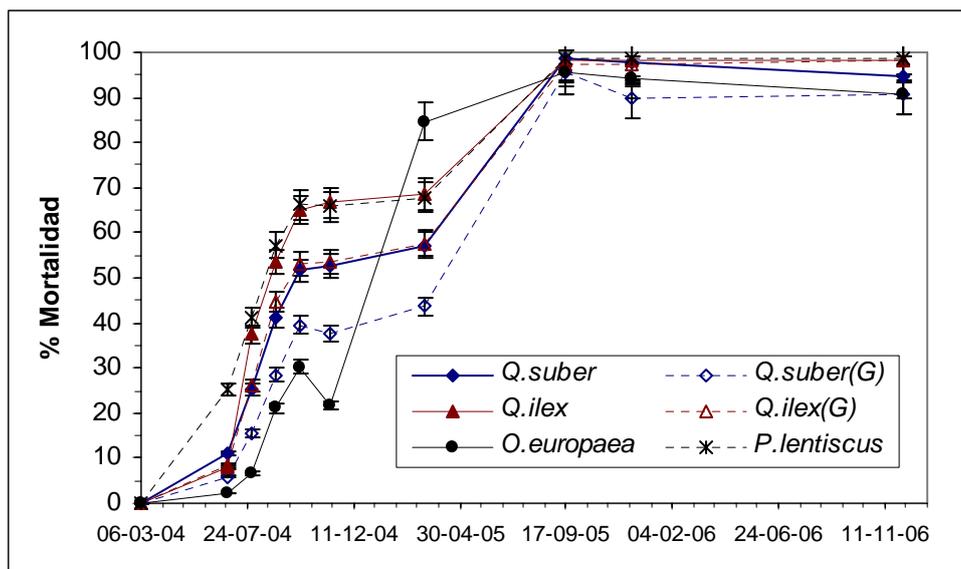


Figura 1. Evolución de la mortalidad para la plantación de febrero-04. La letra (G) hace referencia a las plantas cultivadas en el vivero de Granada. Las demás fueron cultivadas en el vivero de Huelva.

Plantación con plantas de 2 savias (Dic.04 y Feb.05)

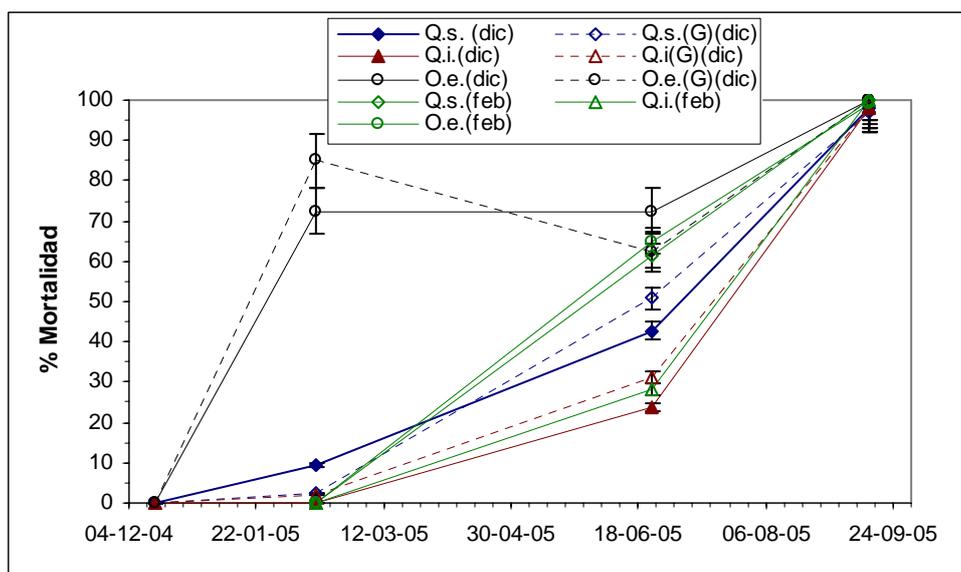


Figura 2. Evolución de la mortalidad para la plantación de diciembre-04 (dic) y febrero-05 (feb). La letra (G) hace referencia a las plantas cultivadas en el vivero de Granada. Las demás fueron cultivadas en el vivero de Huelva.

En este ensayo, tremendamente influenciado por la sequía del año 2005, se produjeron mortalidades del 95-100 % al final del verano (Figura 2). No obstante, una vez más, las excepcionalmente bajas temperaturas del invierno afectaron al acebuche con altas tasas de mortalidad. A pesar de la mortalidad por frío invernal, los ejemplares plantados en febrero igualaron al principio del verano (jun05) las tasas de mortalidad de los plantados en diciembre. Al menos en el caso del alcornoque, los ejemplares plantados en diciembre, presentaron tasas de supervivencia en junio significativamente más altas que

los plantados en febrero. Este último resultado aconsejaría la plantación de otoño tardío (diciembre) a la de final de invierno (febrero) ya que, por las plantas extraídas de todas las especies, el crecimiento de las raíces había sido mucho mayor en las primeras, aportándole ello una mejor capacidad de prospección del suelo en busca de agua y nutrientes. Posiblemente, de no haber sido un año tan extraordinariamente seco, hubiesen superado el verano sin dificultad las plantadas en diciembre, no así las de febrero.

Plantación del ensayo de fertilización (Feb.05)

En este ensayo se comparaban plantas de alcornoque, encina y acebuche, cultivadas previamente en vivero sometidas a distintos tratamientos de fertilización (distintas dosis de N, P y K). No obstante, una vez más, la sequía de ese año produjo unos porcentajes de mortalidad por encima del 70 % en junio y por encima del 98 % en septiembre. Por ello, el efecto de la sequía fue tan limitante que la comparación entre tratamientos de fertilización no pudo apreciarse.

Plantación de Dic.05 y Feb.06

En este ensayo se aprecia claramente la ventaja de la plantación de otoño frente a la de final de invierno. La primera, presentó tasas de supervivencia en torno al 50 % al final del verano, mientras que la segunda ni siquiera llegó al comienzo del verano con grandes posibilidades de supervivencia. Las plantas que superaron el verano han presentado brotes otoñales considerables lo que significa tener el vigor y sistema radical suficientes como para no tener problemas de supervivencia si las condiciones ambientales no se hacen excepcionalmente desfavorables.

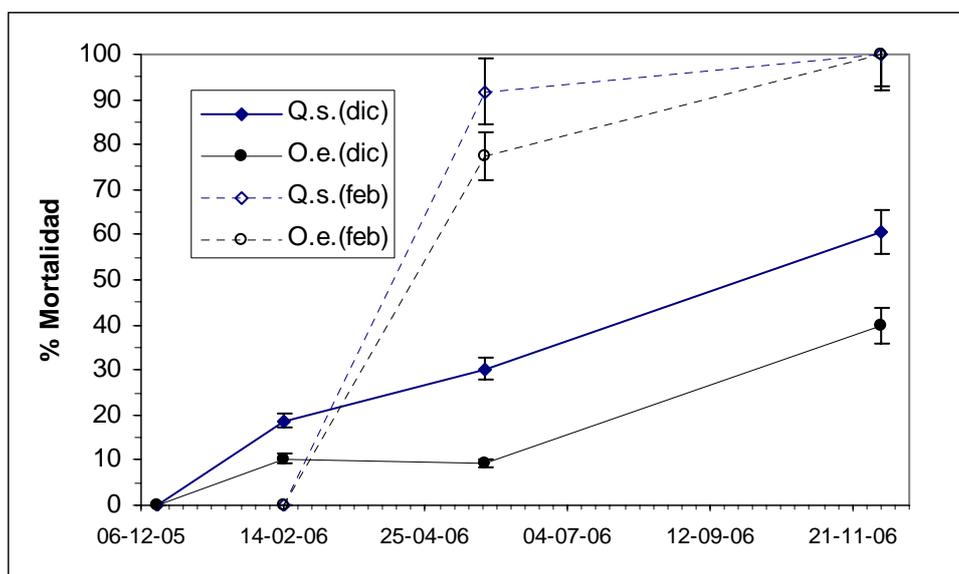


Figura 3. Evolución de la mortalidad para la plantación de diciembre-05 (dic) y febrero-06 (feb).

Por otro lado, en el conjunto del proyecto, se realizaron otros ensayos de vivero y laboratorio que, si bien no se establecieron en las parcelas del P.N. de Doñana, arrojaron resultados relacionados con los ensayos de campo y útiles a lo hora de establecer pautas

para la gestión de las plantaciones en el parque. Estos datos han sido publicados en la lista que aparecía en el informe del año anterior y, resumidamente, son los siguientes:

- De una forma aproximada, analizando la evolución de la temperatura, el grado de endurecimiento de las plantas y la capacidad de crecimiento de raíces, podríamos decir que el proceso de dormición para las cuatro especies no comienza hasta que la temperatura media de las mínimas no baja de 7,5-8,0 °C, produciéndose la salida del estado de dormición cuando se supera esta misma temperatura.
- Las especies no presentan una respuesta significativa al frío hasta que no han acumulado, aproximadamente, 260 h (*P. lentiscus*), 400 h (*O. europaea*) ó 300-370 h (*Quercus sp.*) por debajo de 8 °C. Obteniéndose los valores máximos de resistencia cuando han acumulado 700 h (*P. lentiscus*), 730 h (*O. europaea*) u 800 h (*Quercus suber* y *Q. ilex*) por debajo de 8 °C.
- La temperatura que causa el 50 % de daños en las plantas se aproxima a -14,5 °C para *Q. ilex*, -13,0 °C para *Q. suber*, -10,5 °C para *P. lentiscus* y -8,5 °C para *O. europaea*.
- Existe un gran desfase entre el período de tiempo en el que entran en dormición la parte aérea y la raíz, puesto que aún cuando se detiene el crecimiento en altura durante el período frío, las plantas siguen aumentando su biomasa, sobre todo la radicular.
- La “ventana” de salida de las plantas del vivero para llevarlas al campo y el grado de endurecimiento difieren entre localidades, relacionados con el régimen térmico, no afectando apenas el fotoperíodo a estas especies.
- Al menos para encina y alcornoque, el nitrógeno se correlaciona positivamente con la calidad de las plantas. Es el nutriente más limitante de los tres ensayados (N, P, K). Fósforo y potasio sólo muestran sus efectos favorables si el contenido de nitrógeno sobrepasa un umbral mínimo, por debajo del cual los efectos de P y K quedan enmascarados por la limitación que impone el N. El fósforo favorece la regeneración de raíces mientras que el efecto como osmolito activo que puede atribuirse a K se ve muy superado por el que ejercen los azúcares solubles. Valores recomendables serían: a) En hojas, $\geq 2,0$ % Q.s., $\geq 1,7$ % Q.i., $\geq 2,3$ % O.e. y $\geq 2,5$ % P.I., b) En raíces, $\geq 1,5$ % Q.s., $\geq 0,9$ % Q.i., $\geq 1,8$ % O.e. y $\geq 1,8$ % P.I.

Sugerencias para la gestión de las plantaciones en el P.N. de Doñana

- Realizar la repoblación con plantas “endurecidas”, pudiendo servir como referencia el número de horas-frío ≤ 8 °C acumuladas en el vivero. El cómputo de horas es el expresado más arriba y la fecha en que se consiguen dependerá de cada vivero, en función de su ubicación y de las condiciones climáticas del año.
- En condiciones normales, sin eventos meteorológicos extraordinariamente desfavorables, se aconseja la plantación de final de otoño frente a la de invierno, cuando el suelo haya alcanzado niveles altos de humedad (próximo a capacidad de campo). De esta forma las raíces podrán desarrollarse mientras la parte aérea permanece en parada vegetativa, siendo imprescindible el desarrollo de las raíces en

esta época para poder soportar, posteriormente, los rigores del verano. Con la plantación de invierno, las bajas tasas de crecimiento durante los días más fríos, y la competencia que ejerce la parte aérea sobre la raíz cuando comienza a subir la temperatura, hacen que el desarrollo radical sea más reducido.

- La composición mineral de los brinzales a la salida del vivero influye notablemente en la respuesta posterior en campo. Se relacionan más arriba los niveles de nitrógeno que deberían alcanzar las plantas, tanto en parte aérea como en raíz. Los contenidos de P y K deberán estar proporcionados a los de N.
- El problema principal para el mantenimiento de la supervivencia es la humedad edáfica a profundidad durante el verano. Se ha observado que eventos especialmente desfavorables como “golpes de calor” en verano afectan considerablemente a la parte aérea, pero las plantas suelen recuperarse y rebrotar. En estos últimos casos podría ser de ayuda el uso de protectores, pero no se ha ensayado cuál sería el efecto de éstos si se instalasen desde el primer momento.

2/2003: Comportamiento hidrogeoquímico de los acuíferos en la zona de marismas del área de Doñana

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Custodio Gimena, Emilio

Instituto Geológico y Minero de España

ENTIDAD FINANCIADORA: IGME

DURACIÓN: 2003-2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Matasgordas, Hinojos, Reserva Biológica Guadiamar, Las Nuevas, Caracoles y Entremuros, Veta la Palma

RESULTADOS:

Durante 2006 Maite Colomines ha continuado revisando los datos de la base química de las aguas subterráneas de la franja que corresponde a la transición de las aguas dulces a las aguas salinas, en paralelo con la fase final de recuperación médica de la becaria tras el muy grave accidente vascular cerebral que sufrió a los pocos días del último muestreo realizado en el campo. La separación de grupos homogéneos con origen bien definido está siendo una tarea mucho más difícil de lo previsto ya que los sondeos y puntos de observación son escasos y poco representativos. Hasta ahora no ha sido posible definir la estacionariedad o tasa de movimiento de la zona de mezcla, y parece que el comportamiento varía según los sectores. Aún falta un modelo geológico–hidrogeológico de detalle de la franja que permita mayor detalle en las hipótesis que las concepciones sencillas hasta ahora disponibles. El trabajo se ha combinado con apoyo al estudio del impacto de las balsas de retención sobre el acuífero del área de Los Sotos, dentro del Proyecto Doñana 2005, del que se pueden obtener orientaciones útiles para el trabajo antes considerado.

5/2003: Biomarcadores moleculares y especiación química para evaluar la contaminación potencial de Doñana por metales y plaguicidas

INVESTIGADOR PRINCIPAL: López Barea, Juan

Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba

ENTIDAD FINANCIADORA: Dirección General de Investigación, MCYT y Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía)

DURACIÓN: 2003-2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Arroyo de la Rocina, Arroyo del Partido, Entremuros, Cangrejo Grande, Arrozales, Brazo de la Torre, Estuario margen derecha, Lucio del Palacio y Laguna de Santa Olalla

RESULTADOS:

Subproyecto Universidad de Córdoba

- Validez de los biomarcadores “clásicos” para evaluar la contaminación de Doñana en animales de vida libre. Las zonas agrícolas junto a La Rocina y El Partido y los arrozales de Isla Mayor parecen más contaminadas que la Reserva Biológica. Ratones y cangrejos indican que la contaminación del vertido de Aznalcóllar tiene importancia similar a la de zonas agrícolas; la coincidencia de muchas respuestas sugiere la presencia de metales en ambas. Las coquinas de fango indican que el Estuario se ha recuperado del vertido, y que la contaminación de su orilla N no deriva de los metales residuales tras el vertido, sino de los transportados por el Guadalquivir y depositados en el Estuario con la subida de las mareas.
- Comprobar la utilidad de la Proteómica Ambiental. Con una buena resolución (≥ 2000 proteínas/gel de ≥ 18 cm), en animales de zonas con distinta contaminación hay diferencias significativas de intensidad en 1% de las proteínas, con patrones consistentes, reproducibles, y relacionados con los contaminantes y los biomarcadores. Como esta aproximación no asume hipótesis previas y escudriña numerosas biomoléculas clave, su sensibilidad y coste le permite competir con ventaja con otros biomarcadores clásicos, claramente sesgados. Aunque la identificación de proteínas alteradas es difícil, al requerir la secuenciación de novo por MS/MS, las señales de expresión protéica (PES) son ya útiles como biomarcadores. Entre las proteínas identificadas, algunas se asocian al citoesqueleto (actina, miosina, tropimiosina, tubulina β 3), otras al estrés oxidativo o la biotransformación (gliceraldehido-3-PDH, Hx-Gua P-ribosil transferasa, GSHPX1, PRX1, GST ω 1) y otras con vías centrales del metabolismo (Met-adenosil-transferasa1, fructosa1,6-bisfosfatasa1, Gly-N-metiltransferasa, HMGCoA sintasa, enoil-CoA hidratasa, AspDH, OTC).
- Confirmar la utilidad de las esterasas como biomarcadores de exposición a plaguicidas, la escasa respuesta de biomarcadores relacionados con biotransformación o estrés oxidativo, y la utilidad de la proteómica para detectar la respuesta no sesgada a estos contaminantes.
- Desarrollar un nuevo método de cuantificar metalotioneínas tras separar por HPLC MTs tratadas con SDS y derivatizadas con mBrB, reactivo fluorescente de grupos –SH. El método se ha aplicado a dos especies de bivalvos, *C. gallina* de distintas zonas del litoral andaluz, y *S. plana* en el Estuario del Guadalquivir. Hemos demostrado que no conviene calentar los extractos, pues precipita una parte importante de las MTs y disminuye su sensibilidad. El método sin desnaturalizar muestra mejor correlación con los metales y los biomarcadores sensibles a estrés

oxidativo que los convencionales, como el espectrofotométrico o la polarografía de pulso diferencial.

- Mostrar con estudios in vivo (ratones de laboratorio) y de campo (ratones de vida libre): (i) Cambios compensatorios entre transcritos que codifican proteínas relacionadas. (ii) Coincidencias y diferencias en los patrones de expresión transcripcional entre fases de crecimiento celular, tipos celulares, especies de ratón, animales consanguíneos e individuos de vida libre etc. (iii) Utilidad e importancia de la cuantificación absoluta de transcritos como biomarcadores de alerta temprana en estudios de calidad ambiental.

Subproyecto Universidad de Huelva

- Se ha comprobado la presencia de metales acumulados en el riñón del ratón silvestre y en tejidos de cangrejo y coquinas de la zona en estudio y se han correlacionado dichos contaminantes con los biomarcadores moleculares indicadores de estrés ambiental. Se ha demostrado la ausencia de niveles significativos de metales en las aguas del ecosistema en estudio. Se ha mostrado la presencia de elementos tóxicos como As y Pb en algunas zonas de aportes a Doñana, aunque con valores no alarmantes. Se ha comprobado, asimismo, la presencia de niveles significativos de Pb, del orden de 300 ppm, en zonas con cultivos de arroz con posible incidencia en Doñana. Se ha comprobado la escasa movilidad de elementos de carácter tóxico como el As en los suelos y sedimentos de área de estudio, por encontrarse asociado a la fracción de óxidos. Sin embargo, otros elementos como Cu, y sobre todo Pb, presentan una mayor movilidad, pudiendo liberarse del 15 al 25 % de este último por la acción de las aguas ácidas. Se ha puesto a punto un procedimiento rápido para el estudio de la movilidad de los metales en muestras de suelos y sedimentos, basado en el uso de la extracción acelerada con disolventes, para la diagnosis de los procesos de movilización de metales.
- Se han adaptado y puesto a punto metodologías analíticas para la determinación de microcontaminantes orgánicos en aguas, sedimentos y tejidos de la zona de estudio, en especial para la caracterización de los plaguicidas de mayor uso en los cultivos de las zonas agrarias en torno a Doñana. Se ha comprobado la baja presencia de contaminantes orgánicos en el área evaluada, detectándose niveles bajos de plaguicidas clorados en las zonas de arrozales y zonas próximas a cultivos de cítricos.
- Se ha puesto a punto un procedimiento de extracción rápida para la extracción rápida de especies de arsénico, sin provocar modificaciones ni interconversiones entre ellas. Se han utilizado dispositivos de ultrasonidos y microondas. Se han puesto a punto procedimientos para la especiación de arsénico en material particulado en la atmósfera y en tejido biológico. Se ha estudiado la presencia de este elemento en aguas de drenaje ácido de minas, centrándonos en los métodos de preservación de la muestra. Se ha comprobado que el arsénico se encuentra en niveles muy bajos en las aguas, en los sedimentos las concentraciones son más marcadas, encontrándose en ambos casos como As(V). En coquinas de fango este elemento se encuentra como arsenobetaina no tóxica.

- Se ha puesto a punto un procedimiento para la especiación de mercurio en muestras biológicas basado en el acoplamiento instrumental HPLC-pyro-HG-AFS, así como en el uso de una adecuada estrategia analítica para el análisis de muestras medioambientales. Se ha desarrollado una modificación del sistema de detección del dispositivo AFS para aumentar la sensibilidad de las determinaciones. Se ha estudiado la presencia de especies de mercurio en el estuario del Guadalquivir encontrándose valores inferiores a los límites establecidos por la Unión Europea.
- Es posible la especiación simultánea de mercurio y arsénico (As(III), As(V), monometilarsénico, Hg (II), y monometilmercurio) con dos detectores de fluorescencia atómica y una modificación instrumental patentada en el presente proyecto. El procedimiento se ha aplicado a muestras de aguas.
- Se han desarrollado y aplicado métodos rápidos de análisis para contaminantes volátiles en muestras medioambientales basados en la pervaporación analítica acoplada a sistemas GC-MS.
- Se ha comprobado la potencialidad de nuevos procedimientos analíticos indicadores de procesos de contaminación medioambiental, que utiliza el metal unido a biomoléculas como marcador de las mismas (metalómica). El esquema de trabajo utiliza sistemas analíticos multidimensionales basados en el uso de dispositivos cromatográficos, la espectroscopia atómica y la espectrometría de masas.

6/2003: Requerimientos ecológicos y demografía de la gaviota picofina (*Larus genei*). Establecimiento de las bases para su conservación en Doñana

INVESTIGADOR PRINCIPAL: González Forero, Manuela

Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB)

ENTIDAD FINANCIADORA: Fundación el Monte, Caja de Ahorros de Huelva y Sevilla

DURACIÓN: 2003-2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Veta de las Vaquiruelas, Salinas de los Portugueses y Apromasa y Veta la Palma

RESULTADOS:

Dado que este año se ha concluido el proyecto mencionado, a continuación se resumen las conclusiones extraídas a lo largo del periodo de estudio:

- La población de gaviotas picofinas en la zona de Doñana (principal área de estudio), ha evolucionado desde los años 60 desde una decena de parejas localizadas en la zona de marisma natural dentro del Parque Nacional, hasta una población del orden de 300-350 parejas en la actualidad. Este aumento ha ido ligado a los cambios de uso de la marisma, explotaciones salineras, explotaciones piscícolas y transformaciones del hábitat. La ubicación de los núcleos de reproducción varía cada año, pero siempre restringiéndose a unas zonas concretas que son: la Veta de las Vaquiruelas en el Parque Nacional de Doñana, las Salinas de Sanlúcar de Barrameda y la Veta de la Palma en el Parque Natural de Doñana.

- La especie en el área de Doñana selecciona para reproducirse vetas de arena donde se establecen sus núcleos reproductores aislados o en asociación con otras especies de aves como son las avocetas (*Recurvirostra avosetta*) y las pagazas piconegras (*Sterna nilotica*). Estas especies muestran comportamientos de defensa muy activos frente a intrusiones en las colonias (e.g. predadores), lo que en términos reproductores puede ser muy beneficioso para la especie.
- En la población de Doñana se ha pasado de una decena de parejas en los años 60 a unas 350 parejas de media en la actualidad, siguiendo la tendencia exponencial al alza experimentada en la mayoría de las zonas de reproducción del litoral español. En cuanto al éxito reproductor a lo largo de estos años ha variado entre 0 y más de 2 pollos volados por pareja reproductora de media. El éxito medio considerando el periodo entre 1960 y 2005 incluidos es de 0,87 pollos volados por pareja reproductora. Este éxito reproductor es ligeramente superior que el observado en el Delta del Ebro (0,79). Considerando los últimos años de estudio a partir de 1996, encontramos una relación positiva entre el éxito reproductor y los niveles de agua en la marisma, tanto cuando se analizan los niveles de agua máximos en los meses de reproducción como los niveles máximos durante todo el año. Esta relación se rompe los años en que el fracaso de la colonia es total debido a predadores o molestias (vacas, jabalíes...etc). Sin embargo, no encontramos ninguna relación entre el número de parejas reproductoras que intentan la reproducción y los niveles de agua en la marisma. Probablemente este último parámetro responda más a efectos durante la invernada y las condiciones en poblaciones conectadas con la población de Doñana.
- El anillamiento de más de 3600 individuos y la realización de más de 5500 lecturas de anillas de PVC entre 1991 y 2005 han permitido estimar un parámetro poblacional de suma importancia para cualquier especie de larga vida: las tasas de supervivencia. Los resultados obtenidos hasta el momento y que seguirán perfilándose con datos futuros indican valores de supervivencia entre 53% y 80% para individuos que se reproducen en el Delta del Ebro y 75% y 89% para las aves reproductoras de Doñana y su entorno. En ambos lugares la especie muestra valores por debajo de los esperados para una especie de larga vida. Encontramos también que no hay diferencias en las tasas de supervivencia entre las distintas clases de edad, aunque hubo una bajada en la supervivencia de los individuos de 3 años tanto en el Delta del Ebro como en Doñana. Aunque la supervivencia fue relativamente constante a lo largo de los años, el efecto de esta variable fue significativo a lo largo de los años de estudio. Comprobamos que este efecto no fue debido a una mayor mortalidad de los individuos tras el vertido tóxico de las minas de Aznalcollar. Encontramos un claro efecto del esfuerzo de lectura anual en la supervivencia adulta, pero no en los jóvenes que probablemente pasan sus primeros años de vida en las zonas de invernada. También la baja probabilidad de recaptura encontrada en individuos de primer año de vida sugiere una posible espera hasta su segundo año en las zonas de invernada. Seguimos trabajando en el efecto de variables ambientales, tanto locales como globales sobre los parámetros demográficos de estas poblaciones.
- Otro parámetro importante a nivel poblacional, además de los efectivos numéricos y las tasas de supervivencia, es la calidad de los pollos volados, lo que a su vez va a condicionar la supervivencia juvenil. La toma de medidas corporales de

aproximadamente 500 pollos entre los años 2002-2005 tanto en la zona de Doñana como en el Delta del Ebro nos ha permitido calcular índices de condición física de la descendencia de la especie. Hemos explorado la variabilidad interanual y espacial (local e interpoblacional) en la condición física de los pollos medida como residuales del peso en relación al tamaño de los mismos. Estos resultados han revelado una gran variabilidad interanual en la condición física de los pollos volados en la población de Doñana durante el periodo de estudio. Sin embargo, cuando dicha variabilidad se exploró con más detenimiento vimos que estaba provocada principalmente por las diferencias que marcaba la elevada condición de los pollos volados en la zona de la Veta de las Vaquiruelas en el año 2004. Esta zona de reproducción es una zona de marisma natural en el corazón del parque nacional, donde la reproducción de la especie se da solo determinados años. En cuanto a las diferencias interpoblacionales, la especie en Doñana durante el año 2004 (único año con datos de medidas corporales en la población del Delta del Ebro) produjo pollos de una mejor condición física que en el Delta del Ebro. Estos resultados y la heterogeneidad incluso a nivel local en el parámetro estudiado, probablemente responden como se sugiere en el apartado relativo a ecología trófica a una variabilidad interanual y espacial en la disponibilidad o uso del alimento por parte de los individuos en función de la edad de los mismos, su experiencia o la fenología de reproducción.

- Gracias al sexado molecular en laboratorio de los pollos a lo largo de los años de estudio (2002-2005, 696 individuos sexados procedentes de Doñana y el Delta del Ebro) hemos podido elaborar una metodología que en un futuro permita el sexado de los individuos en base a la toma de medidas corporales. El análisis estadístico de dichas medidas en los pollos manipulados en la zona de Doñana y el contraste con el sexo determinado molecularmente nos ha permitido obtener una función discriminante en base a 3 de las medidas utilizadas: tamaño del ala, longitud del cráneo y el pico y peso de los individuos. Esta función nos permitirá en un futuro determinar si un individuo es macho o hembra. El poder de clasificación de la función obtenida es mayor al 90%, lo que quiere decir que el error que se cometerá al asignar el sexo a estos pollos volantones será menor del 10%. Este procedimiento supone un avance importante, puesto que podremos conocer el sexo de los individuos cuando se incorporen a la población reproductora, y así poder estudiar comportamientos diferenciales, cómo determinados mecanismos ecológicos afectan a ambos sexos o analizar parámetros demográficos separadamente por sexos (e.g. tasas de supervivencia, dispersión).
- El conocimiento del sexo de más de 600 pollos desde 1998-2005 nos ha permitido estudiar la proporción de sexos de los pollos volantones y su variabilidad interanual. Pudimos comprobar que aunque hay una tendencia a producir un mayor número de machos que hembras, la proporción no se desvía del 50% ninguno de los años de estudio ni en ninguna de las dos poblaciones estudiadas, Doñana y el Delta del Ebro.
- Con el fin de determinar la variabilidad espacio-temporal en los hábitos alimenticios de la especie y sus potenciales consecuencias en los parámetros reproductores, muestreamos un total de 361 individuos entre 2001-2004 para la posterior medición de isótopos estables de nitrógeno ($^{14}\text{N}/^{13}\text{N}$) y carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) en sangre. Desafortunadamente, los datos sobre concentraciones isotópicas de las presas no están disponibles a fecha de entrega de estas conclusiones, aunque lo estarán en un

breve periodo, lo que no nos ha permitido hacer una interpretación robusta de los resultados obtenidos. Encontramos una elevada variabilidad espacial y temporal en las concentraciones de nitrógeno y carbono en sangre. No solo existieron diferencias entre las poblaciones muestreadas (Doñana-Delta del Ebro e Italia), sino también a nivel intrapoblacional. En la zona de Doñana, las concentraciones isotópicas de los pollos volados en diferentes áreas de reproducción (Veta de las Vaquiruelas, Veta la Palma y Salinas de Sanlúcar) difirieron enormemente. Incluso a nivel más local (Veta la Palma), existieron diferencias entre diferentes núcleos de reproducción. Estas diferencias fueron paralelas e inversas a la variabilidad en la condición física de los individuos, es decir, aquellos núcleos de reproducción donde volaron pollos con una mejor condición física son los que tuvieron valores medios de nitrógeno y carbono estable más bajos. En cuanto a la variabilidad interanual, encontramos una tendencia muy marcada a que a lo largo del periodo de estudio hubiera una disminución en las concentraciones isotópicas de los pollos, siendo el año 2004 el que mostró niveles más bajos de nitrógeno y carbono. Estos resultados sugieren un uso diferencial de los recursos, tanto espacial (a nivel poblacional y local) como temporal, con una tendencia a utilizar niveles tróficos inferiores (probablemente invertebrados como la *Artemia sp* frente a otras especies potenciales de peces), lo que a su vez se ve traducido en la producción de pollos de mejor condición física. Esto sugeriría a la vez una segregación entre las zonas preferenciales de nidificación (Veta la Palma) y de alimentación (probablemente las salinas). Estas hipótesis serán corroboradas una vez tengamos los resultados de isótopos estables de las presas muestreadas.

- Finalmente, como un gran logro de este proyecto, queremos señalar que aunque fuera de fecha oficial del convenio, durante el año 2006, el equipo de trabajo ha conseguido aunar el esfuerzo de diferentes grupos de investigación a lo largo del Mediterráneo español. Con ello, este equipo está liderando y asesorando el seguimiento de todos los núcleos de reproducción de gaviota picofina del Mediterráneo Español: Delta del Ebro, la Albufera de Valencia, Lagunas de la Mata y Torrevieja en Alicante y Lagunas de Punta Entinas en Almería. Nuestro equipo de investigación, durante la primavera de 2006 se ha desplazado a dichas localizaciones con el fin de asesorar a las entidades locales sobre el anillamiento y las pautas de seguimiento futuro de estas poblaciones. A su vez se encargará de centralizar y monitorizar toda la información generada por los diferentes equipos de trabajo en los años futuros. Este ha sido un avance muy importante desde el punto de vista científico y de conservación, puesto que la información generada en un futuro permitirá el estudio de esta especie a nivel metapoblacional y establecer sus requerimientos, no a nivel local sino de todo el Mediterráneo español, así como los principales riesgos que afectan a sus poblaciones.

18/2003: Proyecto de seguimiento de las poblaciones de conejo en el marco del proyecto 14/99

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Villafuerte Fernández, Rafael / Moreno Garrido, Sacramento

Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos / Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Plan Nacional de I+D+I

DURACIÓN: desde 2003

ÁREA DE ESTUDIO: Algaida, Reserva Biológica de Doñana y Matagordas

RESULTADOS:

Este proyecto finalizó en el año 2005, por lo que no hay resultados en el año 2006.

22/2003: 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)

DURACIÓN: desde 2003

ÁREA DE ESTUDIO: Corral Largo

RESULTADOS:

Realización de muestreo correspondiente al año 2006 de la población de *Pinus pinea* del Corral Largo en el mes de abril.

28/2003: 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)

DURACIÓN: 2003-2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Marisma Gallega, Caño del Guadiamar, Caño Travieso, Brazo de la Torre y Entremuros

RESULTADOS:

Área de Estudio

Los trabajos de prospección, muestreos y transectos se llevaron a cabo en las siguientes zonas de proyecto DOÑANA 2005:

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| ACTUACIÓN N° 4 Marisma Gallega | 6515.2 ha |
| ACTUACIÓN N°6 Caño Travieso | 386.52 ha |
| ACTUACIÓN N°7 Brazo de la Torre | 2408.58 ha |
| ACTUACIÓN N°8 Marisma salada | 7195.09 ha |
| Total Superficie prospectada | 16505.39 ha |

Resultados

Catálogo florístico

Se incorporaron nuevas especies al catálogo que se realizó el año 2005. Llamó nuestra atención el elevado número de especies ruderales y arvenses que se encontraron en el área de estudio, parte de ellas incluidas dentro de la categoría de especies exóticas, que suponen en el área de estudio el 7% del catálogo, de las cuales el 5% son calificadas por diversos autores como taxones con carácter invasor. Finalmente, según los datos recogidos hasta el momento, se han citado 22 nuevos taxones en el área de estudio.

Cartografía de la vegetación

Se realizaron numerosos transectos y prospecciones en las distintas zonas de trabajo del área de estudio, que contribuyeron a realizar un análisis más preciso de la distribución de las distintas unidades de vegetación reconocidas.

Asesoramiento al Equipo de Seguimiento de Procesos de la EBD

Se colaboró en diversas actividades relativas al seguimiento de macrófitos acuáticos llevadas a cabo por el Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la Estación Biológica de Doñana.

32/2003: Factores que determinan la distribución espacial de las hembras en las áreas de apareamiento del ciervo

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Carranza Almansa, Juan

Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia y Tecnología- Consejería de Agricultura y Medio Ambiente- Junta de Extremadura

DURACIÓN: 2003-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana y Puntal

RESULTADOS:

Durante este año 2006 la investigación llevada a cabo en la Reserva Biológica de Doñana se ha centrado en la continuación del trabajo de campo realizado en años anteriores, centrado en los siguientes objetivos:

- Conocer cómo afecta la precipitación, via disponibilidad de hierba y controlando por densidad poblacional, a la distribución de las hembras en el sistema de apareamiento del ciervo.
- Comprender las razones por las cuales los machos de ciervo defienden harenes de hembras que no están en celo en ese momento. Para ello comprobar la hipótesis de que la mera presencia de hembras en un harén puede suponer una atracción para otras hembras en celo.
- Comprobar si el modelo de agrupamiento de hembras en mamíferos poligínicos propuesto por Cassini (1999, 2000) puede explicar la distribución de las hembras de ciervo en Doñana. Para ello, analizar los costes del agrupamiento para las hembras debido a la competencia intraespecífica y los beneficios debidos a la reducción en la

tasa de acosos recibidos. Estudiar la situación en función del tamaño del área contigua de pradera (ecotono versus praderas en el matorral).

La toma de datos en 2006 se realizó durante el período comprendido entre el 26 de Agosto y el 24 de septiembre, coincidiendo con la época de apareamiento del ciervo (*Cervus elaphus*) principalmente en el ecotono (vera) de la Reserva Biológica de Doñana.

Se llevó a cabo un muestreo de la vegetación, en cuatro puntos al azar dentro de cada una de las cuadrículas de 50x50 metros en que se dividió el área de estudio, estimando en cada punto de muestreo la cobertura de gramíneas, la porción de dicha cobertura que se mantiene verde, la altura de las mismas, así como la presencia y densidad de castañuela (*Scirpus maritimus*) y fragmites (*Phragmites australis*).

Se realizaron observaciones de comportamiento desde cuatro puestos fijos todos los días del estudio durante 4 horas coincidiendo con la caída de la tarde hasta el anochecer. En estas observaciones se identificaron machos adultos a los cuales se les hizo un seguimiento exhaustivo, anotando el número de hembras en harenes, el número de acosos realizados e interacciones con otros machos. Así también se recogieron el número de hembras observadas, el número de crías y la distribución de ambas. Como medida de actividad reproductiva se hicieron conteos del número de berridos por unidad de tiempo que podían escucharse desde cada uno de los puestos de observación.

Durante la noche y al amanecer se llevaron a cabo conteos de animales y berridos a lo largo de un recorrido establecido: Bolín- Martinazo-Raya de la Perdices- Pinar de S. Antonio- Sta. Olalla- Dunas. Durante el recorrido se anotaban los animales observados, identificando sexo, clase de edad y localización, así como los berridos escuchados en puntos determinados.

Con los datos recogidos se encuentran en proceso los siguientes análisis:

- Variación de la vegetación de la vera de la marisma a lo largo del tiempo y con condiciones ambientales diferentes, como por ejemplo la sequía del año 2005. Los estudios a largo plazo con la ayuda de sistemas de información geográfica permiten analizar los factores asociados a estas alteraciones y predecir los efectos de alteraciones climáticas futuras. La sequía puede afectar de forma distinta a la vegetación de pradera y de marisma. Éstas, a su vez, condicionan de forma importante la distribución de especies animales como los ciervos, especialmente durante la época de reproducción, que tiene lugar en estas zonas.
- Comprobar el modelo de agrupamiento de hembras en mamíferos poligínicos propuesto por Cassini (1999, 2000). Se realizaron recorridos por diferentes ambientes de la Reserva Biológica de Doñana en los que se pudo apreciar que, durante los momentos de máxima actividad sexual (amanecer y anochecer), las hembras y la actividad sexual se centraba en la marisma (Vera). Por el contrario la presencia de actividad sexual era mínima en las praderas interiores (praderas de lagunas de Santa Olalla por ejemplo). Estos resultados, mencionado con anterioridad en Carranza & Valencia (1999) y corroborado por estudios llevados a cabo por nuestro equipo de investigación (Pérez-González et al., en prep.), están de acuerdo con los modelos de distribución propuestos por Cassini (1999, 2000) en los

que describe cómo la distribución de hembras se separa de la distribución libre ideal concentrándose en determinadas zonas, debido al efecto del acoso sexual.

39/2003: Identificación de factores de riesgo y caracterización de arbovirosis y robovirosis en España. Red evitar

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Soriguer Escofet, Ramón C

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Fondo de Investigación Sanitaria. Ministerio de Sanidad (2003-2005), Consejería de Salud (Junta de Andalucía) (2005 - 2006)

DURACIÓN: 2003-2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Manecorro y humedales donde el Equipo de Seguimiento realice el anillamiento de aves acuáticas

RESULTADOS:

De un total de 3144 muestras de sueros analizados, se han encontrado anticuerpos circulantes frente a flavivirus en 600 individuos. Aunque la tasa de infección ha resultado ser diferente entre distintas especies, se han encontrado positivos tanto en especies acuáticas como terrestres, y tanto en especies residentes como en migradoras. Esto prueba la existencia de circulación local de flavivirus en nuestros ecosistemas durante todo el año. Otro resultado obtenido ha sido la diferencia de prevalencia en las distintas épocas del año, lo que demuestra que el riesgo de infección no es el mismo de manera continua a lo largo del año, sino que presenta ciclos, probablemente asociados a variaciones ecológicas estacionales (tanto de los vectores como de los hospedadores), así como a cambios en la idoneidad de las condiciones ambientales. El aislamiento del virus WN desde las muestras tomadas ha resultado infructuoso hasta el momento. No obstante, dada la alta especificidad del método diagnóstico (seroneutralización) y las elevadas titulaciones obtenidas, se puede afirmar que los anticuerpos detectados pertenecen a WNV.

41/2003: Estudio de la incidencia de la población de flamenco rosa (*Phoenicopterus ruber*) en la marisma del Parque Nacional de Doñana

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Green, Andrew J.

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Beca predoctoral del programa I3P, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y fondos propios del departamento

DURACIÓN: 2004-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Lucio del Lobo, Mari López, Marisma del Rocío y el Lucio de la FAO

RESULTADOS:

Ninguno, hace dos años que este proyecto se ha finalizado (resultados en la tesis de Héctor Rodríguez)

42/2003: Evolución de las poblaciones de aves de Doñana en las últimas tres décadas

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Aguilera Prieto, Eduardo

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Organismo Autónomo de Parques Nacionales

DURACIÓN: 2003-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural de Doñana

RESULTADOS:

En 2006, dentro del sub-proyecto de Dinámica Hídrica del PND, se tomaron 9 días de datos verdad_terreno sobre imágenes de satélites. En los sub-proyectos de Aves Acuáticas y Rapaces se completaron los análisis de la información recopilada a lo largo del proyecto y la redacción de los resultados. El proyecto finalizó en Mayo de 2006 con la entrega de la Memoria Final (ver anexo 2).

43/2003: Estudio de los humedales y de los usos del suelo en la comarca de Doñana y su entorno mediante técnicas de teledetección

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Anton Pacheco Bravo, Carmen

Instituto Geológico y Minero de España

ENTIDAD FINANCIADORA: IGME

DURACIÓN: 2003-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Subsistema acuífero de Doñana y al acuífero Almonte-Marismas

RESULTADOS:

El registro de dos series completas de imágenes hiperespectrales AHS sobre el Manto Eólico Litoral de El Abalario-Doñana (MEL) en las etapas de máxima variación interanual del ciclo hidrológico húmedo de 2004 ha permitido cartografiar las fluctuaciones de la lámina de agua para este periodo. Las imágenes registradas en abril, a pesar del alto nivel de inundación en esta fecha, ponen de manifiesto la desecación de lagunas en sectores próximos a zonas donde se realizan bombeos del acuífero. Las imágenes registradas en septiembre reflejan la temporalidad de la mayor parte de estas formaciones palustres. A partir del análisis de los datos AHS, se ha realizado una caracterización espectral de determinadas asociaciones vegetales higrófitas de marcado interés por su relevancia ecológica. Se han podido cartografiar los principales tipos de comunidades vegetales que se desarrollan en los mantos eólicos estabilizados a partir del algoritmo de clasificación angular (SAM). La vegetación higrófitica esta condicionada por la distancia de sus sistemas radicales a la capa freática, de manera que la ausencia de precipitaciones unida a las extracciones intensivas de agua subterránea puede originar la desaparición de estos humedales y de la fauna asociada. La técnica empleada para cartografiar estos humedales y el estudio y seguimiento de su evolución es de gran ayuda para el manejo de ecotonos sometidos a una gran presión.

La interpretación de la serie temporal de imágenes Landsat ha permitido cartografiar las formaciones palustres y zonas de encharcamiento del MEL en diferentes condiciones hidrológicas a lo largo de una secuencia de veinte años. El análisis de los resultados ha

puesto de manifiesto la recuperación de las lagunas temporales del sector de El Abalarío en el Parque Natural y la desecación de las lagunas situadas en el extremo occidental del cordón de lagunas peridunares de Doñana.

44/2003: Características morfológicas y seguimiento de las dunas activas de Doñana mediante el uso de modelos digitales del terreno (MDT)

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Ojeda Zújar, José

Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

DURACIÓN: 2004, prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Conjunto de dunas activas de Doñana, incluyendo todo el cordón litoral desde Matalascañas al Guadalquivir y aquellas dunas interiores que presenten este carácter activo

RESULTADOS:

Las actividades realizadas en el marco del proyecto durante 2006 se centran fundamentalmente en la redacción final de la tesis de Ismael Vallejo Villalta sobre el Sistema de Dunas Activas de Doñana cuya presentación se prevee para los primeros meses del año 2007.

En dicho trabajo, lógicamente, se recoge la mayor parte de la información levantada durante los tres años en los que se ha desarrollado el presente proyecto, pudiéndose considerar, por tanto, como la memoria final del mismo.

Los principales análisis llevados a cabo durante el año 2006 en concreto, se han vinculado a la estimación de la dinámica dunar, a dos niveles diferentes: (i) de una parte, a través de la comparación de ortofotografías correspondientes a los años 1956, 1977 y 1999 se han extraídos cambios superficiales experimentados por las principales unidades del sistema (dunas y corrales), así como tasas de avances de los frentes de avance; (ii) de otra parte, la comparación entre modelos digitales del terreno de los años 1977 y 1999 ha permitido evaluar estos cambios desde una perspectiva volumétrica.

45/2003: Estudio de la flora y vegetación de la Comarca de Doñana, Andévalo y Sierra de Huelva

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Valdés Castrillón, Benito

Facultad de Biología, Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: EGMASA

DURACIÓN: 2004-2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural de Doñana

RESULTADOS:

Las investigaciones de campo relativas a este proyecto terminaron en noviembre de 2005. Durante 2006 se han estudiado los datos de campo y se está completando la preparación de un "Manual de Especies de consideración Especial del Espacio Natural

de Doñana”, que será publicado por la Consejería de Medio Ambiente. Se está completando igualmente un “Catálogo de las Plantas Vasculares del Espacio Natural de Doñana”, que con más de 1.400 taxones se espera que esté publicado en 2007.

1/2004: 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 a la investigación en materias relacionadas con la red de Parques Nacionales)

DURACIÓN: 2004-2006

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:

La sequía acontecida entre 2005 y 2006 ha supuesto un paréntesis temporal en el cronograma previsto para llevar a cabo nuestros objetivos iniciales. Para poder solventar este problema y avanzar en el planteamiento de nuestro estudio, se realizó una campaña de campo en el mes de noviembre de 2005 para recolectar sedimento del lucio de Martinazo en la marisma dulce de Doñana cuando ésta permanecía seca (Fotos 1 y 2).



Foto 1. Aspecto del lucio de Martinazo en noviembre de 2005.



Foto 2. Recolección de sedimento en el lucio de Martinazo en noviembre de 2005.

Durante el mes de marzo de 2006, se procedió a la instalación de 15 tanques de plástico de 1 m³ de capacidad en las instalaciones de investigación del Departamento de Ecología localizadas en los aledaños del Edificio de Biología del Campus de la Universidad Autónoma de Madrid (Fotos 3 y 4).



Foto 3. Tanques utilizados por el equipo del Cangrejo del Dpto. de Ecología instalados en las inmediaciones del Edificio de Biología en la UAM.



Foto 4. Macrófitos e invertebrados eclosionados y crecidos a partir de los sedimentos recolectados en noviembre de 2005.

En cada tanque se puso en marcha un cultivo de sedimento tras homogeneizar, disgregar y distribuir todo el sedimento que fue recolectado en noviembre, de modo que en cada tanque éste alcanzase 10 cm de espesor. Posteriormente se añadió agua hasta que la columna de agua alcanzó 30 cm de altura simulando la inundación producida por la llegada de las lluvias de primavera.

Con el material que se fue desarrollando a partir del banco de información contenido en estos sedimentos se están realizando distintos experimentos en laboratorio:

- Utilizando macrófitos:
Análisis de las preferencias alimenticias que muestra *Procambarus clarkii* ante diferentes especies de macrófitos autóctonas (*Chara* spp., *Callitriche* spp., *Riella* spp.) y alóctonas (*Azolla filiculoides*) y de sus señales isotópicas.
- Utilizando macroinvertebrados:
Análisis de las respuestas que exhiben diferentes especies de invertebrados (gasterópodos, quironómidos y ostrácodos) en presencia de la especie invasora *Procambarus clarkii* cuando actúa como depredadora sobre ellas.

Por otro lado, en la primavera-verano de 2006 se realizaron dos prospecciones de campo. Los valores de los parámetros físico-químicos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los parámetros físico-químicos medidos en las campañas de campo realizadas en 2006.

| Muestra | Fecha | Z (cm) | T ^a agua (°C) | Cond. (µS/cm) | pH | O ₂ (mg/l) | O ₂ (%) | AT (meq/l) | PRS (µg/l) |
|-----------|--------|-----------|-----------------------------|------------------|-----|--------------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| Caño | | | | | | | | | |
| Martinazo | abr-06 | 28 | 16,3 | 1961 | 6,3 | 7,5 | 79 | 5,54 | 43,74 |
| Manecorro | jun-06 | 18,5 | 34 | 1413 | 7,9 | | | | |
| Acebuche | jun-06 | 12,5 | 33,6 | 282 | 6,8 | | | | |

La primera campaña se realizó en abril de 2006 con el objetivo de recolectar cangrejos del lucio de Martinazo para llevar a cabo el experimento de campo sobre el impacto de diferentes densidades de cangrejo en los macrófitos de la marisma utilizando los corrales instalados en el lucio el año anterior.

La sequía que tuvo lugar durante el año hidrológico 2005-2006, causó un fuerte impacto negativo en las poblaciones de los cangrejos y condicionó en gran medida el éxito de las campañas de pesca de cangrejo efectuadas durante 2006. Los intentos de captura realizados en el lucio de Martinazo fueron infructuosos por lo que se procedió a realizar la pesca de cangrejos en el caño Martinazo (Fotos 5 y 6).



Foto 5. Miembros del equipo del cangrejo del Dpto de Ecología de la UAM dirigiéndose al lucio de Martinazo.



Foto 6. Instalación de nasas en el caño Martinazo dejando levantado el copo para evitar la posible muerte por asfixia de los vertebrados que puedan entrar en las trampas.

Además de los 9 corrales instalados para realizar 2 tratamientos de densidad de cangrejos (3 controles, $d=0$; 3 densidad media, $d=1$ cangrejo/m²; 3 densidad alta, $d=4$ cangrejos/m²) había uno que no se podía utilizar porque contenía el cadáver de un gamo (Foto 7) y aunque se retirase y reparase, las condiciones iniciales ya no eran las mismas. Aún así, se procedió a llevar a cabo una primera prueba del experimento de campo siendo conscientes de que los resultados que se pudieran obtener podrían ser un poco anómalos en función de lo expuesto anteriormente. Las densidades que se obtuvieron en el Caño Martinazo no fueron muy altas (CPUE= 2.33, Figura 2).

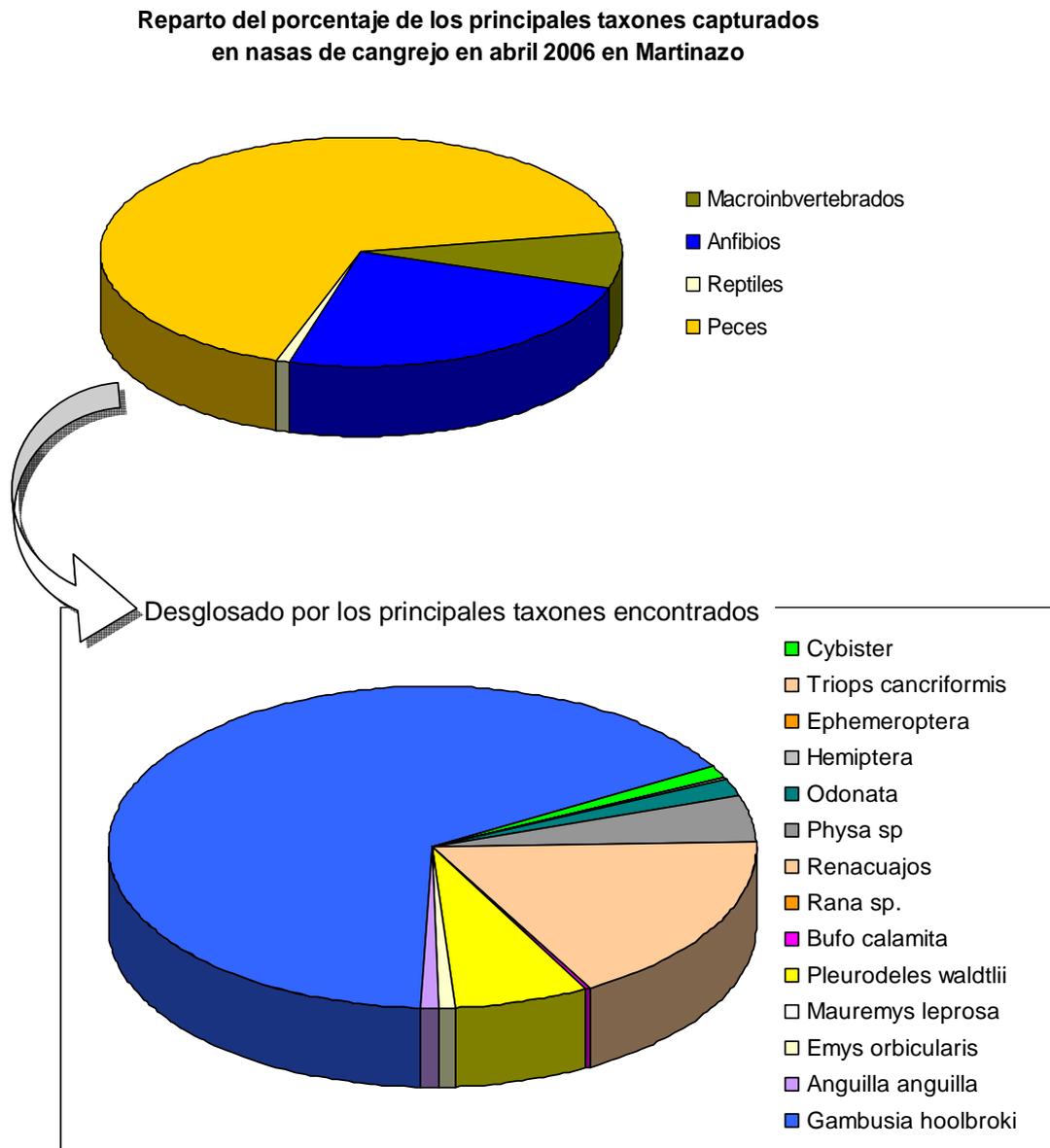
Por esta razón y la inutilidad de uno de los corrales, se alcanzó un compromiso entre el número de réplicas de los tratamientos que se podían realizar en función del número de cangrejos recolectados, de modo que finalmente se utilizaron 4 corrales como controles y 4 con una densidad media de 2



Foto 7. Resto del cadáver del gamo que cayó accidentalmente en uno de los corrales.

cangrejos/m².

Figura 1. Porcentaje relativo de otros individuos diferentes de cangrejo capturados en las trampas en el caño Martinazo en abril de 2006.



El impacto de la pesca de cangrejo realizada durante esta campaña en el resto de la comunidad se muestra en la Figura 1 con una tasa de supervivencia de todos los individuos del 100 %.

La segunda nueva prospección de campo se realizó en Junio de 2006 para finalizar el experimento de campo y evaluar el impacto de los cangrejos. Los corrales estaban secos, por lo que se decidió repetir el experimento durante la primavera de 2007.



Foto 8. Instalación de nasas en Manecorro en junio de 2006.

También, se procedió a realizar a una nueva campaña de pesca de cangrejos en Manecorro que resultó ser la zona de marisma más próxima con agua (Foto 8) y en la laguna del Acebuche para trasladarlos a Madrid e incubarlos en los acuarios del Departamento de Ecología de la UAM para que pudiesen ser utilizados en los experimentos que se están llevando a cabo actualmente.

Las CPUE registradas en Manecorro esta fecha han sido las mayores que hemos registrado en nuestras campañas (CPUE=22.6, Figura 2)

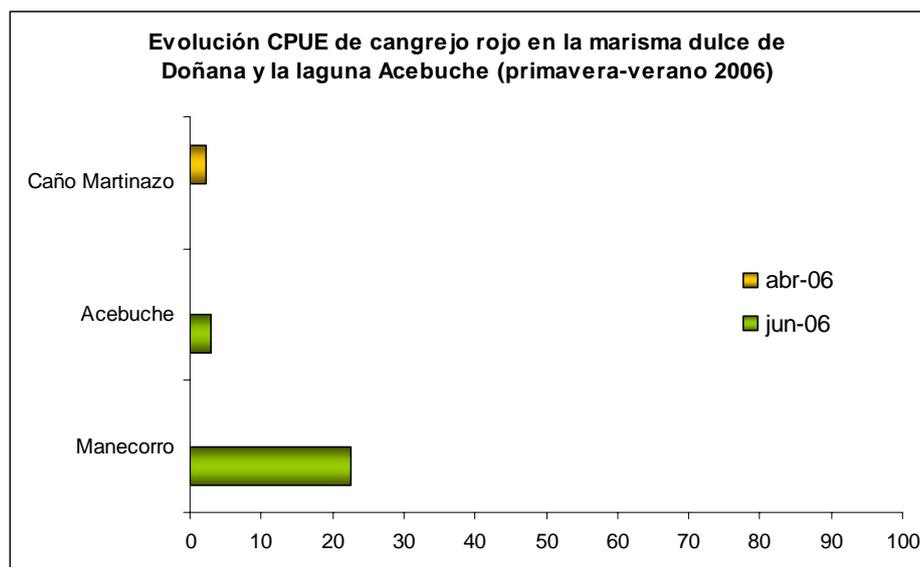
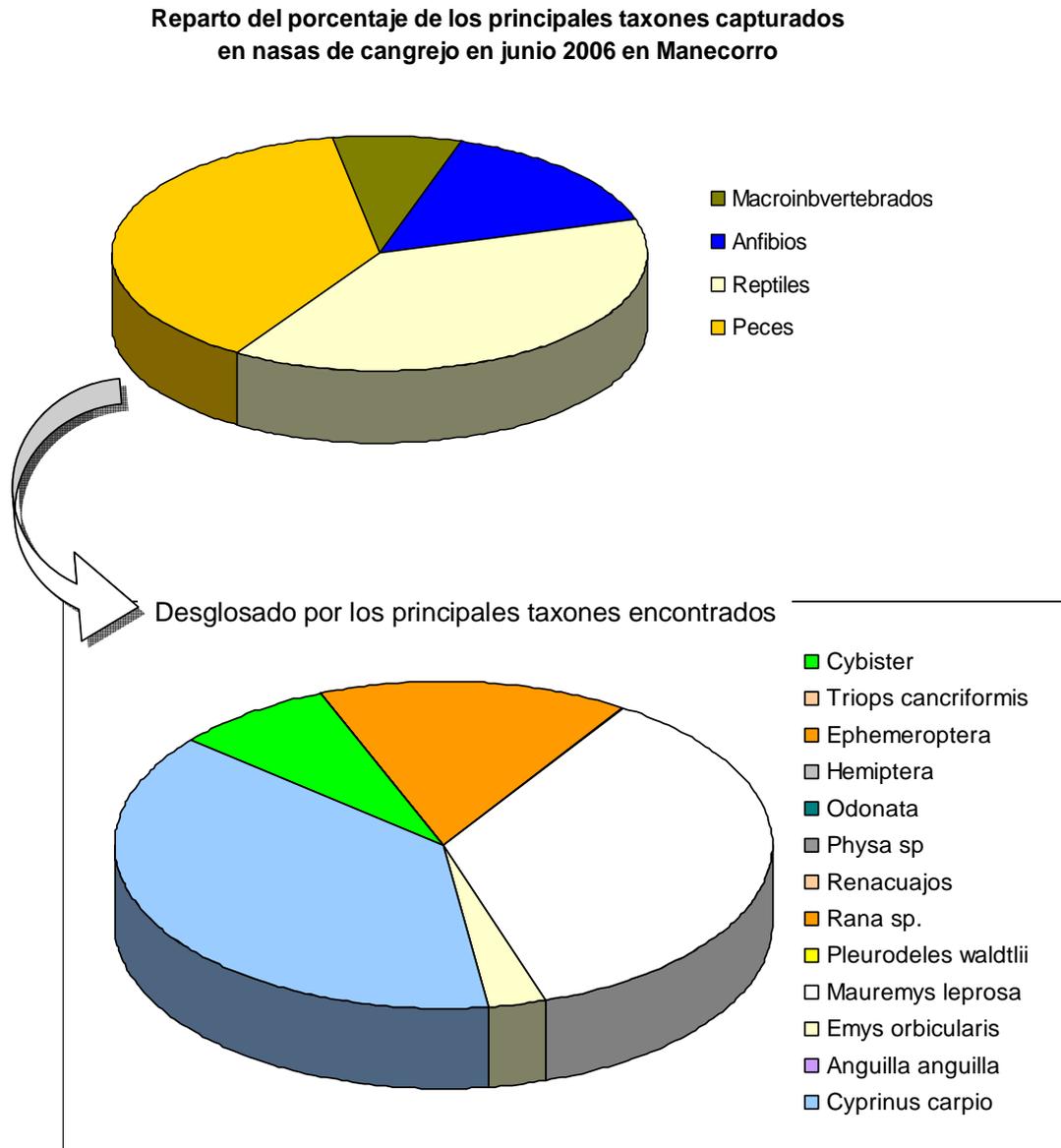


Figura 2. Resumen de las CPUE de los cangrejos capturados en las campañas realizadas en 2006.

Figura 3. Porcentaje relativo de otros individuos diferentes de cangrejo capturados en las trampas en el Manecorro en junio de 2006



2/2004: Censos para la prospección de tortugas en Doñana: Reevaluación del estado de conservación de la población de tortugas del Parque Nacional de Doñana

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Diaz Paniagua, Carmen

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Agencia Española de Cooperación Internacional

DURACIÓN: 2004-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Área comprendida entre el Palacio de Doñana y el Puntal

RESULTADOS:

La población de Tortuga mora del Parque Nacional de Doñana se encuentra aislada del resto del área de distribución que presenta esta especie en la Península Ibérica. Sobre

ella se han realizado un amplio número de estudios, entre los que destacamos una primera caracterización de la población realizada en 1975 (Braza y col 1981); un estudio de su dinámica poblacional y las principales características de la biología reproductiva de la especie entre 1980 y 1985 (Andreu 1987); y un estudio más detallado de su dinámica poblacional y extensión de la distribución en el Parque Nacional realizado entre 1992 y 1995 (Díaz-Paniagua y col 1999, 2001; Andreu y col 2000). Entre 1992 y 1995 se detecta una población que habitualmente tiene un escaso aporte de individuos juveniles, aunque sus tasas de eclosión llegan a ser relativamente altas. La estabilidad de la población depende básicamente de la alta supervivencia de los adultos, como es habitual en la mayoría de los quelonios, que se caracterizan por su longevidad. Sin embargo, ocasionalmente se producen años con un alto éxito de reproductivo, en los que la supervivencia juvenil es alta y se produce una incorporación importante de individuos que refuerzan y renuevan la población, y que en el periodo 1992-1994 se detectó gracias al elevado número de individuos que se observaba en las clases de edad de 5 a 10 años (Díaz-Paniagua y col 2001).

Nuestro estudio planteaba una reevaluación del estado de la población, cuando han transcurrido ya 12 años desde los censos anteriores. En tres años sucesivos (2004-2006) se ha prospectado intensamente el número de tortugas del mismo área de estudio prospectada en el periodo anterior (1992-1994), capturándose ahora un total de 310 tortugas, con un total de 510 ocasiones de capturas.

La figura 1 muestra la estructura de edad de la población en el año 2004, donde se han acumulado los datos obtenidos para todos los ejemplares capturados en los tres años del estudio. Se han representado con edades negativas las crías nacidas en el año 2004 y 2005. La proporción de sexos se puede considerar equilibrada, con similar número de machos (N=130) que de hembras (N= 156).

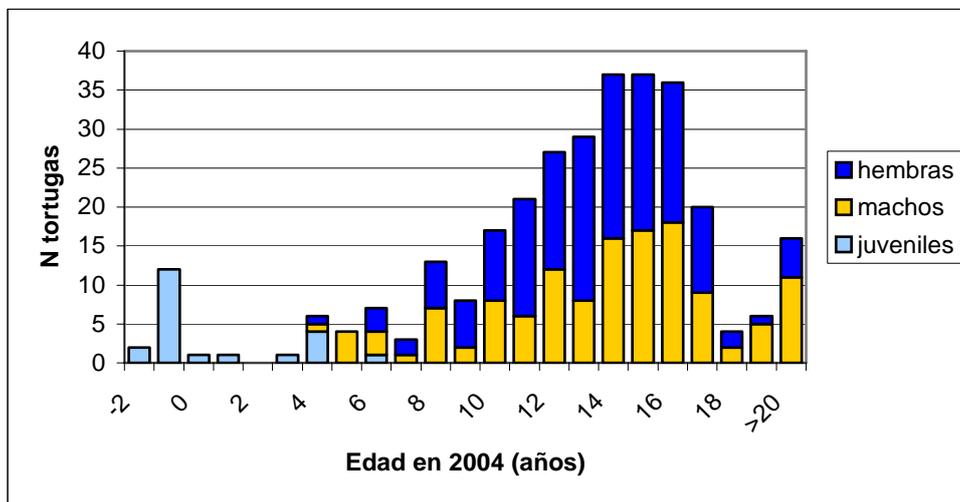


Figura 1. Estructura de edad de *Testudo graeca* estimada para el año 2004, según datos obtenidos en censos realizados en 2004, 2005 y 2006.

El mayor número de ejemplares se sitúa entre las clases 14 y 16 años que, considerando el error estimado en la determinación de la edad en tortugas mayores de 10 años (Díaz-Paniagua y col 2001), podría corresponderse con el pico observado en el periodo de censos anterior (5-10 años en la estructura de 1992). La distribución de edades no

presenta desde entonces otro pico similar, aunque el número de ejemplares entre las clases de 12 a 14 no se puede considerar reducido, sino que el aporte de ejemplares juveniles entre 1990 y 1992 se puede considerar importante, aunque no hubiera alcanzado valores tan altos como en los años anteriores. Lo que sí puede considerarse preocupante es el escaso número de ejemplares juveniles observado, entre las clases 0 y 6 años, e incluso el bajo número de crías recién nacidas que se han detectado en estos censos. De hecho, de los tres años de estudio, en el primer año, en 2004 sólo se observó 1 cría de 0 años, en 2005 se observaron 11 crías y en 2006 tres. Aunque las crías son más difíciles de detectar que los ejemplares adultos, el reducido número de ejemplares de las clases juveniles, parece indicar que la población se encuentra desde aproximadamente desde 1998 en una situación similar a un escenario pésimo, con muy escasa supervivencia de juveniles, manteniéndose actualmente gracias a la alta supervivencia de los adultos, entre los que encontramos individuos de hasta 28 años.

Una situación similar se detectó en el periodo estudiado por Andreu (1987), en el que se consideraba una población típicamente avejentada, con escasez de juveniles, de las que sus parámetros demográficos proyectaban una situación negativa (Díaz-Paniagua y col 2001). Sin embargo, la existencia de un periodo favorable durante varios años seguidos en los que se produjo una alta incorporación de juveniles, cambió estas tendencias ya que se observó una tasa de crecimiento poblacional positiva en el año 1992.

Por ello, aunque no se han realizado todavía los cálculos de los parámetros demográficos actuales, la estructura de edad obtenida para los últimos años, parece revelar actualmente un periodo preocupante para la población de tortugas de Doñana. El mantenimiento de la población requiere la incorporación de juveniles, lo que no parece haberse producido hasta ahora, por lo que en los años más próximos, debería realizarse un seguimiento más continuado que permita evaluar si la población requiere o no un reforzamiento adicional, que podría llevarse a cabo favoreciendo en semicautividad la supervivencia de las crías y juveniles hasta cuatro años.

Por otra parte, se han realizado en este periodo algunos estudios sobre el estado sanitario de la población, entre los que se han obtenido los parámetros bioquímico sanguíneos de la especie, aunque los resultados se encuentran actualmente en elaboración. Comparando con los parámetros obtenidos en tortugas de Marruecos, se han detectado importantes diferencias entre las poblaciones, destacando en las de Doñana niveles más bajos de proteínas totales, glucosa, colesterol, ácido úrico, sodio y creatinina.

Cabe señalar además que esta población se caracteriza por la ausencia de parásitos externos, que sí son abundantes en las tortugas del Norte de África. Asimismo se ha detectado la presencia de *Salmonella* en el 100% de las tortugas de Doñana, por lo que se les puede considerar como un reservorio importante de esta bacteria. Se detectaron 5 serotipos diferentes, tres de la subespecie *Salmonella enterica enterica* (I: Abony, Newport, Potsdam) y dos de la subespecie *salamae* (II: 9,12:1,v:z₃₉ and 9,12:z₂₉:1,5), así como un serotipo no identificado que se incluye también en *salamae* (II: 9,12:z₂₉ : -). *Salmonella* es una bacteria frecuente en reptiles, y en particular, en las tortugas se considera como un microorganismo comensal que puede favorecer la digestión de los ejemplares, los cuales, aunque portadores, no deben considerarse enfermos. Entre los serotipos encontrados, los más frecuentes son propios de reptiles. No se detectaron los

serotipos que más frecuentemente se asocian a casos de salmonelosis de humanos, aunque todos ellos podrían ser potencialmente transmisibles.

Referencias citadas

- Andreu, A.C. 1987. Ecología y dinámica poblacional de la tortuga mora, *Testudo graeca*, en Doñana. Tesis Doctoral. Univ. Sevilla.
- Andreu, A.C., Díaz-Paniagua, C. y Keller, C. 2000. La tortuga mora en Doñana. Asociación Herpetológica Española, Barcelona. Monografías de Herpetología, vol. 5: 70pp.
- Braza, F. Delibes, M. y Castroviejo, J. 1981. Estudio biométrico y biológico de la tortuga mora (*Testudo graeca*) en la Reserva Biológica de Doñana (Huelva). Doñana Acta Vertebrata 8: 15-41.
- Díaz-Paniagua, C., Andreu, A.C. y Keller, C. 1999 Estudio de un método para la evaluación de las poblaciones de Quelonios en el Parque Nacional de Doñana. Informe Técnico no publicado.

3/2004: **Ecología del morito *Plegadis falcinellus* en Doñana: implicaciones para la conservación y gestión del Parque Nacional y su entorno**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Green, Andrew J.

Estación Biológica de Doñana, CSIC

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

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 832 parejas y se han marcado unos 659 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 realizado pruebas para el seguimiento de los nidos mediante cámaras de vídeo. Sin embargo el seguimiento intensivo mediante cámaras está previsto para el año 2007.

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.

4/2004: Estrategias de manejo para la conservación del lince ibérico en Doñana: manejo adaptativo y análisis de viabilidad de poblaciones

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Palomares Fernández, Francisco

Estación Biológica de Doñana, CSIC

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

DURACIÓN: 2004-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional, Parque Natural y Entorno de Doñana

RESULTADOS:

Durante el año 2006 se ha finalizado el proyecto, realizando los últimos análisis de viabilidad de la metapoblación de lince de Doñana utilizando el modelo de simulación espacialmente explícito basado en cuanto a escenarios de mortalidad, capacidad de carga y escenarios mixtos. A continuación detallamos las conclusiones principales del estudio:

Escenarios de manejo del hábitat de dispersión

La cantidad y distribución espacial del hábitat de dispersión tiene un papel importante a la hora de asegurar la conservación del lince en Doñana.

La pérdida de hábitat de dispersión en el actual paisaje de Doñana (por ejemplo la transformación de matorral o pinares en cultivos intensivos) supone un empeoramiento claro de su estado de conservación. Es necesario tomar medidas urgentes para detener esta pérdida, especialmente en los lugares más sensibles que son aquellos que están en la conexión exterior de las poblaciones fuente del Parque Nacional: corredor del Pastorcito, corredor los Sotos La Rocina y corredor entre la Reserva Biológica y el Acebuche.

De manera genérica, la restauración de hábitat de dispersión es más eficaz localizada tamponando el hábitat de reproducción.

De manera genérica, los corredores de hábitat de dispersión (de 500 metros de anchura o más) que conectan directamente manchas de hábitat de reproducción son muy eficaces.

La construcción de un corredor en la Madre del Rocío sería la herramienta de manejo de hábitat de dispersión más eficaz y menos costosa.

En las condiciones actuales, el Corredor Verde del Guadiamar no sirve para permitir llegar a los lince de Doñana a Sierra Morena.

Situación actual

El estado de salud demográfica de la metapoblación de lince de Doñana es extraordinariamente grave. La población actual no es viable. En las condiciones actuales, la pérdida de dos territorios más del interior del Parque Nacional supondría una rápida extinción de manera determinista.

Escenarios de manejo de la capacidad de carga

La presencia de territorios potenciales fuera del Parque Nacional, incluso en un elevado número, no es relevante para la conservación de la metapoblación debido a la elevada mortalidad que sufren.

Sólo aumentando sustancialmente el número de territorios dentro del Parque Nacional obtenemos reducciones importantes de la probabilidad de extinción, pero en ningún caso bajamos de probabilidades de extinción por debajo del 10%.

Las actuaciones de manejo inmediatas tendentes a aumentar la capacidad de carga de la metapoblación de Doñana han de centrarse necesariamente en el interior del Parque Nacional.

Escenarios de manejo de la mortalidad

Ninguna mejora realista de la supervivencia de manera aislada o en conjunto para cada una de las clases de edad de los animales que viven fuera del Parque produce una mejora marcada en la probabilidad de extinción. Cualquier actuación tendente a mejorar por sí sola la situación de los animales que viven fuera del Parque (eg. reducción de la mortalidad por atropello) no va a tener ningún efecto en el escenario actual de capacidad de carga existente dentro del Parque.

Escenarios conjuntos de manejo: hábitat de dispersión, capacidad de carga y mortalidad

Sin la construcción del corredor de la Madre del Rocío, sólo alcanzamos situaciones viables en combinaciones de escenarios no realistas.

Con el corredor de la Madre del Rocío obtenemos situaciones viables en escenarios de capacidad de carga de unos 25 territorios dentro del Parque Nacional. A partir de esta situación, la mejora de la supervivencia de los animales de fuera del Parque y el aumento del número de territorios fuera éste (unos 25) con una distribución espacial no fragmentada permite mejorar el estatus demográfico, pero obteniendo sólo una leve mejora en la probabilidad de extinción debido a la condición inicial de la población del año 2006 que es extraordinariamente precaria en las poblaciones fuente.

Propuesta priorizada de actuaciones

Desde la situación actual podemos obtener una población viable con la siguiente propuesta de actuaciones.

Año 2006 a 2011

- Construir el corredor de la Madre del Rocío.
- Aumentar la capacidad de carga dentro del Parque Nacional entre los Sotos y el Puntal, creciendo desde la Reserva Biológica de Doñana hasta llegar a 10 territorios disponibles.
- Reforzar la población descrita en el punto anterior conforme se vayan creando territorios nuevos hasta completar 5 hembras y 5 machos traslocados.

- Reducir la tasa de mortalidad de los adultos residentes, los subadultos predispersantes y los cachorros que viven en territorios fuera del Parque Nacional hasta valores intermedios entre fuente y sumidero.

Año 2011 a 2016

- Aumentar la capacidad de carga dentro del Parque Nacional entre los Sotos y el Puntal, creciendo desde la Reserva Biológica de Doñana, pasando de los 10 territorios disponibles a 21 al final del periodo.

Año 2016 a 2021

- Reducir sensiblemente la tasa de mortalidad de los animales dispersantes fuera del Parque Nacional.

Año 2021 a 2026

- Aumentar la capacidad de carga fuera del Parque Nacional en el bajo manto eólico hasta superar un total de 50 territorios disponibles en toda la metapoblación de Doñana al final del periodo.

7/2004: Estructura poblacional, dispersión y flujo génico en *Artemia*: el papel de las aves en la dispersión de especies autóctonas e invasoras

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Green, Andrew J.

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia y Tecnología

DURACIÓN: 2004-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Salinas de San Rafael (Parque Nacional de Doñana) y Salinas de Sanlúcar (Parque Natural de Doñana)

RESULTADOS:

Hemos continuado el análisis genético de adultos y de quistes de *Artemia* de las salinas Portuguesas, las salinas de Nuestra Señora del Rocío (Parque Natural de Doñana) y de las salinas de San Rafael (Parque Nacional de Doñana), comparándolas con otras recogidas en muchas más localidades en la península ibérica. Todas las muestras de Doñana son de las especies autóctonas *Artemia salina* y *A. parthenogenetica*. En términos de ADN mitocondrial, las poblaciones de *A. salina* (especie sexual) de Doñana son muy diferentes de otras poblaciones estudiadas en el Levante y en Almería, aunque tienen algo en común con una población establecida recientemente en el Delta del Ebro. En cambio, las poblaciones de *A. parthenogenética* (especie asexual) de Doñana son muy parecidas a las del Levante, Odiel y otras partes del Mediterráneo Occidental.

8/2004: 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 a la investigación en materias relacionadas con la red de Parques Nacionales)

DURACIÓN: 2004-2006

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 2006 no se obtuvieron resultados debido a la sequía.

9/2004: 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)

DURACIÓN: 2004-2005 prorrogado hasta 2006

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 Gigüña). 4) Entorno de la localidad de Villamanrique (Arroyo del Algarbe, en la Ctra Hinojos-Villamanrique; Arroyo de la Cigüña, 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:

Durante 2006 no hemos dispuesto de fondos para continuar los trabajos realizados en los años previos. No hay resultados correspondientes a 2006.

10/2004: Efecto de una especie invasora, *Linepithema humile*, la hormiga argentina, sobre la biodiversidad del Parque Nacional de Doñana

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Cerdá Sureda, Xim

Estación Biológica de Doñana, CSIC

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

DURACIÓN: 2004-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana, el Acebuche, dunas y corrales de Marismillas, Matas Gordas, pinar de la Algaida cercano a Sanúcar de Barrameda y Coto del Rey

RESULTADOS:

Durante el verano de 2006 no se realizaron los muestreos de años anteriores en el Parque Nacional (casa del Martinazo y en el Jaulón del Lince, hábitats de influencia antrópica invadidos por la hormiga argentina). Con el fin de profundizar en la ecología y biología de las hormigas nativas de Doñana objeto de ataque (y frecuentemente eliminación) por parte de la hormiga argentina, durante el año 2006 se realizó un detallado estudio de la especie *Aphaenogaster senilis* (hormiga cuyo uso nos planteamos como posible bio-indicadora de la invasión de la hormiga argentina en el medio natural). Se hizo una cartografía de los hormigueros en tres épocas diferentes: abril, julio y octubre. También se estudió el ciclo biológico de las colonias, observándose que el pico de producción de machos se da en los meses de junio y julio. Y se estudiaron la estrategia de aprovisionamiento de la especie: búsqueda y recolección de alimento, de manera individual o mediante mecanismos cooperativos (reclutamiento en grupo), distancias recorridas, etc. Los resultados forman parte de dos manuscritos enviados para su publicación y pendientes de aceptación: 1) R Boulay, A Hefetz, X Cerdá, S Devers, W Francke, R Twele & A Lenoir - Evolution of colony-fission in the ant *Aphaenogaster senilis*: the inhibition of sexual production by the queen; 2) X Cerdá, E Angulo, R Boulay, A Lenoir - From individual to collective decision during foraging: a field study of prey size effect on worker recruitment in the ant *Aphaenogaster senilis*.

11/2004: **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)

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 2006 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 febrero octubre 2006

- Ensayo del diseño metodológico de prospección de semillas con dispersión anemócora.

Periodo: abril-agosto 2006

- Tercer 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 82 puntos permanentes de las zonas de referencia (Reserva del Guadiamar, Lucio del Cangrejo Chico y Marilópez, Entremuros, Huerta Tejada).
- 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.
- Muestreo de vegetación, suelos (conductividad) y nivel freático en las parcelas experimentales de la finca en las que los sistemas de drenaje enterrados (catufos) han recibido distintos tratamientos.

Periodo: septiembre-octubre 2006

- Segundo muestreo de la prospección bienal del banco de semillas en los puntos de la malla seleccionados en la finca y en los puntos seleccionados en las zonas de referencia (Reserva del Guadiamar, Lucio del Cangrejo Chico y Marilópez, Entremuros, Huerta Tejada).

Periodo: noviembre diciembre 2006

- Preparación de las muestras del banco de semillas para su germinación y posterior traslado a cámaras de crecimiento hasta identificación de especies.
- Ensayo del diseño metodológico de prospección de semillas de dispersión hidrócora.

16/2004: 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

DURACIÓN: 2003-2006

ÁREA DE ESTUDIO: El acuífero Almonte-Marismas que comprende el Parque Nacional de Doñana y su entorno

RESULTADOS:

Durante este año de trabajo hemos realizado diversas tareas encaminadas, por una parte, al desarrollo de un segundo muestreo y por otra, al estudio de las variables analizadas en el primer muestreo. Otro de los objetivos ha sido la optimización de un método radioquímico para la medida de ^{226}Ra por espectrometría alfa con detectores de semiconductor y su aplicación en el muestreo de 2006.

Muestreo junio y septiembre de 2006

El segundo muestreo se realizó en la zona más próxima al Parque, en puntos ya muestreados durante 2004 con objeto de analizar las posibles variaciones estacionales. Se han descartado algunos puntos situados en la zona norte debido a que tienen una litología y una composición del agua muy diferentes a los de la zona. En total se muestrearon 21 puntos en junio de 2006, cuya localización se expone en la siguiente tabla:

| Código | IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | |
|--------|----------------------------------|-----------------|---------|
| | | X | Y |
| S22 | El Alamillo (S 22) | 715920 | 4107790 |
| S36 | Sector II-10 (S 36) | 723560 | 4116220 |
| S33 | El Abalarío (S 33) | 707110 | 4110570 |
| S50 | Palacio Doñana (S 50) | 727779 | 4097040 |
| S52 | Palacio Doñana (S 52) | 727779 | 4097040 |
| S46 | Arroyo La Cañada (S 46) | 717370 | 4118460 |
| S47 | Arroyo La Cañada (S 47) | 717370 | 4118460 |
| S48 | Arroyo La Cañada (S 48) | 717370 | 4118460 |
| CGS53 | Barrera Palacio (S 53) | 717700 | 4100350 |
| S-2-2 | Sulfasaurus Matalascañas (S 2-2) | 719165 | 4096796 |
| S-2-3 | Sulfasaurus Matalascañas (S 2-3) | 719163 | 4096795 |
| S-5-2 | Ctra. Mazagón km 38. (S 5-2) | 710416 | 4103919 |
| S-5-3 | Ctra. Mazagón km 38. (S 5-3) | 710413 | 4103920 |
| S-5-4 | Ctra. Mazagón km 38. (S 5-4) | 710410 | 4103919 |
| S-7-2 | Hato Villa (S 7-2) | 724642 | 4109800 |
| S-7-1 | Pozo Hato Villa (S-7-1) | 724641 | 4109802 |
| G-9-2 | Pequeña Holanda (S 9-2) | 719970 | 4106530 |
| S12-1 | María del Puerto (S 12-1) | 716870 | 4114650 |
| S12-2 | María del Puerto (S 12-2) | 716870 | 4114650 |
| S1 | Caño del Martinazo (S 21-1) | 728800 | 4101300 |
| G46 | Laguna del Ojillo (S 46) | 721906 | 4099090 |

Posteriormente se tomaron muestras de diversos “ojos”, pozos y sondeos situados en la marisma en septiembre de 2006, cuyas coordenadas se muestran en la siguiente tabla:

| IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | |
|------------------|-----------------|---------|
| | X | Y |
| Carrizosa | 730785 | 4095760 |
| Ojo Chujarro | 732650 | 4092743 |
| Aguas Rubias | 732286 | 4090093 |
| Ojo Vetalengua | 733707 | 4087122 |
| Ojo Juncabalejo | 733554 | 4091172 |
| Caño Dulce | 735463 | 4092402 |
| Pozo del Almajar | 737843 | 4099319 |

Actualmente se han finalizado los análisis químicos de elementos mayoritarios (aniones y cationes) en los laboratorios de Servicios Centrales de I+D de la Universidad de Huelva. Las técnicas de medida fueron las mismas a las utilizadas con las muestras de 2004 (descritas en la ficha de resultados de 2005). Siguiendo la misma metodología se determinaron tierras raras, elementos traza y radionucleidos naturales.

Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos en los análisis desarrollados en ambas campañas (septiembre 2004 y junio-septiembre 2006).

Los contenidos en fluoruros y nitritos no se incluyen en las tablas por encontrarse por debajo de los 0.1 mg/L, así como los carbonatos, ya que no han sido detectados en la mayoría de las muestras.

Respecto al análisis de los radionucleidos naturales, en las tablas que se muestran a continuación, no aparecen los resultados obtenidos para el ^{232}Th y ^{230}Th por encontrarse por debajo de la mínima actividad detectable del sistema de medida, 0.2 mBq.

Las siguientes tablas recogen los valores medios, mínimos y máximos, así como la desviación estándar de las distintas variables correspondientes al muestreo llevado a cabo en septiembre de 2004.

Tabla 1. Parámetros físico-químicos y elementos mayoritarios del muestreo de 2004. S.D., desviación estándar.

| | Temp | pH | EC | Eh | DO | HCO ₃ | SO ₄ | Cl | Br | NO ₃ | Ca | Mg | Na | K | SiO ₂ |
|--------|------|-------|-------|------|-----|------------------|-----------------|-------|------|-----------------|------|------|-------|------|------------------|
| | °C | | µS/cm | mV | % | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Media | 20,9 | 7,23 | 339 | 281 | 54 | 85,3 | 20,2 | 60,2 | 0,36 | 14 | 21,4 | 7,2 | 47,8 | 4,3 | 22,5 |
| Mínimo | 19,5 | 5,46 | 106 | -121 | 7 | 2,3 | <0,1 | 14,6 | <0,1 | <0,1 | 2,0 | 0,8 | 11,0 | 0,5 | 6,4 |
| Máximo | 24,0 | 10,49 | 1199 | 386 | 122 | 481,0 | 124,0 | 376,0 | 2,22 | 94,7 | 68,0 | 32,0 | 263,0 | 24,0 | 79,3 |
| S.D. | 1,1 | 1,16 | 261 | 95 | 29 | 98,1 | 26,8 | 71,7 | 0,49 | 24,0 | 17,5 | 6,8 | 60,4 | 4,35 | 12,90 |

Tabla 2. Elementos traza del muestreo de 2004. S.D., desviación estándar.

| | Al | As | Ba | Cd | Co | Cr | Cs | Cu | Fe | Li | Mn | Mo |
|--------|------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|------|-------|------|------|
| | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| Media | 304 | 1,26 | 44,5 | 0,05 | 0,25 | 1,52 | 0,15 | 3,37 | 441 | 11 | 64 | 3,75 |
| Mínimo | <5 | 0,06 | 5,6 | <0,01 | 0,02 | 0,17 | <0,001 | 0,56 | <5 | <0,1 | <1 | <0,1 |
| Máximo | 7800 | 5,66 | 199,2 | 0,15 | 2,28 | 8,75 | 2,243 | 11,04 | 9683 | 177,6 | 832 | 40 |
| S.D. | 1418 | 1,45 | 34,7 | 0,04 | 0,50 | 1,69 | 0,412 | 2,60 | 1705 | 30,7 | 158 | 9,9 |

Tabla 5. Elementos traza del muestreo de 2004. S.D., desviación estándar.

| | Ni | Pb | Rb | Se | Sc | Sr | Tl | V | W | Y | Zn |
|--------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| Media | 1,13 | 0,9 | 6,7 | 0,9 | 0,56 | 96 | 0,035 | 2,6 | 0,33 | 0,71 | 10,6 |
| Mínimo | 0,28 | <0,01 | 0,18 | <0,01 | 0,19 | 20 | 0,006 | 0,08 | <0,01 | 0,01 | 2,0 |
| Máximo | 5,56 | 9,58 | 74,61 | 2,94 | 2,21 | 306 | 0,127 | 30,69 | 1,40 | 10,79 | 46,0 |
| S.D. | 1,34 | 1,89 | 12,58 | 0,75 | 0,40 | 68 | 0,02 | 5,39 | 0,43 | 2,20 | 10,0 |

En la tabla 4 se muestran las actividades de los isótopos de uranio, así como el contenido de uranio total y el cociente isotópico de actividades de los isótopos de uranio ^{234}U y ^{238}U . Se incluye otro parámetro denominado ^{234}U en exceso (^{234}Ue) el cual refleja la concentración másica de ^{238}U que tendría la misma actividad que la de ^{234}U en exceso respecto al ^{238}U , observado en disolución. Para el cálculo del mismo se utilizó la siguiente expresión:

$$^{234}\text{U}_e = \left[\left(\frac{^{234}\text{U}}{^{238}\text{U}} \right) - 1 \right] \cdot [\text{U}]$$

donde ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) es el cociente isotópico de actividades y U la concentración másica de uranio expresada en $\mu\text{g/L}$. El ^{234}Ue vendrá expresado en $\mu\text{g/L}$.

Tabla 4. Radionucleidos naturales en disolución del muestreo de 2004. S.D., desviación estándar.

| | ^{238}U | ^{235}U | ^{234}U | $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ | U | ^{234}Ue |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Bq/m³ | Bq/m³ | Bq/m³ | | $\mu\text{g/L}$ | $\mu\text{g/L}$ |
| Media | 3,29 | 0,29 | 3,61 | 1,62 | 0,27 | 0,08 |
| Mínimo | 0,05 | <0,02 | 0,06 | 0,9 | 0,002 | 0,004 |
| Máximo | 22 | 0,81 | 27 | 3 | 1,8 | 0,76 |
| S.D. | 5,8 | 0,27 | 6,6 | 0,6 | 0,5 | 0,16 |

Los resultados obtenidos en los piezómetros analizados en junio de 2006 se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 5. Parámetros físico-químicos y elementos mayoritarios del muestreo de 2006. S.D., desviación estándar.

| | Temp | pH | EC | Eh | HCO ₃ | SO ₄ | Cl | Br | NO ₃ | Ca | Mg | Na | K | Si |
|--------|-----------|------|------------------------------------|-----------|------------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | °C | | $\mu\text{S/cm}$ | mV | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Media | 19,6 | 6,67 | 247 | 299 | 75,9 | 13,6 | 38,8 | 0,20 | 34 | 17,6 | 5,3 | 27 | 4,3 | 10 |
| Mínimo | 18,5 | 5,25 | 95 | -49,5 | 9,76 | 0,57 | 17,7 | 0,1 | 0,23 | 1,9 | 1,3 | 11 | 1,1 | 6 |
| Máximo | 20,3 | 8,43 | 995 | 477 | 250,1 | 91,1 | 189,3 | 1,03 | 391 | 125 | 33 | 98,1 | 31 | 16 |
| S.D. | 0,5 | 0,8 | 204 | 145 | 73,4 | 21,6 | 36 | 0,24 | 96 | 26,9 | 6,9 | 20,7 | 6,7 | 3 |

Tabla 6. Elementos traza del muestreo de 2006. S.D., desviación estándar.

| | Al | As | Ba | Cr | Cs | Cu | Fe | Li | Mn | Ni | Rb |
|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | $\mu\text{g/L}$ |
| Media | 87,5 | 0,97 | 41,97 | 0,80 | 0,07 | 1,54 | 1547,4 | 4,05 | 40,91 | 2,36 | 5,61 |
| Mínimo | 39 | 0,08 | 10,75 | 0,27 | <0,01 | <0,01 | 61 | 0,54 | <0,58 | <0,01 | 0,18 |
| Máximo | 136 | 5,93 | 132,2 | 2,34 | 0,41 | 10,4 | 5620 | 21,7 | 149 | 8,95 | 19,9 |
| S.D. | 68,6 | 1,42 | 28,5 | 0,61 | 0,11 | 2,7 | 2319 | 5,8 | 51,8 | 2,91 | 5,7 |

Tabla 7. Elementos traza del muestreo de 2006. S.D., desviación estándar.

| | Sr | Tl | Pb | Rb | Sc | Sr | Tl | V | Y | Zn |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| Media | 73,22 | 0,03 | 12 | 5,61 | 1,46 | 73,2 | 0,03 | 1,14 | 0,53 | 8,92 |
| Mínimo | 17 | <0,01 | <10,15 | 0,18 | 0,74 | 17 | <0,01 | 0,07 | <0,01 | <0,01 |
| Máximo | 275 | 0,05 | 18 | 19,9 | 2,16 | 275 | 0,05 | 12 | 4,1 | 29 |
| S.D. | 59 | 0,01 | 5,9 | 5,7 | 0,44 | 59 | 0,01 | 2,6 | 1,1 | 9 |

Respecto al análisis de radionucleidos naturales hemos incluido la determinación del ²²⁶Ra en disolución tras llevar a cabo la optimización de un método radioquímico para su medida por espectrometría alfa con detectores de semiconductor.

Tabla 8. Radionucleidos naturales del muestreo de 2006. S.D., desviación estándar.

| | ²³⁸ U | ²³⁵ U | ²³⁴ U | ²³⁴ U/ ²³⁸ U | U | ²³⁴ Ue | ²²⁶ Ra | ²²⁶ Ra/ ²³⁴ U |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| | Bq/m ³ | Bq/m ³ | Bq/m ³ | | µg/L | µg/L | Bq/m ³ | |
| Media | 1,54 | 0,15 | 1,85 | 1,91 | 0,12 | 0,03 | 4,91 | 7,03 |
| Mínimo | 0,04 | <0,02 | 0,09 | 0,9 | 0,004 | -0,001 | 0,26 | 1,4 |
| Máximo | 18 | 0,8 | 20 | 5 | 1,4 | 0,22 | 36 | 13,3 |
| S.D. | 4,2 | 0,25 | 4,7 | 1,1 | 0,33 | 0,05 | 8,7 | 4,6 |

Como ya se ha mencionado en septiembre de 2006 se muestrearon por primera vez diversos puntos en la marisma obteniéndose los siguientes resultados (en estas muestras aún no se han determinado elementos traza):

Tabla 9. Parámetros físico-químicos y elementos mayoritarios del muestreo en la marisma de septiembre de 2006. S.D., desviación estándar.

| | Temp | pH | EC | Eh | HCO₃ | SO₄ | Cl | Br | Ca | Mg | Na | K |
|--------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | °C | | µS/cm | mV | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Media | 24,14 | 7,95 | 12343 | 116 | 640 | 349 | 4814 | 16,74 | 186 | 287,4 | 3534 | 92,7 |
| Mínimo | 19,9 | 7,13 | 3920 | -76,76 | 133 | 6 | 1048 | 4 | 75 | 68 | 498 | 21 |
| Máximo | 28 | 9,2 | 39100 | 364 | 1976,4 | 1731 | 16391 | 59,7 | 408 | 1219 | 9898 | 291 |
| S.D. | 2,9 | 0,6 | 13021 | 138 | 630,6 | 614 | 6138 | 20,9 | 118 | 418 | 3537 | 97,5 |

Tabla 10. Radionucleidos naturales en disolución del muestreo en la marisma de septiembre de 2006. S.D., desviación estándar.

| | ²³⁸ U | ²³⁵ U | ²³⁴ U | ²³⁴ U/ ²³⁸ U | U | ²³⁴ Ue | ²²⁶ Ra | ²²⁶ Ra/ ²³⁴ U |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| | Bq/m ³ | Bq/m ³ | Bq/m ³ | | µg/L | µg/L | Bq/m ³ | |
| Media | 11,24 | 0,54 | 13,54 | 1,31 | 0,91 | 0,19 | 33,13 | 4,65 |
| Mínimo | 2,4 | 0,09 | 2,9 | 1,2 | 0,19 | 0,05 | 4 | 0,09 |
| Máximo | 40 | 1,7 | 46 | 1,8 | 3,2 | 0,51 | 101 | 13,79 |
| S.D. | 14,5 | 0,7 | 16,4 | 0,22 | 1,16 | 0,18 | 37,4 | 5,1 |

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el primer muestreo se han establecido las primeras conclusiones generales:

La calidad del agua en el acuífero Almonte-Marismas está condicionada por factores litológicos, tiempo de residencia y la contaminación de origen agrícola y urbana.

Las aguas recientes de la zona sur son cloruradas sódicas presentando una composición similar a las aguas de precipitación (que a su vez muestran una fuerte influencia de los aerosoles marinos) aunque más concentrada debido a la evapotranspiración.

La circulación del agua en el acuífero conlleva la disminución de oxígeno disuelto y la disolución de pequeñas cantidades de minerales carbonatados, lo que eleva el pH hasta valores próximos a neutros y produce un ligero aumento de la salinidad. Las aguas tienden a ser cloruradas-bicarbonatadas sódico-cálcicas.

En la zona norte la mayor abundancia de minerales carbonatados hace que los valores de pH se sitúen entre 7 y 8, que la salinidad del agua sea mayor, con facies predominantemente bicarbonatada cálcica.

En zonas agrícolas y urbanas, los aportes de sulfatos y nitratos hacen que las aguas pasen a ser de tipo mixto. La contaminación hace que la concentración de sulfatos y nitratos muestren una estratificación en el acuífero, con los mayores valores en la parte más superficial. Algunos elementos traza en las zonas donde el pH es más bajo también muestran un aumento de sus concentraciones debido a la contaminación agrícola, en las zonas de mayor pH se produce la inmovilización de estos elementos.

Las aguas de la zona de marisma tienen una salinidad muy elevada, debido a la existencia de materiales arcillosos con aguas congénitas de origen marino.

La interpretación de los datos isotópicos de las series del uranio y del torio se está realizando actualmente. Algunas conclusiones provisionales son:

- La existencia de bicarbonatos parece ser un factor fundamental en la concentración del uranio debido a la formación de complejos carbonatos. También tienen elevadas concentraciones de uranio las muestras de la zona de la marisma, debido a la mayor salinidad del agua y la existencia de materiales arcilloso más ricos en uranio.
- Contrariamente a lo que se podía esperar, las aguas con mayor concentración de uranio son las que tienen un potencial redox próximo a 300 mV. La concentración de uranio es muy baja para valores bajos de potencial redox y, por otro lado, en aguas de recarga recientes con valores elevados de Eh.
- El cociente de actividades $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ se encuentra habitualmente entre 1 y 3. Aunque hay algunos valores de desequilibrio mayores tienen un error asociado muy elevado debido a las bajas actividades de ambos isótopos.

- Las muestras con elevadas concentraciones de nitratos debido a la contaminación agrícola tienen valores de las relaciones $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ y $^{226}\text{Ra}/^{234}\text{U}$ próximos a 1. Lo que parece indicar que esta es la señal isotópica de los fertilizantes utilizados en la zona.

18/2004: Biodiversidad microbiana, estructura y funcionamiento de las poblaciones bacterianas que intervienen en el ciclo del N en las marismas del Parque Nacional de Doñana. Impacto de las actividades agrícolas y ganaderas y de la contaminación por nitratos

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bedmar Gómez, Eulogio J.

Estación Experimental del Zaidin, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía

DURACIÓN: 2004-2006

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

RESULTADOS:

Contenido en nitrato de los puntos de muestreo

Análisis isotópico de las muestras del año 2005. A partir del agua recogida en los tres puntos de muestreo, 1) la Cañada del Acebrón, 2) la Canariega, y 3) la Marisma del Rocío, se llevó a cabo la extracción, en forma de AgNO_3 , del nitrato que pudiera estar presente en las muestras. El análisis isotópico, mediante espectrometría de masas, del AgNO_3 extraído reveló la práctica ausencia de nitrato en cada una de las muestras. Por tanto, no se pudo determinar el origen de los nitratos presentes en las muestras de agua analizadas. Estos resultados son coherentes con las concentraciones de nitrato detectadas en las muestras (Tabla 1).

| Tabla 1. Contenido en nitrato de las muestras de agua. | | |
|--|----------------------------|-----------|
| Punto de muestreo | Contenido en nitrato (ppm) | |
| | Año 2005 | Años 2006 |
| 1. Cañada del Acebrón UTM 29S 0717908 y UTM 4114089 | 0.12 | 0.09 |
| 2. La Canariega UTM 29S 0724018 y UTM 4111216 | 1.20 | 1.05 |
| 3. Marisma del Rocío UTM 29S 0722754 y UTM 4111981 | 19.44 | 11.53 |
| 4. Arroyo de la Cañada UTM 29S0718779 y UTM 4114503 | No se recogió | 16.25 |

De acuerdo con estos resultados, en la segunda toma de muestras, que se llevó a cabo el 3 de julio de 2006, se recogieron 120 l de agua, en vez de los 60 l que se recogieron el primer año. Como en el año precedente, se utilizó el kit Nitrate Chemets para analizar *in situ* la concentración aparente de nitrato en las muestras de agua. Estas muestras se están procesando actualmente para obtener el AgNO₃ correspondiente y proceder a su análisis isotópico.

El contenido en nitrato se determinó mediante cromatografía líquida de alta presión (HPLC), utilizando una columna de IC PAK ANION HC (Waters), que utiliza amonio cuaternario como grupo funcional. Como eluyente se utilizó una solución de LiOH en agua doble-destilada (0,1049 g de LiOH en 1 L de agua doble-destilada).

Notas

- Aunque se había establecido que se llevaría a cabo el muestreo en 7 puntos del Parque (ver informe del primer año), la falta de lluvia en los años 2005 y 2006 han impedido tomar las muestras en 4 de ellos. No obstante, en el año 2006 se llevó a cabo la toma de muestras en el punto 4, el arroyo de la Cañada, por considerarlo un punto de especial interés debido a los cultivos de fresas que rodean la zona.
- Aunque el arroyo de la Cañada está en cabecera respecto a la cañada del Acebrón, el contenido en nitrato de este último punto fue mucho menor. Posiblemente, este hecho se deba a que la vegetación de ribera que bordea el río elimina el nitrato al ser utilizado por las plantas para su nutrición.
- La metodología utilizada para la obtención, transporte, mantenimiento, obtención del nitrato de plata, etc., se realizó de la manera descrita en el informe correspondiente al primer año.

Identificación de microorganismos implicados en el ciclo del N

Como en el año anterior, al mismo tiempo que se tomó el agua, en cada punto de muestreo se tomaron muestras del fondo de la marisma, a partir de las cuales se llevó a cabo la identificación y caracterización de los microorganismos desnitrificantes propios de ese ecosistema.

Como en las muestras que se recogieron en 2005, y a pesar de los múltiples intentos realizados, el Grupo de Trabajo de la Universidad de Córdoba no ha podido detectar microorganismos desnitrificantes en ninguna de las muestras analizadas. Puesto que la cepa modelo *Nitrosomonas europea* creció en los medios utilizados (Powell y Prosser, 1986; Koops et al. 2001, 2003), cabe pensar que no existen microorganismos nitrificantes en las muestras analizadas.

De manera simultánea, a partir de las mismas muestras obtenidas, se llevó a cabo el aislamiento e identificación de bacterias fijadoras de dinitrógeno atmosférico (N₂) y desnitrificantes.

Identificación de microorganismos anaerobios en las muestras del año 2005

Como se indicó en el informe correspondiente al primer año, se obtuvieron 13 microorganismos anaerobios cuya caracterización genotípica los ha identificado como se indica en la Tabla 2.

| Especie | Número de muestra | Localización |
|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| <i>Clostridium beijerinckii</i> | M1.13 | Palacio del Acebrón |
| <i>Clostridium diolis</i> | M2.5 | Marisma del Rocío |
| <i>Clostridium diolis</i> | M2.6 | Marisma del Rocío |
| <i>Clostridium chartatabirum</i> | M2.12 | Marisma del Rocío |
| <i>Clostridium diolis</i> | M2.14 | Marisma del Rocío |
| <i>Clostridium diolis</i> | M2.15 | Marisma del Rocío |
| <i>Clostridium beijerinckii</i> | M2.16 | Marisma del Rocío |
| <i>Bacillus azotoformans</i> | M2.17 | Marisma del Rocío |
| <i>Acinetobacter lwoffii</i> | M2.20 | Marisma del Rocío |
| <i>Bacillus cereus</i> | M3.2 | La Canariega |
| <i>Clostridium diolis</i> | M3.5 | La Canariega |
| <i>Clostridium beijerinckii</i> | M3.8 | La Canariega |
| <i>Acinetobacter sp</i> | M3.9 | La Canariega |

Identificación de microorganismos anaerobios en las muestras del año 2006

Se han aislado 6 microorganismos anaerobios, cuya caracterización genotípica los ha identificado como se indica en la Tabla 3.

| Especie | Número de muestra | Localización |
|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| <i>Clostridium beijerinckii</i> | M1.105 | Palacio del Acebrón |
| <i>Clostridium diolis</i> | M2.106 | Marisma del Rocío |
| <i>Clostridium chartatabirum</i> | M2.109 | Marisma del Rocío |
| <i>Clostridium beijerinckii</i> | M2.110 | Marisma del Rocío |
| <i>Bacillus azotoformans</i> | M2.118 | Marisma del Rocío |
| <i>Acinetobacter lwoffii</i> | M3.102 | Marisma del Rocío |
| <i>Clostridium beijerinckii</i> | M3.104 | La Canariega |
| <i>Clostridium diolis</i> | M3.105 | La Canariega |

Notas

- El aislamiento y cultivo de bacterias anaerobias a partir de las muestras del suelo enfangado de las marismas se llevó a cabo de la manera descrita en el informe correspondiente a 2005.

- La caracterización genotípica de los aislados se realizó a partir de los datos obtenidos de la secuenciación del gen 16S rADN de cada uno de ellos. El cultivo de los aislados, obtención de ADN genómico y amplificación mediante PCR del gen 16S rDNA se llevó a cabo de la manera descrita en el informe correspondiente al primer año.

Identificación de microorganismos fijadores de dinitrógeno atmosférico (N₂).

El empleo como sonda de hibridación de los genes *nifH* de *Klebsiella pneumoniae* (Cannon et al. 1979) permitió detectar la existencia de genes homólogos en todas las especies de *Clostridium* identificadas en este estudio. Las especies de este género son bacterias Gram positivas, anaerobias estrictas, cuya capacidad para fijar N₂ está bien establecida.

Igualmente, se pudo detectar que la especie *Bacillus azotoformans* aislada de la marisma del Rocío, también contenía el gen *nifH* implicado en la fijación de N₂. La capacidad de reducir el N₂ a amonio también está extendida, y es común, entre los *Bacillus*. Como *Clostridium*, las especies de *Bacillus* son Gram positivas, anaerobias estrictas.

No se detectó genes homólogos al gen *nifH* en ninguna de las especies de *Acinetobacter* identificadas en este estudio. Puesto que las especies de este género son aerobias, Gram negativas, no parece lógica su presencia en los fondos encharcados de las marismas de Doñana.

Identificación de microorganismos desnitrificantes

La utilización de los genes *narG* de *Escherichia coli* (Blasco et al. 1989), *napA* (Delgado et al. 2003), *nirK* (Velasco et al. 2001), *norC* (Mesa et al. 2002) y *nosZ* (Velasco et al. 2004) de *Bradyrhizobium japonicum*, así como *nirS* de *Pseudomonas stutzeri* (Härtig y Zumft, 1999) como sondas de hibridación no detectó la existencia de genes homólogos en el ADN genómico de ninguna de las especies de *Clostridium* ni de *Acinetobacter* identificadas. Sin embargo, sí se detectaron bandas de hibridación cuando las sondas se emplearon frente al ADN genómico de *Bacillus azotoformans*. Esta bacteria se ha descrito previamente como capaz de llevar a cabo el proceso completo de desnitrificación, y se ha utilizado como modelo para estudiar las propiedades de las enzimas implicadas en el proceso (Suharti y De Vries, 2005).

Si se consideran en conjunto, los resultados obtenidos indican la ausencia de biodiversidad en las zonas de muestreo analizadas en este trabajo ya que, en contra de lo esperado, sólo se detectaron tres géneros en el ecosistema: *Clostridium*, *Bacillus* y *Acinetobacter*. No obstante, es posible que el tipo de hábitat seleccione, de alguna manera, las especies mencionadas. Con la excepción de *Acinetobacter*, los otros dos microorganismos, *Clostridium* y *Bacillus*, son bacterias Gram positivas, anaerobias estrictas, por lo que no es de extrañar su presencia en un ambiente como el fondo de las marismas, donde la presión parcial de oxígeno es muy inferior a la atmosférica. Además, ambas bacterias son típicas de zonas con elevado contenido en materia orgánica, situación que ocurrió en todos los puntos de muestreo puesto que se observó un exceso de materia orgánica tanto de origen vegetal como debida a los purines del ganado.

De especial interés es *Bacillus azotoformans* ya que puede realizar dos procesos antagónicos, por un lado la fijación del dinitrógeno atmosférico, mecanismo por el que el N₂ se reduce a amonio y, por otro, la desnitrificación, proceso por el que se devuelve a la atmósfera el N₂ reducido.

Clostridium y *Bacillus* constituyen un abundante consorcio bacteriano ya que se ha detectado la presencia de ambos microorganismos en concentraciones superiores a 10⁶ unidades formadoras de colonia/ml.

Finalmente, hay que indicar que los estudios realizados en este proyecto ponen de manifiesto la ausencia de contaminación por nitratos en los puntos de muestreo analizados. De aquí, que la investigación realizada haya contribuido a la conservación y sostenibilidad de Doñana.

Bibliografía citada

- Blasco F, Iobbi C, Giordano G, Chippaux M, Bonnefoy V. 1989. Nitrate reductase from *E. coli*: completion of the nucleotide sequence of the *nar* operon and reassessment of the role of the α and β subunits in iron binding and electron transfer. *Mol. Gen. Genet.* 218, 249-256
- Cannon FC, Riedel GE, Ausubel FM. 1979 Overlapping sequences of *Klebsiella pneumoniae nif* DNA cloned and characterized. *Mol. Gen. Genet.* 174, 59-66
- Delgado MJ, Bonnard N, Tresierra-Ayala A, Bedmar EJ, Müller P. 2003. The *Bradyrhizobium japonicum napEDABC* genes encoding the periplasmic nitrate reductase are essential for nitrate respiration. *Microbiology.* 149, 3395-403.
- Härtig E, Zumft WG. 1999. Kinetics of *nirS* expression (cytochrome *cd₁* nitrite reductase) in *Pseudomonas stutzeri* during the transition from aerobic respiration to denitrification: evidence for a denitrification-specific nitrate- and nitrite-responsive regulatory system. *J. Bacteriol.* 181, 161-166.
- Koops H.P, Bottcher B, Moller U.C., Pommerening-Roser A, Stehr G. 1991. Classification of eight new species of ammoniaoxidizing bacteria: *Nitrosomonas communis* sp. nov., *Nitrosomonas ureae* sp. nov., *Nitrosomonas aestuarii* sp. nov., *Nitrosomonas marina* sp. nov., *Nitrosomonas nitrosa* sp. nov., *Nitrosomonas eutropha* sp. nov., *Nitrosomonas oligotropha* sp. nov. and *Nitrosomonas halophila* sp. nov. *J. Gen. Microbiol.* 137, 1689-1699.
- Koops H.P, Purkhold U, Pommerening-Roser A, Timmermann G, Wagner M. 2003. The lithotrophic ammonia oxidizing bacteria. In *The Prokaryotes: an Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, 3rd edn. Edited by M. Dworkin and others. New York: Springer Verlag.
- Mesa S, Velasco L, Manzanera ME, Delgado MJ, Bedmar EJ. 2002. Characterization of the *norCBQD* genes, encoding nitric oxide reductase, in the nitrogen fixing bacterium *Bradyrhizobium japonicum*. *Microbiology* 148, 3553-3560.
- Powell SJ y Prosser JI. 1986. Inhibition of ammonium oxidation by nitrapyrin in soil and liquid culture : [Appl. Environ. Microbiol.](#) 52, 782-787
- Suharti LS y de Vries S. 2005. Membrane-bound denitrification in the Gram-positive bacterium *Bacillus azotoformans*. [Biochem. Soc. Trans.](#) 33, 130-133.
- Velasco L, Mesa S, Delgado MJ, Bedmar EJ. 2001. Characterization of the *nirK* gene encoding the respiratory, Cu-containing nitrite reductase of *Bradyrhizobium japonicum*. *Biochim. Biophys. Acta* 1521, 130-134.

Velasco L, Mesa S, Xu, CA,. Delgado MJ, Bedmar EJ. 2004. Molecular characterization of *nosRZDFYLX* genes coding for denitrifying nitrous oxide reductase of *Bradyrhizobium japonicum*. *Antonie van Leeuwenhoek*. *Antonie van Leeuwenhoek* 85, 229-235.

21/2004: **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

DURACIÓN: 2005-2007

ÁREA DE ESTUDIO: Playa desde Matalascañas a la desembocadura del Guadalquivir

RESULTADOS:

En Junio se inició la segunda temporada de estudios de campo de playas andaluzas, incluyendo la playa del Parque Nacional de Doñana, para evaluar temperaturas potenciales de incubación de nidos de tortuga marina y analizar su variabilidad interanual. Específicamente se han colocado registradores automáticos de temperatura en Vera (AL), El Playazo (P.N. Cabo de Gata, AL) y Salinas de Cabo de Gata (AL), playa de bajamar (Vélez-Málaga, MA), Sotogrande (San Roque, CA) y Doñana (P.N. de Doñana, Almonte, Huelva). Este trabajo se ha realizado por Juan Patiño, Liliana Quiñones, Elena Abella, Ana Andreu y Adolfo Marco. Este estudio se ha completado en Octubre de 2006.

Se ha medido durante 2006 la temperatura de la arena a profundidades típicas de anidación de la tortuga boba (30-50 cm), desde Junio hasta Septiembre. Para cada zona se han elegido puntos distantes y representativos de playas con alta calidad para la anidación. Se confirma, junto con los datos de 2005, la idoneidad de las playas mediterráneas andaluzas. Se han medido temperaturas óptimas de anidación (28,5-31 °C) en un periodo mayor de 80 días, lo que permitiría un mínimo de 3 puestas anuales efectivas. Similares periodos de anidación efectiva se dan en zonas de anidación del Mediterráneo oriental. En playas atlánticas (Doñana), aunque se han detectado temperaturas mayores que en 2005, no son suficientes para la anidación estable de la especie. Estos resultados se consideran preliminares.

| Profundidad (cm) | Año | Junio | Julio | Agosto | Septiembre |
|------------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 30 | 2005 | 26,5 | 27,2 | 27,0 | 25,1 |
| | | (23,2-29,6) | (24,8-29,2) | (25,2-28,8) | (22,3-28,3) |
| 30 | 2006 | 26,9 | 27,9 | 27,8 | 26,5 |
| | | (23,7-29,7) | (25,9-29,3) | (25,6-28,9) | (23,0-28,6) |
| 50 | 2005 | 25,5 | 26,1 | 26,0 | 24,6 |
| | | (23-27,3) | (24,9-27,2) | (25,3-26,5) | (23,3-26,4) |
| 50 | 2006 | 26,2 | 27,2 | 27,3 | 26,3 |
| | | (24,5-27,4) | (25,8-28,4) | (25,7-28,0) | (23,8-28,0) |

Temperatura media (T. mínima -T. máxima) de la arena a distintas profundidades en la playa del P. Nac. de Doñana en los veranos de 2005 y 2006.

La variabilidad interanual detectada en la temperatura de la arena a ciertas profundidades encontrada en algunas playas recomienda continuar con la medición de temperaturas en el campo en una tercera temporada (2007).

Se ha continuado buscando y reuniendo rastros o muestras de nidos de tortuga boba y muestras de tortugas varadas en el litoral andaluz de las especies boba, laúd y lora. Además, se ha continuado con el análisis genético de muestras de animales varados de Andalucía a ambos lados del estrecho de Gibraltar. Estos estudios son realizados por Carlos Carreras dirigidos por Ciro Rico y Adolfo Marco.

No se ha encontrado ningún indicio de anidación en el litoral de Doñana en 2006. Las muestras de tortuga boba recogidas de individuos varados han permitido continuar con el estudio de genética molecular iniciado en 2005. Se ha mejorado la capacidad de asignación de individuos a poblaciones anidantes atlánticas y mediterráneas.

Se confirma la presencia mayoritaria (90%) de tortugas bobas de origen atlántico en todo el litoral andaluz. Se detecta una presencia significativa (10%) en las costas andaluzas de tortugas bobas nacidas en Cabo Verde.

El estrecho de Gibraltar no supone una barrera efectiva para la entrada de tortugas en el Mediterráneo. Sin embargo el estrecho si es una barrera para la salida de tortugas de pequeño tamaño por lo que las tortugas Atlánticas no podrían salir del Mediterráneo hasta alcanzar una talla aproximada de 35 cm. Del mismo modo las tortugas Mediterráneas no podrían salir hasta alcanzar esta talla aunque no tendrían impedimentos en salir con tallas mayores como se demuestra por primera vez con la salida de individuos con tallas mayores.

El origen más habitual de las tortugas bobas juveniles presentes en el litoral de Doñana es de la costa atlántica norteamericana. Se han encontrado un total de 9 (8,6%) individuos de origen Mediterráneo en las aguas andaluzas, lo que corrobora los resultados anteriores que muestran que los individuos que se encuentran en aguas andaluzas son mayoritariamente Atlánticos, pero a la vez indica que algún individuo Mediterráneo llega a nuestras aguas. De estos 9 individuos, 4 se encontraron al oeste del Estrecho de Gibraltar y 5 al este, demostrando así por primera vez, que tortugas bobas nacidas en el Mediterráneo son capaces de salir al Atlántico.

23/2004: 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

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:

En el invierno del 2005/06 se capturaron un total de 7 lince en el Parque Nacional de Doñana. Además, se han capturado 2 zorros, 4 meloncillos, y 4 ginetas. Todos estos animales, excepto los dos zorros, se marcaron con radio-collares y se han seguido durante el año 2006.

Además, de los corrales de alimentación suplementaria ya activados en años anteriores en la Reserva Biológica (sobre 20), se han instalado y activado otros 9 en Coto del Rey y Los Sotos del Parque Nacional, que están siendo usados por lince radio-marcados. En la actualidad se está manipulando la distribución espacial de los corrales de alimentación suplementaria dentro del territorio de una hembra adulta en la Reserva Biológica.

Finalmente, se han hecho 4 censos de huellas de carnívoros y muestreos de conejos a través del conteo de huellas y excrementos en las áreas de presencia de los lince.

24/2004: Evaluación Recuperación del lince ibérico en la Reserva Biológica de Doñana: aumento a gran escala de las poblaciones de su presa básica

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Palomares Fernández, Francisco

Estación Biológica de Doñana

ENTIDAD FINANCIADORA: La Caixa

DURACIÓN: 2004-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana. En julio de 2005 se amplía a todo el Parque Nacional

RESULTADOS:

El proyecto se ha desarrollado según lo previsto habiéndose construido un total de 9 cercados de 5 ha donde se han liberado un total de ente 35 y 90 conejos en cada uno de ellos. En estos cercados también se han construido 5 madrigueras complejas para la cría de los conejos formadas por un sistema de 72 palets interconectados entre sí. De la misma forma se han preparado otras 9 parcelas de 5 ha donde también se han construido 5 madrigueras de conejos y se han liberado los mismo conejos. Se ha realizado un seguimiento de estas parcelas de actuación a través de muestreos de excrementos de conejos al final de la primavera y principios de otoño. También se han radio-marcado 30 conejos para estimar tasas de mortalidad postsuelta. Los resultados iniciales indican que en las áreas sin cercar había más conejos que en las áreas cercadas, aunque este puede ser únicamente debido a que 4 de las áreas cercadas se quedaron sin conejos por razones aún desconocidas. La mortalidad inicial de la suelta fue de algo más del 60%, siendo la principal causa de la muerte la adaptación de los conejos al nuevo ambiente.

25/2004: 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
DURACIÓN: 2004-2007
ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Durante el año 2006 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.

Sobre la formación de películas de hierro, hemos observado la presencia de grupos de microorganismos fotosintéticos relacionados con estas películas, así como distribuciones específicas de distintos tipos de bacterias en las zonas de máxima formación. Hemos podido reproducir dicho fenómeno de formación de películas en el laboratorio deduciendo que es una consecuencia del papel de las bacterias unido a un conjunto de características físico-químicas bastante concretas. Las bacterias han de reducir el oxígeno presente en la zona y un aporte rico en hierro unido a un consumo de compuestos orgánicos ligados al hierro en anaerobiosis dan lugar a la formación de películas compuestas prácticamente en exclusiva por depósitos de hierro. Se ha comprobado el importante papel de bacterias pertenecientes al género *Enterobacter* en el consumo de esos compuestos orgánicos ligados al hierro.

La presencia de Acidobacterias se ha realizado en base a técnicas moleculares basadas en los genes ARN ribosómicos 16S y 23S, utilizando métodos de amplificación, fingerprinting y secuenciación simultáneamente con métodos directos como "Fluorescence In Situ hybridization" (FISH). Nuestros resultados parecen concluir que las Acidobacterias no parecen tener un papel importante en la formación de esas películas de hierro, aunque su diversidad y abundancia, generalmente más elevada en sedimentos, confirman su papel en los ecosistemas del parque.

26/2004: Biogeoquímica de isótopos estables (D/H, ¹⁸O/¹⁶O, ¹³C/¹²C, ¹⁵N/¹⁴N, ³⁴S/³²S) 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)
DURACIÓN: 2005-2008
ÁREA DE ESTUDIO: Todo el Parque Nacional

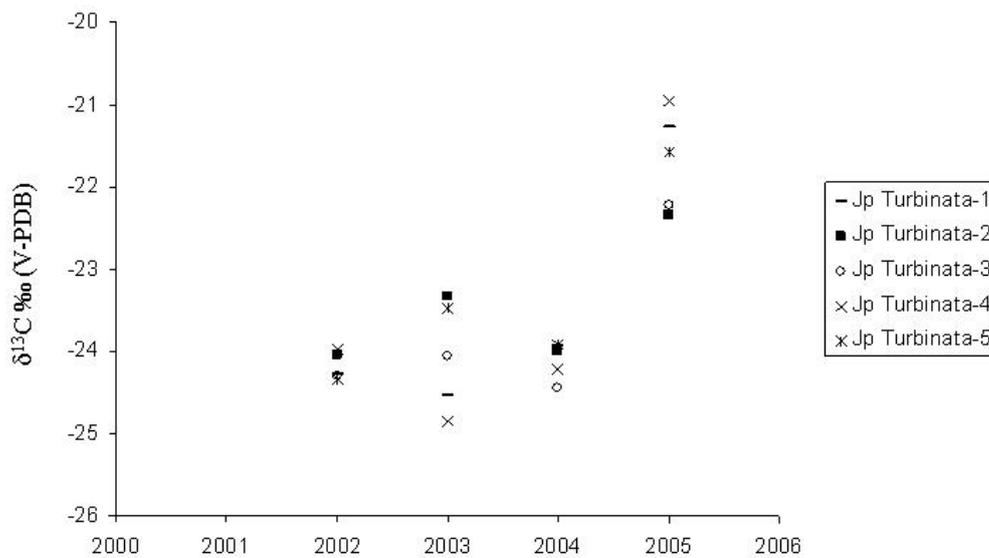
RESULTADOS:

El objeto principal de este proyecto es caracterizar las razones isotópicas (²H/¹H, ¹⁸O/¹⁶O, ¹³C/¹²C, ¹⁵N/¹⁴N, ³⁴S/³²S) 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 segundo 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. Las aguas presentan valores δD comprendidos entre +50‰ y -40‰ (V-SMOW) y valores $\delta^{18}O$ comprendidos entre +9,7 y -11,2‰ (V-SMOW), gran parte de los puntos se sitúan 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. 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). En este sentido, es importante resaltar que durante los muestreos de 2005 se observó una gran mortalidad de diferentes especies de árboles, por lo que realizó un muestreo dirigido a obtener datos cuantitativos del efecto de la sequía del año 2005 sobre estas plantas. El muestreo se centró en determinadas zonas donde la mortalidad era mayor. Los datos isotópicos de carbono han indicado claramente que durante el 2005 las plantas de Doñana sufrieron un estrés muy importante por la falta de agua (ver figura). 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 +10 hasta más negativos de -10‰ (AIR). Por otra parte, se han estudiado muestras de insectos, aves paseriformes y murciélagos, con objeto de identificar el tipo de dieta de estos últimos en diferentes periodos del año.

Durante el 2005 se observó zonas con mortalidades muy importantes de *Juniperus phoenicea subs turbinata* y de *Pinus pinea*. 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.



27/2004: El papel de las cianobacterias tóxicas en el Parque Nacional de Doñana y su impacto en las mortandades masivas de aves acuáticas: red de alerta temprana y estrategias de gestión

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Costas, Eduardo

Universidad Complutense de Madrid

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

DURACIÓN: 2004-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Bolín, El Rocío, Los Ánsares, FAO y zonas donde se produzcan mortandades

RESULTADOS:

A nivel de fitoplancton tóxico, la cianobacteria *Microcystis aeruginosa* (productora de potentes hepatotoxinas –microcistinas, MCYST-), es, el principal problema del PND. Hemos establecido una considerable colección de cultivos de *Microcystis aeruginosa* compuesta por cepas aisladas en el PND de distintos orígenes. El trabajo con estas cepas ha sido nuestra principal actividad durante 2006 (si bien se ha seguido muestreando para completar datos a largo plazo para análisis de tendencias).

Hemos caracterizado los distintos clones, para su actividad fotosintética, toxicidad, crecimiento y otros parámetros. De esta forma hemos comprobado que existe variabilidad genética para la producción de toxina las tasas de crecimiento y el rendimiento fotosintético dentro de la misma especie. Aparecen clones tóxicos e inoocuos dentro de la misma proliferación. Estamos secuenciando a la busca de la base molecular de esta variabilidad.

Uno de los problemas importantes se plantea ante el hecho de que existe variabilidad genética para la producción de toxina en las distintas cepas, es que la abundancia de cianobacterias no es un indicador de su toxicidad. Por esta razón es necesario medir con precisión dicha toxicidad. Hemos utilizado distintos métodos para determinar la producción de cianotoxinas, comprobando que un ELISA es el método mas adecuado para esta determinación de modo rápido. Junto con esta técnica hemos realizado bioensayos de ratón y ensayos sobre líneas celulares humanas y animales.

El objetivo principal de este Proyecto ha sido conocer la importancia real que tienen las cianobacterias tóxicas en el Parque Nacional de Doñana, y su repercusión sobre la comunidad de aves acuáticas. Este Proyecto nos ha permitido conocer las especies tóxicas presentes en el Parque, su distribución espacial y temporal, así como valorar la cantidad y el tipo de toxinas que producen. Estos conocimientos van a permitir desarrollar una red de alerta temprana de cianobacterias tóxicas (mediante muestreos automatizados) que propongan actuaciones y desarrollen estrategias para el control de la proliferación de estas especies.

El PND resulta un lugar idóneo para las proliferaciones de cianobacterias tóxicas. Con una probabilidad elevada, la gran mayoría de las mortandades masivas de aves que han tenido lugar en el PND fueron consecuencia de la acción de cianobacterias tóxicas. Se trata sin embargo de un fenómeno natural, que ocurrió en el pasado y que seguirá ocurriendo en el futuro. Se trata además de un fenómeno que ocurre siempre en lugares concretos y no afecta a la totalidad de PND. A la hora de valorar este hecho no podemos olvidar que las proliferaciones de cianobacterias tóxicas son un fenómeno natural que seguramente lleve 3500 millones de años ocurriendo en la Tierra y que seguirá ocurriendo en el futuro.

También resulta muy importante averiguar las tendencias para el futuro dentro de una situación de cambio global. *Microcystis aeruginosa* presenta una capacidad de adaptación extraordinaria a la mayoría de situaciones previstas en el cambio global

(eutrofia, aumento de temperatura, contaminación...). Cabe pensar que en un futuro este problema se incrementará en Doñana.

29/2004: 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)

DURACIÓN: 2005-2007

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural

RESULTADOS:

Preámbulo

Aunque la fecha oficial de inicio de este proyecto es Mayo de 2005, la recogida de muestras (frutos carnosos, excrementos de mamíferos frugívoros) no comenzó hasta septiembre, coincidiendo con la fructificación de las especies de vegetales involucradas en este estudio. Durante esta primera temporada de campo se han abordado parte importante de las actividades y objetivos programados inicialmente. No obstante, quedan por iniciar en la próxima temporada (otoño-invierno 2006-2007) otras actividades así como finalizar las ya en marcha. Este proyecto cuenta con seis objetivos que, brevemente, son:

1. Identificación de las especies de plantas dispersadas por mamíferos en Doñana y cuantificación de la importancia de estos como agentes dispersantes de semillas.
2. Valoración de un potencial beneficio de la dispersión de semillas por mamíferos para la planta 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 los 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 sabinars en Doñana.

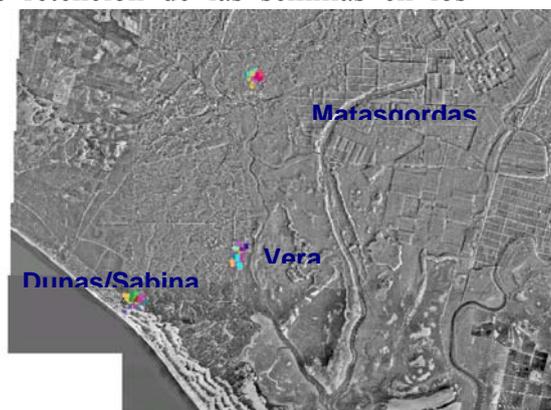


Figura 1: Fotografía aérea del Parque Nacional de Doñana mostrando la localización de las tres áreas de estudio. Los puntos de colores representan la localización de los excrementos de mamíferos frugívoros colectados.

En esta memoria se detallan las actividades realizadas y resultados preliminares obtenidos

concernientes a los objetivos 1º, 2º, 4º y 5º. El resto de objetivos se abordarán durante la temporada 2006-2007 y, por tanto, sus resultados serán documentados en una futura memoria. Conviene recordar que los resultados expuestos en esta memoria son provisionales y que un análisis más detallado y con información de otras temporadas de campo probablemente modifique alguna de las interpretaciones y conclusiones aquí expuestas.

Actividades realizadas desde el inicio del proyecto

Para abordar el primer objetivo se procedió a seleccionar tres áreas de estudio dentro del Parque Nacional de Doñana, donde se concentraron las actividades de campo planeadas (recogida de excrementos, experimentos de campo, etc.). Dichas áreas son (Figura 1): 1) Matasgordas (en el sector norte del Parque Nacional), 2) Vera de la Reserva Biológica, y 3) Dunas/Sabinar de la Reserva Biológica. Seguidamente se procedió a la recogida metódica de excrementos de zorro (*Vulpes vulpes*), tejón (*Meles meles*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y jabalí (*Sus scrofa*). En total se colectaron 1112 excrementos de conejo, 389 de carnívoros y 106 de jabalí. El análisis de los excrementos e identificación de los frutos y semillas siguió la metodología estándar (Reynolds y Aebischer, 1991), habiéndose analizado ya todos los excrementos recogidos e identificado la practica totalidad de las semillas contenidas en dichos excrementos.

Para abordar el segundo objetivo se realizó un experimento de campo consistente en ofrecer semillas de piruétano, *Pyrus bourgaeana*, a los predadores de semillas (roedores) en dos tipos de microhábitat: 1) bajo planta madre, 2) a cinco metros de planta madre (simulando así el microhábitat destino de las semillas dispersadas). La duración de los ofrecimientos fue de sólo 24 h debido a que las condiciones meteorológicas (severa lluvia) impidieron una duración más prolongada del experimento. En cada microhábitat las semillas se ofrecieron en placas Petri (10 semillas por placa) y el conjunto de las dos placas (una en cada microhábitat) formó la “réplica aleatoria o bloque”. Se establecieron 28 bloques en la finca de Matasgordas, que de las tres áreas de estudio es donde los piruétanos son más abundantes. Debido a la naturaleza “mixta” del diseño factorial y al carácter binomial de la variable respuesta (número de semillas depredadas por los ratones tras 24h / número de semillas ofrecidas [n=10]), los resultados de estos experimentos de campo se analizaron utilizando modelos lineales mixtos generalizados (Littell et al. 1996).



Figura 2: Ejemplo de unidad experimental en la siembra de camarina en las dunas de la Reserva Biológica

Para abordar los objetivos cuatro y cinco se realizaron siembras de semillas en condiciones naturales (de campo), dado que es así como se obtienen resultados más realistas. Se utilizaron semillas procedentes de los excrementos de las cuatro especies de mamíferos mencionados y semillas no dispersadas (recogidas de las plantas) que fueron sembradas en dos tipos de microhábitats: 1) bajo planta madre, y 2) a 5 m de planta madre. Según la especie de planta, las siembras se realizaron en Matasgordas (piruétano y palmito), en la Vera de la Reserva Biológica de Doñana (zarzamora) y en

las dunas/sabinar de la Reserva (camarina). Cada unidad experimental consistió en varios vasos de plástico (a los que se les había cortado el fondo) y cada uno contuvo 5, 10 ó 20 semillas (dependiendo de la especie vegetal) procedentes de excrementos de cada especie de dispersante así como de plantas madre (i.e., no dispersadas, que fueron usadas como “control”; Figura 2). Dentro de cada vaso, las semillas fueron enterradas a 3 cm de profundidad aproximadamente. Con objeto de comprobar la no-contaminación de nuestras siembras, también se estableció un “control del control” (es decir, vasos en los que no se añadió ninguna semilla). Cada par de juego de vasos (un juego por microhábitat), cubierto por una malla metálica para excluir los herbívoros (Figura 2), formó el bloque o replica aleatoria. Para cada una de la cuatro especies de plantas consideradas se establecieron entre 15 y 18 bloques. Las siembras se establecieron en Diciembre de 2005 y están siendo revisadas mensualmente. Con este proceder estamos obteniendo las “curvas de emergencia y supervivencia de semillas” para cada mamífero dispersante, microhábitat y especie de planta. Para evaluar diferencias interespecíficas (tanto entre dispersantes carnívoros como entre plantas), dichas curvas serán analizadas usando análisis de supervivencia.

Resultados a que ha dado lugar el proyecto hasta el momento.

Objetivo 1

Las especies de plantas y sus frecuencias de aparición en las heces de mamíferos frugívoros quedan representadas en la Figura 3. Como vemos, las especies mas frecuentemente dispersadas son camarina, zarzamora, palmito y piruetano. Otras especies tales como el enebro (*Juniperus oxycedrus macrocarpa*), sabina (*Juniperus phoenicea*), lentisco (*Pistacea lentiscus*) y mirto (*Myrtus communis*) son dispersadas con frecuencias generalmente inferiores al 12%. Por otra parte, también hubo consumo de otras especies cuyos frutos no son carnosos, en concreto bellotas de *Quercus suber* y piñones de *Pinus pinea*. No obstante, como veremos mas adelante, dicho consumo no debe entenderse como dispersión de estas semillas. Nótese también la fuerte variación espacial en la importancia como agente dispersante de cada especie de mamífero para cada especie de planta. Por ejemplo, mientras que para la zarzamora su principal dispersante en la Vera fue el zorro, en las dunas/sabinar fue el tejón (Figura 3).

Por otra parte, como se adelantó arriba, para algunas especies parte de las semillas consumidas fueron depredadas (es decir, el embrión fue dañado seriamente; ver Figura 4). Aunque zorros, tejones y conejos se comportaron generalmente como auténticos dispersores de semillas, para algunas especies (p.e., piruétano, camarina) hubo parte de las semillas dañadas. Los jabalís tienden a comportarse más como predadores que como dispersores de semillas, especialmente de piruétano, bellotas de alcornoque y piñones de pino piñonero (Figura 4).

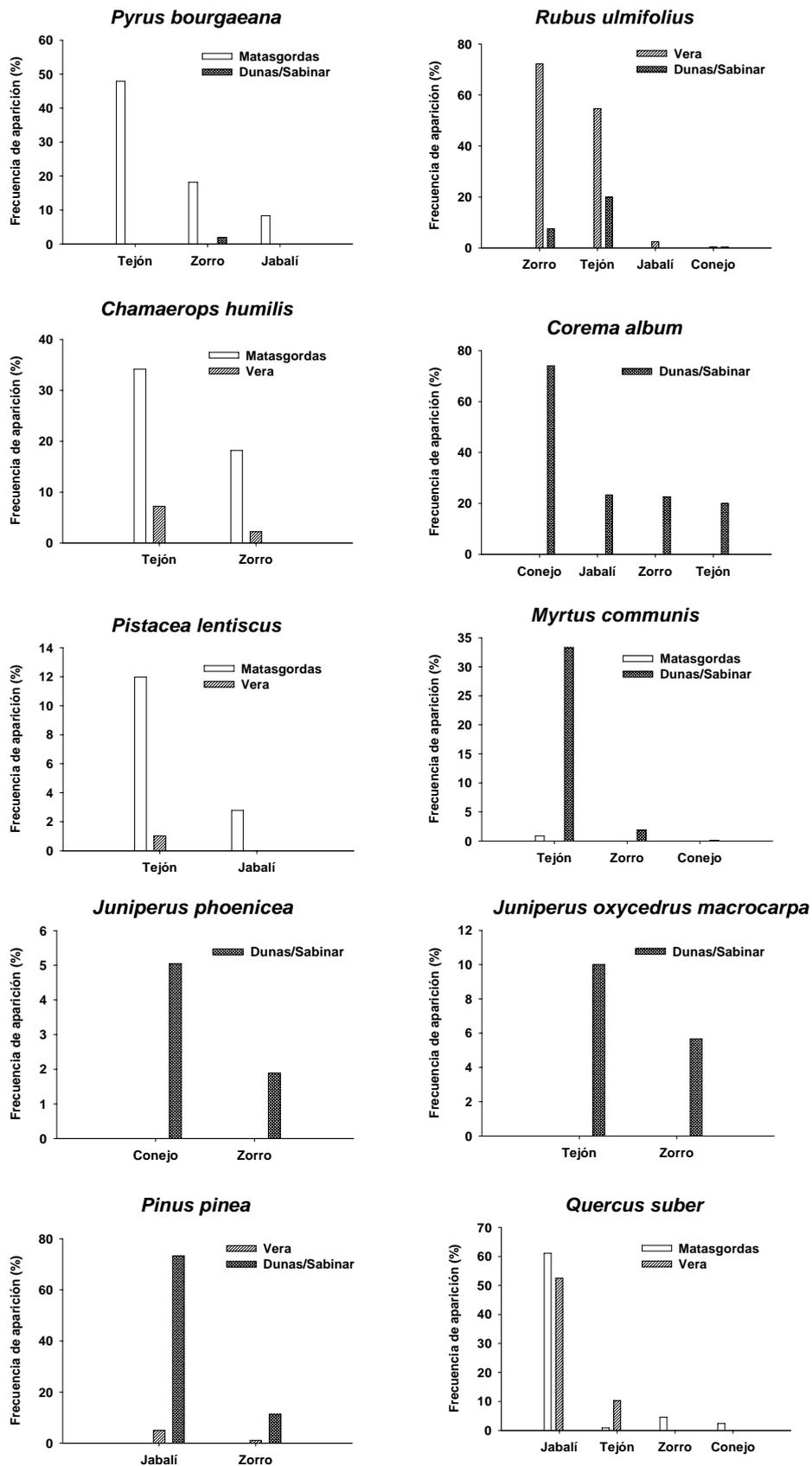


Figura 3: Frecuencias de aparición en los excrementos de mamíferos frugívoros de semillas de ocho especies de plantas de frutos carnosos y de pino piñonero y alcornoque en las tres áreas de estudio seleccionadas en el Parque Nacional de Doñana.

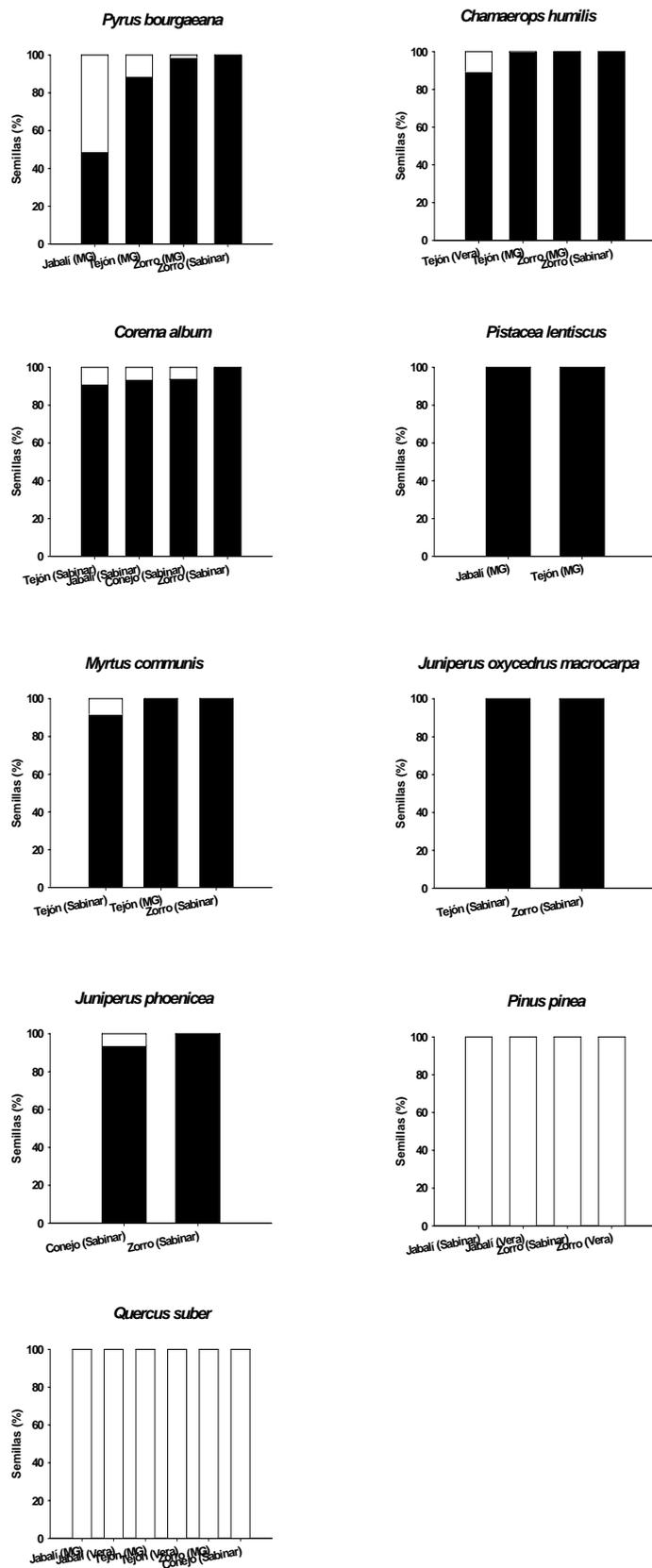


Figura 4: Porcentajes de semillas dispersadas (barras negras) y depredadas (barras blancas) por mamíferos frugívoros para siete especies de plantas de frutos carnosos y de pino piñonero y alcornoque en las tres áreas de estudio seleccionadas en el Parque Nacional de Doñana. MG = finca de Matasgordas

Objetivo 2:

Los resultados del experimento de ofrecimiento de semillas de piruétano sugieren que los lugares a donde son dispersadas las semillas (por ejemplo, a 5 m de la planta madre) son, aparentemente, más seguros que debajo de la planta madre (Figura 5). Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($F_{1,27} = 2.26$, $p = 0.144$), es notorio el resultado obtenido en tan sólo 24 horas de experimentación (tras las cuales el experimento se malogró debido a la severa lluvia). Por ello, nuestra interpretación es que, al menos en el caso del piruétano, el escape de predadores postdispersivos (roedores) puede ser una de las ventajas de la dispersión y, por ello, y para obtener resultados más fiables, repetiremos el experimento con una duración mínima de 72 h durante la próxima temporada de fructificación 2006-2007.

Objetivos 4 y 5:

Tal y como hemos adelantado, las siembras de semillas tuvieron lugar durante el mes de diciembre de 2005 y, desde entonces, se vienen revisando una vez al mes. Por lo tanto, de momento hemos realizado tres revisiones de las siembras. Durante este tiempo el número de semillas germinadas es todavía pequeño por lo que no podemos siquiera ofrecer aquí algunos resultados preliminares razonablemente fiables. No obstante, como puede apreciarse en la Figura 6, ya han emergido varias plántulas de piruétano, zarzamora y camarina. Nótese en dicha figura que cada plántula emergida ha sido individualizada con marcas de color que indican el mes de emergencia, lo que nos permitirá obtener la supervivencia para cada cohorte de plántulas. Por ello, queremos resaltar nuestro optimismo sobre la viabilidad y previsible buen resultado de esta experimentación.

Bibliografía

- Reynolds JC y Aebischer NI 1991. Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis, a critique, with recommendations, based on the study of the red fox *Vulpes vulpes*. Mamm. Rev. 21: 97-122.
- Littell, R. C., G. A. Milliken, W. W. Stroup and R. D. Wolfinger. 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

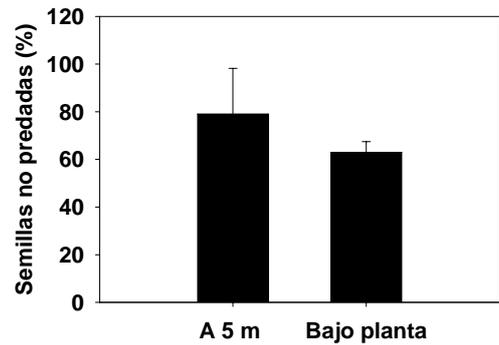


Figura 5: Porcentajes de semillas de piruétano, *Pyrus bourgaeana*, no depredadas tras 24 hs en dos microhábitat (bajo planta madre y a 5m de planta madre).

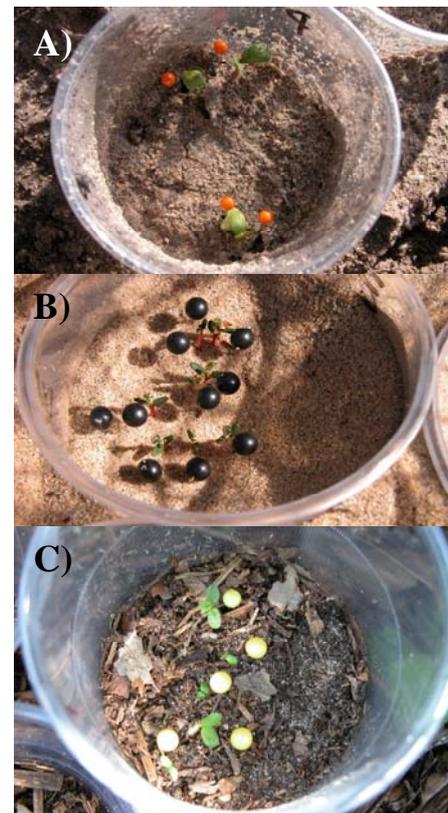


Figura 6: A) Plántulas de piruétano en las siembras de Matasgordas. B) Plántulas de camarina en las dunas de la Reserva Biológica. C) Plántulas de zarzamora en la Vera de la Reserva Biológica. Las marcas rojas, negras y amarillas indican plántulas emergidas en Enero, Febrero y Marzo de 2006, respectivamente.

31/2004: Prospección preliminar para el proyecto de IMBA (Inventario Micológico Básico de Andalucía)

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Moreno Arroyo, Baldomero

Delegación Provincial de Medio Ambiente de Córdoba

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

DURACIÓN: 2004-2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Prospección preliminar por todo el área del Parque Nacional

RESULTADOS:

Durante el año 2006 no se ha realizado ninguna prospección para el proyecto IMBA.

32/2004: Estudio limnológico de la laguna formada en la marisma del Rocío

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Toja Santillana, Julia

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (ALPI S.A.)

DURACIÓN: 2004-2006

ÁREA DE ESTUDIO: Marisma madre de El Rocío, La Rocina, Arroyos de El Partido, Cañada Mayor, otros caños.

RESULTADOS:

Debido a que se formalizó el contrato para el año 2006, no hemos hecho ninguna investigación en esta fecha. Por lo tanto, el informe final es el de 2005, que remitimos en su día.

33/2004: 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

DURACIÓN: 2004-2007

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural

RESULTADOS:

Durante el curso 2005-2006 se obtuvieron los siguientes resultados de las siguientes especies:

Onopordum dissectum

- Se localizaron 2 poblaciones con menos de 50 individuos reproductores cada una, en el entorno del Parque Nacional. Y otras dos subpoblaciones híbridas, con caracteres intermedios, con *O. nervosum*.

- Se estudiaron 14 caracteres morfológicos de *O. dissectum*, *O. nervosum* y *O. x onubense*, tanto vegetativos (7) como reproductores(7) y se obtuvo que realmente era un caso de hibridación (*O. x onubense*), ya que el híbrido manifestaba caracteres intermedios entre ambos parentales. Poniendo en claro peligro la conservación de *O. dissectum* (expuesto en el congreso de Barcelona , Junio 2006).
- Se estudió caracteres moleculares y para ello se secuenció las regiones ITS1 e ITS2 de *O. dissectum*, *O. nervosum* y *O. x onubense* y otras 4 especies para clarificar la hibridación y la filogenia. No se pudo obtener resultados contundentes por lo que ahora se está realizando análisis con otros marcadores moleculares.
- Para la conservación de *O. dissectum* se deberían eliminar los individuos con carácter híbrido de las poblaciones puras de *O. dissectum*, así como las poblaciones de *O. nervosum* que se encuentren a menos de un Km. de *O. dissectum*. Pero una de las mayores amenazas detectadas es la predación y pisoteo por parte de ganado vacuno y caballar en la zona del Coto del Rey y del Moralejo.

Adenocarpus gibbsianus

- Se continuó con el seguimiento demográfico. Del total de individuos marcados el año anterior, en Agosto de 2006 sobrevivieron cerca del 12, 45 y 66 % de los individuos en las poblaciones de Hinojos, Acebrón y Torrearenillas, respectivamente. Porcentaje muy superior a años anteriores, reduciéndose drásticamente el número de efectivos de las poblaciones.
- El porcentaje de supervivencia de plántulas fue del 0%, 9% y del 50 % (en Torrearenillas, Acebrón e Hinojos respectivamente).
- Esta especie esta sufriendo una alta mortandad en los últimos años por diversas causas dependiendo de la población; en Torrearenillas por causas antrópicas (ampliación del polígono industrial, ampliación de gravera, acidificación del suelo), y en las otras 2 por efecto de las marcadas sequías y heladas de años anteriores.

34/2004: 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

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*.

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. Infiriendo una relación entre el número de flores de cada planta y la variabilidad ambiental de cada año.

Polinizadores

En 2006 se han realizado un total de 32 horas de censos diurnos y nocturnos para determinar el espectro de polinizadores. El 90% de las visitas son realizadas por *Hyles livornica* (Sphingidae) que junto a *Macroglossum stellatarum* (Sphingidae) asumen hasta el 96% del total de visitas. También se observó que otros visitantes florales solo actúan como ladrones de polen. Por lo que podemos concluir que esta especie es altamente especializada.

Fructificación y cosecha de semillas

Se han tomado muestras de 20 frutos de diferentes poblaciones, los datos aún no han sido analizados

Predación

Las muestras de frutos también servirán para analizar el grado de predación de los frutos por las larvas de un microlepidóptero.

Efecto de la herbivoría

Se construyó un cercado cinegético en la RBD para estudiar el efecto de los macrovertebrados sobre la fructificación y cosecha. Los resultados muestran una alta tasa de herbivoría y un efecto negativo sobre la reproducción de esta especie.

Biometría floral

En un estudio de la variabilidad de los caracteres florales hemos encontrado una pérdida de la integración del fenotipo floral. La longitud del tubo del cáliz es el único carácter que no varía entre poblaciones y posiblemente debido a una selección estabilizadora por parte de su polinizador principal.

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.

Supervivencia de plántulas

Se realizó un experimento para analizar los efectos del aporte hídrico y el lugar de establecimiento sobre la supervivencia de esta planta. Aunque la supervivencia final fue del 0% (N=600) los tiempos de supervivencia variaron concluyendo que existe un

efecto facilitador debajo de la planta madre y que el aporte hídrico es un factor muy importante para la supervivencia.

Estudio filogeográfico

Se han tomado muestras de hojas de las distintas poblaciones en silica gel para su posterior análisis genético.

35/2004: 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 Borrás, Jordi

Estación Biológica de Doñana

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

DURACIÓN: 2004 - 2007

ÁREA DE ESTUDIO: Arrozales de la provincia de Sevilla, Paraje Natural Brazo del Este, Parque Natural de Doñana

RESULTADOS:

Hasta diciembre del 2006 se han realizado 44 censos a lo largo de 4 transectos atravesando distintas zonas cultivadas con arroz para comparar la abundancia, composición y riqueza de especies de aves con las obtenidas en zonas de marisma.

También se han localizado y seguido la incubación de 204 nidos situados en los carriles que rodean los arrozales. De los nidos de chorlitejo patinegro estudiados, aproximadamente el 46% eclosionaron con éxito. El porcentaje de eclosión de los nidos de cigüeñuela fue muy similar y se situó en el 47%.

Para determinar los posibles efectos de los productos fitosanitarios utilizados en el cultivo sobre la salud de las aves, se obtuvieron muestras de sangre de 47 pollos de chorlitejo patinegro y 1 de cigüeñuela para estudiar los niveles de colinesterasa. También se recogieron los restos (cáscaras) de 21 huevos eclosionados o hueros para su análisis en el laboratorio.

36/2004: Caracterización funcional de la marisma de Doñana y su entorno. Parte 1: Clasificación y descripción funcional de los ecosistemas de Doñana. Parte 2: Análisis retrospectivo y proyección de los efectos del proyecto Doñana 2005

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Delibes de Castro, Miguel

Estación Biológica de Doñana

ENTIDAD FINANCIADORA: Doñana 2005 (COPASA y ALPI)

DURACIÓN: 2004 - 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural de Doñana

RESULTADOS:

Las Marismas del Guadalquivir han sido estudiadas bajo muy distintas ópticas, pero hasta la fecha, a nivel de ecosistema, no se habían caracterizado desde un punto de vista funcional. En este proyecto nos propusimos analizar los ecosistemas de Doñana usando atributos funcionales que describen el intercambio de materia, agua y energía con la atmósfera. Realizamos en primer lugar un análisis histórico de toda la Región de Doñana usando una serie larga de imágenes NOAA/ AVHRR, a partir de las cuales estimamos índices de actividad fotosintética y de evapotranspiración. Las mayores diferencias entre los píxeles estudiados proceden del uso de la tierra. Uno de los mayores impactos sobre la cantidad de radiación interceptada resulta de la plantación de pinos en zonas de matorral. Sobre una base anual, las diferencias de fPAR promedio entre matorrales y pinares son mayores que entre las marismas protegidas y los matorrales. Aunque los cultivos anuales (principalmente arroz) no tuvieron un gran impacto sobre la cantidad media de luz interceptada por la vegetación, el cultivo modificó profundamente los patrones estacionales. En cambio, no hemos detectado una tendencia temporal clara para el conjunto del territorio en lo que atañe a las cantidades de luz interceptada y carbono fijado entre 1982 y 2000. En cuanto a la evapotranspiración, observamos una variabilidad menor a la del patrón de precipitación en este período, lo cual sugiere que los ecosistemas son capaces de amortiguar a nivel funcional la entrada de agua. La ETR calculada fue similar o incluso mayor que la precipitación. Si bien hay que ser cautelosos con este resultado, sugiere que el balance hídrico es deficitario en la región de Doñana. En segundo lugar, analizamos una serie de imágenes Landsat ETM correspondientes a un ciclo hidrológico típico a partir de las cuales hicimos una clasificación funcional de ecosistemas a escala fina. Para ello estimamos valores absolutos y fenológicos de índices de actividad fotosintética, evapotranspiración y albedo, y utilizamos métodos numéricos de clasificación y análisis de gradientes. Encontramos que, en una primera jerarquía, los ecosistemas de Doñana se clasifican funcionalmente en ocho clases. Las dos clases que mayor área ocuparon se caracterizaban por presentar productividades relativas alta e intermedia y por una baja variabilidad relativa en la fenología. El análisis de correspondencias de clases funcionales y estructurales reveló una asociación clara sólo en cultivos herbáceos, donde se distinguen hasta cuatro tipos funcionales, en marisma con un tipo, y en dunas con otro tipo. Las clases estructurales en arenas estabilizadas mostraron una correspondencia menos clara con tipos funcionales, si bien observamos un gradiente de ordenación funcional asociado a la cobertura vegetal y al grado de transformación humana. En resumen, los análisis funcionales a distintas escalas espaciales nos permitieron detectar patrones espaciales y temporales en los ecosistemas de Doñana no revelados hasta la fecha. La importancia de dichos patrones para la ecología de heterótrofos y la conservación de Doñana es objeto de estudio en nuevos proyectos en marcha.

38/2004: Seguimiento de las comunidades de macromamíferos del Corredor Verde del Guadiamar.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Rodríguez Blanco, Alejandro

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: EGMASA

DURACIÓN: 2004 - 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Corredor Verde del Guadiamar

RESULTADOS:

El propósito de este estudio es investigar qué atributos estructurales del paisaje favorecen el uso o la recolonización del agrosistema del Guadamar por mamíferos forestales. Se ha determinado la ocupación por 8 especies de mamíferos de una fracción representativa de fragmentos forestados del agrosistema del Guadamar. En general, la calidad interna del fragmento tiende a explicar mejor la distribución de las especies que la estructura del paisaje. Se observa una respuesta homogénea de las especies a atributos de calidad interna que expresan el grado de actividad humana (efecto negativo) y el grado de desarrollo de la cobertura arbórea y arbustiva (efecto positivo). La respuesta a las variables de contexto, indicadoras de aislamiento funcional, es más heterogénea y, por tanto, específica de especie. Los modelos explican alrededor del 60% de la varianza en la ocupación de los fragmentos por las especies de mayor valor de conservación, en particular los mamíferos carnívoros.

Los fragmentos forestados del agrosistema del Guadamar parecen cumplir un papel muy importante en la distribución de los mamíferos a escala regional. Los fragmentos pueden ser esenciales para mantener o recuperar la conexión demográfica entre poblaciones de Doñana y Sierra Morena. Los resultados sugieren que la heterogeneidad estructural de la matriz agrícola, en forma de elementos lineales o de diversidad de cultivos, favorece la difusión de los mesomamíferos en el agrosistema del Guadamar. Por tanto, esta heterogeneidad, de la que forman parte los fragmentos, merece ser fomentada mediante manejo.

1/2005: 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

DURACIÓN: 2005 prorrogado hasta 2006 prorrogado hasta 2007

ÁREA DE ESTUDIO: Terreno forestal de la provincia de Huelva dentro del Parque Natural como Nacional de Doñana

RESULTADOS:

Durante el año 2006 los trabajos realizados el presente proyecto han sido los siguientes:

Dado que durante el año 2005 no se pudieron muestrear las zonas húmedas existentes en el área de estudio por falta de precipitaciones, durante la primavera del presente año se han realizado todos los inventarios de las comunidades vegetales asociadas a las zonas húmedas de Doñana, tanto de las lagunas temporales como de las lagunas permanentes, así como de los pastizales de la vera. En total se realizaron 500 inventarios fitosociológicos de dichas comunidades vegetales.

Se está llevando a cabo la informatización de todos los datos recogidos en campo durante los años 2005-2006. En total se han realizado 1000 inventarios fitosociológicos de los cuales 350 corresponden a la Reserva Biológica de Doñana y 750 al del Parque Nacional de Doñana. Se han realizado 200 fichas, donde se recoge información de la

flora, como complemento de los inventarios fitosociológicos, que van dirigidos a la descripción de las comunidades. De éstas 100 pertenecen a la Reserva Biológica de Doñana y las restantes al Parque Nacional y Natural de Doñana.

Por el momento no se tiene resultados concretos ya que el proyecto se encuentra en la fase de procesado e informatización de los datos. Toda la información alfanumérica generada en este proyecto ha sido grabada en una base de datos (Microsoft Access), siguiendo la estructura de base de datos propuesta en el pliego de prescripciones técnicas facilitado por la Consejería de Medio Ambiente. Los códigos necesarios para la cumplimentación de dicha base de datos se recogen en el diccionario para mapas de vegetación facilitados por la misma entidad.

Las tablas presentes en dicha base de datos poseen las siguientes características:

- Tablas relativas a información sobre las distintas unidades de vegetación cartografiadas.
La tabla UNIDAD recoge las características generales de los distintos tipos de unidades de vegetación diferenciados durante el proceso de codificación. Se recoge información como tipo de unidad de vegetación, unidad biogeográfica, piso bioclimático y horizonte, ombroclima, uso, serie de vegetación, presencia/ausencia de comunidades vegetales, presencia/ausencia y cobertura de los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y suelo desnudo, presencia/ausencia de combustible forestal y una breve descripción de la unidad. La valoración positiva de cada uno de estos campos despliega nuevas tablas que recogen información más detallada sobre cada uno de ellos.
- Tablas con información sobre los distintos tipos de muestreos realizados.
La tabla TIPMUE y MUESDAT recogen tanto el tipo de muestreo que se ha realizado en cada punto como la cantidad de cada uno de ellos. Dentro de este tipo, se diferencian además las tablas relativas a cada tipo de muestreo, tabla DATINV, tabla DATPOL, tabla DATTRA y tabla DATHERB, donde se recoge la información de cada tipo de muestreo llevado a cabo.
- Tablas que recogen información sobre especies que han sido incluidas en pliegos de herbario (PLI_HE), y tablas donde se recogen las referencias bibliográficas localizadas y consultadas durante el desarrollo del proyecto (BIBLIO_).

Una vez llegado a este punto, y para la elaboración del mapa de vegetación a escala 1:50.000, se procedió a la agrupación de las unidades de vegetación diferenciadas originalmente a escala 1:10.000, en función de la comunidad vegetal dominante en la unidad, y en función de la existencia o no de estrato arbóreo, y del grado de cobertura del mismo. Toda la información generada ha sido recogida en una nueva tabla.

Los resultados que se obtendrán de este volumen de información son:

- Esquema actualizado de la vegetación de Doñana, incluyendo Reserva Biológica, Parque Nacional y Parque Natural.
- Actualización del catálogo florístico de dicho espacio.

- Colección fotográfica de la flora y comunidades vegetales del Parque.
- Mapa 1:50.000 de la vegetación de todos los espacios protegidos de Doñana, con una información asociada de detalle a escala 1:10.000
- Memoria final descriptiva.

2/2005: 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)

DURACIÓN: 2005-2008

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

RESULTADOS:

El proyecto prevé el estudio de la comunidad de micromamíferos en 9 parcelas de Parque Nacional de Doñana: 6 de ellas en las que se haya realizado tratamiento del matorral (quema-desbroce) (3 de creación reciente y 3 de tres años de antigüedad) y 3 donde no se haya realizado ningún tipo de gestión del hábitat. La investigación realizada durante el año 2005, 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.
- Selección de los lugares donde se debía someter al matorral al mismo tratamiento (desbroce y quema) que las estudiadas hasta el momento. Para ello hemos integrado datos de campo, cartografía digital 1:5000, fotografías aéreas digitalizadas corregidas y geo-referenciadas, y otros datos propios en un GIS específico. Este objetivo ha incluido también numerosas visitas a diferentes zonas del Parque, realización de estudios comparativos de las características de las zonas finalmente elegidas, con las existentes en las zonas que ya estaban siendo estudiadas, con objeto de disminuir la variabilidad (vegetación, altitud, distancia a la marisma, distancia entre ellas y entre las otras seis seleccionadas el año anterior para asegurar la independencia de los datos que de ellas se obtengan, etc.).
- En coordinación con el Parque Nacional, se llevo a cabo el tratamiento en el mes de enero de 2006, por lo que fueron incluidas en el estudio en el muestreo de la siguiente primavera.

- 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 Algaída. 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 Algaída (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 parcela 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.
- Estudio de la comunidad de pequeños mamíferos. Durante el año 2006 se han realizado cuatro periodos de trapeo en vivo, mediante captura-marcado-recaptura, en las seis parcelas seleccionadas durante las siguientes fechas :
 - invierno: enero 2006
 - primavera: marzo-abril 2006
 - verano: julio de 2006
 - otoño: octubre de 2006

En cada una de estas estaciones y en las diez parcelas mencionadas se instalaron un total de 75 (50 + 25) 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.

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*.
- A diferencia del 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 diferencias estacionales en la abundancia fueron muy grandes.
- El verano ha sido la estación en que el éxito de capturas ha sido menor (cero capturas), en el otoño por el contrario, la abundancia ha sido excepcionalmente alta.

Las zonas de mayor abundancia de micromamíferos en general han sido aquellas donde no se ha efectuado tratamiento de la vegetación (zonas control y las áreas de matorral circundante a las parcelas de tratamiento). No obstante durante el otoño se han realizado un número considerable de capturas en las parcelas donde se había efectuado tratamiento de la vegetación, sobre todo en aquellas de tres años de antigüedad, pero también en las creadas durante el año precedente. 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.

3/2005: 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)

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 2006 ha sido:

- Mantenimiento y explotación de la red de medida en campo.
- Instalación de una nueva estación de medida en el Lucio de Vetallengua.
- Análisis y tratamiento de la información recibida de la red de medida en campo.
- Análisis de imágenes radar a lo largo del período 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 SOBEK y también el modelo CARPA.
- Reunión para el seguimiento y presentación de resultados celebrada en Sevilla el 24 de noviembre.

4/2005: 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: Junta de Andalucía

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 amplía el área de estudio a Matasgordas y otras áreas donde eventualmente pueda ser detectada la especie, previo conocimiento y autorización del Área de conservación del Parque Nacional de Doñana.

RESULTADOS:

Aunque se trate simplemente de poco más de un año de trabajo de campo, el estado actual de las informaciones que se han podido conseguir parece indicar que la población de búho real del entorno natural de Doñana (desde aproximadamente los límites norte del Parque Natural hasta Marismillas) podría ser de más de 30 parejas. Esta información parece validar la hipótesis sugerida en el preliminar de Octubre de 2005, en la que se suponía una distribución típica de una población en fase de asentamiento o ya estable.

Las distancias entre los nidos seguros más cercanos ocupados por distintas parejas fluctúan entre 1.9 y 3.9 km, correspondiendo a una distancia media entre nidos vecinos de 2.74 ± 0.61 km ($n = 10$). Desde 2001 hasta hoy, las parejas de búhos localizadas han elegido como sitio de cría nidos de cigüeña blanca ($n = 2$), águila imperial ($n = 4$), águila calzada ($n = 4$), ratonero ($n = 1$), milano negro ($n = 1$) y escoba de bruja ($n = 1$). Aunque no ha sido posible verificar directamente la veracidad de la información, parece que por lo menos una pareja se ha reproducido con éxito en el suelo (como hizo la pareja del Acebuche en el año 2000).

En el año 2006, sólo en 9 de los 15 territorios conocidos se ha podido conseguir un dato cierto de reproducción. La productividad media en estos 9 territorios ha sido de 1.8 ± 1.3 pollos, correspondiente a 1.6 ± 1.2 volantones, muy parecida a la registrada en el año 2005. El número de volantones por parejas que se ha reproducido con éxito ha sido de 2.3 ± 0.5 volantones. Las fechas de puesta más tempranas que se han registrado, son el 31/12/2005 (La Calera, El Arrayán) y el 08/01/2006 (Gato, Villamanrique de la Condesa), mientras que la más tardía ha sido la del 31/03/2006 (El Acebuche).

En 10 de los 14 nidos de búho real que se han encontrado hasta hoy en Doñana se han recogido restos de presas y egagrópilas. Hasta que el análisis de las egagrópilas comience (que se llevará a cabo una vez que se hayan recogido más muestras por cada sitio de cría), actualmente sólo se disponen de datos de dieta basados en las presas recogidas en los alrededores de los nidos. Estos datos, a pesar de que todavía son parciales, señalan una alimentación variada y dependiente de las disponibilidades locales, con presas muy diferentes como conejos, aves acuáticas y otras rapaces.

Se ha trapeado y marcado con emisor 1 macho reproductor (Soto Chico) y 10 pollos de 5 nidos diferentes. De estos 10 pollos, 1 ha fallecido antes de empezar la dispersión.

A pesar de que hay muy pocas noches enteras registradas durante el transcurso normal de la reproducción (antes de los dos fracasos de la puesta), se observa claramente que, al fracasar definitivamente la reproducción, el macho tiende a alejarse más del nido, llegando hasta El Pinto y recorriendo más de 5 km² durante una noche. La extensión media de los movimientos de este macho reproductor a lo largo del periodo analizado es de 1.72 ± 1.63 km² por noche (min. = 0.27 km², máx. = 5.55 km²).

Entre el momento en el que los pollos abandonan el nido y el principio de la dispersión, los jóvenes atraviesan una fase de exploración del entorno próximo del nido, siendo todavía dependientes de los padres. En media, en esta fase, los volantones del Doñana han recorrido un área que va desde los 0.01 ± 0.002 km² del Acebuche hasta los 0.68 km² de la Matanza (Arrayán = 0.29 ± 0.26 km²; Gato = 0.29 km²; Puntal = 0.08 ± 0.005 km²).

La mayor distancia de dispersión registrada hasta este momento ha sido la del pollo de Gato (6738 m), seguida por la de los pollos del Arrayán (3307 ± 4322 m) y El Acebuche (1651 ± 3275 m). No hay todavía datos sobre los demás pollos marcados con emisor (El Puntal y La Matanza) porque no han comenzado la dispersión. Los pollos del Acebuche han empezado la dispersión muy pronto, con sólo 125 y 127 días, mientras que los demás dejaron el nido con una edad más próxima a la media de esta especie. Los pollos correspondientes a los nidos situados más al norte del Parque Natural de Doñana, al iniciar la dispersión, siguen una dirección hacia el sur, quedándose de momento todos en la zona de Coto del Rey. Sin embargo, los pollos procedentes de nidos del sur del Parque Nacional, siguen una dirección en línea recta hacia el norte del Parque.

6/2005: 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)

DURACIÓN: 2005-2008

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

RESULTADOS:

Durante el año 2006 se han llevado a cabo los primeros análisis correspondientes a todo el material disponible hasta el momento. Se ha trabajado con una colección de plumas recogidas entre los años 1987 y 2003, para los que el número de muestras es bastante variable según el año, siendo en el año 2001 cuando hay mayor número de muestras disponibles. El intervalo de concentraciones está comprendido entre 10.20 y 2.14 ppm (ug/g, peso seco) para el período comprendido entre 1987 y 2003. Dejando claro que el número de muestras disponibles para cada año, ha sido muy bajo hasta el momento, se observa como tendencia que los niveles más bajos se detectan en el periodo 2000-2003 para un total de 20 muestras analizadas. La investigación durante el próximo año se centrará en las plumas de los ejemplares que se obtengan para años más recientes y se hará un particular esfuerzo para seguir obteniendo muestras de ejemplares de

colecciones. Además está en curso el estudio de estos niveles de plomo en plumas de otras especies de rapaces sensibles de otras zonas (e.g. Quebrantahuesos, Milano real o Buitre leonado).

8/2005: 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

DURACIÓN: 2005-2008

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

RESULTADOS:

En 2006 ha continuado el proyecto de reintroducción del águila imperial (*Aquila adalberti*) en la antigua laguna de La Janda. Desde el inicio del proyecto en 2002, se han reintroducido 29 individuos de la especie mediante hacking.

A lo largo del año 2006, únicamente un individuo perteneciente al programa de reintroducción en Cádiz se ha localizado en el Parque Nacional de Doñana. El individuo marcado con anilla de PVC amarilla y dígitos UR en negro (metal 10-14471), reintroducido en 2005, fue localizado por Antonio Jesús (técnico del P.N. Doñana) el 15.11.06 en la Marisma del Rocio. Dos días más tarde contactó con UR visualmente en el área de Matagordas; el águila imperial se encontraba posada sobre un apoyo de una línea eléctrica de distribución. Parece ser que permaneció en el entorno de Doñana únicamente tres días, pues el 18.11.06 el ejemplar se encontraba de nuevo en Cádiz.

Si bien los pollos nacidos en Doñana visitan frecuentemente Cádiz, los pollos reintroducidos en Cádiz no frecuentan Doñana sino que prefieren Sierra Morena o bien Huelva lindando con Portugal. Esto muestra que una población establecida en Cádiz actuaría como puente entre las sub-poblaciones de Doñana y Sierra Morena.

9/2005: Programa de actuaciones para la conservación del lince en Andalucía II

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Millán Gasca, Javier / Delibes de Castro, Miguel

Estación Biológica de Doñana, CSIC (EGMASA hasta 2005)

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

DURACIÓN: 2005-2006

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

RESULTADOS:

En el año 2006 se finalizaron los trabajos comenzados en 2004 del “Estudio sanitario del lince ibérico y especies asociadas”, incluido en el Programa de actuaciones para la conservación del lince en Andalucía II. El resumen del mismo es como sigue:

Las especies con un tamaño poblacional tan reducido como el del lince ibérico son muy susceptibles de extinguirse por un hecho estocástico, como pueda ser un brote epizootico de algún agente patógeno. Sin embargo, el propio pequeño tamaño poblacional hace que sea difícil que dicho agente se mantenga en sus poblaciones sin el concurso de otra especie, simpátrida, susceptible y abundante, que sirva de reservorio. El presente estudio tenía por objetivos estudiar qué agentes infecciosos, parasitarios y tóxicos afectan al lince y a otros mamíferos (carnívoros domésticos y silvestres y ungulados) presentes en sus dos últimos reductos, Sierra Morena y el Entorno de Doñana. Con este fin se tomaron muestras, entre 2004 y 2006 a 329 mamíferos. De ellos, 49 eran lince (26 silvestres y 23 en cautividad), 83 eran perros y gatos, 64 eran otros carnívoros silvestres y 114 eran ungulados silvestres. Además se han recuperado cerca de 1000 ectoparásitos de estos animales y del medio natural. También se analizaron retrospectivamente muestras de 10 lince capturados en Sierra Morena entre 1992 y 1995.

Los lince analizados presentaron alta frecuencia de aislamiento de *Mycobacterium bovis* (25% en total, hasta el 66% en Sierra Morena, incluyendo un lince muerto por este agente) y de seroprevalencias de *Leptospira interrogans* (28%, cuatro serovares diferentes, siendo el más frecuente *L. icterohemorragiae*). Respecto a otros agentes infecciosos, el más frecuente fue *Ehrlichia* sp. (14%), incluyendo un lince al que se le detectó este agente de un frotis orofaríngeo. También se han detectado alguna evidencia de contacto con el virus de la leucemia felina (FeLV), parvovirus felino (FPV), virus de la hepatitis canina (CAV) y *Chlamydomphila felis*. El virus del moquillo (CDV) sólo se detectó en un lince cautivo. El ADN de *Cytauxzoon felis* sólo ha sido detectado en Sierra Morena (33%), aunque sería posible que el agente sólo fuese detectable entre primavera y verano. La seroprevalencia de *Toxoplasma gondii* fue del 90%, aunque ninguno excretaba ooquistes en heces. Presentaron además gran variedad de ectoparásitos (hasta 10 especies de garrapatas, piojos, moscas hipoboscidas y pulgas) y se confirmó la presencia de *Ancylostoma tubaeforme*. Las concentraciones de tóxicos son en general bajas, a excepción del mercurio. Un lince alcanzó 30 µg/g peso seco en hígado.

Las especies de carnívoros más abundantes sirven de reservorio a numerosos agentes. Básicamente, los gatos presentaron una seroprevalencia del 20% de FeLV, así como anticuerpos o evidencias de infección por FPV, Coronavirus felino (FCoV), CDV, *L. interrogans*, *Ch. felis*, *T. gondii* y *Salmonella* sp. Varios individuos excretaban alguno de estos agentes cuando fueron analizados. La prevalencia de *A. tubaeforme* llegó al 80% en gatos adultos de Doñana. Los perros presentaron una seroprevalencia del 70% frente a parvovirus canino (CPV), así como del 50% frente a CDV (se ha detectado también excreción del virus). Además muestran anticuerpos o evidencias de infección por CAV, *L. interrogans*, *E. canis* y *T. gondii*. Sólo el 14% de los perros y ningún gato había recibido alguna vacunación, diferente de la antirrábica. Los zorros presentaron una seroprevalencia del 53% frente a CDV. Presentaron además anticuerpos o evidencias de infección por CAV, CPV, *M. bovis*, *L. interrogans*, *E. canis*, *Salmonella* sp. y *T. gondii*. Algunos presentaron además tasas altas de mercurio (hasta 267 µg/g p.s.).

Otras especies de carnívoros también mostraron evidencias de contacto con diversos agentes. Los meloncillos presentaron anticuerpos o evidencias de infección por Parvovirus, CDV, CAV, *Salmonella* sp., *L. interrogans* y *T. gondii*. Presentaron además tasas muy altas de mercurio (media de 284 µg/g p.s.). Las ginetas, por Parvovirus, *E. canis*, *Salmonella* sp. y *T. gondii*; y los tejones, por *M. bovis* y *T. gondii*.

Los ungulados silvestres han mostrado prevalencias altas de varios agentes infecciosos. La prevalencia de tuberculosis en jabalí fue del 60% en el P.N.Doñana y del 100% en Sierra Morena; en ciervo, del 20% y el 28%, respectivamente. No se ha detectado en el Coto de Almonte (incluido en el entorno de Doñana). También se detectaron gamos tuberculosos, incluido uno muerto tras ser predado, posiblemente por lince. La seroprevalencia del virus de la enfermedad de Aujeszky (ADV) en jabalí fue del 8% en el Coto de Almonte, del 28% en el P.N.Doñana y del 75% en Sierra Morena. No se detectó ARN de ADV en ningún virus.

El lince parece tener poco contacto con agentes infecciosos. Entorno a él existe una gran variedad de agentes patógenos hospedados por otras especies simpátridas. Merecen especial consideración FeLV, FPV/CPV y CDV entre los carnívoros; *L. interrogans* en especies diversas; *M. bovis* y ADV entre los ungulados; así como *Cytauxzoon felis* y la intoxicación por mercurio.

12/2005: 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.)

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:

1. Terminar de instalar la red de sondeos manuales cortos para el control de la relación lagunas-acuífero y arroyos-acuífero en el área de estudio e incorporarlos a la red de medidas periódicas de niveles e hidroquímica.
2. Nivelar todos los puntos de agua de nueva instalación y otros ya existentes.
3. Iniciar el modelo de flujo de detalle de la relación acuífero-lagunas-arroyos.
4. Continuar con el control periódico de los perfiles de humedad de la zona no saturada en los emplazamientos seleccionados. Incluye la evolución vertical de la composición química del agua intersticial, con especial énfasis en agroquímicos (nutrientes, metales y, si es posible, plaguicidas).
5. Iniciar los ensayos de flujo y de lixiviación de columnas inalteradas de terreno para caracterizar hidráulicamente los distintos tipos de suelo y para conocer los mecanismos de transporte de los distintos solutos.
6. Iniciar el modelo numérico de transporte de solutos en la zona no saturada.
7. Iniciar el estudio de la aportación de solutos al agua freática por la lluvia.

El trabajo realizado en relación con cada objetivo y el grado de consecución son los siguientes:

1. Se ha confeccionado una red de 52 piezómetros freáticos en torno a lagunas, arroyos y caños cuya profundidad es de entre 2 y 4 m. Los tres primeros se perforaron

mecánicamente pero con una máquina manual (Cobra); los demás se han instalado manualmente. La ubicación de los mismos se ha comunicado adecuadamente al Parque Nacional de Doñana. El diseño y la instalación han sido muy cuidadosos para disponer de puntos que realmente informen de la relación cauces y cubetas-nivel freático, por eso se pretende que su permanencia en el tiempo vaya más allá de este proyecto y, consecuentemente, se están terminando con un cierre razonablemente robusto. Se ha informado al Instituto Geológico y Minero de su existencia y se ha acordado la medición mensual de niveles en los mismos, así como la asignación de un número de inventario para cada uno de ellos que será comunicado a la Confederación. En todos los piezómetros se ha realizado un muestreo para análisis químico y se está midiendo el nivel freático mensualmente. Quedan pendientes de instalar unos diez piezómetros. Se prevé realizarlos el próximo mes de marzo.

2. La nivelación de los piezómetros no se ha realizado aún y se llevará a cabo en cuanto esté finalizada la red (se prevé que entre marzo y abril).
3. En el mes de diciembre se ha iniciado el modelo numérico de flujo para estudiar la relación acuífero-lagunas/cauces. Uno de los aspectos más relevantes a estudiar es la interacción del nivel freático con la superficie del terreno. Para ello es imprescindible disponer de un modelo digital del terreno de precisión centimétrica, pero este no existe para la zona de arenas, sólo para la marisma. Tampoco la información topográfica existente es adecuada. Para disminuir el efecto de esta carencia, se va a realizar una nivelación detallada de algunos transectos del terreno que permitan calibrar localmente el modelo. Se prevé realizar la nivelación entre marzo y abril.
4. Para el estudio del desplazamiento de solutos por la zona no saturada del terreno se han realizado ya cuatro muestreos trimestrales (un año completo) en seis emplazamientos con distinta historia de uso del suelo. Aún está previsto realizar un muestreo adicional en la próxima campaña, con lo que en total se habrán tomado unas 400 muestras. La extracción de la solución intersticial para análisis químicos y demás determinaciones de la fracción sólida están en marcha.
5. Los ensayos de lixiviación en columnas no se han puesto en marcha por cuestiones de personal. Buena parte del trabajo realizado durante el año 2006 ha sido llevado a cabo por dos personas contratadas a cargo del proyecto, M^a del Carmen Ardila y Peter Conroy, los cuales están completando su formación doctoral y, por tanto, han tenido que compaginar trabajo de campo y laboratorio en el proyecto con las clases, con la consiguiente ralentización del ritmo de trabajo. Además, Peter Conroy ha causado baja en el proyecto a finales de agosto por cuestiones familiares graves, por lo que se ha tenido que buscar nuevo personal con la formación adecuada para llevar adelante las tareas pendientes. A mediados de octubre se ha incorporado Francisco Alcalá, Dr. en Geología por la Universidad Politécnica de Cataluña, quien está realizando el modelo numérico de flujo mencionado en el punto 3.
6. El modelo de transporte de solutos por la zona no saturada se prevé comenzar en unos meses, cuando haya suficientes datos analíticos sobre las muestras de zona no saturada.

7. El estudio del aporte de solutos por la lluvia se llevará a cabo durante 2007. En enero se incorpora Horacio Higuera, actualmente alumno de doctorado de la Universidad Politécnica de Cartagena, quien llevará a cabo el 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).

13/2005: 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.)

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:

Durante 2006, se han analizado las 280 muestras de sedimento recogidas 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 puso a germinar en condiciones de inundación y de riego sin inundación, para obtener estimas de la abundancia, composición específica y germinabilidad de los propágulos presentes, tanto de organismos acuáticos (zooplancton y macrófitos) como de plantas terrestres. Para estimar la capacidad de germinación/eclosión de las diferentes especies, se han ensayado diferentes métodos de separación que permitan estimar la cantidad de propágulos en la submuestra restante de cada punto de muestreo (50% de los 5 cm superficiales). El banco de semillas se muestreará de nuevo en setiembre de 2007.

También se realizó un seguimiento del experimento de suplemento de semillas de *Scirpus maritimus* y *Arthrocnemum macrostachyum* en 18 lucios pequeños. Durante 2006, no se detectó la presencia de ninguna de estas dos especies en los humedales donde se realizó la siembra. El seguimiento se relizará de nuevo en marzo y mayo de 2007.

Durante 2006 se completó también el seguimiento y la germinación de semillas presentes en excrementos de los principales herbívoros (mamíferos) presentes en la finca (vaca y caballo), que habían sido muestreadas de forma espacialmente explícita utilizando una malla rectangular de 36 puntos de muestreo, en junio y octubre 2005. Para complementar esta estima y evaluar la germinabilidad de las semillas encontradas, se está estimando el número de semillas presentes en las muestras, utilizando una

submuestra distinta a la utilizada en los experimentos de germinación. Este trabajo se completará con un tercer muestreo, que tendrá lugar en enero/febrero 2007.

Además, en marzo de 2006 se realizó un muestro de los humedales restaurados en la finca, centrado en determinar la relación entre parámetros físico-químicos (principalmente turbidez y conductividad, aunque también medimos oxígeno, pH y clorofila); cobertura de macrófitas; y abundancia de zooplancton. El seguimiento de los humedales restaurados se realizará de nuevo en enero, marzo mayo de 2007.

También ha continuado el trabajo de análisis de la interfaz investigación-gestión en la zona restaurada, que se ha centrado durante 2006 en la determinación del marco conceptual de análisis, el análisis de narrativas de gestión, y un análisis institucional preliminar que ha servido para diseñar el programa de entrevistas a los actores clave (a realizar durante 2007). Además, se ha trabajado en el desarrollo de una plataforma de SIG que integrará los resultados de los tres subproyectos e intentará servir para crear una plataforma de interacción y transferencia de conocimiento entre investigadores y gestores. Un elemento inicial de esta plataforma es el desarrollo de modelos predictivos del cambio en la composición de la vegetación terrestre de la finca restaurada, iniciado en 2006 y que se completará en 2007. Este trabajo se desarrolla en colaboración con el Dr. J. Amezaga (Institute for Research on Environment & Sustainability IRES, University of Newcastle, UK).

15/2005: 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 (Parques Nacionales)

DURACIÓN: 2005-2007

ÁREA DE ESTUDIO: Laguna de Santa Olalla

RESULTADOS:

Durante este año se han realizado seis muestreos: uno en el mes de Enero, dos durante el mes de Abril, uno en Junio, uno en Julio y otro en Octubre. En dichos muestreos se obtuvieron muestras de agua en 5 puntos diferentes de la laguna de Santa Olalla de igual modo a como se realizaron durante el año anterior. Además, en el muestreo de Octubre se tomaron muestras de sedimento de hasta, aproximadamente, 15 centímetros de profundidad para el análisis de las formas de resistencia del zooplancton presentes en los mismos. Estas muestras complementarán aquellas obtenidas durante el año 2005.

Se han analizado ya parte de las muestras de agua obtenidas para el análisis de la comunidad zooplanctónica. Se han encontrado, por el momento, los rotíferos *Brachionus plicatilis*, *B. angularis*, *Keratella tropica* y *Conochilus* sp., el cladóceros *Daphnia magna* y el copépodo *Acanthocyclops* sp. Dominan claramente la comunidad los rotíferos, en especial *K. tropica*. Llama la atención la presencia de especies no encontradas en el año 2000 durante la realización del Proyecto Europeo BIOMAN en el que participamos, pero que si fueron localizadas en estudios previos (1989-1992,

Galindo et al. 1994, *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1350-1356). Este hecho sugiere cambios importantes en la comunidad durante estos años, que esperamos corroborar e identificar con el análisis de los sedimentos y la cuantificación de las poblaciones de zooplancton de todas las muestras obtenidas.

El procesado de los sedimentos obtenidos durante el año 2005 y la identificación de las formas de resistencia y restos de organismos esta ocupando una parte importante de nuestra actividad investigadora. Finalmente el procesado se esta realizando mediante sucesivas centrifugaciones y análisis del sobrenadante para eliminar restos presentes en el sedimento impedían la filtración diferencial. Actualmente estamos reconociendo las formas de resistencia encontradas.

17/2005: **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

DURACIÓN: 2005 prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Triángulo de terreno limitado por las coordenadas 36° 56' 25" y 36° 57' 40" de latitud norte y 6° 22' 20" y 6° 23' 40" de longitud oeste, entre los caños convergentes "Madre del Rocío" y "Cardales" y la Marisma de Hinojos

RESULTADOS:

Justificación de la investigación y objetivos de la misma

La contrastación preliminar de la Hipótesis Wickboldt-Kühne consiste sencillamente en establecer si hay o no restos arqueológicos enterrados 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, presentada en 2004 por los científicos alemanes W. Wickboldt y R. W. Kühne tras examinar recientes imágenes del Parque obtenidas por satélite, plantea que hay en ese lugar restos de una gran ciudad antigua, a pesar de que la opinión científica más aceptada sobre la formación de las marismas en la cuenca baja del Guadalquivir es contraria a una sugerencia así. 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 fuentes de la Antigüedad), que a su vez habría surgido del amplio estuario en el que originalmente desembocaba 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, que comparten esta teoría de Gavala, no han permitido hasta el momento practicar ningún sondeo arqueológico en el área señalada 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. La contrastación de las imágenes observadas por los dos científicos alemanes con otras distintas de la zona, tanto por la fecha como por el medio de obtención de las mismas. Si la Hipótesis fuera verdadera en su componente esencial (esto es, que habría efectivamente restos de origen antrópico en el subsuelo, con independencia de su datación), entonces las singulares formas interpretadas en las imágenes como señales de tales restos aparecerían también en otras imágenes, independientes de las primeras. Si, por el contrario, no fuera así, cabría pensar que dichas formas podrían ser un efecto engañoso de la toma de las imágenes, o tal vez el producto de la geomorfología cambiante del territorio; en todo caso, no serían formas permanentes y menos aún evidencia de restos arqueológicos en el subsuelo.
2. El estudio de la bibliografía más reciente 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 —contraria a 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 es anterior a la Teoría de la Tectónica de Placas.
3. El sondeo geofísico del subsuelo en al menos 3 puntos distintos del área señalada en la Hipótesis, hasta una profundidad de 12 mts., con objeto de obtener una secuencia de la sedimentación producida a lo largo de mucho tiempo, así como datos palinológicos de algunos de los estratos, 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 (georadar, magnetometría y tomografía eléctrica), de algunos de los lugares del área señalada por Wickboldt y Kühne en los que, en las imágenes, se advirtieran 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 rápidos reconocimientos de superficie de todo el área señalada en la Hipótesis y sus alrededores: 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 el pasado mes de julio, aprovechando la ocasión para obtener asimismo una serie de fotografías aéreas cenitales digitales de la zona con un aeroplano teledirigido a un máximo de 800 mts. de altitud, a cargo del instituto especializado DLR, de Braunschweig, Alemania. Estas fotografías venían a añadirse a las ya

adquiridas por nosotros por otras fuentes 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 pasado. 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 lugares 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. (que hemos 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

Aunque aún no tenemos todos los resultados de estas tareas —los tendremos en los próximos meses—, los obtenidos hasta ahora tienden a confirmar la Hipótesis en su componente esencial.

Con respecto a la tarea 1, todas las imágenes adicionales obtenidas por nosotros desde el año pasado, 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 otras formas identificadas por nosotros, como las ya mencionadas "C-1" y "R-1".

Con respecto a la tarea 2, 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 crisis tectónicas catastróficas periódicas en la zona, que está próxima a la principal línea de fricción entre la Placa Africana y la Euroasiática.

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, en los 12 mts. de profundidad de los testigos, dos episodios de una fuerte y anómala sedimentación de arenas y malacofauna marina, junto a la sedimentación de arcillas y limos que sí estaba prevista. Esta es la conclusión preliminar del análisis sedimentológico realizado por el geólogo Antonio Rodríguez Ramírez, de la Universidad de Huelva. Estamos aún a la espera de dataciones por C-14

de estos episodios anómalos, así como del análisis palinológico del testigo potencialmente más revelador del antiguo paisaje de la zona (el S1) y del análisis de la malacofauna marina recogida.

Con respecto a la tarea 4, la prospección electromagnética realizada en los dos lugares 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". Además, en la superficie donde se ubica la figura "R-1" nosotros encontramos abundantes fragmentos de cerámica, todavía por fechar con precisión.

Hemos informado a la Delegación en Huelva de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía de los resultados obtenidos a fecha 12 de agosto, como era preceptivo legalmente. De esta "Memoria Preliminar" enviamos copia a la Dirección de la Estación Biológica de Doñana. El documento fue aprobado por la citada Delegación de Cultura con fecha de 18 de septiembre de 2006. A esos primeros resultados de julio y agosto pasados hay que añadir los reseñados aquí, que hemos obtenido desde entonces. En los próximos meses tendremos lista la memoria definitiva con todos los resultados de la campaña 2005-2006. Por este motivo, aún no se han derivado publicaciones de la investigación.

En nuestra opinión, los positivos resultados obtenidos a fecha de hoy justificarían una continuación de la investigación sobre el terreno en el verano de 2007; incluyendo entonces un sondeo arqueológico, que sinceramente creemos tendría consecuencias insignificantes para la conservación del Parque.

18/2005: 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

DURACIÓN: 2005-2008

ÁREA DE ESTUDIO: Charcas temporales de la Reserva Biológica de Doñana y entorno del Palacio

RESULTADOS:

Los objetivos de este proyecto de investigación tratan de profundizar en el conocimiento de la ecotoxicología de vertebrados en ecosistemas de agua dulce, así como de las causas que están contribuyendo al declive generalizado de los anfibios. Se han desarrollado múltiples ensayos de toxicidad en campo y laboratorio con diferentes especies de anuros con los siguientes resultados:

Radiación UVB

Se ha continuado con la evaluación experimental al aire libre del efecto de exposición plena a niveles ambientales de radiación ultravioleta B (RUVB) en embriones y larvas jóvenes de 3 especies más de anfibios. Los resultados indican que dosis ambientales de UV-B (280-315 nm), con máximos diarios en superficie de 0,831 y 1,389 W/m² (estimadas mediante el modelo TUV) han causado la muerte de larvas de *Pelobates cultripes* e *Hyla meridionalis* respectivamente. El desarrollo embrionario y larvario de estas especies en aguas claras y someras puede verse seriamente afectado por la RUV-B. Sin embargo, niveles ambientales de UV-B, con un máximo diario de 1,295 W/m² no produjeron efectos significativos sobre la supervivencia en *Bufo calamita*. Se confirma que niveles ambientales de RUVB en zonas costeras (relativamente bajos al ser la reproducción más temprana y al nivel del mar) son suficientes para causar una mortalidad elevada en embriones de anfibios que se reproducen cerca de la superficie del agua.

Salinidad

Se ha evaluado el efecto de un aumento de salinidad en larvas jóvenes de dos especies de anfibios. Niveles de sal de 4 g/L o menores no tuvieron ningún efecto detectable en ninguna de las dos especies tras 20 días de exposición. Se ha observado mayor sensibilidad a la sal en *Bufo calamita* que en *Pelobates cultripes* tanto a 6 como a 9 g/L NaCl a pesar de ser la primera especie más habitual en charcas salobres. Se ha detectado un efecto agudo muy acusado en el sapo corredor a ambas concentraciones. Sin embargo, más de la mitad de los individuos del sapo de espuelas pueden tolerar exposiciones prolongadas a niveles de sal de 6 g/L. Diferencias sustanciales interespecíficas en la duración del periodo larvario podrían explicar estas diferencias. Larvas de *Bufo calamita* que se exponen de forma gradual a 9g/L NaCl presentan mayor tolerancia a la sal que las que se exponen de forma brusca. En *Pelobates cultripes*, no se ha encontrado ningún efecto de la aclimatación gradual en la tolerancia final a la sal. Las larvas más jóvenes del sapo corredor son más resistentes al estrés osmótico. Sin embargo, en *Pelobates cultripes* las larvas más jóvenes fueron más sensibles.

Radiación UVB + Salinidad

A pesar de que la salinidad del agua podría producir daños hipodérmicos en la piel de larvas de anfibios haciéndoles más sensibles a la RUVB o reducir la actividad biológica aumentando la penetración de la radiación, no se ha detectado sinergismo entre ambos estresantes en tres especies de anuros. Cuando las larvas estuvieron expuestas a ambos factores de forma combinada el efecto tóxico fue como máximo aditivo si se compara con el efecto de cada factor por separado.

19/2005: **Cerambícidos xilófagos de encina y alcornoque: caracterización bioecológica y control de poblaciones**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Sánchez Osorio, Israel

Escuela Politécnica Superior de La Rábida

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

DURACIÓN: 2005, prorrogado hasta 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Matasgordas, el Acebrón y Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Tras la revisión del estado de los árboles en relación con el daño causado por cerambícidos xilófagos, y colateralmente por otros patógenos, en 3 zonas distintas del norte y centro del Parque Nacional (Matasgordas, 42 árboles en zona sin matorral y 48 árboles en zona con matorral; Reserva Biológica, 32 árboles de la Pajarera y alrededores) pueden apuntarse los siguientes resultados:

Cuando se contemplan los daños en el conjunto de las parcelas prospectadas, la zona más afectada por la acción de los cerambícidos es la parte adhesionada de Matasgordas (62% de los árboles con orificios en tronco o ramas) y la menos afectada, la parte no adhesionada (33,3%), siendo la diferencia, como se aprecia, muy significativa. Los árboles de la pajarera se sitúan en un término medio (47,4%). Como referencia, algunas de las zonas estudiadas en el entorno de Doñana, que muestran un daño muy intenso, presentan alrededor del 70% de los árboles afectados.

Si el daño se analiza por separado en tronco y ramas, estas diferencias entre zonas son matizables. Así, la proporción de árboles con daños en el tronco ronda el 25% en el conjunto de las tres áreas prospectadas, con poca variación entre zonas (Figura 1). En conjunto, la mayor proporción del daño registrado (del orden de un 13% de media) encaja en la categoría "1", que se corresponde con la presencia de orificios aislados sobre una superficie escasa del tronco. En el otro extremo, tan sólo un 6% (de media) tienen un grado de afección intensa y corren por tanto riesgo de quebrarse cuando soplen fuertes vientos o por el efecto acumulado del peso del agua y/o de los nidos de rapaces y cigüeñas sobre el propio peso del árbol. Como referencia de dicho riesgo cabe añadir que esta circunstancia se produce en las zonas aludidas del entorno de Doñana a un ritmo aproximado de 0,25 árboles muertos/ha/año. El menor grado de afección intensa (categoría "3") se da en los árboles de la pajarera (3,1%) y el mayor en los árboles de la zona no adhesionada de Matasgordas (10,4%).

Fijándonos en los daños sobre las ramas, la proporción es sensiblemente mayor que en el caso de los troncos, especialmente en la zona adhesionada de Matasgordas (57% de los árboles, Figura 2) y la Pajarera (47%). Además, la mayor parte de este daño se engloba, en conjunto, dentro de la categoría "3". Dentro de ella, el riesgo máximo de rotura de ramas se registra igualmente en la parte adhesionada de Matasgordas (45% de los árboles con ramas en categoría "3"), con cierto grado de importancia en la Pajarera (Figura 2, ver asimismo valores de tabla 1). Estas cifras están en concordancia con el alto número de ramas ya caídas que pudo contabilizarse en el momento del muestreo.

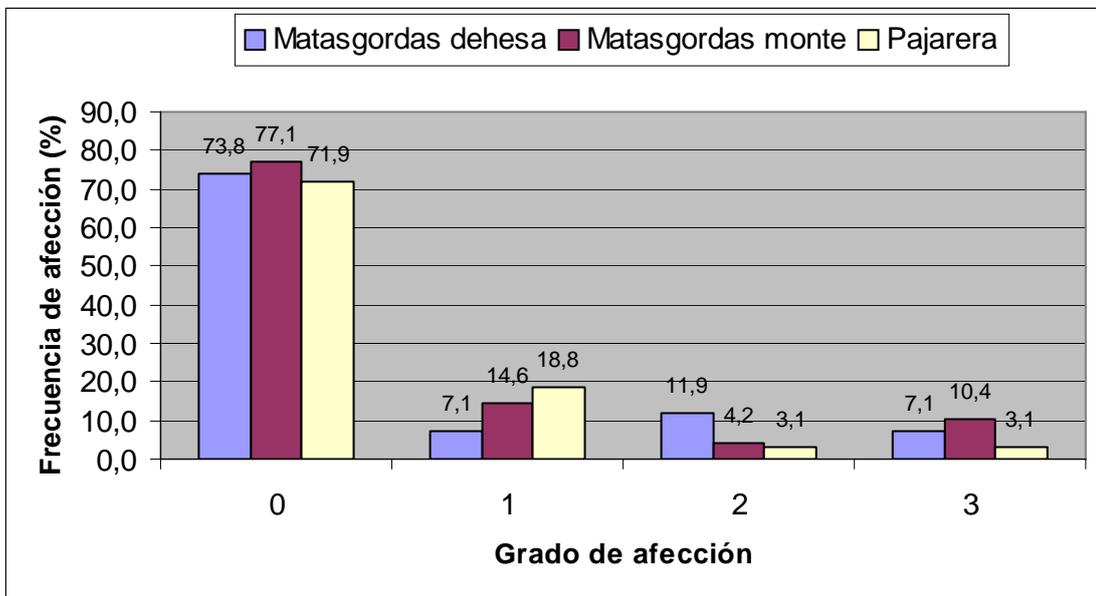


Figura 1. Grado de afección en tronco de los árboles de las tres zonas prospectadas en el Parque (gradiente entre categoría 0, sin daño y categoría 3, daño intenso).

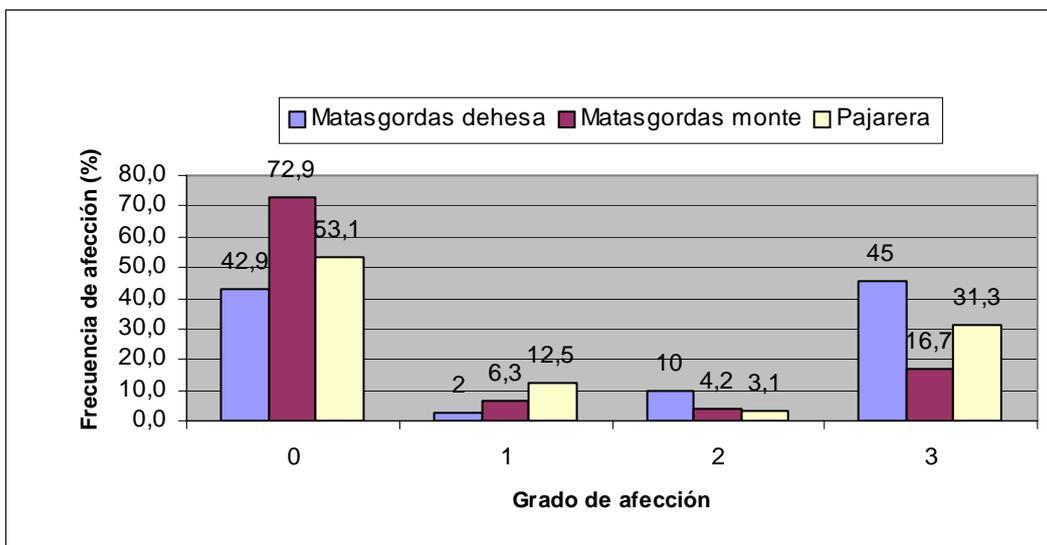


Figura 2. Grado de afección en ramas de los árboles de las tres zonas prospectadas en el Parque (gradiente entre categoría 0, sin daño y categoría 3, daño intenso).

Sobre el resto de las variables muestreadas (ver tabla 1) cabe resaltar la gran proporción de árboles afectados por el hongo *Biscogniauxia mediterranea* en la parte no adhesada de Matasgordas, muy superior a la registrada en las otras dos zonas. A falta de un análisis más profundo, este resultado muestra una tendencia contraria a la señalada por algunos autores (y en cierta manera esperable) al respecto de una mayor presencia del hongo en los árboles cuanto mayor es el daño por parte de los perforadores. Se interpreta esta relación positiva como el resultado del efecto de los insectos como dispersantes de las esporas del hongo.

Asimismo cabe señalar la proporción relativamente elevada (particularmente en el caso de la zona adhesada de Matasgordas) de árboles con exudados frescos o resacos, que

podrían ser originados por uno o varios de los siguientes factores: la acción del hongo *Botriosphaeria corticola*, actividad bacteriana o bien estrés fisiológico. Tales exudados pueden suponer un elemento de atracción para los insectos (como fuente de alimentación de los adultos o sustrato de puesta de las hembras) con la importancia que ello puede entrañar de cara a la colonización de árboles sanos.

La presencia notoria de galerías de hormiga (presumiblemente de *Crematogaster scutellaris*) en el corcho de los troncos fue muy alta (por encima del 90%). Una proporción tan elevada no se ha encontrado en las parcelas muestreadas fuera del Parque Nacional, en las que los alcornoques son descorchados en los turnos reglamentarios.

Tabla 1. Valores (absolutos y frecuencias) de variables del estado fitosanitario de los árboles muestreados en las tres zonas de prospección.

| | Matasgordas dehesa | Matasgordas monte | Pajarera |
|---|--------------------|-------------------|------------|
| Nº de ramas en categoría 3 | 39 | 13 | 24 |
| Nº medio de ramas afectadas/árbol | 1,3 | 1,61 | 2,2 |
| Árboles con canchales | 20 (48,78) | 22 (45,83) | 8 (25,00) |
| Árboles con <i>Biscogniauxia mediterranea</i> | 10 (24,39) | 32 (66,67) | 7 (21,88) |
| Árboles con exudados frescos o secos | 34 (82,93) | 22 (45,83) | 16 (50,00) |

En resumen, el nivel de daño causado por los cerambícidos a los alcornoques del interior del Parque Nacional no se aproxima, en cifras absolutas del conjunto de las zonas prospectadas, al registrado en zonas con daño muy intenso. Sin embargo, a este nivel, sí hay una cierta aproximación en una de las zonas prospectadas. En cifras relativas se observa que la mayor parte del daño se vuelca en las ramas de los árboles y se traduce en la rotura o en el riesgo de rotura de las mismas. Las diferencias, que nuevamente se registran entre la parte no adhesada de Matasgordas y las dos restantes, pudieran atribuirse en primera instancia al efecto diferencial que las colonias de cigüeñas y ardeidas, que se asientan sobre los ejemplares más afectados, pudieran ejercer en forma de predisposición de los árboles a ser colonizados por los cerambícidos como consecuencia del peso extra de los nidos y la toxicidad de los excrementos. Sin embargo, en los árboles muestreados de la dehesa de Matasgordas (más próximos a la Raya Real) no existen nidos de cigüeña. Cabría especular con el efecto de filtro hacia la colonización de los cerambícidos que ejercería el matorral denso y alto que rodea los árboles de la parte muestreada que menos daño presenta.

También, pensando en el bajo nivel de daño que muestran los troncos de los árboles, cabría profundizar en el efecto protector que tal vez represente una capa de corcho gruesa, propia de árboles que no se descorchan desde hace años, frente a las más finas capas y las heridas asociadas al descortado de otras zonas próximas, ajenas al Parque Nacional.

20/2005: **The role of birds for passive dispersal in the gonochoric crustacean *Triops cancriformis mauritanicus***

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Korn, Michael
University of Konstanz (Alemania)

ENTIDAD FINANCIADORA: Zoological Museum/Museum für Tierkunde, Dresden, Germany

DURACIÓN: 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Any region within the park that contains temporary bodies of water

RESULTADOS:

In February 2006, more than 30 temporary pools in the Parque Nacional de Doñana and in adjacent areas were sampled for the project. For molecular studies, we sampled 10 *Triops* specimens from each pool. We used 12S ribosomal gene sequences to investigate geographic distribution of genetic haplotypes and genetic diversity of *Triops* populations. Preliminary results indicate the presence of a very high number of haplotypes in the study region. Among the habitats investigated in the present survey, haplotype diversity was highest in the marismas while *Triops* populations found in remote woodland pools showed lowest diversity. We found intermediate levels of diversity in pools located in areas used for cattle farming. These patterns of diversity support the idea that birds may play an important role for passive dispersal in *Triops*, as high haplotype diversity was found in habitats that are known to be highly frequented by birds.

21/2005: **La gripe aviar en las aves acuáticas de Doñana**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Figuerola Borrás, Jordi

Estación Biológica de Doñana, CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: CSIC (Acciones Especiales)

DURACIÓN: 2005-2007

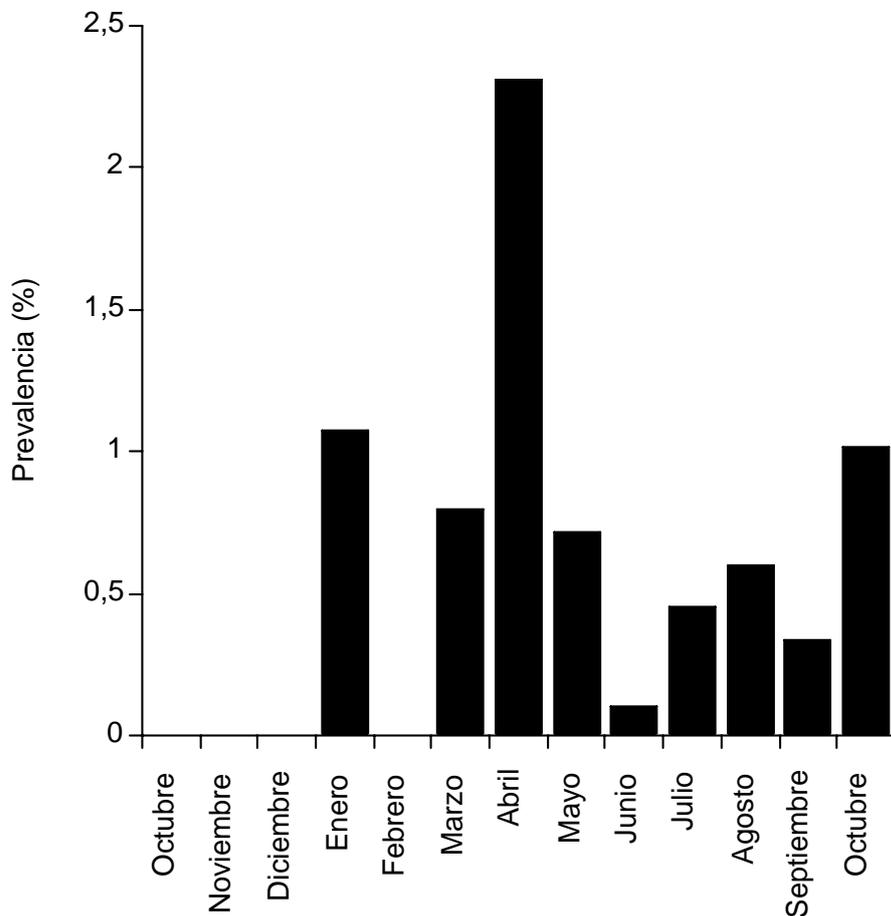
ÁREA DE ESTUDIO: FAO, Mari López, Veta la Palma, Mancecorro

RESULTADOS:

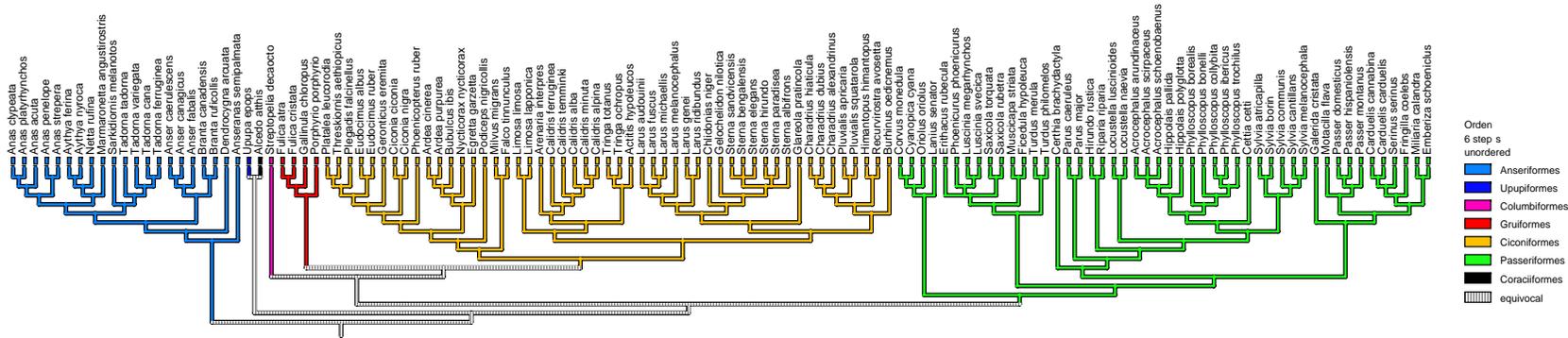
Desde el 21 de octubre del 2005 hasta el 20 de octubre del 2006 se han analizado 9606 hisopos correspondientes a un total de 6020 individuos pertenecientes a 128 especies (ver Figura 1). Solo 33 de estos individuos, pertenecientes a 12 especies distintas (ver Figura 2) presentaron virus de influenza lo que indica unas prevalencias extremadamente bajas (0.55%). Hay que recordar que estos datos se refieren al virus de influenza en general y no a la cepa H5N1, que no ha sido detectada en ningún caso en Doñana. Esta baja prevalencia contrasta con la encontrada en otros estudios previos en España. Estos estudios no se basaron en la detección molecular del genoma viral y por lo tanto estuvieron muy expuestos a reacciones cruzadas y falsos positivos debido a la utilización de técnicas desarrolladas para su uso en gallinas y no en un amplio rango de especies silvestres.

Las cepas detectadas incluyen virus de los subtipos H2Nx, H5Nx, H6N8 y H10N7. Con Nx se indica aquellas muestras en que no se ha podido determinar el subtipo para la Neuraminidasa, pero mediante PCR específicas se ha descartado que sea N1. En la actualidad muchas muestras continúan cultivándose en el laboratorio para determinar el subtipo y patogenicidad, pero los análisis realizados descartan en todos los casos la presencia de virus H5N1 de elevada patogenicidad en Doñana.

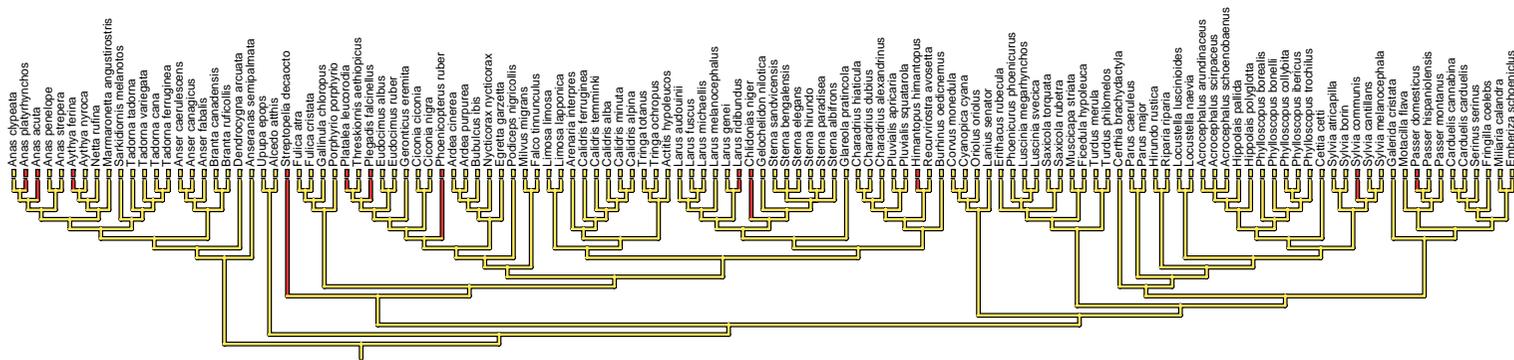
En cuanto a la fenología de circulación, los resultados no permiten todavía extraer conclusiones sólidas, porque además de variación estacional, se puede dar una fuerte variación anual en la circulación de virus de la gripe y por tanto serán necesarios datos de varios años para obtener conclusiones sólidas. Sin embargo, en base a los datos obtenidos hasta la fecha, el período de máxima circulación durante el 2005-06 se produjo en abril, con una ligera reducción durante la temporada de cría y un repunte durante el verano-otoño. Destaca la nula presencia de gripe aviar durante el período de migración otoñal del 2005 y al compararlo con el 2006 se podría concluir que la circulación de virus gripales es ligeramente superior en el 2006. De nuevo hay que comentar que estos datos se refieren a virus de la gripe aviar de baja patogenicidad y de interés prácticamente nulo para salud humana y no a virus H5N1 de elevada patogenicidad.



Variación temporal en la prevalencia de virus de gripe aviar en Doñana.



Relaciones filogenéticas de las especies incluidas en el estudio. Las 129 especies muestreadas pertenecen a 7 ordenes distintos. Dentro de este estudio se han incluido un buen numero de especies pertenecientes a los dos ordenes que parecen estar mas afectados por los virus de gripe aviar (Anseriformes: 21 especies; Ciconiformes: 51 especies).



Relaciones evolutivas de las especies en que se ha detectado virus de la gripe aviar durante el presente estudio. Las especies con alguna muestra positiva se han marcado en rojo y pertenecen a los ordenes Anseriformes, Ciconiformes, Columbiformes y Passeriformes.

22/2005: 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)

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:

Desde el inicio del proyecto se han prospectado diferentes localidades en cinco provincias: Huelva, Sevilla, Cádiz, Málaga y Almería, sin resultados positivos en ninguna de ellas pero con evidencias no confirmadas en dos localidades de la provincia de Cádiz.

En la comarca de Doñana el esfuerzo se ha centrado en 15 zonas, de las cuales ocho se encuentran en el Parque Nacional de Doñana: El Acebuche, Pequeña Holanda, Los Mimbrales, Los Sotos este, Los Sotos oeste, Matasgordas, Dehesa de Matasgordas y El Raposo. En todas estas localidades se han inventariado la vegetación (composición y estructura) existente en la actualidad como parámetro descriptivo de la situación del hábitat durante el periodo de prospección. Aquí se han utilizado diversos métodos de búsqueda: estaciones de escucha, batidas con voluntarios, estaciones de captura y estaciones de huellas. Por un lado se han establecido 45 puntos donde dos veces al mes se realizaba una estación combinada de escucha, captura y huellas, desde marzo del 2005 hasta octubre del 2006, por otro se han realizado escuchas y batidas con voluntarios en parte de las zonas. Hasta el momento no hay resultados positivos. Se espera para el 2007 continuar con las estaciones de escucha y las batidas con voluntarios y además comenzar la realización de censos de huellas y batidas con perros de muestra.

Además se han atendido e investigado 21 avisos y citas inéditas recientes sin que ninguna haya aportado resultados concluyentes de momento.

Paralelamente al trabajo de campo se ha realizado una búsqueda bibliográfica que ha resultado en una base de datos con 270 entradas de artículos científicos, libros, material divulgativo, citas y actas de congresos, con referencia al torillo (*Turnix sylvatica*) y una búsqueda de material de museo que se ha concretado en unos 120 ejemplares (entre puestas, pieles y ejemplares montados) localizados en museos de todo el mundo.

23/2005: 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

DURACIÓN: 2006

ÁREA DE ESTUDIO: El Puntal y Marismillas

RESULTADOS:

Durante el ciclo 2005/06, los establecimientos de nuevas plántulas se han iniciado en noviembre, alcanzándose los máximos de nuevas plántulas establecidas en marzo-abril. Al final del ciclo el número de plántulas establecidas en las parcelas de 50x50 cm ha sido de solo una plántula. Fuera de estas parcelas el balance fue de +34 plántulas.

En este tercer ciclo se han registrado nuevas germinaciones (10 en total) en las semillas sembradas en 2003. No ha habido germinaciones en el microhábitat "Hha". Las germinaciones han ocurrido entre octubre y marzo.

La lluvia de semillas ha alcanzado los valores más altos durante enero, febrero y abril. Los gábulos rojos aumentaron en septiembre y noviembre, mientras que los gábulos secos cayeron de manera abundante durante todo el ciclo.

1/2006: 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

DURACIÓN: 2006-2008

ÁREA DE ESTUDIO: Algaida, Reserva Biológica de Doñana, El Puntal, Marismillas, Matagordas, Hinojos, Reserva Biológica del Guadiamar y Las Nuevas.

RESULTADOS:

El estudio y análisis del crecimiento, desarrollo y efectos de *Azolla filiculoides* en los humedales del P. N. de Doñana se diseñó en el año 2006 siguiendo tres líneas de trabajo que incluyen:

1. Muestreos y observaciones realizadas in situ en diversos enclaves o zonas ubicadas dentro del Parque Nacional.
2. Trabajos experimentales realizados en invernadero para establecer las tasas de crecimiento y producción de esporas que delimitan la capacidad invasora de este helecho acuático introducido en la Península y que se encuentra naturalizado en numerosas zonas húmedas.
3. Análisis de las causas que han motivado la presencia y proliferación de este macrófito flotante para adoptar las medidas adecuadas que permitan su control.

En el año 2006, en el que se empezó con el presente estudio, las poblaciones de *Azolla* solamente se han detectado en algunos enclaves donde han ocupado escasa superficie debido, como ocurriera en 2005, al poco volumen de agua que ha entrado en la marisma y a su escasa permanencia.

En los cultivos experimentales realizados en invernadero *Azolla* crece perfectamente hasta concentraciones salinas de 8 mS/cm a las cuales empieza a perder vitalidad. En los

puntos 11 muestreados la salinidad varió entre 0,6-6,9 mS/cm y solo ocasionalmente en zonas muy someras se superaron los 8 mS/cm (valor medio anual $3,17 \pm 2,71$ mS/cm).

El máximo crecimiento de *Azolla* requiere unos niveles mínimos de fósforo total de 0,4 mg P/l, y comienza a ser invasora incontrolable a unas concentraciones de P total comprendidas entre 0,9-1,2 mP/l, siempre que estas se mantengan a lo largo de su desarrollo. El contenido medio a lo largo del año de P total en los puntos muestreados fue de $0,31 \pm 0,33$ mgP/l. Pero el contenido medio medido en dos puntos de entrada de agua a la marisma (arroyo de La Rocina y arroyo del Partido fue de $1,18 \pm 0,82$ mgP/l). Aunque la inundación en el año 2006 fue un factor limitante para el crecimiento de *Azolla* en los puntos que conservaron agua alcanzó su valor máximo en el mes de junio (1.603 g materia seca/m²). Las formaciones de *Azolla* bien constituidas eliminaron prácticamente toda la vegetación subacuática que crecía debajo de ellas.

El control de los aportes de fósforo que entran en la marisma es imprescindible si se quiere evitar la proliferación de este helecho acuático invasor.

2/2006: Facilitación e inhibición entre especies autóctonas e invasoras. Reparto de recursos en comunidades vegetales dunares

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Zunzunegui González, María

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia

DURACIÓN: 2006-2008

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana, Matagordas, 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. Las numerosas medidas que se deben tomar en cada parcela y la cantidad de muestras que se deben recoger para su posterior análisis en el laboratorio no ha permitido realizar el trabajo en las tres zonas a la vez y se ha optado por la Flecha y Monte Gordo, por ello el trabajo a desarrollar en el Parque deberá ser realizado en el 2007.

3/2006: 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

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional y Parque Natural de Doñana

RESULTADOS:

Este año en el interior del Parque Nacional se han marcado 5 jóvenes nacidos en 2 nidos. Los nidos se encontraban en los territorios conocidos como la Mancha del Vinagre y Corral de la Liebre respectivamente. El marcaje se ha efectuado con anillas de metal y de PVC y se han equipado los pollos con emisores convencionales de mochila pocos días antes del abandono del nido. En la tabla 1 se muestran los datos identificativos de los pollos marcados.

Tabla 1. Identificación de los pollos del Parque Nacional.

| PVC | Metal | VHF | Sexo | Fecha marcaje | Fecha primer vuelo | Fecha inicio dispersión |
|-----|---------|---------|------|---------------|--------------------|-------------------------|
| U8 | 1012501 | 149.070 | H | 08/06/2006 | 03/07/2006 | 23/09/2006 |
| U9 | 1012502 | 149.155 | H | 08/06/2006 | 17/07/2006 | 14/09/2006 |
| U4 | 1012503 | 148.775 | H | 16/06/2006 | 11/07/2006 | 05/09/2006 |
| U5 | 1012504 | 148.860 | H | 16/06/2006 | 12/07/2006 | 06/09/2006 |
| U6 | 1012505 | 149.696 | M | 16/06/2006 | 12/07/2006 | 31/08/2006 |

Durante el periodo de dependencia, se ha efectuado semanalmente un seguimiento a día completo de los dos nidos. Estos han consistido en observaciones ininterrumpidas desde el amanecer hasta el anochecer con el objetivo de registrar todas las acciones y movimientos que hacían los jóvenes. También se anotaban las apariciones de los adultos y su comportamiento. En el momento en que se perdía contacto visual con los jóvenes se efectuaban localizaciones mediante telemetría.

Se ha intentado incrementar tanto el éxito reproductivo como la tasa de vuelo de ambos nidos mediante alimentación suplementaria.

De los 5 pollos no se pudieron monitorizar exhaustivamente U6 y U4 debido a fallos en los emisores que portaban:

U6. El 29 de Julio el emisor deja de emitir. Según las observaciones realizadas mediante telescopio, parece que el pollo sigue con el emisor pero ha perdido la antena, lo que impide la recepción de la señal. De todas formas hasta el 31 de agosto se sigue viendo en el entorno cercano del nido.

U4. deja el territorio el 5 de septiembre. El día 13 de septiembre, 8 días después de iniciar la dispersión, se encuentra el emisor de U4 caído en el suelo en el mismo lugar donde durmió la primera noche fuera del territorio. Probablemente el emisor se había desprendido después de engancharse el arnés en alguna rama y romperse. La colocación del arnés se realiza de modo que una vez roto alguno de los cordones se produce su caída completa con el emisor, evitando problemas al ave. Con mucha probabilidad U4 continua vivo.

El periodo de dependencia ha tenido una duración media de 60,6 días (SD=12,40). A continuación se describe el comportamiento de cada uno de los jóvenes.

- **U5:** Abandona el territorio natal el 6 de septiembre, justo un día después que U4. Tanto U5 como U4 salen por la tarde. La última localización tomada el día en la que salió fuera del territorio indicaba que el individuo se dirigía hacia el Noreste. Durante la semana posterior, el día 13, se localiza otra vez desde las antenas de Almonaster la Real (Huelva) con un ángulo de 315° en dirección Noroeste. En sucesivas visitas no se obtuvieron localizaciones positivas.
- **U9:** Abandona el territorio paterno el 14 de septiembre y se queda dos noches en la zona entre el Parque Nacional e Isla Mayor. Posteriormente se desplaza a Cádiz visitando las fincas de Las Lomas, El Gallarin y Las Piletas. A fecha del 09/12/2006 continúa en la campiña central de Cádiz.
- **U8:** Abandona el territorio paterno el 23 de septiembre. Fue localizado sucesivamente el 14/11/06 hacia la parte este de Ciudad Real y observado el 21/11/06 cerca de Albaladejo (Ciudad Real). El día 01/12/06 fue triangulado cerca de la Sierra de Cerrata, en el SO de Ciudad Real, muy cerca de la frontera con Córdoba.

4/2006: 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)

DURACIÓN: 2006-2010

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

RESULTADOS:

Durante este primer año de estudio se ha realizado un intenso trabajo de campo para cubrir parte de los objetivos 1, 2 y 3. Tras la inundación, en Febrero, se iniciaron los muestreos intensivos de 20 cuerpos de agua clasificados dentro de un amplio gradiente de hidroperiodo, que se han repetido mensualmente hasta su desecación. Con ello se han obtenido datos para:

- Caracterización de los cuerpos de agua temporales, y de su heterogeneidad ambiental.
- Estudio de la variación mensual de la presencia y abundancia de macroinvertebrados y anfibios en 20 lagunas temporales de la Reserva Biológica de Doñana, estudiando la preferencia de hábitats de los diferentes taxones para cada laguna.

Durante los meses de marzo y abril, se ha realizado además una prospección extensiva, muestreándose cualitativamente un amplio número de medios temporales, a lo largo de toda la superficie arenosa del P.N. Doñana, con lo que se obtuvo información para:

- Estudio de la distribución cualitativa de la comunidad de macroinvertebrados en más de 100 cuerpos de agua del Parque Nacional de Doñana.

En relación a las interacciones entre macroinvertebrados y sus depredadores, se capturaron individuos de las especies depredadoras, y manteniéndolas en cautividad durante 24 h, se recogieron sus heces. Se analizó así la composición de su dieta:

- Estudio de la dieta de los anfibios urodelos de Doñana (*Triturus pygmaeus*, *Lissotriton boscai* y *Pleurodeles waltl*).

Además, mediante el uso de la manga para la captura de macroinvertebrados y anfibios, se ha observado la presencia de especies exóticas, detectando en lagunas temporales la presencia de *Procambarus clarkii* y *Gambusia holbrooki*. Conjuntamente, se han iniciado experimentos de depredación para determinar el impacto de especies exóticas sobre anfibios. Como primer resultado, hemos detectado que el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) depreda sobre las diferentes especies de anfibios de Doñana.

Por otra parte, a nivel metodológico, se ha puesto a punto una técnica para la captura de macroinvertebrados, basada en minimizar el impacto sobre las lagunas temporales, que se puede considerar innovadora en este tipo de estudios. Dado el reducido tamaño que presentan muchas de estas charcas, es necesario preservar su conservación y además reducir el efecto del muestreo sobre los datos obtenidos. Por ello la identificación y cuantificación de la abundancia de macroinvertebrados se llevará a cabo en el campo, devolviendo los ejemplares a su medio en el mismo momento de la captura. Sólo aquellos que no se identifiquen se preservarán en alcohol para su posterior identificación en el laboratorio.

En el próximo año se continuarán los muestreos cuantitativos mensuales de macroinvertebrados en 20 lagunas temporales. Además se continuarán los experimentos para analizar la depredación de las especies exóticas sobre la comunidad de anfibios y macroinvertebrados y el análisis de la dieta de los anfibios urodelos. Además se realizarán experimentos para comprender como funciona la red trófica dentro de los principales grupos de macroinvertebrados.

5/2006: Valoración de la Red de Parques Nacionales Continentales como Reserva de Diversidad Genética de Árboles Dominantes

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Vargas Gómez, Pablo

Real Jardín Botánico-Consejo Superior de Investigaciones Científicas

ENTIDAD FINANCIADORA: Fundación Parques Nacionales (Actualmente Fundación Biodiversidad)

DURACIÓN: 2006

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

RESULTADOS:

Hasta la fecha solo se ha recolectado material vegetal e iniciado con un estudio piloto en AFLPS.

6/2006: 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

DURACIÓN: 2006-2007

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Nacional de Doñana

RESULTADOS:

Hasta la fecha de entrega del informe correspondiente al año 2006 se han colectado muestras en el Parque Nacional de Doñana de las cuatro especies de ungulados objeto de estudio con la siguiente distribución:

- Vacuno: 105 ejemplares saneados en 2006
- Jabalíes: 65 ejemplares
- Gamos: 37 ejemplares
- Ciervos: 39 ejemplares

Análisis de Laboratorio:

Jabalíes (*Sus scrofa*)

Se han procesado hasta la fecha 49 muestras de jabalí, de las cuales 29 han resultado cultivo-positivas para micobacterias. Aunque se procesaron tanto linfonodos como tonsilas de los mismos individuos, la distribución de positivos fue como sigue:

- Número de ejemplares cultivo-positivo sólo en linfonodos: 14
- Número de ejemplares cultivo-positivo sólo en tonsilas: 9
- Número de ejemplares cultivo-positivo en tonsilas y linfonodos: 6

Por lo que se refiere a la identificación de las micobacterias de los mencionados cultivos, de los 20 linfonodos positivos, 17 lo fueron por *Mycobacterium bovis* y 3 por micobacterias atípicas (*M. scrofulaceum*, *M. new type 1*, *M. new type 2*). En las 15 tonsilas positivas se identificaron 13 *M. bovis* y 2 micobacterias atípicas (*M. szulgai* y otra no identificada).

Gamos (*Dama dama*)

Se han procesado 10 muestras y se ha obtenido una cepa pendiente de identificación definitiva pero perteneciente al complejo de *M. tuberculosis*.

Ciervos (*Cervus elaphus*)

Se han procesado 10 muestras y se han identificado 2 micobacterias atípicas (probablemente *M. abscesus* y *M. kansasii* type 1).

El ganado vacuno no fue procesado en laboratorio en 2006.

Genotipado con el método MIRU_VNTR

Se han ensayado 7 parejas de cebadores diferentes en 26 muestras , y sólo uno ha resultado variable. El MIRU 4 ha proporcionado dos patrones distintos pero en similares proporciones (12 y 14 muestras, respectivamente).

7/2006: Variabilidad genética de *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* en el litoral de Andalucía

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Pastor Díaz, Julio E.

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Consejería de Medio Ambiente

DURACIÓN: 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Marismillas y el Puntal

RESULTADOS:

Como consecuencia de la necesidad de conservar y proteger la diversidad biológica de nuestra región, y en respuesta a la “Ley de Flora y Fauna silvestre de Andalucía (ley 8/2003, de 28 de Octubre), que incluye al enebro de costa con categoría de “en peligro de extinción”, la Consejería de Medio Ambiente realiza una serie de proyectos con este taxón, incluido el “Estudio de la variabilidad genética de *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) Ball en el litoral andaluz”.

Los principales objetivos de este estudio se centran en conocer dicha variabilidad, tanto intra como interpoblacional; poner de manifiesto la presencia o ausencia de un aislamiento genético poblacional; y, en definitiva, obtener la información genética necesaria para definir y plantear estrategias apropiadas de conservación para las poblaciones andaluzas de este taxón. Para este propósito, se han usado los marcadores moleculares AFLP y microsatélites por sus características y ventajas.

La población de Doñana es una de las muestreadas, y se han seleccionado 3 zonas o subpoblaciones, scogiendo 10 ejemplares de cada una. El estudio se está realizando todavía, por lo que la información que aquí se aporta es provisional.

En el caso de los AFLP, en el dendrograma del NJ obtenido tras los análisis, se diferencian 3 grupos más o menos coherentes. El grupo 1 está formado por los individuos de la población de El Rompido; el grupo 2 por individuos pertenecientes a la población de Tarifa y el grupo 3 incluye a Punta Paloma y Caños de Meca. Los ejemplares de Doñana no forman un grupo coherente, sino que aparecen dispersos y mezclados con ejemplares de otras poblaciones, como es el caso de Punta Umbría, Cabo Roche, Caños de Meca o Barbate.

En el caso de los microsatélites, los resultados obtenidos se centran, fundamentalmente, en la región *trnD-T*, que permite diferenciar 3 haplotipos distintos (A, B, y C). El haplotipo B está presente sólo en las poblaciones onubenses, el C se localiza sólo en las gaditanas, y el haplotipo A (posiblemente el original) se presenta en 2 poblaciones de Cádiz y en 2 de Huelva. La población de Doñana, incluyendo las 3 subpoblaciones, presenta de manera homogénea el haplotipo B.

Según estos datos, la población de Doñana, podría considerarse como una entidad única, sin que sea necesario tener, en principio, un cuidado especial en el manejo de las distintas subpoblaciones.

8/2006: Prospección de compuestos de N, P y S en sistemas acuáticos del Parque Nacional de Doñana

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Serrano Martín, Laura

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Radboud University Nijmegen

DURACIÓN: 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Lagunas de la RBD: Las Verdes, Santa Olalla, Dulce, Zahillo y Charco del Toro. Marisma: lucio Palacio y Madre de las Marismas. Arroyos: La Rocina y El Partido.

RESULTADOS:

Entre los resultados de la prospección realizada entre los días 26 y 30 de mayo de 2006 destaca la determinación experimental de acidificación en muestras de sedimento lagunar inundadas artificialmente en el laboratorio tras permanecer secas durante dos semanas. En concreto se tomaron muestras de sedimento de las lagunas de Santa Olalla, Dulce, Zahillo y el borde de la marisma. En los dos primeros casos, los sedimentos estaban sumergidos, mientras que en los otros dos se encontraban secos en el momento del muestreo. Una vez en el laboratorio, cada muestra de sedimento se separó en ocho alícuotas de volumen similar que se colocaron en botes de 750 ml de capacidad. De cada sedimento, cuatro réplicas se dejaron secar, mientras que las otras cuatro se inundaron con 500 ml de agua destilada y se mantuvieron así durante varias semanas. Al cabo de dos semanas, las muestras de sedimento que habían permanecido secas se inundaron e, inmediatamente, se determinó el pH en el agua superficial e intersticial, así como la concentración de otras variables (reserva alcalina, S-total, Fe-total, P-total y Ca^{2+}). En todos los casos, el pH fue significativamente inferior en las muestras que habían permanecido secas respecto a las que fueron inundadas, oscilando entre una diferencia de 0.6 unidades de pH en el sedimento de Santa Olalla y 1.8 unidades en el de Zahillo. Así mismo, la reserva alcalina del agua superficial e intersticial fue siempre inferior en las muestras de sedimento desecado que sus respectivas réplicas inundadas, mientras que la concentración de S-total en el agua fue superior en las muestras desecadas debido a la oxidación de sulfuros de hierro. Estos resultados iniciales han dado paso a otros experimentos similares que tienen por objeto cuantificar la capacidad de tamponamiento del sedimento frente a la oxidación de sulfuro cuando el sedimento lagunar es inundado con agua destilada (simulando agua de lluvia) o con una solución salina rica en cationes (simulando agua freática). Los resultados preliminares apuntan a que proporción de cationes divalentes respecto a S en el sedimento es un factor crítico

para producir el tamponamiento del agua en lechos lagunares y evitar así que el agua alcance valores de pH ácidos, como los registrados en la laguna del Charco del Toro durante la primavera de 2006. En experimentos posteriores se prevé analizar el efecto de estos valores bajos de pH (entre 3.5 y 5.5) sobre la fauna vertebrada acuática utilizando huevos de carpa como modelo biológico de desarrollo en ensayos ecotoxicológicos.

9/2006: 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)

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:

Los resultados que se pueden proporcionar en el momento actual de la investigación presentan, necesariamente un carácter provisional, pues se ha cubierto tan sólo el primer año de la investigación. Aún así cabe consignar la definición de algunos resultados obtenidos hasta la fecha. Por una parte, se ha planteado una *zonificación general* de la cuenca, la cual se realiza atendiendo al diagnóstico de las principales patologías que presentan su estructura y funcionamiento actuales. Dichas disfunciones se han determinado a partir de la evaluación de las afecciones y desajustes que registran los elementos morfo-sedimentarios del sistema fluvial (llanuras aluviales y cauces). Desde punto de vista se han definido 16 *zonas-diagnóstico* en las que se identifican problemáticas diferentes.

Igualmente, se han determinado y delimitado *áreas-piloto* las cuales se conciben como los sectores más representativos de las distintas *zonas-diagnóstico* del sistema fluvial. La selección de estas áreas-piloto se está realizando atendiendo a su capacidad potencial de aportar una síntesis hidro-geomorfológica exportable al conjunto de la zona a la que representa.

Por último, se han identificado *áreas-demostración*, las cuales responden a dos criterios básicos: a) la capacidad que tienen de compendiar las disfunciones básicas que caracterizan al actual funcionamiento de la cuenca; y b) la claridad con la que pueden mostrar la relación causa-efecto entre el manejo humano, (de la cubierta vegetal, de extracciones de áridos...) y las respuestas morfodinámicas del sistema fluvial. Atendiendo a estos criterios, alguna de estas *áreas-demo* pueden coincidir con determinadas *áreas-piloto*, pero otras han sido localizadas fuera del estricto recinto de la cuenca vertiente del Partido.

Por otra parte, se ha avanzado en la confección del actual *modelo* general de funcionamiento del sistema fluvial de la cuenca del Partido, en el que se seguirá trabajando el próximo año de cara a concretar la cartografía de riesgos geomorfológicos

y la evaluación de los procesos de erosión. Por ahora podemos apuntar los siguientes aspectos:

- La cuenca del partido presenta un elevado nivel de desestabilización estructural y 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.
- Las distintas afecciones detectadas proceden fundamentalmente del cambio 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, en la substitución de cultivos tradicionales por otros que se acompañan de técnicas de laboreo más agresivas, en los desmontes relacionados con la implantación o el cultivo del eucalipto y la explotación de canteras, en la introducción de infraestructuras lineales poco permeables, en un manejo hidráulico inadecuado (limpieza abusiva, desobturación inadecuada y/o rectificación de cauces, etc.).
- Como consecuencia de ello, se detecta una gran variedad de desajustes estructurales y funcionales que progresan al mismo ritmo al que desaparece el antiguo sistema territorial caracterizado en su día por unas cabeceras donde se conservaban restos de vegetación natural y unas laderas donde se acomodaba una agricultura de corte tradicional.
- Todo ello se está traduciendo en la reactivación de un nuevo dispositivo erosivo-sedimentario caracterizado por unas cabeceras donde progresa un complejo sistema de cárcavas controlado por los desmontes y las canteras; unos tramos medios afectados por intensos procesos de azolvamiento y 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, canalizaciones artificiales, etc.; y unos tramos medios y bajos afectados por importantes procesos de erosión lateral y desmantelamiento del sistema cauce-orillas, todo lo cual está poniendo en movimiento una ingente cantidad de sedimentos, hasta el punto de que algunos tramos de la red fluvial podrían caracterizarse como “ríos de arena”.

10/2006: Gradientes en el matorral de Doñana a pequeña escala

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Muñoz Reinoso, José Carlos

Universidad de Sevilla

ENTIDAD FINANCIADORA: Departamento de Biología Vegetal y Ecología,
Universidad de Sevilla

DURACIÓN: 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Se ha muestreado un gradiente topográfico a pequeña escala. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de fronteras con el método de las ventanas móviles divididas. A lo largo del transecto se han detectado 4 zonas de vegetación (MBX, MB,

MI, MN), existiendo un descenso del pH del suelo y un ligero aumento de su conductividad. Las zonas con jaguarzo constituyen la transición entre el matorral más xérico y el brezal. El monte intermedio (MI) mostró la menor riqueza de especies mientras el brezal (MN) mostró la menor diversidad. La franja dominada por el jaguarzo se mostró como la más sensible al episodio de sequía de 2005, al aparecer gran cantidad de individuos muertos.

11/2006: ¿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

DURACIÓN: 2006-2008

ÁREA DE ESTUDIO: Hinojos

RESULTADOS:

Durante 2006 se tomaron muestras de sangre, plumas y regurgitaciones de alimento de pollos de flamenco en las colonias del Delta del Ebro (Tarragona), Fuente de Piedra (Málaga), Santa Gilla (Cerdeña, Italia) y Garaet Ezzemoul (Argelia). También se tomaron muestras de las presas potenciales del flamenco en el Delta del Ebro, Santa Gilla y Ezzemoul. A todas estas muestras se les analizará la composición de isótopos estables de ^{15}N y ^{13}C .

Dentro del Parque Nacional no se tomaron muestras porque allí no se reprodujeron los flamencos.

12/2006: Regionalización y especificación del prosencéfalo de anfibios

INVESTIGADOR PRINCIPAL: González Gallegos, Agustín

Universidad Complutense de Madrid

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia

DURACIÓN: 2006

ÁREA DE ESTUDIO: La laguna de cría de Malvasías cerrada que se encuentra en el conjunto del Centro de Recuperación de fauna Silvestre y de Cría del Lince de El Acebuche en el Parque de Doñana.

RESULTADOS:

La única actuación llevada a cabo fue la prospección y retirada de veinte ejemplares de la especie de anfibio urodelo *Pleurodeles waltl*. La captura de los animales se realizó tal y como se nos indicó. En la actualidad estamos manteniendo esos ejemplares en la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid pues el objetivo es estudiar el desarrollo de una porción de su sistema nervioso central (prosencefalo) a lo largo de los periodos embrionario y larvario, por lo que habrá que esperar a la próxima puesta de los individuos adultos.

13/2006: 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)

DURACIÓN: 2006-2008

ÁREA DE ESTUDIO: Marisma de Hinojos, Reserva del Guadimra, Marismillas y Reerva Biológica de Doñana

RESULTADOS:

Entre las principales actividades desarrolladas destacan:

- Propuesta de delimitación del socioecosistema de Doñana en base a criterios socioecológicos
- Inicio de la reconstrucción de la historia ecológica de las marismas en base a los modelos de explotación de su capital natural, con especial atención a los usos tradicionales desplegados a lo largo del siglo XX. Caracterización de la evolución del flujo de servicios ecosistémicos del ecodistrito marismas del Guadalquivir.
- Desarrollo de un estudio sobre la pérdida cuantitativa de capital natural de las marismas basado en el análisis de la evolución de los usos del suelo de este ecodistrito desde 1928 hasta la actualidad. Se han clasificado los usos del suelo en base a una tipología de capitales físicos que permitan analizar la evolución de los usos del suelo en un marco de *sostenibilidad fuerte*, es decir en base al grado de preservación del capital natural crítico necesario para el mantenimiento de la resiliencia y el flujo de servicios ecosistémicos generado por los ecosistemas de las marismas. Algunos de los resultados más relevantes son:

Respecto a la transformación cuantitativa del capital natural en el s. XX: Importante pérdida del capital natural de la marisma desde el comienzo de las grandes transformaciones desde finales de los 50's. Aproximadamente se ha perdido un 72 % de la superficie original de las Marismas. Grandes extensiones de capital ecocultural (paisajes multifuncionales) se han transformado en capital degradado / subsidiado (plantaciones uniespecíficas y monocultivos en régimen intensivo); fuerte aumento relativo de la superficie de capital construido (núcleos urbanos e industriales, infraestructuras y carreteras).

Respecto a la transformación cualitativa de capital natural en términos de servicios y funciones ecosistémicas en el periodo 1956-2006:

- Degradación generalizada de una gran parte de los *servicios regulación* de la marisma. En especial, fuerte deterioro de la funcionalidad hidrológica y de los servicios de regulación de amortiguación frente a perturbaciones, pero se sostiene o mejora en los servicios de mantenimiento del hábitat de algunos grupos de especies especialmente para aves.

- Evolución desigual de los *servicios culturales*: deterioro de los servicios de conocimiento ecológico local, herencia cultural, identidad local; deterioro de los valores estéticos como consecuencia de la simplificación que ha supuesto la transformación de sistemas ecológicos complejos en monocultivos. Mejora de algunos servicios culturales favorecidos por las políticas conservacionistas como la recreación y el ecoturismo, los valores didácticos, educativos e interpretativos y la investigación científica.
- Respecto a los *servicios de abastecimiento*, se han intensificado algunos usos extractivos fuera de las áreas protegidas con el consecuente declive generalizado del modelo de explotación de usos múltiples.

14/2006: 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

DURACIÓN: 2006-2008

ÁREA DE ESTUDIO: Este proyecto no requiere salir al campo.

RESULTADOS:

Durante los 12 primeros meses de este Convenio se ha procedido al desarrollo de marcadores del Complejo Principal de Histocompatibilidad (MHC) para aves de presa, ya que no existía ninguno publicado para este grupo (Falconiformes y Strigiformes). El MHC es una familia multigénica que codifica para glicoproteínas de membrana que unen péptidos derivados del procesamiento de patógenos para el posterior desarrollo de una respuesta inmune adecuada (Klein, 1986). Los genes del MHC son los más polimórficos descritos hasta el momento en vertebrados y se han clasificado tradicionalmente en genes de clase I, que proporcionan defensa contra patógenos intracelulares tales como virus, o genes de clase II, que proporcionan defensa contra patógenos extracelulares tales como bacterias o parásitos. Estos genes sometidos a fuertes presiones selectivas han sido relacionados con procesos biológicos fundamentales tales como resistencia a enfermedades, reconocimiento individual y de parientes próximos, olores individuales o preferencias en torno a la elección de pareja. Todo ello ha centrado durante las últimas décadas la atención de los investigadores en el campo de la Biología Evolutiva y de la Conservación, que han considerado a los genes del MHC como perfectos candidatos para el estudio de la variación adaptativa en vertebrados (Sommers 2005, Piertney & Oliver 2005). Nuestro proyecto llevado a cabo en el Laboratorio de Ecología Molecular de la Estación Biológica de Doñana, y en colaboración con el Profesor Scott Edwards del Museo de Historia Natural de la Universidad de Harvard (USA), ha tenido como fruto la caracterización satisfactoria por primera vez de genes de MHC de clase II altamente variables en aves de presa (Alcaide et al. en preparación).

15/2006: Prospección de las poblaciones del *Psammodromus hispanicus* para un estudio genético

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Fitze, Patrick S.

Museo Nacional de Ciencias Naturales , CSIC

ENTIDAD FINANCIADORA: Comunidad de Madrid 2005-2007

DURACIÓN: 2006

ÁREA DE ESTUDIO: Zonas del Acebuche (PANTD) y Rocina

RESULTADOS:

Las prospecciones para buscar poblaciones de la lagartija cenicienta (*Psammodromus hispanicus*) en parque Nacional de Doñana se han llevado a cabo del 19 al 25 de Junio de 2006. Dentro del propio Parque Nacional hemos buscado la especie durante cuatro días en la zona de la Reserva Biológica de Doñana (RBD) en las dos areas para las cuales teníamos permiso. Las inspecciones duraron desde la madrugada hasta el atardecer. Hemos encontrado cuatro especies de lagartijas: *Psammodromus hispanicus*, *Psammodromus algirus*, *Acanthodactylus erythrurus* y *Podarcis carbonelli*. El *Psammodromus hispanicus* y la *Podarcis carbonelli* los hemos encontrado sólo en dos de los cuatro días. En total hemos encontrado sólo tres individuos del *Psammodromus hispanicus* de los cuales podíamos capturar dos. Esto sugiere que la población del *Psammodromus hispanicus* dentro del Parque Nacional es de muy baja densidad, lo que contrasta claramente con las densidades de sus poblaciones en Almería y en el norte de España. Dado que no tuvimos el permiso para muestrear en todo el Parque Nacional queda por descubrir si estas bajas densidades sólo existen en las dos zonas muestreadas o si dentro de todo el Parque son de baja densidad. Este conocimiento es importante para la comprensión de la importancia del Parque para la protección de esta especie de distribución casi exclusivamente ibérica. Hemos recolectado una pequeña muestra de tejido de la cola de cada individuo capturado y también hemos tomado una serie de medidas fenotípicas. En la actualidad estamos analizando las relaciones filogenéticas entre estos individuos y los individuos de Almería y del Norte de España. Estos resultados estarán publicados en una revista internacional en el año 2007 o 2008.

19/2006: 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: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

DURACIÓN: 2006-2009

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

RESULTADOS:

Este proyecto se ha puesto en marcha en las últimas semanas del año 2006, y en momento de pedir los resultados no hemos empezado. Está previsto muestrear heces de gansos y calamones este invierno.

20/2006: 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)

DURACIÓN: 2006-2009

ÁREA DE ESTUDIO: Parque Natural y Nacional de Doñana

RESULTADOS:

Los trabajos relacionados con este proyecto comenzaron recientemente por lo que aún se han obtenido pocos resultados. El proyecto es continuación del denominado “Caracterización funcional de la marisma de Doñana y su Entorno”, detallado en la ficha N°: 36/2004, por lo que los resultados obtenidos hasta la fecha han sido incluidos en dicha ficha.

21/2006: Reconstrucción histórica de la dinámica de inundación de las marismas de Doñana mediante teledetección

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Bustamante Díaz, Javier M^a

Estación Biológica de Doñana

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

DURACIÓN: 2006-2009

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

RESULTADOS:

Con relación al proyecto con referencia CGL2006-02247 su aprobación fue comunicada por parte del Ministerio de Educación y Ciencia con fecha 22 de diciembre de 2006, aunque la fecha de inicio del proyecto tiene efecto retroactivos al 1 de octubre de 2006.

De manera real, entre el 22 de diciembre, que se comunicó el inicio del proyecto y el 31 de diciembre que se acaba el año 2006 no se realizaron tareas de investigación ni se produjo ningún resultado.

A efectos prácticos, los investigadores integrantes del proyecto han venido trabajando en él desde que se recibió el informe favorable del proyecto en julio de 2006. Los trabajos han consistido en:

- Planificación de las fechas de adquisición de imágenes de satélite y preparación de un calendario anual para el trabajo de campo (Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+, CHRIS-Proba y Meris)

- Realización de salidas de campo para toma de datos verdad-terreno en noviembre y diciembre coincidiendo con el paso de los satélites mencionados. Fechas: 10 de noviembre, 12 de diciembre y 15 de diciembre.
- Adquisiciones de imágenes de satélite y tratamiento para su corrección geométrica y radiométrica.
- Instalación de una nueva estación hidrológica automática por parte de la Universidad Politécnica de Cataluña
- Inicio del trabajo de campo relativo a relación entre nivel de inundación y equilibrio entre aguas claras y aguas turbias, y desarrollo de la vegetación acuática de los lucios artificiales en la fina de Caracoles.
- Inicio del trabajo de campo de censo y distribución de aves acuáticas en la marisma y los arrozales.

22/2006: 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: Ministerio Educación y Ciencia

DURACIÓN: 2006-2009

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

RESULTADOS:

La toma de datos de este proyecto se inició en Octubre de 2006, aunque se concentrarán especialmente en primavera, por lo que hasta ahora sólo se han registrado los procesos de llenado de los medios acuáticos temporales, donde hasta ahora se ha detectado ya el inicio de la reproducción de las especies de anfibios: *Pelobates cultripes*, *Discoglossus galganoi*, *Pleurodeles waltl*, *Triturus pygmaeus* y *Lissotriton boscai*.

No se han realizado todavía muestreos sobre macrófitos ni sobre fondos lagunares.

25/2006: 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, Ministerio de Educación y Ciencia

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:

Durante de la semana del 14 al 20 de diciembre de 2006 tuvo lugar una reunión de coordinación de las actividades propuestas y presentación de los objetivos perseguidos por el proyecto 25/2006 entre los miembros el equipo investigador del departamento de Ecología de la UAM y el personal técnico de la RBD y Parque Nacional de Doñana.

Actualmente se están realizando distintas pruebas metodológicas y analíticas para terminar de diseñar el protocolo de muestreo que se seguirá en las distintas campañas de campo:

- pruebas analíticas de fósforo en el laboratorio para poner a punto la metodología más conveniente a seguir durante la ejecución del proyecto.
- creación de una base de datos que recopile información de la físico-química de la marisma
- localización cartográfica de distintas poblaciones de macrófitos en la marisma susceptibles de ser muestreadas
- diseño de una red de puntos de muestreo integrando la información anterior

En febrero de 2007 se realizará una primera visita de campo para comprobar *in situ* la idoneidad de los puntos de muestreo definidos en el trabajo previo de gabinete.

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

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Palomares Fernández, Francisco

Estación Biológica de Doñana

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Medio Ambiente (Ayudas a proyectos de Investigación en la Red de Parques Nacionales)

DURACIÓN: 2006-2009

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

RESULTADOS:

El proyecto ha empezado en diciembre de 2006 por lo que lo único que se ha podido hacer en relación con el proyecto ha sido:

- Reunión de coordinación a principios de Diciembre de 2006.
- Captura de 11 ejemplares de lince en el Parque Nacional de Doñana para su marcaje con radio-emisores, y los chequeos sanitarios y fisiológicos correspondientes. El chequeo “*in situ*” de los animales indicó que todos ellos estaban fisiológicamente bien. Todas las hembras de más de 2 años mostraban señales de haber copulado en la estación reproductora pasada, y todos los machos mayores de 2 años tenían ya espermatozoides activos. Un macho de 20 meses mostraba niveles muy bajos de actividad espermática.

ANEXO 2. Publicaciones e informes**Artículos de revistas recogidas en el SCI**

ALCORLO, P., OTERO, M., CREHUET, M., BALTANÁS, A. & MONTES, C. (2006). The use of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*, Girard) as indicator of the bioavailability of heavy metals in environmental monitoring in the River Guadiamar (SW, Spain). *Science of the Total Environment* 366 (1): 380-390.

ALHAMA, J., ROMERO-RUIZ, A. & LÓPEZ-BAREA, J. (2006). Metallothionein quantification in clams by reversed-phase high-performance liquid chromatography coupled to fluorescence detection after monobromobimane derivatization. *Journal of Chromatography A* 1107: 52-58.

BALDO, F., GARCÍA-ISARCH, E., JIMÉNEZ, M.P., ROMERO, Z., SÁNCHEZ-LAMADRID, A. & CATALÁN, I.A. (2006). Spatial and temporal distribution of the early life stages of three commercial fish species in the northeastern shelf of the Gulf of Cadiz. *Deep-Sea Research Part II-Tropical Studies in Oceanography* 53 (11-13): 1391-1401.

BANARES-ESPANA, E., LÓPEZ-RODAS, V., SALGADO, C., COSTAS, E. & FLORES-MOYA, A. (2006). Inter-strain variability in the photosynthetic use of inorganic carbon, exemplified by the pH compensation point, in the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. *Aquatic Botany* 85 (2): 159-162.

BANARES-ESPAÑA, E., GARCÍA-VILLADA, L., LÓPEZ-RODAS, V., COSTAS, E. & FLORES-MOYA, A. (2006). Effect of 2,4,6-trinitrotoluene and 2,4-dinitrotoluene on the growth rate and photosynthetic capacity of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* (Kützinger) Lemmermann. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 76 (4): 601-606.

BAOS, R., BLAS, J., BORTOLOTTI, G.R., MARCHANT, T.A. & HIRALDO, F. (2006). Adrenocortical response to stress and thyroid hormone status in free-living nestling white storks (*Ciconia ciconia*) exposed to heavy metal and arsenic contamination. *Environmental Health Perspectives* 114 (10): 1497-1501.

BAOS, R., JOVANI, R., FORERO, M., TELLA, J.L., GÓMEZ, G., JIMÉNEZ, B., GONZÁLEZ, M.J. & HIRALDO, F. (2006). Relationships between t-cell-mediated immune response and Pb, Zn, Cu, Cd, and As concentrations in blood of nestling White storks (*Ciconia ciconia*) and black kite (*Milvus migrans*) from Doñana (Southwestern Spain) after the Aznalcóllar toxic spill. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25: 1153-1159.

BAOS, R., JOVANI, R., PASTOR, N., TELLA, J.L., JIMÉNEZ, B., GÓMEZ, G., GONZÁLEZ, M.J. & HIRALDO, F. (2006). Evaluation of genotoxic effects of heavy metals and arsenic in wild nestling white storks (*Ciconia ciconia*) and black kites (*Milvus migrans*) from southwestern Spain after a mining accident. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25 (10): 2794-2803.

- BLAS, J., BAOS, R., BORTOLOTTI, G.R., MARCHANT, T.A. & HIRALDO, F. (2006). Age-related variation in the adrenocortical response to stress in nestling white storks (*Ciconia ciconia*) supports the developmental hypothesis. *General and Comparative Endocrinology* 148 (2): 172-180.
- BURGOS, P., MADEJÓN, E., PÉREZ-DE-MORA, A. & CABRERA, F. (2006). Spatial variability of the chemical characteristics of a trace-element-contaminated soil before and after remediation. *Geoderma* 130 (1-2): 157-175.
- CALVETE, C. (2006). Modeling the effect of population dynamics on the impact of rabbit hemorrhagic disease. *Conservation Biology* 20 (4): 1232-1241.
- CALVETE, C. (2006). The use of immunization programs in wild populations: Modelling effectiveness of vaccination campaigns against rabbit hemorrhagic disease. *Biological Conservation* 130 (2): 290-300.
- CÁRDENAS, A.M. & HIDALGO, J.M. (2006). Ecological impact assessment of the Aznalcollar mine toxic spill on edaphic coleopteran communities in the Guadiamar River basin (Southern Iberian Peninsula). *Biodiversity and Conservation* 15 (1): 361-383.
- CATALAN, I.A., JIMÉNEZ, M.T., ALCONCHEL, J.I., PRIETO, L. & MUÑOZ, J.L. (2006). Spatial and temporal changes of coastal demersal assemblages in the Gulf of Cadiz (SW Spain) in relation to environmental conditions. *Deep-Sea Research Part II-Tropical Studies in Oceanography* 53 (11-13): 1402-1419.
- CLEMENTE, R., ALMEDA, C. & BERNAL, M.P. (2006). A remediation strategy based on active phytoremediation followed by natural attenuation in a soil contaminated by pyrite waste. *Environmental Pollution* 143 (3): 397-406.
- COSTAS, E. & LÓPEZ-RODAS, V. (2006). Copper sulphate and DCMU-herbicide treatments increase asymmetry between sister cells in the toxic cyanobacteria *Microcystis aeruginosa*: Implications for detecting environmental stress. *Water Research* 40 (12): 2447-2451.
- CRUZ, M.J., PASCOAL, S., TEJEDO, M. & REBELO, R. (2006). Predation by an exotic crayfish, *Procambarus clarkii*, on Natterjack Toad, *Bufo calamita*, embryos: Its role on the exclusion of this amphibian from its breeding ponds. *Copeia* (2): 274-280.
- CUESTA, J.A., GONZÁLEZ-ORTEGÓN, E., RODRÍGUEZ, A., BALDO, F., VILAS, C. & DRAKE, P. (2006). The decapod crustacean community of the Guadalquivir Estuary (SW Spain): Seasonal and inter-year changes in community structure. *Hydrobiologia* 557: 85-95.
- DEL RIO-CELESTINO, M., FONT, R., MORENO-RIOJAS, R. & DE HARO-BAILON, A. (2006). Uptake of lead and zinc by wild plants growing on contaminated soils. *Industrial Crops and Products* 24 (3): 230-237.

DELGADO, A., HURTADO, M.D. & ANDREU, L. (2006). Phosphorus loss in tile drains from a reclaimed marsh soil amended with manure and phosphogypsum. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74 (2): 191-202.

ESPINAR, J.L., (2006). Sample size and the detection of a hump-shaped relationship between biomass and species richness in Mediterranean wetlands. *Journal of Vegetation Science* 17 (2): 227-232.

ESPINAR, J.L., GARCÍA, L.V., FIGUEROLA, J., GREEN, A.J. & CLEMENTE, L. (2006). Effects of salinity and ingestion by ducks on germination patterns of *Juncus subulatus* seeds. *Journal of Arid Environments* 66 (2): 376-383.

FERRER, M., NEWTON, I. & CASADO, E. (2006). How to test different density-dependent fecundity hypotheses in an increasing or stable population. *Journal of Animal Ecology* 75: 111–117.

FLECHER, D.E., HOPKINS, W.A., SALDANA, T., BAIONNO, J.A., ARRIBAS, C., STANDORA, M.M. & FERNÁNDEZ-DELGADO, C. (2006). Geckos as indicators of mining pollution. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25 (9): 2432-2445.

FORTUNA, M.A., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C. & BASCOMPTE, J. (2006). Spatial network structure and amphibian persistence in stochastic environments. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 273: 1429-1434.

FRANCO, C., SOARES, A. & DELGADO, J. (2006). Geostatistical modelling of heavy metal contamination in the topsoil of Guadiamar river margins (S Spain) using a stochastic simulation technique. *Geoderma* 136 (3-4): 852-864 .

FRISCH, D., MORENO-OSTROS, E. & GREEN, A. (2006). Species richness and distribution of copepods and cladocerans and their relation to hydroperiod and other environmental variables in Doñana, south-west Spain. *Hydrobiologia* 556: 327-340.

FRISH, D., RODRÍGUEZ-PÉREZ, H. & GREEN, A.J. (2006). Invasion of artificial ponds in Doñana Natural Park, southwest Spain, by an exotic estuarine copepod. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 16(5): 483-492.

FUNES, V., ALHAMA, J., NAVAS, J.I., LÓPEZ-BAREA, J. & PEINADO, J. (2006). Ecotoxicological effects of metal pollution in two mollusc species from the Spanish South Atlantic littoral. *Environmental Pollution* 139: 214-223.

GASCO, C., ANTON, M.P., POZUELO, A., CLEMENTE, L., RODRÍGUEZ, A., YÁÑEZ, C., GONZÁLEZ, A. & MERAL J. (2006). Distribution and inventories of fallout radionuclides ($^{239+240}\text{Pu}$, ^{137}Cs) and ^{210}Pb to study the filling velocity of salt marshes in Doñana National Park (Spain). *Journal of Environmental Radioactivity* 89 (2): 159-171.

GERALDES, A. & FERRAND, N. (2006). A 7-bp insertion in the 3' untranslated region suggests the duplication and concerted evolution of the rabbit SRY gene. *Genetics Selection Evolution* 38: 313–320.

GHERARDI, F. (2006). Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 39 (3): 175-191.

GIL, V., CAPITÁN-VALVEY, L.V., DE SANTIAGO, E., BALLESTA, J., PLA, A., HERNÁNDEZ, A.F., GUTIÉRREZ-BEDMAR, M., FERNÁNDEZ-CREHUET, J., GÓMEZ, J., LÓPEZ-GUARNIDO, O., RODRIGO, L. & VILLANUEVA, E. (2006). Heavy metal concentrations in the general population of Andalusia, South of Spain - A comparison with the population within the area of influence of Aznalcollar mine spill (SW Spain). Science of the Total Environment 372 (1): 49-57.

GOMARA, B. & GONZÁLEZ, M.J. (2006). Enantiomeric fractions and congener specific determination of polychlorinated biphenyls in eggs of predatory birds from Doñana National Park (Spain). Chemosphere 63 (4): 662-669.

GÓMEZ-ARIZA, J.L., LORENZO, F. & GARCÍA-BARRERA, T. (2006). Speciation Analysis and Environment Sample treatment selection for routine mercury speciation in seafood by gas chromatography-atomic fluorescence spectroscopy. Applied Organometallic Chemistry 19: 600-604.

GONZÁLEZ-ORTEGÓN, E. & CUESTA, J.A. (2006). An illustrated key to species of *Palaemon* and *Palaemonetes* (Crustacea: Decapoda: Caridea) from European waters, including the alien species *Palaemon macrodactylus*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 86 (1): 93-102.

GONZÁLEZ-ORTEGÓN, E., PASCUAL, E., CUESTA, J.A. & DRAKE, P. (2006). Field distribution and osmoregulatory capacity of shrimps in a temperate European estuary (SW Spain). Estuarine Coastal and Shelf Science 67 (1-2): 293-302.

HIDALGO-VILA, J., RIBAS, A., FLORENCIO, M., PÉREZ-SANTIGOSA, N., CASANOVA, J.C. (2006). *Falcaustra donanaensis* sp. nov. (Nematoda: Kathlaniidae) a parasite of *Mauremys leprosa* (Testudines, Bataguridae) in Spain. Parasitology Research 99: 410-413.

KRAUS, U. & WIEGAND, J. (2006). Long-term effects of the Aznalcollar mine spill - heavy metal content and mobility in soils and sediments of the Guadiamar river valley (SW Spain). Science of the Total Environment 367 (2-3): 855-871.

LÓPEZ-BAREA, J. & GÓMEZ-ARIZA, J.L. (2006). Environmental Proteomics and Metallomics. Proteomics 6: S51 - S62.

LÓPEZ-RODAS, V., COSTAS, E., BANARES, E., GARCÍA-VILLADA, L., ALTAMIRANO, M., RICO, M., SALGADO, C. & FLORES-MOYA, A. (2006). Analysis of polygenic traits of *Microcystis aeruginosa* (Cyanobacteria) strains by Restricted Maximum Likelihood (REML) procedures: 2. Microcystin net production, photosynthesis and respiration. Phycologia 45 (3): 243-248.

MADEJÓN, P., MARAÑÓN, T. & MURILLO, J.M. (2006). Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. Science of The Total Environment 355 (1-3): 187-203.

- MADEJÓN, P., MURILLO, J., MARAÑÓN, T. & CABRERA, F. (2006). Bioaccumulation of trace elements in a wild grass three years after the Aznalcollar mine spill (south Spain). *Environmental Monitoring and Assessment* 14 (1-3): 169-189.
- MADEJÓN, P., MURILLO, J.M., MARAÑÓN, T., ESPINAR, J.L. & CABRERA, F. (2006). Accumulation of As, Cd and selected trace elements in tubers of *Scirpus maritimus* L. from Doñana marshes (South Spain). *Chemosphere* 64: 742-748.
- MARTIN-ATANCE, P., LEÓN-VIZCAINO, L., PALOMARES, F., REVILLA, E., GONZÁLEZ-CANDELA, M., CALZADA, J., CUBERO-PABLO, M.J. & DELIBES, M. (2006). Antibodies to *Mycobacterium bovis* in wild carnivores from Doñana National Park (Spain). *Journal of Wildlife Diseases* 42 (3): 704-708.
- MARTÍN-DÍAZ, M.L., RIBA, I., CASADO-MARTÍNEZ, M.C. & DELVALLSA, A. (2006). Bioavailability of metals in sediments from Spanish estuaries using *Carcinus maenas*. *Ciencias Marinas* 32 (2B): 412-420.
- MARTÍN-DÍAZ, M.L., TUBERTY, S.R., MCKENNEY, C.L., BLASCO, J., SARASQUETE, C. & DELVALLS, T.A. (2006). The use of bioaccumulation, biomarkers and histopathology diseases in *Procambarus clarkii* to establish bioavailability of Cd and Zn after a mining spill. *Environmental Monitoring and Assessment* 116 (1-3): 169-184.
- MATEO, R., TAGGART, M., GREEN, A., CRISTÓFOL, C., TAMIS, A., LEFRANC, H., FIGUEROLA, J. & MEHARG, A. (2006). Altered porphyrin excretion and histopathology of greylag geese (*Anser anser*) exposed to soil contaminated with lead and arsenic in the Guadalquivir Marshes, SW Spain. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25(1): 203-212.
- MORENO-GARRIDO, I., ROBWEILLE, N., RIBA, I. & DELVALLS, T.A. (2006). Toxicity of sediment from a mining spill to *Cylindrotheca closterium* (Ehremberg) Lewin and Reimann (Bacillariophyceae). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 76 (1): 66-72.
- OLIAS, M., CERÓN, J.C., MORAL, F. & RUIZ, F. (2006). Water quality of the Guadiamar River after the Aznalcollar spill (SW Spain). *Chemosphere* 2 (2): 213-225.
- ORTIZ-SANTALIESTRA, M.E., MARCO, A., FERNÁNDEZ, M.J. & LIZANA, M. (2006). Influence of developmental stage on sensitivity to ammonium nitrate of aquatic stages of amphibians. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25 (1): 105-111.
- PENTERIANI, V., FORTUNA, M.A., MELIAN, C.J., OTALORA, F. & FERRER, M. (2006). Can prey behaviour induce spatially synchronic aggregation of solitary predators?. *Oikos* 113 (3): 497-505.
- PERTOLDI, C., GARCÍA-PEREA, R., GODOY, J.A., DELIBES, M. & LOESCHCKE, V. (2006). Morphological consequences of range fragmentation and population decline on the endangered Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *Journal of Zoology* 268 (1): 73-86.

PERTOLDI, C., NEGRO, J.J., MUÑOZ, J., BARBANERA, F. & GARRIDO, H. (2006). Introduction or reintroduction? Last resorts for the latest bird to become extinct in Europe, the Andalusian hemipode *Turnix sylvatica sylvatica*. Biodiversity and Conservation 15 (12): 3895-3908.

PIZZO, A., ROGGERO, A., PALESTRINI, C., CERVELLA, P., DEL PERO, M. & ROLANDO, A. (2006). Genetic and morphological differentiation patterns between sister species: the case of *Onthophagus taurus* and *Onthophagus illyricus* (Coleoptera, Scarabaeidae). Biological Journal of the Linnean Society 89 (2): 197-211.

QUEROL, A., ALASTUEY, A., MORENO, N., ÁLVAREZ-AYUSO, E., GARCÍA-SÁNCHEZ, A., CAMA, J., AYORA, C. & SIMON, M. (2006). Immobilization of heavy metals in polluted soils by the addition of zeolitic material synthesized from coal fly ash. Chemosphere 62 (2): 171-180.

REINA, M., ESPINAR, J.L. & SERRANO, L. (2006). Sediment phosphate composition in relation to emergent macrophytes in the Doñana Marshes (SW Spain). Water Research 40: 1185-1190.

RIBA, I., DELVALLS, T.A., REYNOLDSON, T.B. & MILANI, D. (2006). Sediment quality in Rio Guadiamar (SW, Spain) after a tailing dam collapse: Contamination, toxicity and bioavailability. Environment International 32 (7): 891-900.

RICO, M., ALTAMIRANO, M., LÓPEZ-RODAS, V. & COSTAS, E. (2006). Analysis of polygenic traits of *Microcystis aeruginosa* (Cyanobacteria) strains by Restricted Maximum Likelihood (REML) procedures: 1. Size and shape of colonies and cells. Phycologia 45 (3): 237-242.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, H. & GREEN, A.J. (2006). Waterbird impacts on widgeongrass *Ruppia maritima* in a Mediterranean wetland: comparing bird groups and seasonal effects. Oikos 112 (3): 525-534.

ROMERO-RUIZ, A., CARRASCAL, M., ALHAMA, J., GÓMEZ-ARIZA, J.L., ABIAN, J. & LÓPEZ-BAREA, J. (2006). Utility of proteomics to assess pollutant response of clams from the Doñana bank of Guadalquivir Estuary (SW Spain). Proteomics 6: S245 - S255.

ROQUES, S., DIAZ-PANIAGUA, D., PORTHEAULT, A., PÉREZ-SANTIGOSA, N. & HIDALGO-VILA, J. (2006). Sperm storage and low incidence of multiple paternity in the European pond turtle, *Emys orbicularis*: A secure but costly strategy?. Biological Conservation 129 (2): 236-243.

ROTTING, T.S., CARRERA, J., BOLZICCO, J. & SALVANY, J.M. (2006). Stream-stage response tests and their joint interpretation with pumping tests. Ground Water 44 (3): 371-385.

RUIZ-LAGUNA, J., ABRIL, N., GARCÍA-BARRERA, T., GÓMEZ-ARIZA, J.L., LÓPEZ-BAREA, T. & PUEYO, C. (2006). Absolute transcript expression signatures of Cyp and Gst genes in *Mus spretus* to detect environmental contamination. Environmental Science & Technology 40 (11): 3646-3652.

RUIZ, J., GARCÍA-ISARCH, E., HUERTAS, I.E., PRIETO, L., JUAREZ, A., MUÑOZ, J.L., SÁNCHEZ-LAMADRID, A., RODRÍGUEZ-GÁLVEZ, S., NARANJO, J.M. & BALDO, F. (2006). Meteorological and oceanographic factors influencing *Engraulis encrasicolus* early life stages and catches in the Gulf of Cadiz . Deep-Sea Research Part II-Tropical Studies in Oceanography 53 (11-13): 1363-1376.

SAINZ, A. & RUIZ, F. (2006). Influence of the very polluted inputs of the Tinto-Odiel system on the adjacent littoral sediments of southwestern Spain: A statistical approach. Chemosphere 62 (10): 1612-1622.

SÁNCHEZ-RODAS, D., OLIVEIRA, V., SARMIENTO, A.M., GÓMEZ-ARIZA, J.L. & NIETO, J.M. (2006). Preservation procedures for arsenic speciation in a stream affected by acid mine drainage in southwestern Spain. Analytical and Bioanalytical Chemistry 384 (7-8): 1594-1599.

SOLE, M., KOPECKA, J. & DE LA PARRA, L.M.G. (2006). Seasonal variations of selected biomarkers in sand gobies *Pomatoschistus minutus* from the Guadalquivir estuary, southwest Spain. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 50 (2): 249-255.

TAGGART, M.A., FIGUEROLA, J., GREEN, A.J., MATEO, R., DEACON, C., OSBORN, D. & MEHARG, A.A. (2006). After the Aznalcóllar mine spill: Arsenic, zinc, selenium, lead and copper levels in the livers and bones of five waterfowl species. Environmental Research 100(3): 349-361.

TOVAR-SÁNCHEZ, A., HUERTA-DÍAZ, M.A., NEGRO, J.J., BRAVO, M.A. & SANUDO-WILHELMY, S.A. (2006). Metal contamination in interstitial waters of Doñana Park. Journal of Environmental Management 78 (3): 286-293.

VALLEJO, I., OJEDA, J. & MALVAREZ, G.C. (2006). Characterization and classification of the beach-dune system of the Doñana National Park, Southern Spain. Journal of Coastal Research , Special Issue 48: 112-117.

VANDERLINDER, K., ORDOÑEZ, R., POLO, M.J. & GIRALDEZ, J.V. (2006). Mapping residual pyrite after a mine spill using non co-located spatiotemporal observations. Journal of Environmental Quality 35 (1): 21-36.

VANDERLINDER, K., POLO, M.J., ORDOÑEZ, R. & GIRALDEZ, J.V. (2006). Spatiotemporal evolution of soil pH and zinc after the Aznalcollar mine spill. Journal of Environmental Quality 35 (1): 37-49.

VEGA-PLA, J.L., CALDERÓN, J., RODRÍGUEZ-GALLARDO, P.P., MARTÍNEZ, A.M. & RICO, C. (2006). Saving feral horse populations: does it really matter? A case study of wild horses from Doñana National Park in southern Spain. Animal Genetics 37 (6): 571-578.

VILAS, C., DRAKE, P. & PASCUAL, E. (2006). Oxygen consumption and osmoregulatory capacity in *Neomysis integer* reduce competition for resources among

mysid shrimp in a temperate estuary. *Physiological and Biochemical Zoology* 79 (5): 866-877.

Otras publicaciones científicas y técnicas

ANTÓN-PACHECO, C., MORENO, M.T., GUMIEL, J.C., MEDIAVILLA, C. & REBOLLO, A. (2006). Estudio de los humedales y de los usos del suelo en la comarca de Doñana y su entorno a partir de imágenes Landsat y AHS. Las aguas subterráneas en los países mediterráneo. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas. Nº 17: 383-391.

BAYÁN, B. (2006). Plan de regulación hídrica de las cuencas y cauces vertientes a las marismas del Parque Nacional de Doñana. En: Restauración hidrológica de humedales. Ponencias y consideraciones generales de la III Reunión Internacional sobre Restauración Hidrológica de Humedales (octubre, 2004). Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, 145-155.

CÁRDENAS, A.M. & HIDALGO, J.M. (2006). Contribución al conocimiento de los antícidos (Coleoptera: Anthicidae) del Parque Nacional de Doñana (España). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 38: 173-176.

DANA, E.D. & VIVA, S. (2006). *Stenopelmus rufinasus* Gyllenhal 1836 (Coleoptera: Eirirhinidae) naturalized in Spain. *Coleopterists Bulletin* 60 (1) : 41-42.

FERNÁNDEZ-DELGADO, C. (2006). Conservation Management of a European Natural Area. Doñana National Park, Spain. En: Principles of Conservation Biology. Third Edition, GROOM, M.J., MEFFE, G.K., RONALD, C. & CONTRIBUTORS (Eds.), Sunderland, Massachusetts, 536-543.

FERNÁNDEZ-ZAMUNDIO, R., CIRUJANO, S., NIETO, I., COBO, M.D., SOUSA, A., & GARCÍA-MURILLO, P. (2006). Novedades florísticas en el Parque Nacional de Doñana (SW España). *Acta Botánica Malacitana* 31: 191- 195.

GARCÍA, P., FERNÁNDEZ, R., CIRUJANO, S. & SOUSA, A. (2006). Aquatic macrophytes in Doñana protected area (SW Spain): An overview. *Limnetica* 25 (1-2): 71-80.

GREEN, A. (2006). La integración de los aspectos científicos en la restauración de los humedales. En: Restauración hidrológica de humedales. Ponencias y consideraciones generales de la III Reunión Internacional sobre Restauración Hidrológica de Humedales (octubre, 2004). Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, 299-300.

JUAN, R., PASTOR, J., FERNÁNDEZ, I. & DIOSDADO, J.C. (2006). Seedling emergence in the endangered *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) ball in southwest Spain. *Acta Biológica Cracoviensia Series Botánica* 48/2: 49-58.

LÓPEZ-RODAS, V., MANEIRO, E. & COSTAS, E. (2006). Adaptation of cyanobacteria and microalgae to extreme environmental changes derived from anthropogenic pollution. *Limnetica* 25 (1-2): 133-139.

MINTEGUI, J.A., ARISTIDE, M., ROBREDO, J.C. & MAO, L. (2006). Movilización versus estabilización de los sedimentos en los cursos sometidos a la dinámica torrencial. Análisis de dos casos: el río Cordon (Alpes Dolomitas, Italia) y el arroyo del Partido (Parque Nacional de Doñana, España). Serie Técnica, Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 143 pp.

MOLINA, F. & ARENAS, J.M. (2006). La restauración de los ecosistemas en el Corredor Verde del Guadiamar. En: Restauración hidrológica de humedales. Ponencias y consideraciones generales de la III Reunión Internacional sobre Restauración Hidrológica de Humedales (octubre, 2004). Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, 169-174.

OLÍAS, M., GONZÁLEZ, F., BOLÍVAR, J.P., GONZÁLEZ-LABAJO, J. & CERÓN, J.C. (2006). Variaciones verticales de la calidad del agua en el acuífero Almonte-Marismas (SO España). Las aguas subterráneas en los países mediterráneos. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas. Nº 17: 359-366.

OLIVEIRA, V., SARMIENTO, A.M., GÓMEZ-ARIZA, J.L., NIETO, J.M. & SÁNCHEZ-RODAS, D. (2006). New preservation method for inorganic arsenic speciation in acid mine drainage samples. *Talanta* 69: 1182-1189.

PÉREZ-SANTIGOSA, N., DÍAZ-PANIAGUA, C., HIDALGO-VILA, J., ROBLES, R., PÉREZ DE AYALA, J. M., REMEDIOS, M., BARROSO, J. L., VALDERRAMA, J., CORONEL, N., COBO, M. D. & BAÑULS, S. (2006). Trampas y plataformas de asoleamiento: la mejor combinación para erradicar galápagos exóticos. *Boletín de la Asociación Herpetologica Española* 17(2): 115-120.

ROMÁN, J., RUIZ, G., DELIBES, M. & REVILLA, E. (2006). Factores ambientales condicionantes de la presencia de la lagartija de Carbonell *Podacis carbonelli* (Pérez-Mellado, 1981) en la comarca de Doñana. *Animal Biodiversity and Conservation* 29 (1): 73-82.

ROMERALO, M. & LADO, C. (2006). Dictyostelids from Mediterranean forests of the south of Europe. *Mycological Progress* (2006) 5:231-241.

SERRANO, L., REINA, M., MARTÍN, G., TEYES, I., ARECHEDERRA, A., LEÓN, D. & TOJA, J. (2006). The aquatic systems of Doñana (SW Spain): watersheds and frontiers. *Limnetica* 25(1-2): 11-32.

SOUSA, A., GARCÍA-BARRÓN, L. & GARCÍA-MURILLO, P. (2006). Paludismo, cambios climáticos y humedales en el litoral oriental onubense. *Aestuarina* 9: 179-204.

SOUSA, A., GARCÍA-BARRÓN, L., MORALES, J. & GARCÍA-MURILLO, P. (2006). Post-Little Ice Age warming and desiccation of the continental wetlands of the aeolian sheet in the Huelva region (SW Spain). *Limnetica* 25 (1-2): 57-70.

SOUSA, A., GARCÍA-MURILLO, P., MORALES, J. & GARCÍA-BARRÓN, L. (2006). Los humedales del SW de España (litoral oriental onubense) como vínculo entre la malaria y los cambios climáticos más recientes. En: *Clima, sociedad y medio ambiente*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) serie A, nº 5. Cuadrats. et al. (Eds.). Zaragoza, 709-719.

VALLEJO, I. & MÁRQUEZ, J. (2006). Doñana active dune system: an example of fragile equilibrium ecosystem in the Mediterranean environment. *Publicaciones Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 101: 31-38.

Publicaciones de divulgación

ARROYO, J.L. (2006). La estación de anillamiento de Manecorro (Parque Nacional de Doñana, Huelva): anillamiento de paseriformes durante la migración postnupcial (1994-2005). *Revista de Anillamiento*, nº 13-14: 56-66.

CARRANZA, J. (2006). Sistema de apareamiento del ciervo en Doñana. *Quercus* 242: 41-45.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2006). *Parque Nacional y Parque Natural de Doñana. Una Planificación Integrada*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 42 pp + CD.

COVES, F. (2006). Un nuevo PDS para Doñana. *Ambienta* 51: 79.

GARCIA NOVO, F. (2006). Doñana, ecológica y percepción de un paisaje singular: discurso de ingreso en la Academia de Ciencias Sociales y del Medio Ambiente de Andalucía, 100pp.

HIRALDO, F (2006). Investigación y Seguimiento en el proyecto Doñana 2005. *Revista del Proyecto para la Regeneración Hídrica del Parque Nacional de Doñana*. Doñana 2005, 7: 10-11.

IBÁÑEZ, F. (2006). Observatorio de la naturaleza: Vuelve el agua a la marisma de Doñana. *Quercus* 242: 38-39.

LÓPEZ, A., NOGUÉ, J. & ORTEGA, N. (2006). Representaciones culturales del paisaje. Y una excursión por Doñana. Ediciones de la Universidad Autónoma Asociación de Geógrafos Españoles, Madrid, 350pp.

LÓPEZ, U. & GIL, L. (2006). La diversidad en las especies forestales: un cambio de escala. El ejemplo del alcornoque. *Ecosistemas* 2.

REDACCIÓN REVISTA DOÑANA 2005 (2006). Las gentes de Doñana construyen su Plan de Desarrollo Sostenible. *Revista del Proyecto para la Regeneración Hídrica del Parque Nacional de Doñana*. Doñana 2005, 7: 16-17.

SUAREZ, A. (2006). La prolongación de la Montaña del Río se eliminará en dos fases a partir de 2007. Revista del Proyecto para la Regeneración Hídrica del Parque Nacional de Doñana. Doñana 2005, 7: 5.

SUAREZ, A. (2006). La riqueza natural de Doñana merece un pacto de lealtad del entorno. Entrevista a Hermelindo Castro, Coordinador General del proyecto Doñana 2005. Revista del Proyecto para la Regeneración Hídrica del Parque Nacional de Doñana. Doñana 2005, 7: 6-8.

VARIOS AUTORES (2006). La Regeneración de la Marisma. Quercus 243. Suplemento: La regeneración de Doñana. Doñana 2005, Corredor Verde del Guadiamar, 34 pp.

Informes sin publicar

AGUILERA, E., GREEN, A., RENDÓN, M.A. & ALMARAZ, P. (2006). Análisis de los patrones espaciales y temporales de las poblaciones de las aves acuáticas invernantes en Doñana. Memoria final del subproyecto incluido dentro del Proyecto: Reconstrucción de las fluctuaciones poblacionales de las aves de Doñana a lo largo de las tres últimas décadas presentada al Parque Nacional del Doñana.

BLADÉ, E. & DE POURCQ, K. (2006). Modelo numérico. En: Estudio de la hidrodinámica de la marisma de Doñana. Avance de resultados. Informe sin publicar, 19pp.

BUSTAMANTE, J., DÍAZ-DELGADO, R., ARAGONÉS, D. & PACIOS, F. (2006). Cambios en la dinámica hídrica de la marisma de Doñana. Memoria final. Anexo 1y Anexo 2. Memoria final del subproyecto incluido dentro del Proyecto: Reconstrucción de las fluctuaciones poblacionales de las aves de Doñana a lo largo de las tres últimas décadas presentada al Parque Nacional del Doñana.

CAMBRONERO, G. & DE POURCQ, K. (2006). Modelo digital del terreno de la Marisma de Doñana obtenido a partir de un vuelo láser escáner (LIDAR). En: Estudio de la hidrodinámica de la marisma de Doñana. Avance de resultados. Informe sin publicar, 59pp.

CERDÁ, X. (2006). Efecto de una especie invasora, *Linepithema humile*, la hormiga argentina, sobre la biodiversidad del Parque Nacional de Doñana. Informe presentado al Organismo Autónomo de Parques Nacionales del Ministerio de Medio Ambiente.

CUSTODIO, E. (2006). El agua en Doñana: una perspectiva general. Informe presentado para el Plan de Desarrollo Sostenible.

CUSTODIO, E., DOLZ, J. & MANZANO, M. (2006). Recursos de agua de la Comarca de Doñana. Informe presentado para el Plan de Desarrollo Sostenible.

CHANS, J.J., GARRIDO, S. & CALDERÓN, J. (2006). Informe sobre la Biodiversidad de Doñana. Listado de organismos. Versión 0. Informe entregado como parte de la

Memoria final del Convenio con el Organismo de Parques Nacionales, para el Diseño de un Programa de Seguimiento del Parque Nacional de Doñana. Informe no publicado, 93 pp.

DÍAZ-DELGADO, R. (2006). Evento de mortalidad en la vegetación terrestre del Parque Nacional de Doñana. Informe sin publicar de la EBD.

DOLZ, J. & BLADÉ, E. (2006). Imágenes de la presentación. En: Estudio de la hidrodinámica de la marisma de Doñana. Avance de resultados. Informe sin publicar, 13pp.

EQUIPO DE SEGUIMIENTO DE PROCESOS NATURALES (EBD) (2006). Diseño y puesta a punto del programa de seguimiento de procesos y recursos naturales en el Parque Nacional de Doñana. Memoria final del proyecto .

FERRER, M., DONÁZAR, J.A., CASADO, E., NEWTON, I. & SERGIO, F. (2006). Tendencias poblacionales de aves rapaces. Memoria final del subproyecto incluido dentro del Proyecto: Reconstrucción de las fluctuaciones poblacionales de las aves de Doñana a lo largo de las tres últimas décadas presentada al Parque Nacional del Doñana.

GILI, J.A. (investigador responsable) (2006). Gestión de Recursos hídricos y conservación de los humedales del manto eólico litoral de Doñana (M.A.D.R.E. 2). Subproyecto 2: Análisis de la dinámica del sistema acuífero de Doñana y sus relaciones con la evolución reciente del modelado dunar y con los usos del terreno y del acuífero. Memoria final del proyecto presentada al Ministerio de Educación y Ciencia.

GREEN, A. (2006). Ecología del morito en Doñana: implicaciones para la conservación y gestión del Parque Nacional y su entorno. Informe presentado al Organismo Autónomo de Parques Nacionales del Ministerio de Medio Ambiente, 26 pp.

MARTÍ, B. (2006). Monitorización de las Marismas del Parque Nacional de Doñana mediante imágenes ASAR de ENVISAT. En: Estudio de la hidrodinámica de la marisma de Doñana. Avance de resultados. Informe sin publicar, 25pp.

MILLÁN, J. & DELIBES, M. (2006). Estudio sanitario del lince ibérico y especies asociadas. Informe incluido en el Programa de Actuaciones para la Conservación del Lince Ibérico en Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 93pp.

NIÑEROLA, D. & RABADÁ, J. (2006). Red de medida de campo. En: Estudio de la hidrodinámica de la marisma de Doñana. Avance de resultados. Informe sin publicar, 14pp.

PALANCAR, M. (2006). Informe de la piezometría del acuífero Almonte Marismas, U.H.- 05.51 año hidrológico 2004-2005. Informe sin publicar de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

PENTERIANI, V., MORA, O. & DELGADO, M.M. (2006). 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. Primer Informe. Informe sin publicar presentado a la Consejería de Medio Ambiente.

REVILLA, E., RODRÍGUEZ, A., ROMÁN, J. & PALOMARES, F. (2006). Estrategias de manejo para la conservación del lince ibérico en Doñana: manejo adaptativo y análisis de viabilidad de poblaciones. Informe presentado al Organismo Autónomo de Parques Nacionales, 99pp.

ROMÁN, J. & PALOMARES, F. (2006). Seguimiento científico de las actuaciones del proyecto Life-Naturaleza "Recuperación de las poblaciones de lince ibérico en Andalucía. Life 02NAT/8609". Informe sin publicar presentado a la Consejería de Medio Ambiente.

SABA, G. & FERRER, M. (2006). Seguimiento científico de la Aguilas Imperiales de Doñana. Informe parcial octubre. Inédito.

WWF/ADENA (2006). Problemas Ambientales de la Comarca de Doñana. Informe sin publicar de WWF/Adena, 48pp.

WWF/ADENA (2006). Doñana y el cambio climático: propuestas para la mitigación de los efectos. Informe sin publicar de WWF/Adena, 63pp.

WWF/ADENA (2006). Efectos ambientales del PDR Andalucía en Doñana. Informe sin publicar de WWF/Adena, 8pp.

WWF/ADENA (2006). Fresa y Naturaleza en Doñana. Informe sin publicar de WWF/Adena, 13pp.

ANEXO 3. Tesis

AUTOR: BELTRÁN MIRALLES, MANUEL

TÍTULO: Development of water balance models of the Doñana marshes using remote sensing determination of their flood extent

DIRECTOR: Sue White (Univ. Cranfield) y Javier Bustamante (EBD)

CENTRO: Universidad de Cranfield

TIPO: Tesis de Maestría

AUTOR: BONILLA VALVERDE, DANIEL

TÍTULO: Contaminación en Doñana: biomarcadores bioquímicos y proteómica en el ratón moruno (*Mus spretus*) y en el gorrión común (*Passer domesticus*)

DIRECTOR: Juan López Barea y Julia Ruiz Laguna

CENTRO: Universidad de Córdoba

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: CAMBRONERO SERENTILL, GABRIEL

TÍTULO: Evaluación del avance de las cadenas de dunas del manto eólico litoral del Parque Nacional de Doñana

DIRECTOR: José A. Gili Ripoll & Carol Puig Polo

CENTRO: Universidad Politécnica de Cataluña

TIPO: Tesis de Licenciatura

AUTOR: DURÁN SALADO, ISABEL

TÍTULO: Territorio, recurso y espacios naturales: el caso de Doñana

DIRECTOR: Encarnación Aguilar Criado

CENTRO: Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Sevilla

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: HIDALGO-VILA, J.H.

TÍTULO: Hematología y perfil bioquímico sanguíneo en las especies de galápagos *Mauremys leprosa* y *Emys orbicularis*. Aspectos sanitarios y evaluación de la introducción de la especie exótica *Trachemys scripta elegans* sobre la fauna autóctona

DIRECTOR: Carmen Diaz Paniagua

CENTRO: Universidad de Sevilla

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: MARANGONI, FEDERICO

TÍTULO: Variación clinal en el tamaño del cuerpo a escala microgeográfica en dos especies de anuros (*Pelobates cultripes* y *Bufo calamita*)

DIRECTOR: Miguel Tejedo

CENTRO: Universidad de Sevilla

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: NÚÑEZ ANDRÉS, AMPARO

TÍTULO: Determinación del Geoide de Alta Precisión en áreas de pequeña extensión. Aplicación al Parque Nacional de Doñana

DIRECTOR: José A. Gili & Angel Martín

CENTRO: Universidad Politécnica de Cataluña

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: OLIVEIRA DE CAMPOS, VANESA

TÍTULO: Especiación de Arsénico en muestras medioambientales y alimenticias mediante acoplamiento HPLC-UV-HG-AFS

DIRECTOR: J.L. Gómez Ariza y D. Sánchez-Rodas

CENTRO: Universidad de Huelva

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: RODRÍGUEZ PÉREZ, HÉCTOR

TÍTULO: Efectos de las aves acuáticas sobre los macrófitos y los invertebrados en las marismas de Doñana

DIRECTOR: Andy J. Green

CENTRO: Estación Biológica de Doñana

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: ROMERO RUIZ, ANTONIO

TÍTULO: Efectos biológicos del vertido de Aznalcóllar: Nuevas metodologías analíticas y proteómicas

DIRECTOR: Juan López-Barea, José Alhama Carmona y Joaquín Abián Moñux

CENTRO: Universidad de Córdoba

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: SANZ MARTÍN, MARÍA JESÚS

TÍTULO: Filogenia molecular de las liebres ibéricas ("*Lepus castroviejoï*", "*Lepus europaeus*", "*Lepus granatensis*"), a partir del ADN mitocondrial

DIRECTOR: Gonzalo Pérez Suárez y Enrique P. Lessa Gallinal

CENTRO: Universidad de Alcalá

TIPO: Tesis Doctoral

AUTOR: LEFRANC, HUGUES

TÍTULO: Le saturnisme des oies cendrées dans les marais du Guadalquivir

DIRECTOR: Roger Prodon y Fernando Hiraldo

CENTRO: EPHE Montpellier

TIPO: Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes

ANEXO 4. Congresos, reuniones, seminarios

NOMBRE DEL EVENTO: XV Reunion Científica de la Sociedad Española de Mutagénesis Ambiental

LUGAR Y FECHA: Córdoba (España), Junio 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Identificación en bivalvos de proteínas alteradas por la contaminación

Autor/es: ALHAMA, J., ROMERO-RUIZ, A., CARRASCAL, M., ABIÁN, J. & LÓPEZ-BAREA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, 3 al 7 de septiembre de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Presentación del Programa de Seguimiento de anfibios y Reptiles en el Parque Nacional de Doñana

Autor/es: ANDREU, A.C., PAZ, D. & ROMAN, I.

NOMBRE DEL EVENTO: XV Reunion Científica de la Sociedad Española de Mutagénesis Ambiental

LUGAR Y FECHA: Córdoba (España), Junio 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Biomarcadores bioquímicos y análisis proteómicos en ratón moruno para evaluar la contaminación potencial de Doñana

Autor/es: BONILLA-VALVERDE, D., RUIZ-LAGUNA, J., MONTES-NIETO, R., BALLESTEROS-BARROS, J., GÓMEZ-ARIZA, J.L., & LÓPEZ-BAREA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: European Congress of Conservation Biology

LUGAR Y FECHA: Eger, Hungría. 22-26 Agosto 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Historical dynamics of the flooding regime of the Doñana marshes analyzed with predictive models

Autor/es: BUSTAMANTE, J., DÍAZ-DELGADO, R., PACIOS, F. & ARAGONÉS, D.

NOMBRE DEL EVENTO: GlobWetlands: Looking at Wetlands from Space

LUGAR Y FECHA: Frascati, Roma, Italia, 19-20 octubre 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Hydroperiod of Doñana marshes: natural or anthropic origin of inundation regime?

Autor/es: BUSTAMANTE, J., PACIOS, F., DÍAZ-DELGADO, R. & ARAGONÉS, D.

NOMBRE DEL EVENTO: GlobWetlands: Looking at Wetlands from Space

LUGAR Y FECHA: Frascati, Roma, Italia, 19-20 octubre 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Predictive models of turbidity and water depth in the Doñana marshes using landsat TM and ETM+ images

Autor/es: BUSTAMANTE, J., PACIOS, F., DÍAZ-DELGADO, R. & ARAGONÉS, D.

NOMBRE DEL EVENTO: The International Compositae Alliance

LUGAR Y FECHA: Barcelona, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Does introgressive hybridization endanger the conservation of *Onopordum dissectum* Murb.?

Autor/es: CASIMIRO-SORIGUER, R., BALAO.F.J., GARCÍA-CASTAÑO, J.L., TERRAB, A. & TALAVERA, S.

NOMBRE DEL EVENTO: The IUSSI 2006 Congress. Symposium 14: Ant communities and biodiversity: community ecology

LUGAR Y FECHA: Washington, 3 Agosto 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Linking temperature and invasibility: critical thermal limits and ant community organization

Autor/es: CERDÁ, X.

NOMBRE DEL EVENTO: 1st European Congress of Conservation Biology: "Diversity for Europe"

LUGAR Y FECHA: Eger, Hungary, August 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN:

TÍTULO: Use of an exotic species (*Procambarus clarkii*) to assess bioavailability of heavy metals in the Guadiamar River (SW, Spain)

Autor/es: CREHUET, M., ALCORLO, P., BALTANÁS, A., BRAVO, M.A. & MONTES, C.

NOMBRE DEL EVENTO: Jornada para la presentación de la iniciativa europea "INSPIRE" y el desarrollo de la infraestructura de datos espaciales de España (IDEE): Su aplicación en el CSIC

LUGAR Y FECHA: Madrid, 8 de junio de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Servidor de mapas de cartografía digital de seguimiento del Parque Nacional de Doñana

Autor/es: DÍAZ-DELGADO, R.

NOMBRE DEL EVENTO: 2006 IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium & 27th Canadian Symposium on Remote Sensing (IGARSS2006)

LUGAR Y FECHA: Denver, Colorado, EE.UU., 31 julio-4 agosto 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Determining water body characteristics of Doñana shallow marshes through remote sensing

Autor/es: DÍAZ-DELGADO, R., BUSTAMANTE, J., ARAGONES, D. & PACIOS, F.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional sobre especies exóticas invasoras

LUGAR Y FECHA: León, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: La venta de crías de galápagos como origen de la invasión de *Trachemys scripta elegans* en España. Análisis de la población cautiva y necesidades de control

Autor/es: DÍAZ-PANIAGUA, C., HIDALGO-VILA, J. & PÉREZ-SANTIGOSA, N.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional sobre especies exóticas invasoras

LUGAR Y FECHA: León, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Demografía de una población naturalizada: Historia de la colonización de TSE en dos lagunas de la provincia de Huelva

Autor/es: DÍAZ-PANIAGUA, C., PÉREZ-SANTIGOSA, N. & HIDALGO-VILA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional sobre especies exóticas invasoras

LUGAR Y FECHA: León, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Demografía de una población naturalizada de galápagos exóticos: Historia de la colonización de *Trachemys scripta elegans* en dos lagunas de la provincia de Huelva

Autor/es: DÍAZ-PANIAGUA, C., PÉREZ-SANTIGOSA, N. & HIDALGO-VILA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español 1 de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Depredadores de los anfibios de Doñana: Análisis cualitativo

Autor/es: DÍAZ-PANIAGUA, C., PORTHEAULT, A. & GÓMEZ-RODRIGUEZ, C.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional sobre especies exóticas invasoras

LUGAR Y FECHA: León, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN:

TÍTULO: Datos preliminares sobre la biología y ecología de *Azolla filiculoides* en el Parque Nacional de Doñana

Autor/es: FERNÁNDEZ ZAMUDIO, R., CIRUJANO, S., ESPINAR, J.M., RUBIO, A., LÓPEZ BRAVO, M.J., LOBO, M.D. & GARCÍA MURILLO, P.

NOMBRE DEL EVENTO: 6TH INTERNATIONAL DEER BIOLOGY CONGRESS

LUGAR Y FECHA: Praga, República Checa, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Phylogeography of Iberian red deer populations and their relationships with main European red deer lineages

Autor/es: FERNÁNDEZ-GARCÍA, J. L., MARTÍNEZ, J.G., CASTILLO, L. & CARRANZA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, Octubre de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: ¿Son las larvas de anfibios capaces de aclimatarse a cambios graduales de la salinidad del agua?

Autor/es: GALINDO-ORDÓÑEZ, R.C. & MARCO, A.

NOMBRE DEL EVENTO: X Reunión GRASEQA 2006. "El análisis y la industria alimentaria"

LUGAR Y FECHA: Cádiz 8-9 junio 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Evaluación de la presencia de contaminantes ambientales en sangre, plumas e hígados de espátulas (*Platalea leucorodia*) de zonas protegidas de Andalucía

Autor/es: GÓMEZ-ARIZA, J.L., SANDÍA-SOTO, J.D., BELLIDO-MARTÍN, A.B., GARCÍA-BARRERA, T. & DE LE COURT, C.

NOMBRE DEL EVENTO: "Ecosystems and human well-being", International Society of Ecological Economics

LUGAR Y FECHA: Nueva Delhi, India, Diciembre 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Ecosystem services loss derived from land use homogenization in Mediterranean multifunctional landscapes

Autor/es: GÓMEZ-BAGGETHUN, E.N., MARTÍN-LÓPEZ, B., LOMAS, P.L. & MONTES, C.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español 1 de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Aplicación de la teledetección en la caracterización de hábitats reproductivos de los anfibios: utilidades de un sensor hiperespectral (AHS)

Autor/es: GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., DÍAZ-PANIAGUA, C., KOPONEN, S. & PORTHEAULT, A.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español 1 de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Cartografía de la distribución de los anfibios y sus hábitats reproductivos en el Parque Nacional de Doñana

Autor/es: GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., DÍAZ-PANIAGUA, C., PORTHEAULT, A. & DE VRIES, W.

NOMBRE DEL EVENTO: 6th International Congress of the European Society of Ecological Economics

LUGAR Y FECHA: Lisboa, Portugal, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Resilience management towards sustainability: preserving natural capital in the Doñana social-ecological system. A case study in the Mediterranean context

Autor/es: GÓMEZ, E., MARTÍN, B., LOMAS, P., ZORRILLA, P., LOUIT, C. & MONTES, C.

NOMBRE DEL EVENTO: Vth International Workshop "Natural Radiation and Environment"

LUGAR Y FECHA: Universidad de Valladolid, 3-7 de julio de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: U-isotopes determination in waters from Almonte-Marismas aquifer

Autor/es: GONZÁLEZ-LABAJO, J., GONZÁLEZ-GARCÍA, F., OLÍAS, M. & BOLÍVAR, J.P.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español 1 de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Evaluación de los riesgos sanitarios asociados a la invasión por galápagos exóticos

Autor/es: HIDALGO-VILA, J., DÍAZ-PANIAGUA, C., PÉREZ-SANTIGOSA, N., RUIZ, X., MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. & VIZCAINO, L.L.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Tasas de infección por *Salmonella* en *Testudo graeca*. Comparación entre la población de Doñana y dos poblaciones de Marruecos

Autor/es: HIDALGO-VILA, J., DIAZ-PANIAGUA, C., PORTHEAULT, A., DE FRUTOS, C., JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C., EL MOUDEN, H. & SLIMANI, T.

NOMBRE DEL EVENTO: Workshop "New Techniques in Aquatic Biomonitoring Programmes", EUROTOX 2006

LUGAR Y FECHA: Cavtat-Dubrovnik (Croatia) Sept 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Proteomics: in search of new pollution biomarkers

Autor/es: LÓPEZ-BAREA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: Post-Graduate Course on Environmental Proteomics

LUGAR Y FECHA: University of Algarve, Faro (Portugal) Sept 2006.

TIPO DE PARTICIPACIÓN:

TÍTULO: Environmental Proteomics: assessment of Doñana status in rodents, crayfish and bivalves and exposure to model pollutants

Autor/es: LÓPEZ-BAREA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: II Congreso Nacional sobre especies exóticas invasoras

LUGAR Y FECHA: León, España, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: El valor económico como indicador de la amenaza de las especies invasoras. El caso del Parque Nacional y Natural de Doñana

Autor/es: LLORENTE, M., MARTÍN LÓPEZ, B., ALCORLO, P., BALTANÁS, A. & MONTES, C.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, Octubre de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Efecto de la radiación ultravioleta-B sobre anfibios ibéricos en humedales costeros

Autor/es: MACÍAS, G. & MARCO, A.

NOMBRE DEL EVENTO: 1st SWIM-SWICA, 19th Salt Water Intrusion Meeting and 3rd Salt Water Intrusion in Coastal Aquifers

LUGAR Y FECHA: Chia Laguna, Cerdeña, septiembre de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Pleistocene saline groundwater in the Doñana aquifer system (SW Spain)

Autor/es: MANZANO, M., CUSTODIO, E. & LOOSLI, H.H.

NOMBRE DEL EVENTO: Integrated Water Resources Management and Challenges of the Sustainable Development

LUGAR Y FECHA: Marrakech, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Relationships between wetlands hydrology and the Doñana Coastal aquifer (SW Spain)

Autor/es: MANZANO, M., CUSTODIO, E., MONTES, C. & BORJA, F.

NOMBRE DEL EVENTO: 5º Asamblea Hispano-Lusa de Geodesia y Geofísica

LUGAR Y FECHA: Sevilla, febrero de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Origin of dissolved sulphate in the alluvial aquifer affected by the breakdown of the pyritic tailings basin of the Aznalcóllar mining area (Sevilla, Spain)

Autor/es: MANZANO, M., SOLER, A. & CUSTODIO, E.

NOMBRE DEL EVENTO: 1er Congreso Nacional sobre la Conservación de la Biodiversidad. BIONATURA

LUGAR Y FECHA: Madrid 22-24 de Mayo de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: La fauna más discreta; declive global de anfibios

Autor/es: MARCO, A.

NOMBRE DEL EVENTO: Talleres Científicos para Jóvenes Investigadores

LUGAR Y FECHA: Parador Nacional de Carmona, Carmona (Sevilla) 26 Febrero - 2 Marzo 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Conferencia

TÍTULO: Influence of climate change on terrestrial embryonic development of ectotherm vertebrates. Understanding impacts of climate change on terrestrial ecosystems

Autor/es: MARCO, A.

NOMBRE DEL EVENTO: VI Conferencia Atlántica del Medio Ambiente

LUGAR Y FECHA: Fuerteventura, 27-30 de Abril de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Conferencia

TÍTULO: Importancia del litoral español para la protección de las tortugas marinas

Autor/es: MARCO, A.

NOMBRE DEL EVENTO: GlobWetlands: Looking at Wetlands from Space

LUGAR Y FECHA: Frascati, Roma, Italia, 19-20 octubre 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Monitoring of the flooding and dry-out processes in Doñana National Park for the calibration, refinement and operation of the hydrodynamic model of its marshes

Autor/es: MARTI-CARDONA, B., DOLZ-RIPOLLES, J. & GILI-RIPOLL, J.

NOMBRE DEL EVENTO: "Ecosystems and human well-being", International Society of Ecological Economics

LUGAR Y FECHA: Nueva Delhi, India, Diciembre 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: A general framework for the valuation of the economic value of biodiversity

Autor/es: MARTÍN-LÓPEZ, B., GÓMEZ-BAGGETHUN, E.N., LOMAS, P.L. & MONTES, C.

NOMBRE DEL EVENTO: 1st International Conference of the Importance of Biodiversity to Human Health

LUGAR Y FECHA: Galway, Irlanda, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Are we making useful science for biodiversity management?

Autor/es: MARTÍN, B., LOMAS, P., LOUIT, C., GÓMEZ, E., ZORRILLA, P. & MONTES, C.

NOMBRE DEL EVENTO: XV Reunion Científica de la Sociedad Española de Mutagénesis Ambiental

LUGAR Y FECHA: Córdoba (España), Junio 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Proteómica ambiental en ratones de zonas contaminadas de Andalucía

Autor/es: MONTES-NIETO, R., FUENTES-ALMAGRO, C., BONILLA-VALVERDE, D., CHICANO-GÁLVEZ, E., PUEYO, C. & LÓPEZ-BAREA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: 26th Sea Turtle Symposium. International Sea Turtle Society

LUGAR Y FECHA: Island of Crete, Greece, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Transatlantic migration of juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*): latitudinal influence

Autor/es: MONZÓN-ARGÜELLO, C., MARCO, A., RICO, C., CARRERAS, C., CALABUIG, P., & LÓPEZ-JURADO, L.F.

NOMBRE DEL EVENTO: AQUAinMED-06

LUGAR Y FECHA: Málaga, 24-28 de abril de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Variaciones verticales de la calidad del agua en el acuífero Almonte-Marismas (SO España)

Autor/es: OLÍAS, M., GONZÁLEZ, F., BOLÍVAR, J.P., GONZÁLEZ-LABAJO, J. & CERÓN, J.C.

NOMBRE DEL EVENTO: GlobWetlands: Looking at Wetlands from Space

LUGAR Y FECHA: Frascati, Roma, Italia, 19-20 octubre 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Are landsat TM/ETM images useful for monitorin inundation level?

Autor/es: PACIOS, F., BUSTAMANTE, J., DÍAZ-DELGADO, R. & ARAGONÉS, D.

NOMBRE DEL EVENTO: 6TH INTERNATIONAL DEER BIOLOGY CONGRESS

LUGAR Y FECHA: Praga, República Checa, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Modelling the influence of resources on the distribution and aggregation of red deer hinds during the rut: implications for mating systems and management

Autor/es: PÉREZ-GONZÁLEZ, J., BARBOSA, A.M. & CARRANZA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español 1 de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, 3 al 7 de septiembre 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Ponencia

TÍTULO: Biología de la reproducción de *Trachemys scripta elegans* en poblaciones naturalizadas del Suroeste de España

Autor/es: PÉREZ-SANTIGOSA, N., DÍAZ-PANIAGUA, C., HIDALGO-VILA, J., MARCO, A. & ANDREU, A.C.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español 1 de Herpetología

LUGAR Y FECHA: San Sebastián, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Alimentación del galápagó exótico, *Trachemys scripta elegans*, en poblaciones naturalizadas del Sur de España

Autor/es: PÉREZ-SANTIGOSA, N., FLORENCIO, M., DÍAZ-PANIAGUA, C. & HIDALGO-VILA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: IX Congreso Luso-Español y XIII Congreso Español de Herpetología

LUGAR Y FECHA: 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Optimización de los métodos de detección, captura y eliminación de galápagos exóticos en el medio natural

Autor/es: PÉREZ-SANTIGOSA, N., HIDALGO-VILA, J., PORTHEAULT, A., RUIZ, X., CONEJO, A. & DÍAZ-PANIAGUA, C

NOMBRE DEL EVENTO: 6th International Congress on Extremophiles

LUGAR Y FECHA: Brest, France, 17-21 de Septiembre de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN:

TÍTULO: Microbial Fe-rich films on surface waters at Doñana National Park

Autor/es: PORTILLO, M.C., REINA, M., SERRANO, L. & GONZÁLEZ, J.M.

NOMBRE DEL EVENTO: 4th International Workshop "Bioavailability of pollutants and soil remediation"

LUGAR Y FECHA: Sevilla, 10-13 de septiembre de 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Role of specific microbial communities on the bioavailability of iron in Doñana National Park

Autor/es: PORTILLO, M.C., REINA, M., SERRANO, L., GONZÁLEZ, J.M. & SAIZ-JIMÉNEZ, C.

NOMBRE DEL EVENTO: 26th Sea Turtle Symposium. International Sea Turtle Society

LUGAR Y FECHA: Island of Crete, Greece, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Is Gibraltar Strait a barrier for the dispersal of Mediterranean loggerhead sea turtles?

Autor/es: REVELLES, M., CARRERAS, C., CARDONA, L., MARCO, A., BENTIVEGNA, F., RICO, C., ROQUES, S., CASTILLO, J.J., DE MARTINO, G., SMITH, M.B., PASCUAL, M. & AGUILAR, A.

NOMBRE DEL EVENTO: XI CONGRESO NACIONAL Y VIII IBEROAMERICANO DE ETOLOGÍA

LUGAR Y FECHA: Tenerife, España, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Areas de campeo del ciervo (*Cervus elpahus hispanicus*) en el Parque Nacional de Doñana

Autor/es: SÁNCHEZ-PRIETO, C.B. & CARRANZA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: 6TH INTERNATIONAL DEER BIOLOGY CONGRESS

LUGAR Y FECHA: Praga, República Checa, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Effects of small barriers on habitat use in red deer

Autor/es: SÁNCHEZ-PRIETO, C.B., CARRANZA, J., ALARCOS, S. & MATEOS, C.

NOMBRE DEL EVENTO: The International Compositae Alliance

LUGAR Y FECHA: Barcelona, 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Molecular phylogeny of the Western Mediterranean populations of *Onopordum sibthorpiatum* sensu Rouy.

Autor/es: TERRAB, A., BALAO, F.J., CASIMIRO-SORIGUER, R., SAMUEL, R., GARCÍA-CASTAÑO, J.L., CANO, J. & TALAVERA, S.

NOMBRE DEL EVENTO: XV Reunion Científica de la Sociedad Española de Mutagénesis Ambiental

LUGAR Y FECHA: Córdoba (España), Junio 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación

TÍTULO: Estudios con biomarcadores y analisis proteómicos en cangrejos de río

Autor/es: VIOQUE-FERNÁNDEZ, A., ALVES DE ALMEIDA, E. & LÓPEZ-BAREA, J.

NOMBRE DEL EVENTO: 1st Annual Meeting of the Society of Wetland Scientists-Europe

LUGAR Y FECHA: Bangor (Reino Unido), enero 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Hydrologic and vegetation changes over a 16-year period in the Doñana N. P. (SW Spain)

Autor/es: ZUNZUNEGUI, M., ESQUIVIAS-SEGURA, P. & SERRANO, L.

NOMBRE DEL EVENTO: XIII Congreso Español de Limnología

LUGAR Y FECHA: Barcelona (España), julio 2006

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

TÍTULO: Hydrologic and vegetation changes over a 16-year period in the Doñana N. P. (SW Spain)

Autor/es: ZUNZUNEGUI, M., ESQUIVIAS-SEGURA, P. & SERRANO, L.

ANEXO 5



INFORME DE LA PIEZOMETRIA DEL ACUIFERO ALMONTE MARISMAS U.H.-05.51 AÑO HIDROLOGICO 2005 - 2006

1.- INTRODUCCION

La red oficial de control de las aguas subterráneas del acuífero 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 el año 1995 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 actual 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.

La precipitación del año 2005/2006 ha sido de 506 mm. Lo que representa un valor muy similar a la media.

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 2006 y octubre 2005

Como no podía ser de otra forma las medidas piezométricas del mes de octubre del año 2006 son por lo general menos profundas que las del año 2005, es decir, el agua está mas cercana a la superficie.



Ello es absolutamente lógico pues el año hidrológico septiembre 2004-septiembre 2005 ha sido el año más seco de la serie y por consiguiente el año 2005/2006 con una pluviometría muy superior al anterior ha dado lugar a una mejoría del conjunto. El 74 % de los puntos medidos dan valores de profundidad del nivel de agua menores en octubre de 2006 que en octubre de 2005, lo que indica una recuperación de niveles en un 74 % del conjunto de puntos medidos.

Sin embargo la mejoría no es completa y ello puede ser achacable a la inercia de las aguas subterráneas que ralentizan los movimientos de equilibrio.

3.2 .-Comparación entre lecturas de octubre 2006 y octubre 2000

El año hidrológico 1998/1999 puede considerarse similar al año 2004/2005.

Ambos años fueron muy secos.

Pluviometría media año 1998/1999 = 214 mm.

Pluviometría media año 2004/2005 = 175 mm.

Y ambos fueron precedidos de años de pluviometría superior a la media (525 mm.)

| 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 |

Los años 1999/2000 y 2005/2006 pueden considerarse similares pues son años de una pluviometría similar a la media, tras un año de una pluviometría muy escasa.

El analisis de la comparación entre las lecturas piezometricas del mes de octubre de ambos años nos indica que el 47 % de los puntos comparables entre ambas fechas presentan niveles mas bajos en octubre de 2006 que en octubre 2000. Es decir que existen, aproximadamente, tantos puntos mas altos en 2006 como puntos mas bajos (53%), por lo que podemos concluir que son situaciones similares



3.3 Comparación entre lecturas de octubre 2006 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 escasisima pluviometria con 240 mm.

Pues bien, al comparar los datos de octubre 2006 con los de octubre de 1995 encontramos que la quinta parte de los puntos (21%), presentan niveles más bajos en el 2006 que en 1995.

Estos datos deben ser motivo de preocupación, pues el nivel de referencia marcado, octubre de 1995, es un valor extremo y por tanto una medida razonable podría consistir en extremar las medidas para evitar las extracciones de agua que carecen de derechos del uso del agua y además ampliar la profundidad del estudio para realizar una gestión sostenible del acuífero

MARIANO PALANCAR SANCHEZ
ENERO 2007



Red de control piezométrico. Unidad hidrogeológica 05.51 Almonte-Marisma. Año 1995 y desde 1999 a 2006.

| COORDENADAS UTM | | COTA | PROFUND. | | | | | | | |
|-----------------|---------|------------|----------|-----------|--------|-----------|-----------|----------------|---------------|----------------|
| X | Y | (m s.n.m.) | (m.) | oct. 1995 | oct-00 | oct.-2005 | oct. 2006 | oct.00-oct. 06 | oct.95-oct.06 | oct. 05-oct 06 |
| 748380 | 4117570 | 3,00 | 152.00 | 7,87 | 6,85 | 8,4 | 7,01 | -0,16 | 0,86 | 1,39 |
| 743650 | 4110250 | 5,00 | 185.00 | 7,32 | 8,92 | 8,87 | 7,08 | 1,84 | 0,24 | 1,79 |
| 730500 | 4117420 | 10,00 | 66.00 | 9,12 | 9,78 | 10,18 | 10,40 | -0,62 | -1,28 | -0,22 |
| 730500 | 4117420 | 10,00 | 14.00 | 8,99 | 5,95 | 5,81 | 6,10 | -0,15 | 2,89 | -0,29 |
| 733870 | 4115810 | 4,85 | 68.00 | 11,24 | 14,01 | 15,22 | 14,88 | -0,87 | -3,64 | 0,34 |
| 733870 | 4115810 | 5,00 | 28.00 | 11,5 | seco | seco | seco | | | |
| 733870 | 4115810 | 4,80 | 10.00 | 10,19 | seco | seco | seco | | | |
| 739380 | 4101290 | 2,00 | 191.00 | 2,05 | 1,77 | 1,95 | 1,54 | 0,23 | 0,51 | 0,41 |
| 727140 | 4111400 | 2,70 | 27.00 | 4,42 | 4,86 | 4,47 | 3,72 | 1,14 | 0,70 | 0,75 |
| 727310 | 4111470 | 3,00 | 153.00 | 4,63 | 4,74 | 4,6 | 4,51 | 0,23 | 0,12 | 0,09 |
| 727310 | 4111470 | 3,00 | 17.00 | 5,03 | 5,23 | 5,48 | 5,30 | -0,07 | -0,27 | 0,18 |
| 727310 | 4111470 | 3,00 | 120.00 | 3,85 | 3,28 | 3,36 | 3,14 | 0,14 | 0,71 | 0,22 |
| 730410 | 4113200 | 2,50 | 100.00 | 5,3 | 5,61 | 6,02 | 5,76 | -0,15 | -0,46 | 0,26 |
| 730410 | 4113200 | 2,39 | 30.00 | 6,51 | 7,51 | 8,12 | 7,82 | -0,31 | -1,31 | 0,30 |
| 739380 | 4101290 | 2,00 | 165.00 | 5,8 | 6,61 | 6,7 | 6,80 | -0,19 | -1,00 | -0,10 |
| 722240 | 4101740 | 28,90 | 94.00 | 4,67 | 3,84 | 3,93 | 3,61 | 0,23 | 1,06 | 0,32 |
| 722240 | 4101740 | 29,00 | 15.00 | 3,23 | 2,61 | 2,82 | 2,20 | 0,41 | 1,03 | 0,62 |
| 719340 | 4110950 | 29,00 | 130.00 | 14,25 | | 9,7 | 7,78 | | 6,47 | 1,92 |
| 719340 | 4110950 | 29,00 | 55.00 | 8,94 | | 5,77 | 4,29 | | 4,65 | 1,48 |
| 719340 | 4110950 | 28,92 | 18.00 | 5,02 | | 4,04 | 3,31 | | 1,71 | 0,73 |
| 715920 | 4107790 | 35,95 | 130.00 | 19,06 | 16,25 | 18,09 | 15,25 | 1,00 | 3,81 | 2,84 |
| 715920 | 4107790 | 36,00 | 55.00 | 6,04 | 4,45 | 6,67 | 5,51 | -1,06 | 0,53 | 1,16 |
| 715920 | 4107790 | 35,00 | 13.00 | 4,22 | 3,46 | 3,92 | 3,42 | 0,04 | 0,80 | 0,50 |
| 715920 | 4107790 | 36,00 | 130.00 | 18,64 | 12,93 | 15,47 | 12,28 | 0,65 | 6,36 | 3,19 |
| 711260 | 4116380 | 25,00 | 72.00 | 2,05 | | 0,72 | 0,55 | | 1,50 | 0,17 |
| 711260 | 4116380 | 24,93 | 42.00 | 3,71 | 3,05 | 3,36 | 3,03 | 0,02 | 0,68 | 0,33 |



| COORDENADAS UTM | | COTA | PROFUND. | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| X | Y | (m s.n.m.) | (m.) | oct. 1995 | oct-00 | oct.-2005 | oct. 2006 | oct.00-oct. 06 | oct.95- oct.06 | oct. 05-oct 06 |
| 711260 | 4116380 | 24,86 | 25.00 | 4,07 | 3,47 | 3,81 | 3,38 | 0,09 | 0,69 | 0,43 |
| 711260 | 4116380 | 24,96 | 6.00 | 3,67 | 3,12 | seco | seco | | | |
| 722180 | 4117940 | 30,00 | 76.00 | 19,52 | 19,64 | 19,75 | 19,90 | -0,26 | -0,38 | -0,15 |
| 723560 | 4116220 | 18,50 | 54.00 | 6,28 | seco | seco | seco | | | |
| 723560 | 4116220 | 18,45 | 8.00 | 18,03 | 20,91 | 21,28 | 22,10 | -1,19 | -4,07 | -0,82 |
| 707110 | 4110570 | 64,97 | 108.00 | 8,87 | seco | 8,44 | 0,94 | | 7,93 | 7,50 |
| 707110 | 4110570 | 65,00 | 72.00 | 18,01 | 20,45 | 21,29 | 21,98 | -1,53 | -3,97 | -0,69 |
| 707110 | 4110570 | 64,98 | 25.00 | 12,03 | 10,33 | 9,78 | 9,85 | 0,48 | 2,18 | -0,07 |
| 722180 | 4117940 | 29,90 | 8.00 | 6,02 | 4,35 | 3,58 | 3,44 | 0,91 | 2,58 | 0,14 |
| 723560 | 4116220 | 18,50 | 23.00 | 5,03 | 3,41 | 2,56 | 2,42 | 0,99 | 2,61 | 0,14 |
| 724590 | 4111800 | 2,50 | 117.00 | 4,11 | 3,92 | 3,72 | no se midio | | | |
| 724590 | 4111800 | 2,44 | 66.00 | 4,03 | 2,61 | 2,08 | no se midió | | | |
| 724590 | 4111800 | 2,47 | 20.00 | 3,84 | 2,72 | 2,51 | no se midio | | | |
| 720010 | 4096060 | 3,00 | 150.00 | 5,14 | | roto | roto | | | |
| 716950 | 4099210 | 19,97 | 156.00 | 17,66 | 16,21 | 19,8 | 16,82 | -0,61 | 0,84 | 2,98 |
| 716950 | 4099210 | 19,97 | 80.00 | 17,26 | 17,79 | 17,69 | 15,76 | 2,03 | 1,50 | 1,93 |
| 716950 | 4099210 | 20,00 | 26.00 | 14,09 | 12,61 | 11,78 | 12,41 | 0,20 | 1,68 | -0,63 |
| 706550 | 4116490 | 32,00 | 58.00 | 2,55 | 1,91 | 2,29 | 1,90 | 0,01 | 0,65 | 0,39 |
| 706550 | 4116490 | 31,93 | 9.00 | 2,8 | 2,21 | 2,72 | 2,32 | -0,11 | 0,48 | 0,40 |
| 717370 | 4118460 | 30,00 | 67.00 | 1,96 | 2,22 | 2,06 | 1,90 | 0,32 | 0,06 | 0,16 |
| 717370 | 4118460 | 29,95 | 25.00 | | | surgente | surgente | | | |
| 717370 | 4118460 | 29,95 | 6.00 | 1,09 | 1,75 | 1,34 | 0,65 | 1,10 | 0,44 | 0,69 |
| 727779 | 4097040 | 2,94 | 191.00 | surgente | | surgente | surgente | | | |
| 727779 | 4097040 | 3,00 | 65.00 | 3,39 | 2,79 | 2,81 | 2,95 | -0,16 | 0,44 | -0,14 |
| 727779 | 4097040 | 3,00 | 10.00 | 4,95 | 4,11 | 3,61 | 4,15 | -0,04 | 0,80 | -0,54 |
| 727779 | 4097040 | 3,00 | 28.00 | 4,61 | | 3,09 | 3,08 | | 1,53 | 0,01 |
| 717700 | 4100350 | 35,00 | 30.00 | 11,15 | 14,11 | 16,1 | 17,01 | -2,90 | -5,86 | -0,91 |
| 741600 | 4117830 | 20,00 | 107.00 | 11,38 | 14,62 | 15,4 | 14,99 | -0,37 | -3,61 | 0,41 |
| 741600 | 4117830 | 19,98 | 48.00 | | | 25,3 | 24,98 | | | 0,32 |



| COORDENADAS UTM | | COTA (m s.n.m.) | PROFUND. (m.) | | | | | | | |
|-----------------|---------|-----------------------|------------------|-----------|--------|------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| X | Y | | | oct. 1995 | oct-00 | oct.-2005 | oct. 2006 | oct.00-oct. 06 | oct.95- oct.06 | oct. 05-oct 06 |
| 733010 | 4087500 | 2,00 | 85.00 | | | 2,5 | 2,21 | | | 0,29 |
| 733010 | 4087500 | 2,00 | 190.00 | | 2,25 | 3,69 | 3,36 | -1,11 | | 0,33 |
| 733010 | 4087500 | 2,00 | 12.00 | | | no se mide | no se mide | | | |
| 734320 | 4080650 | 3,00 | 289.00 | | 1,62 | 2,64 | 2,55 | -0,93 | | 0,09 |
| 734320 | 4080650 | 3,00 | 18.00 | | 2,35 | 2,52 | 2,46 | -0,11 | | 0,06 |
| 718525 | 4098275 | 21,79 | 10.00 | 10,00 | 10,00 | seco | seco | | | |
| 718524 | 4098278 | 21,72 | 44.00 | 12,14 | 10,51 | 11,1 | 10,55 | -0,04 | 1,59 | 0,55 |
| 718524 | 4098281 | 21,65 | 95.00 | 12,12 | 10,59 | 11,18 | 10,60 | -0,01 | 1,52 | 0,58 |
| 718522 | 4098281 | 21,78 | 160.00 | 18,03 | 15,87 | tiene aceites | tiene aceites | | | |
| 719168 | 4096796 | 16,41 | 12.00 | 12,05 | 12,00 | seco | seco | | | |
| 719165 | 4096796 | 16,48 | 45.60 | 13,40 | | 13,16 | 12,68 | | 0,72 | 0,48 |
| 719163 | 4096795 | 16,52 | 103.00 | 13,47 | | 13,3 | 13,00 | | 0,47 | 0,30 |
| 719160 | 4096794 | 16,53 | 150.00 | 14,49 | | 17,82 | 15,78 | | -1,29 | 2,04 |
| 719948 | 4096058 | 4,40 | 10.00 | 2,91 | | roto | roto | | | |
| 719948 | 4096058 | 4,40 | 48.70 | 2,69 | | roto | roto | | | |
| 722498 | 4111927 | 4,28 | 10.00 | 3,50 | 3,21 | 3,55 | 3,58 | -0,37 | -0,08 | -0,03 |
| 722492 | 4111931 | 4,57 | 50.00 | 5,42 | 2,46 | 2,73 | 2,74 | -0,28 | 2,68 | -0,01 |
| 722496 | 4111929 | 4,44 | 101.40 | 5,22 | 2,71 | 3,77 | 4,29 | -1,58 | 0,93 | -0,52 |
| 722498 | 4111927 | 4,28 | 10.00 | 2,69 | 2,62 | 4,26 | 4,65 | -2,03 | -1,96 | -0,39 |
| 710415 | 4103918 | 31,54 | 7.30 | 7,25 | 6,84 | 6,22 | 7,23 | -0,39 | 0,02 | -1,01 |
| 710416 | 4103919 | 31,87 | 22.00 | 9,23 | 7,31 | 6,89 | 7,49 | -0,18 | 1,74 | -0,60 |
| 710413 | 4103920 | 31,90 | 54.40 | 10,08 | 8,23 | 7,3 | 8,40 | -0,17 | 1,68 | -1,10 |
| 710410 | 4103919 | 33,24 | 121.00 | 9,31 | 7,69 | 6,89 | 7,72 | -0,03 | 1,59 | -0,83 |
| 702492 | 4107866 | 38,41 | 22.00 | 12,59 | 11,87 | no se pudo medir | 11,59 | 0,28 | 1,00 | |
| 702494 | 4107868 | 38,76 | 60.00 | 14,64 | 13,91 | no se pudo medir | 13,26 | 0,65 | 1,38 | |
| 702499 | 4107869 | 38,76 | 97.70 | 14,61 | 13,84 | no se pudo medir | 13,05 | 0,79 | 1,56 | |
| 724643 | 4109797 | 4,61 | 15.50 | 3,00 | 2,12 | 2 | 1,08 | 1,04 | 1,92 | 0,92 |
| 724642 | 4109800 | 4,62 | 49.30 | 4,84 | 3,32 | 3,82 | 2,40 | 0,92 | 2,44 | 1,42 |
| 724641 | 4109802 | 4,64 | 63.30 | 4,84 | | 3,81 | 2,41 | | 2,43 | 1,40 |



| COORDENADAS UTM | | COTA | PROFUND. | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------------|----------|-----------|--------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| X | Y | (m s.n.m.) | (m.) | oct. 1995 | oct-00 | oct.-2005 | oct. 2006 | oct.00-oct. 06 | oct.95- oct.06 | oct. 05-oct 06 |
| 727404 | 4105060 | 2,61 | 18.00 | 1,65 | 1,61 | 1,63 | 1,41 | 0,20 | 0,24 | 0,22 |
| 727404 | 4105060 | 2,61 | 26.00 | surgente | | surgente | surgente | | | |
| 727404 | 4105060 | 2,61 | 61.70 | 4,30 | 4,78 | 4,69 | 4,01 | 0,77 | 0,29 | 0,68 |
| 719970 | 4106530 | 30,00 | 25.00 | 3,91 | 3,21 | 3,59 | 3,25 | -0,04 | 0,66 | 0,34 |
| 719970 | 4106530 | 30,00 | 62.40 | 6,75 | 5,35 | 6,73 | 6,00 | -0,65 | 0,75 | 0,73 |
| 719970 | 4106530 | 30,00 | 81.00 | 20,85 | 15,91 | 17,76 | 14,55 | 1,36 | 6,30 | 3,21 |
| 724070 | 4110020 | 5,00 | 14.90 | 2,88 | 2,11 | 1,9 | 1,30 | 0,81 | 1,58 | 0,60 |
| 724070 | 4110020 | 5,00 | 43.40 | 5,86 | 4,21 | 4,49 | 3,02 | 1,19 | 2,84 | 1,47 |
| 724070 | 4110020 | 5,00 | 68.10 | 6,00 | 4,33 | 4,73 | 2,92 | 1,41 | 3,08 | 1,81 |
| 715410 | 4115430 | 35,00 | 12.30 | 1,80 | 1,56 | 1,62 | 1,30 | 0,26 | 0,50 | 0,32 |
| 715410 | 4115430 | 35,00 | 21.80 | 1,61 | 1,05 | 1,25 | 0,96 | 0,09 | 0,65 | 0,29 |
| 715410 | 4115430 | 35,00 | 46.40 | 1,87 | 0,16 | 0,4 | 0,40 | -0,24 | 1,47 | 0,00 |
| 716870 | 4114650 | 43,00 | 25.80 | 2,39 | 2,18 | 2,31 | 2,15 | 0,03 | 0,24 | 0,16 |
| 716870 | 4114650 | 43,00 | 9.70 | 1,56 | 0,45 | 0,77 | 0,98 | -0,53 | 0,58 | -0,21 |
| 723870 | 4111230 | 6,00 | 20.90 | 3,60 | seco | seco | roto | | | |
| 725100 | 4109150 | 2,00 | 26.00 | 3,50 | | 2,81 | 2,01 | -2,01 | 1,49 | 0,80 |
| 725750 | 4108800 | 2,00 | 34.50 | 2,26 | 2,02 | 1,45 | 1,11 | 0,91 | 1,15 | 0,34 |
| 725750 | 4108800 | 2,00 | 15.50 | 2,73 | 1,33 | 1,34 | 1,06 | 0,27 | 1,67 | 0,28 |
| 726260 | 4108140 | 2,00 | 26.50 | 1,44 | 0,81 | 0,54 | surgente | | | |
| 726550 | 4106110 | 1,80 | 20.50 | | | aguaboca | surgente | | | |
| 726550 | 4106110 | 1,80 | 11.70 | 2,32 | 2,41 | 2,62 | 2,31 | 0,10 | 0,01 | 0,31 |
| 727690 | 4104650 | 2,50 | 14.00 | 1,40 | 1,38 | 1,53 | ,1,28 | | | |
| 727690 | 4104650 | 2,50 | 29.70 | surgente | | surgente | surgente | | | |
| 727330 | 4103510 | 5,20 | 26.80 | surgente | | surgente | 1,27 | | | |
| 727330 | 4103510 | 5,20 | 14.20 | 1,57 | 1,45 | 1,46 | surgente | | | |
| 728030 | 4102400 | 2,20 | 14.20 | 0,91 | 0,88 | 0,91 | 0,05 | 0,83 | 0,86 | 0,86 |
| 728800 | 4101300 | 1,40 | 24.50 | surgente | | 0,42 | surgente | | | |
| 728800 | 4101300 | 1,40 | 15.20 | surgente | | surgente | surgente | | | |
| 728800 | 4101300 | 1,40 | 8.40 | 0,33 | | surgente | surgente | | | |



| COORDENADAS UTM | | COTA | PROFUND. | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------------|----------|-----------|--------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| X | Y | (m s.n.m.) | (m.) | oct. 1995 | oct-00 | oct.-2005 | oct. 2006 | oct.00-oct. 06 | oct.95- oct.06 | oct. 05-oct 06 |
| 729010 | 4101980 | 1,80 | 0.00 | 1,82 | | 0,99 | 0,66 | | 1,16 | 0,33 |
| 727580 | 4099520 | 6,50 | 24.20 | 0,17 | | 1,3 | 0,55 | | -0,38 | 0,75 |
| 727580 | 4099520 | 6,50 | 8.50 | 1,26 | | surgente | surgente | | | |
| 727990 | 4093900 | 2,40 | 11.70 | 1,66 | 1,63 | 1,85 | 1,61 | 0,02 | 0,05 | 0,24 |
| 728323 | 4093210 | 5,00 | 15.00 | 1,61 | | 1,84 | 1,62 | | -0,01 | 0,22 |
| 730160 | 4090390 | 12,00 | 15.20 | 1,02 | | 1,08 | 1,02 | | 0,00 | 0,06 |
| 731720 | 4089530 | 10,00 | 11.00 | 0,93 | 0,81 | 0,95 | 0,89 | -0,08 | 0,04 | 0,06 |
| 732840 | 4088380 | 10,00 | 13.00 | 0,90 | 0,73 | 0,84 | 0,66 | 0,07 | 0,24 | 0,18 |
| 733510 | 4088920 | 7,00 | 12.20 | 1,70 | 1,33 | 1,5 | 1,18 | 0,15 | 0,52 | 0,32 |
| 733010 | 4087310 | 14,00 | 12.30 | 1,85 | 1,34 | 1,42 | 1,40 | -0,06 | 0,45 | 0,02 |
| 732793 | 4084533 | 10,00 | 24.60 | 3,93 | 3,55 | 3,46 | 3,70 | -0,15 | 0,23 | -0,24 |
| 732793 | 4084533 | 10,00 | 4.40 | 3,73 | 3,51 | 3,41 | 3,57 | -0,06 | 0,16 | -0,16 |
| 734600 | 4082040 | 9,00 | 24.40 | 1,96 | 1,68 | 1,77 | 1,69 | -0,01 | 0,27 | 0,08 |
| 735570 | 4080160 | 1,00 | 24.80 | 2,02 | 1,95 | 1,85 | 2,02 | -0,07 | 0,00 | -0,17 |
| 734890 | 4078940 | 7,00 | 18.00 | 2,65 | 2,14 | 2,25 | 2,28 | -0,14 | 0,37 | -0,03 |
| 735420 | 4079100 | 10,00 | 18.20 | 2,73 | 2,51 | 2,55 | 2,55 | -0,04 | 0,18 | 0,00 |
| 732800 | 4086970 | 17,00 | 24.80 | 8,18 | 7,49 | 7,26 | 7,40 | 0,09 | 0,78 | -0,14 |
| 732380 | 4083990 | 10,00 | 24.80 | 2,87 | 2,51 | 2,52 | 2,47 | 0,04 | 0,40 | 0,05 |
| 724230 | 4095780 | 10,00 | 24.70 | 1,65 | 1,41 | 1,53 | 1,12 | 0,29 | 0,53 | 0,41 |
| 724485 | 4095465 | 6,00 | 11.40 | 1,75 | 1,15 | 1,4 | 1,03 | 0,12 | 0,72 | 0,37 |
| 724485 | 4095465 | 6,00 | 1.90 | 2,36 | | roto | roto | | | |
| 724890 | 4095455 | 5,50 | 11.70 | 1,67 | 1,18 | roto | roto | | | |
| 724125 | 4095780 | 6,00 | 22.70 | 1,69 | 1,26 | 1,44 | 1,11 | 0,15 | 0,58 | 0,33 |
| 723855 | 4095715 | 6,00 | 11.40 | 1,50 | 1,31 | 1,56 | 1,02 | 0,29 | 0,48 | 0,54 |
| 725185 | 4095590 | 6,00 | 23.10 | 2,63 | 2,47 | 1,85 | 1,18 | 1,29 | 1,45 | 0,67 |
| 725660 | 4095825 | 5,90 | 22.30 | 1,88 | 1,65 | 2,46 | 2,03 | -0,38 | -0,15 | 0,43 |
| 726830 | 4096110 | 4,90 | 29.70 | 1,85 | 1,75 | 1,92 | 1,62 | 0,13 | 0,23 | 0,30 |
| 726540 | 4093240 | 20,00 | 11.70 | 1,48 | 1,32 | 1,45 | 1,21 | 0,11 | 0,27 | 0,24 |
| 727380 | 4093457 | 10,00 | 11.80 | 1,10 | 1,11 | 1,23 | 0,98 | 0,13 | 0,12 | 0,25 |
| 722060 | 4096430 | 9,00 | 14.80 | 3,52 | 3,81 | 2,99 | 2,74 | 1,07 | 0,78 | 0,25 |



| COORDENADAS UTM | | COTA | PROFUND. | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------------|----------|-----------|--------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| X | Y | (m s.n.m.) | (m.) | oct. 1995 | oct-00 | oct.-2005 | oct. 2006 | oct.00-oct. 06 | oct.95- oct.06 | oct. 05-oct 06 |
| 722890 | 4096530 | 9,20 | 14,90 | 2,29 | 1,81 | 2,05 | 1,44 | 0,37 | 0,85 | 0,61 |
| 721843 | 4098593 | 30,00 | 15,20 | 1,75 | 3,01 | 2,95 | 2,65 | 0,36 | -0,90 | 0,30 |
| 721906 | 4099090 | 30,00 | 18,00 | 4,88 | 3,61 | 3,6 | 3,34 | 0,27 | 1,54 | 0,26 |
| 722166 | 4099337 | 30,00 | 17,80 | 4,04 | 3,11 | 3,21 | 2,61 | 0,50 | 1,43 | 0,60 |
| 721263 | 4097210 | 20,00 | 14,90 | 5,00 | 3,94 | 3,9 | 4,09 | -0,15 | 0,91 | -0,19 |
| 721413 | 4096827 | 14,00 | 15,00 | 4,51 | 3,73 | 3,75 | 3,71 | 0,02 | 0,80 | 0,04 |
| 738166 | 4119289 | 13,43 | 78,00 | 20,04 | 24,05 | 26,01 | 26,16 | -2,11 | -6,12 | -0,15 |
| 741217 | 4121857 | 8,97 | 59,50 | | | 18,21 | 17,42 | | | 0,79 |
| 744070 | 4121419 | 6,68 | 68,00 | | | 17,61 | 13,45 | | | 4,16 |
| 735423 | 4121511 | 22,00 | 55,20 | 24,02 | | 28,61 | 29,05 | | -5,03 | -0,44 |
| 722485 | 4118015 | 21,30 | 57,50 | 19,88 | 21,19 | 18,51 | 21,05 | 0,14 | -1,17 | -2,54 |
| 194002 | 4120662 | 13,50 | 34,00 | 7,10 | | 6,19 | 6,98 | | 0,12 | -0,79 |
| 191518 | 4117842 | 14,00 | 60,00 | 13,15 | | 16,82 | 15,22 | | -2,07 | 1,60 |
| 194059 | 4116027 | 15,00 | 73,00 | 6,75 | | 7,01 | 7,50 | | -0,75 | -0,49 |
| 183432 | 4113331 | 27,03 | 134,00 | 7,65 | 2,77 | 7,21 | 5,17 | -2,40 | 2,48 | 2,04 |
| 187538 | 4113583 | 20,00 | 105,00 | 14,16 | | 12,31 | 6,54 | | 7,62 | 5,77 |
| 191370 | 4110603 | 8,50 | 114,00 | 8,09 | | 7,05 | 6,75 | | 1,34 | 0,30 |
| 182514 | 4111184 | 36,00 | 108,50 | 4,80 | | 5,32 | 4,64 | | 0,16 | 0,68 |
| 186783 | 4120338 | 25,49 | 75,00 | 8,58 | 9,25 | 9,33 | 9,71 | -0,46 | -1,13 | -0,38 |
| 189147 | 4117291 | 15,31 | 101,30 | 11,46 | | cerrado | cerrado | | | |
| 186601 | 4116670 | 12,81 | 109,00 | 8,87 | 5,36 | 11,55 | 8,15 | -2,79 | 0,72 | 3,40 |
| 197162 | 4114046 | 2,63 | 148,90 | 5,72 | | 7,52 | 7,10 | | -1,38 | 0,42 |
| 200029 | 4109604 | 2,26 | 187,50 | 6,07 | | sin datos | sin datos | | | |
| 205259 | 4111158 | 0,87 | 196,50 | 6,94 | | 9,52 | 8,18 | | -1,24 | 1,34 |
| 206108 | 4118231 | 2,78 | 105,00 | 14,16 | | | sin datos | | | |
| 718714 | 4132311 | 94,94 | 15,30 | 10,68 | 9,04 | 8,61 | 8,10 | 0,94 | 2,58 | 0,51 |
| 703950 | 4119350 | 58,00 | 30,50 | | 3,22 | 3,55 | 3,42 | -0,20 | | 0,13 |
| 699580 | 4116000 | 58,00 | 55,00 | 12,25 | 13,00 | 16,7 | 17,35 | -4,35 | -5,10 | -0,65 |
| 715023 | 4122204 | 61,63 | 9,70 | 8,90 | 8,16 | 18,33 | 8,58 | -0,42 | 0,32 | 9,75 |
| 727035 | 4127664 | 74,17 | 22,49 | 5,39 | 4,28 | 4,62 | 4,12 | 0,16 | 1,27 | 0,50 |



| COORDENADAS UTM | | COTA | PROFUND. | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------------|----------|-----------|--------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| X | Y | (m s.n.m.) | (m.) | oct. 1995 | oct-00 | oct.-2005 | oct. 2006 | oct.00-oct. 06 | oct.95- oct.06 | oct. 05-oct 06 |
| 732630 | 4125480 | 46,00 | 40,00 | 19,99 | | 20,21 | 20,25 | | -0,26 | -0,04 |
| 721440 | 4112300 | 10,00 | 95,00 | 8,21 | 5,71 | 6,14 | 6,45 | -0,74 | 1,76 | -0,31 |
| 721440 | 4112320 | 10,00 | 20,00 | 3,60 | | seco | seco | | | |
| 720790 | 4112720 | 10,00 | 95,50 | 8,29 | | 6,45 | 6,76 | | 1,53 | -0,31 |



Red de control piezométrico. Unidad hidrogeológica 05.51 Almonte-Marismas.

| CODIGO PLANO | NUMERO REGISTRO | IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | | COTA (m s.n.m.) | PROFUND. (m.) | oct-01 | oct-02 | oct-03 |
|--------------|-----------------|-------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------------|--------|------------------|------------------|
| | | | X | Y | | | | | |
| IGME 1 | 104140047 | Dehesa Remuñana | 718714 | 4132311 | 94,94 | 15,30 | | | 8,5 |
| IGME 2 | 104160019 | Camino del Corchuelo | 703950 | 4119350 | 58,00 | 30,50 | | | 2,4 |
| IGME 3 | 104160022 | La Matilla | 699580 | 4116000 | 58,00 | 55,00 | | | 14,05 |
| CGS 11 | 104170010 | Los Cabezudos (S 25) | 711260 | 4116380 | 25,00 | 72,00 | | 0,00 | surgente |
| | 104170011 | Los Cabezudos (S 26) | 711260 | 4116380 | 24,93 | 42,00 | 2,41 | 2,82 | 2,33 |
| | 104170012 | Los Cabezudos (S 27) | 711260 | 4116380 | 24,86 | 25,00 | 3,04 | 3,26 | 2,68 |
| | 104170013 | Los Cabezudos (S 28) | 711260 | 4116380 | 24,96 | 6,00 | 2,36 | 2,95 | 2,46 |
| CGS 18 | 104170014 | Bodegones (S 44) | 706550 | 4116490 | 32,00 | 58,00 | 0,64 | 1,60 | 0,85 |
| | 104170015 | Bodegones (S 45) | 706550 | 4116490 | 31,93 | 9,00 | 0,09 | 1,94 | 0,99 |
| IGME 4 | 104180004 | Refugio La Cañada | 715023 | 4122204 | 61,63 | 9,70 | | | 7,91 |
| IARA 13 | 104180021 | 50202 | 186783 | 4120338 | 25,49 | 75,00 | | x | 8,90 |
| CGS 20 | 104180031 | Arroyo La Cañada (S 46) | 727779 | 4097040 | 3,00 | 65,00 | 2,51 | 2,21 | 1,89 |
| | 104180032 | Arroyo La Cañada (S 47) | 727779 | 4097040 | 3,00 | 10,00 | 3,31 | 3,26 | 2,36 |
| | 104180033 | Arroyo La Cañada (S 48) | 727779 | 4097040 | 3,00 | 28,00 | | 2,79 | 1,13 |
| SGOP 06 | 104220018 | Médano del Oro (S 6-1) | 702492 | 4107866 | 38,41 | 22,00 | 11,81 | no se pudo medir | no se pudo medir |
| | 104220019 | Médano del Oro (S 6-2) | 702494 | 4107868 | 38,76 | 60,00 | 14,65 | no se pudo medir | no se pudo medir |
| | 104220020 | Médano del Oro (S 6-3) | 702499 | 4107869 | 38,76 | 97,70 | 14,51 | no se pudo medir | no se pudo medir |
| CGS 14 | 104230011 | El Abalarío (S 32) | 707110 | 4110570 | 64,98 | 25,00 | 9,02 | 9,42 | 9,11 |
| | 104230012 | El Abalarío (S 33) | 722180 | 4117940 | 29,90 | 8,00 | 2,81 | 3,17 | 2,31 |
| | 104230013 | El Abalarío (S 34) | 723560 | 4116220 | 18,50 | 23,00 | 1,81 | 2,22 | 1,26 |
| IARA 15 | 104240032 | 50807 | 186601 | 4116670 | 12,81 | 109,00 | | | 6,88 |
| IARA 9 | 104240058 | 40303 | 183432 | 4113331 | 27,03 | 134,00 | | 6,65 | 4,62 |
| IARA 12 | 104240066 | 41101 | 182514 | 4111184 | 36,00 | 108,50 | | 3,38 | 3,83 |
| CGS 09 | 104240114 | Los Mimbrales (S 18) | 719340 | 4110950 | 29,00 | 130,00 | | no se pudo medir | 8,79 |



| CODIGO PLANO | NUMERO REGISTRO | IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | | COTA (m s.n.m.) | PROFUND. (m.) | oct-01 | oct-02 | oct-03 |
|--------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------------|-----------|------------------|-----------|
| | | | X | Y | | | | | |
| | 104240115 | Los Mimbrales (S 19) | 719340 | 4110950 | 29,00 | 55.00 | | no se pudo medir | 4,96 |
| | 104240116 | Los Mimbrales (S 20) | 719340 | 4110950 | 28,92 | 18.00 | | no se pudo medir | 3,34 |
| CGS 10 | 104240117 | El Alamillo (S 21) | 715920 | 4107790 | 35,95 | 130.00 | 15,95 | 15,17 | 15,19 |
| | 104240118 | El Alamillo (S 22) | 715920 | 4107790 | 36,00 | 55.00 | 4,52 | 4,70 | 4,95 |
| | 104240119 | El Alamillo (S 23) | 715920 | 4107790 | 35,00 | 13.00 | 2,51 | 2,78 | 2,86 |
| | 104240120 | El Alamillo (S 24) | 715920 | 4107790 | 36,00 | 130.00 | 14,13 | 13,20 | 12,84 |
| SGOP 12 | 104240122 | María del Puerto (S 12-1) | 716870 | 4114650 | 43,00 | 25.80 | 1,42 | 2,02 | 1,34 |
| | 104240123 | María del Puerto (S 12-2) | 716870 | 4114650 | 43,00 | 9.70 | 0,00 | 0,32 | 0,19 |
| SGOP 11 | 104240124 | Sacristán (S 11-1) | 715410 | 4115430 | 35,00 | 12.30 | 1,01 | 1,12 | 0,55 |
| | 104240125 | Sacristán (S 11-2) | 715410 | 4115430 | 35,00 | 21.80 | 0,69 | 0,74 | 0,46 |
| | 104240126 | Sacristán (S 11-3) | 715410 | 4115430 | 35,00 | 46.40 | surgente | surgente | 0 |
| SGOP 05 | 104270006 | Ctra. Mazagón km 38. (S 5-1) | 710415 | 4103918 | 31,54 | 7.30 | 6,08 | 6,39 | 6,33 |
| | 104270007 | Ctra. Mazagón km 38. (S 5-2) | 710416 | 4103919 | 31,87 | 22.00 | 6,41 | 6,66 | 6,62 |
| | 104270008 | Ctra. Mazagón km 38. (S 5-3) | 710413 | 4103920 | 31,90 | 54.40 | 7,39 | 7,65 | 7,56 |
| | 104270009 | Ctra. Mazagón km 38. (S 5-4) | 710410 | 4103919 | 33,24 | 121.00 | 6,98 | 7,05 | 6,94 |
| SGOP 01 | 104280036 | Ctra. Norte. Matalascañas (S 1-1) | 718525 | 4098275 | 21,79 | 10.00 | seco (10) | 8,10 | 8,50 |
| | 104280037 | Ctra. Norte. Matalascañas (S 1-2) | 718524 | 4098278 | 21,72 | 44.00 | 10,02 | 9,76 | 10,15 |
| | 104280038 | Ctra. Norte. Matalascañas (S 1-3) | 718524 | 4098281 | 21,65 | 95.00 | 10,38 | 9,80 | 10,22 |
| | 104280039 | Ctra. Norte. Matalascañas (S 1-4) | 718522 | 4098281 | 21,78 | 160.00 | 17,11 | 15,78 | 17,90 |
| CGS 16 | 104280043 | El Coto-Matalascañas (S 40) | 720010 | 4096060 | 3,00 | 150.00 | | roto | roto |
| SGOP 03 | 104280046 | P. Marítimo Matalascañas (S 3-1) | 719948 | 4096058 | 4,40 | 10.00 | | roto | roto |
| | 104280047 | P. Marítimo Matalascañas (S 3-2) | 719948 | 4096058 | 4,40 | 48.70 | | roto | roto |
| SGOP 02 | 104280048 | Sulfasaurus Matalascañas (S 2-1) | 719168 | 4096796 | 16,41 | 12.00 | seco (12) | seco (12) | seco (12) |
| | 104280049 | Sulfasaurus Matalascañas (S 2-2) | 719165 | 4096796 | 16,48 | 45.60 | 12,58 | 12,59 | 12,25 |
| | 104280050 | Sulfasaurus Matalascañas (S 2-3) | 719163 | 4096795 | 16,52 | 103.00 | 13,12 | 12,73 | 12,30 |
| | 104280051 | Sulfasaurus Matalascañas (S 2-4) | 719160 | 4096794 | 16,53 | 150.00 | 13,61 | 13,40 | 13,58 |
| CGS 17 | 104280052 | G.C.- Matalascañas (S 41) | 716950 | 4099210 | 19,97 | 156.00 | 18,71 | 15,78 | 15,28 |



| CODIGO PLANO | NUMERO REGISTRO | IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | | COTA (m s.n.m.) | PROFUND. (m.) | oct-01 | oct-02 | oct-03 |
|--------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------------|----------|----------|---------|
| | | | X | Y | | | | | |
| | 104280053 | G.C.- Matalascañas (S 42) | 716950 | 4099210 | 19,97 | 80,00 | 17,11 | 14,89 | 13,16 |
| | 104280054 | G.C.- Matalascañas (S 43) | 716950 | 4099210 | 20,00 | 26,00 | 13,01 | 11,89 | 11,88 |
| CGS 22 | 104280062 | Barrera Palacio (S 53) | 741600 | 4117830 | 19,98 | 48,00 | 23,51 | 23,75 | 24,01 |
| SGOP 09 | 104280064 | Pequeña Holanda (S 9-1) | 719970 | 4106530 | 30,00 | 25,00 | 2,21 | 2,44 | 1,38 |
| | 104280065 | Pequeña Holanda (S 9-2) | 719970 | 4106530 | 30,00 | 62,40 | 3,62 | 4,25 | 3,68 |
| | 104280066 | Pequeña Holanda (S 9-3) | 719970 | 4106530 | 30,00 | 81,00 | 16,01 | 15,26 | 14,08 |
| IGME 5 | 114110004 | Algarrobo | 727035 | 4127664 | 74,17 | 22,49 | | | 1,99 |
| IARA 6 | 114150046 | 30708 | 194002 | 4120662 | 13,50 | 34,00 | | x | 5,55 |
| IARA 5 | 114150065 | 31010 | 722485 | 4118015 | 21,30 | 57,50 | | 18,48 | 17,71 |
| CGS 12 | 114150103 | Merco (S 29) | 722180 | 4117940 | 30,00 | 76,00 | 19,19 | 19,22 | 19,34 |
| | 114150104 | Merco (S 35) | 723560 | 4116220 | 18,50 | 54,00 | seco (8) | seco (8) | 1,39 |
| IGME 6 | 114160012 | El Arrayán | 732630 | 4125480 | 46,00 | 40,00 | | | 20,1 |
| CGS 03 | 114160018 | Laguna Anguila (S 3) | 730500 | 4117420 | 10,00 | 66,00 | 0,71 | 9,82 | 9,94 |
| | 114160019 | Laguna Anguila (S 4) | 730500 | 4117420 | 10,00 | 14,00 | 4,09 | 5,17 | 5,75 |
| IARA 1 | 114170034 | 010205 | 738166 | 4119289 | 13,43 | 78,00 | | 24,15 | cerrado |
| IARA 2 | 114170040 | 010408 | 741217 | 4121857 | 8,97 | 59,50 | | x | 15,71 |
| IARA 4 | 114170130 | 010914 | 735423 | 4121511 | 22,00 | 55,20 | | 26,50 | 10,90 |
| CGS 21 | 114170140 | Partido Resina (S 54) | 717700 | 4100350 | 35,00 | 30,00 | 12,78 | 12,92 | 13,29 |
| | 114170141 | Partido Resina (S 55) | 741600 | 4117830 | 20,00 | 107,00 | 14,49 | 14,34 | 14,30 |
| IARA 3 | 114180059 | 010503 | 744070 | 4121419 | 6,68 | 68,00 | | 13,87 | 27,42 |
| CGS 01 | 114180096 | El Pescante (S 1) | 748380 | 4117570 | 3,00 | 152,00 | 5,51 | 6,30 | 6,49 |
| IARA 14 | 114210034 | 50503 | 189147 | 4117291 | 15,31 | 101,30 | | 11,60 | cerrado |
| IARA 10 | 114210051 | 40608 | 187538 | 4113583 | 20,00 | 105,00 | | x | 7,00 |
| IARA 11 | 114210076 | 40804 | 191370 | 4110603 | 8,50 | 114,00 | | x | 5,78 |
| IARA 7 | 114210094 | 31101 | 191518 | 4117842 | 14,00 | 60,00 | | 12,29 | 10,35 |
| IARA 8 | 114210114 | 31201 | 194059 | 4116027 | 15,00 | 73,00 | | x | 6,05 |
| IGME 7 | 114210137 | Rocina 3 | 721440 | 4112300 | 10,00 | 95,00 | | | 1,1 |



| CODIGO PLANO | NUMERO REGISTRO | IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | | COTA (m s.n.m.) | PROFUND. (m.) | oct-01 | oct-02 | oct-03 |
|--------------|-----------------|----------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | X | Y | | | | | |
| IGME 8 | 114210138 | Rocina 3 bis | 721440 | 4112320 | 10,00 | 20,00 | | | 0,95 |
| IGME 9 | 114210139 | Rocina 4 | 720790 | 4112720 | 10,00 | 95,50 | | | sin datos |
| SGOP 04 | 114210141 | Canariega (S 4-1) | 722498 | 4111927 | 4,28 | 10,00 | 2,45 | 1,86 | 2,49 |
| | 114210142 | Canariega (S 4-2) | 722492 | 4111931 | 4,57 | 50,00 | surgente | 2,09 | 2,47 |
| | 114210143 | Canariega (S 4-3) | 722496 | 4111929 | 4,44 | 101,40 | surgente | 0,84 | 0,15 |
| | 114210144 | Canariega (S 4-4) | 722498 | 4111927 | 4,28 | 10,00 | 1,02 | 1,37 | 0,81 |
| SGOP 07 | 114210145 | Hato Villa (S 7-1) | 724643 | 4109797 | 4,61 | 15,50 | 2,01 | 1,56 | 0,68 |
| | 114210146 | Hato Villa (S 7-2) | 724642 | 4109800 | 4,62 | 49,30 | 2,11 | 2,40 | 1,18 |
| | 114210147 | Hato Villa (S 7-3) | 724641 | 4109802 | 4,64 | 63,30 | 1,49 | 2,40 | 1,19 |
| SGOP 10 | 114210150 | Soto Chico (S 10-1) | 724070 | 4110020 | 5,00 | 14,90 | 1,61 | 1,54 | 0,85 |
| | 114210151 | Soto Chico (S 10-2) | 724070 | 4110020 | 5,00 | 43,40 | 2,71 | 2,98 | 1,68 |
| | 114210152 | Soto Chico (S 10-3) | 724070 | 4110020 | 5,00 | 68,10 | 2,65 | 3,35 | 1,52 |
| CGS 06 | 114210153 | Matasgordas (S 9) | 727310 | 4111470 | 3,00 | 153,00 | 3,81 | 3,71 | 2,98 |
| | 114210154 | Matasgordas (S 10) | 727310 | 4111470 | 3,00 | 17,00 | 4,41 | 4,58 | 4,05 |
| | 114210155 | Matasgordas (S 11) | 727310 | 4111470 | 3,00 | 120,00 | 2,51 | 2,78 | 1,68 |
| | 114210156 | Matasgordas (S 12) | 730410 | 4113200 | 2,50 | 100,00 | 4,92 | 4,77 | 4,56 |
| CGS 13 | 114210157 | Sector II-10 (S 30) | 723560 | 4116220 | 18,45 | 8,00 | 18,68 | 18,74 | 18,25 |
| | 114210158 | Sector II-10 (S 31) | 707110 | 4110570 | 64,97 | 108,00 | 1,09 | seco (8) | 1,28 |
| | 114210159 | Sector II-10 (S 36) | 707110 | 4110570 | 65,00 | 72,00 | 18,72 | 18,76 | 17,92 |
| CGS 15 | 114210160 | Depuradora Rocío (S 37) | 724590 | 4111800 | 2,50 | 117,00 | 2,01 | 2,68 | 1,90 |
| | 114210161 | Depuradora Rocío (S 38) | 724590 | 4111800 | 2,44 | 66,00 | 0,51 | 1,10 | 0,09 |
| | 114210162 | Depuradora Rocío (S 39) | 724590 | 4111800 | 2,47 | 20,00 | 1,41 | 1,98 | 1,10 |
| SGOP 14 | 114210167 | Soto Grande (S 14) | 725100 | 4109150 | 2,00 | 26,00 | | 2,38 | 2,38 |
| SGOP 16 | 114210168 | Casa de los Guardas (S 16) | 726260 | 4108140 | 2,00 | 26,50 | surgente | 0,00 | surgente |
| SGOP 13 | 114210171 | Canal Mimbrales (S 13) | 723870 | 4111230 | 6,00 | 20,90 | seco (20,90) | seco (20,90) | seco (20,90) |
| SGOP 15 | 114210172 | Agua Peral (S 15-1) | 725750 | 4108800 | 2,00 | 34,50 | | 1,18 | 0,72 |
| | 114210173 | Agua Peral (S 15-2) | 725750 | 4108800 | 2,00 | 15,50 | | 0,82 | 0,23 |



| CODIGO PLANO | NUMERO REGISTRO | IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | | COTA (m s.n.m.) | PROFUND. (m.) | oct-01 | oct-02 | oct-03 |
|--------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| | | | X | Y | | | | | |
| IARA 16 | 114220013 | MM0101 | 197162 | 4114046 | 2,63 | 148,90 | | x | 6,45 |
| IARA 17 | 114220033 | MM0408 | 200029 | 4109604 | 2,26 | 187,50 | | 6,07 | sin datos |
| CGS 04 | 114220047 | Portachuelo (S 5) | 733870 | 4115810 | 4,85 | 68,00 | | 14,52 | 14,9 |
| | 114220048 | Portachuelo (S 6) | 733870 | 4115810 | 5,00 | 28,00 | | seco (28) | seco (28) |
| | 114220049 | Portachuelo (S 7) | 733870 | 4115810 | 4,80 | 10,00 | | seco (10) | seco (10) |
| CGS 07 | 114220050 | El Raposo (S 13) | 730410 | 4113200 | 2,39 | 30,00 | | 7,26 | 6,97 |
| | 114220051 | El Raposo (S 14) | 739380 | 4101290 | 2,00 | 165,00 | | 5,96 | 5,70 |
| IARA 18 | 114230024 | MM0605 | 205259 | 4111158 | 0,87 | 196,50 | | 8,08 | 8,88 |
| IARA 19 | 114230044 | MM0807 | 206108 | 4118231 | 2,78 | 105,00 | | x | |
| CGS 02 | 114240021 | Bombas Sector III (S 2) | 743650 | 4110250 | 5,00 | 185,00 | 6,54 | 7,00 | 7,28 |
| CGS 08 | 114250011 | Casa Mogeá (S 16) | 722240 | 4101740 | 28,90 | 94,00 | 3,22 | 3,39 | 3,45 |
| | 114250012 | Casa Mogeá (S 17) | 722240 | 4101740 | 29,00 | 15,00 | 1,98 | 2,17 | 2,34 |
| SGOP 08 | 114250013 | Don Ignacio (S 8-1) | 727404 | 4105060 | 2,61 | 18,00 | 1,07 | 1,22 | 0,61 |
| | 114250014 | Don Ignacio (S 8-2) | 727404 | 4105060 | 2,61 | 26,00 | surgente (5 l/7 seg) | surgente | surgente |
| | 114250015 | Don Ignacio (S 8-3) | 727404 | 4105060 | 2,61 | 61,70 | surgente (5 l/24 seg) | 3,96 | 3,85 |
| SGOP 19 | 114250016 | Casa de la Algaida (S 19-1) | 727330 | 4103510 | 5,20 | 26,80 | surgente 5 l/20 s | surgente 5 l/20 s | surgente 5 l/16 s |
| | 114250017 | Casa de la Algaida (S 19-2) | 727330 | 4103510 | 5,20 | 14,20 | 1,00 | 1,06 | 0,65 |
| SGOP 18 | 114250018 | Surgente de la Algaida (S 18-1) | 727690 | 4104650 | 2,50 | 14,00 | 0,98 | 0,97 | 0,48 |
| | 114250019 | Surgente de la Algaida (S 18-2) | 727690 | 4104650 | 2,50 | 29,70 | surgente 5 l/31 s | surgente 5 l/26 s | surgente 5 l/20 s |
| SGOP 17 | 114250020 | Algaida de la Caquera (S 17-1) | 726550 | 4106110 | 1,80 | 20,50 | 1,82 | surgente 5 l/46 s | surgente 5 l/20 s |
| | 114250021 | Algaida de la Caquera (S 17-2) | 726550 | 4106110 | 1,80 | 11,70 | roto | 1,76 | 1,26 |
| SGOP 20 | 114250022 | Caño de Gangas (S 20) | 728030 | 4102400 | 2,20 | 14,20 | 0,41 | 0,57 | 0,00 |
| SGOP 23 | 114250023 | Caño de la Raya (S 23-1) | 727580 | 4099520 | 6,50 | 24,20 | no se pudo entrar | 0,93 | 0,40 |
| | 114250024 | Caño de la Raya (S 23-2) | 727580 | 4099520 | 6,50 | 8,50 | | surgente 5 l/20 s | surgente 5 l/13 s |
| SGOP 45 | 114250025 | Laguna del Acebuche (S 45) | 721843 | 4098593 | 30,00 | 15,20 | 2,41 | 2,52 | 2,45 |
| SGOP 46 | 114250026 | Laguna del Ojillo (S 46) | 721906 | 4099090 | 30,00 | 18,00 | 3,03 | 3,11 | 3,04 |
| SGOP 47 | 114250027 | Navazo del Toro (S 47) | 722166 | 4099337 | 30,00 | 17,80 | 2,63 | 2,65 | 2,52 |



| CODIGO PLANO | NUMERO REGISTRO | IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | | COTA (m s.n.m.) | PROFUND. (m.) | oct-01 | oct-02 | oct-03 |
|--------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | | | X | Y | | | | | |
| SGOP 22 | 114250028 | Surgente del Martinazo (S 22) | 729010 | 4101980 | 1,80 | 0.00 | | 0,64 | no se pudo medir |
| SGOP 21 | 114260020 | Caño del Martinazo (S 21-1) | 728800 | 4101300 | 1,40 | 24.50 | surgente 5 l/10 seg | 0,10 | surgente |
| | 114260021 | Caño del Martinazo (S 21-2) | 728800 | 4101300 | 1,40 | 15.20 | surgente | surgente 5 l/10 seg | surgente 5 l/6 seg |
| | 114260022 | Caño del Martinazo (S 21-3) | 728800 | 4101300 | 1,40 | 8.40 | surgente | 0,00 | 0,00 |
| CGS 05 | 114270022 | Los Caracoles (S 8) | 739380 | 4101290 | 2,00 | 191.00 | 1,48 | 1,49 | 1,40 |
| | 114270023 | Los Caracoles (S 5) | 727140 | 4111400 | 2,70 | 27.00 | 3,65 | 3,88 | 3,95 |
| CGS 19 | 114310016 | Palacio Doñana (S 49) | 717370 | 4118460 | 30,00 | 67.00 | 1,58 | 1,90 | 1,74 |
| | 114310017 | Palacio Doñana (S 50) | 717370 | 4118460 | 29,95 | 25.00 | surgente 5 l/4 seg | surgente | surgente |
| | 114310018 | Palacio Doñana (S 51) | 717370 | 4118460 | 29,95 | 6.00 | 0,79 | 1,39 | 1,11 |
| | 114310019 | Palacio Doñana (S 52) | 727779 | 4097040 | 2,94 | 191.00 | surgente 5 l/12 seg | surgente | surgente |
| SGOP 42 | 114310020 | Laguna del Sopeton (S 42-1) | 726540 | 4093240 | 20,00 | 11.70 | 0,61 | 1,10 | 0,62 |
| | 114310021 | Laguna del Sopeton (S 42-2) | 727380 | 4093457 | 10,00 | 11.80 | 0,38 | 0,80 | 0,44 |
| SGOP 25 | 114310022 | Algaidilla (S 25) | 728323 | 4093210 | 5,00 | 15.00 | | no se pudo medir | no se pudo medir |
| SGOP 24 | 114310023 | Lucio Caballero (S 24) | 727990 | 4093900 | 2,40 | 11.70 | 0,73 | 1,31 | 0,85 |
| SGOP 38 | 114310024 | Laguna de Santa Olalla (S 38-1) | 724230 | 4095780 | 10,00 | 24.70 | 0,79 | 1,01 | no se pudo medir |
| | 114310025 | Laguna de Santa Olalla (S 38-2) | 724485 | 4095465 | 6,00 | 11.40 | no se pudo entrar | 1,11 | no se pudo medir |
| | 114310026 | Laguna de Santa Olalla (S 38-3) | 724485 | 4095465 | 6,00 | 1.90 | no se pudo entrar | roto | roto |
| | 114310027 | Laguna de Santa Olalla (S 38-4) | 724890 | 4095455 | 5,50 | 11.70 | no se pudo entrar | roto | roto |
| SGOP 39 | 114310028 | Laguna La Dulce (S 39-1) | 724125 | 4095780 | 6,00 | 22.70 | 0,71 | 0,97 | no se pudo medir |
| | 114310029 | Laguna La Dulce (S 39-2) | 723855 | 4095715 | 6,00 | 11.40 | no se pudo entrar | 1,03 | no se pudo medir |
| SGOP 40 | 114310030 | Laguna de Las Pajas 1 (S 40-1) | 725185 | 4095590 | 6,00 | 23.10 | no se pudo entrar | 1,38 | no se pudo medir |
| | 114310031 | Laguna de Las Pajas 1 (S 40-2) | 725660 | 4095825 | 5,90 | 22.30 | no se pudo entrar | 2,01 | no se pudo medir |
| SGOP 41 | 114310032 | Laguna de los Hermanillos (S 41) | 726830 | 4096110 | 4,90 | 29.70 | 1,38 | 1,57 | 0,91 |
| SGOP 43 | 114310033 | Laguna del Zahillo (S 43) | 722060 | 4096430 | 9,00 | 14.80 | 2,24 | 2,56 | 2,52 |
| SGOP 44 | 114310034 | Laguna del Taraje (S 44) | 722890 | 4096530 | 9,20 | 14.90 | 1,09 | 1,52 | 1,01 |
| SGOP 48 | 114310035 | Laguna del Brezo (S 48) | 721263 | 4097210 | 20,00 | 14.90 | 3,48 | 3,68 | 3,32 |
| SGOP 49 | 114310036 | Charco del Toro (S 49) | 721413 | 4096827 | 14,00 | 15.00 | 3,07 | 3,48 | 3,30 |



| CODIGO PLANO | NUMERO REGISTRO | IDENTIFICACIÓN | COORDENADAS UTM | | COTA (m s.n.m.) | PROFUND. (m.) | oct-01 | oct-02 | oct-03 |
|--------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------------|--------|------------------|------------------|
| | | | X | Y | | | | | |
| SGOP 26 | 114320005 | Lucio del Hondón (S 26) | 730160 | 4090390 | 12,00 | 15.20 | 0,51 | 0,40 | 0,62 |
| SGOP 27 | 114320006 | Agua Rubias (S 27) | 731720 | 4089530 | 10,00 | 11.00 | 0,56 | 0,36 | 0,62 |
| SGOP 28 | 114360008 | Majada Real (S 28) | 732840 | 4088380 | 10,00 | 13.00 | 0,48 | 0,39 | 0,49 |
| SGOP 29 | 114360009 | Vetalengua Punta (S 29) | 733510 | 4088920 | 7,00 | 12.20 | | no se pudo medir | no se pudo medir |
| SGOP 31 | 114360010 | Corral de la Liebre (S 31-1) | 732793 | 4084533 | 10,00 | 24.60 | 3,33 | 3,38 | 3,09 |
| | 114360011 | Corral de la Liebre (S 31-2) | 732793 | 4084533 | 10,00 | 4.40 | 3,08 | 3,39 | 2,95 |
| SGOP 30 | 114360012 | Lucio de Vetalengua (S 30) | 733010 | 4087310 | 14,00 | 12.30 | 1,21 | 1,34 | 1,04 |
| SGOP 32 | 114360013 | Pocito (S 32) | 734600 | 4082040 | 9,00 | 24.40 | | 1,51 | 1,30 |
| SGOP 33 | 114360014 | Pozo de la Plancha (S 33) | 735570 | 4080160 | 1,00 | 24.80 | 1,77 | 1,86 | 1,69 |
| SGOP 36 | 114360015 | Cerro del Trigo (S 36) | 732800 | 4086970 | 17,00 | 24.80 | 7,30 | 7,32 | 7,14 |
| SGOP 37 | 114360016 | Observatorio o Vía Pecuaria (S 37) | 732380 | 4083990 | 10,00 | 24.80 | 2,07 | 2,39 | 1,98 |
| CGS 23 | 114360017 | Vetalengua (S 56) | 733010 | 4087500 | 2,00 | 85.00 | 2,18 | 2,22 | 2,06 |
| | 114360018 | Vetalengua (S 57) | 733010 | 4087500 | 2,00 | 190.00 | 2,68 | 2,72 | 3,75 |
| | 114360019 | Vetalengua (S 58) | 733010 | 4087500 | 2,00 | 12.00 | | no se mide | no se mide |
| CGS 24 | 114360020 | Marismillas (S 59) | 734320 | 4080650 | 3,00 | 289.00 | 1,54 | 2,03 | 2,39 |
| | 114360021 | Marismillas (S 60) | 734320 | 4080650 | 3,00 | 18.00 | 2,02 | 2,22 | 1,95 |
| SGOP 34 | 114420045 | Pozo Nuevo (S 34) | 734890 | 4078940 | 7,00 | 18.00 | 1,85 | 2,10 | 1,76 |
| SGOP 35 | 114420046 | Llanos de Velázquez (S 35) | 735420 | 4079100 | 10,00 | 18.20 | 2,25 | 2,46 | 2,10 |