

Libro de resúmenes

Sevilla, 6 y 7 de febrero de 2014

Jornadas de investigación
sobre la conservación de

Doñana

Jornadas de Investigación
sobre la Conservación de Doñana
6-7 Febrero 2014
Sevilla

LIBRO DE RESÚMENES

Estación Biológica de Doñana, EBD-CSIC
Oficina de Coordinación de la Investigación
Isla de la Cartuja
c/Américo Vespucio, s/n
41092 Sevilla
coordinación@ebd.csic.es
www.ebd.csic.es



Cómo citar este libro: Janss, G.F.E., Astasio, R. y Vilà, M. (eds.) 2014. Jornadas de Investigación sobre la Conservación de Doñana. Libro de resúmenes. 6-7 febrero 2014. Sevilla, España. 89 p.

ÍNDICE

PREÁMBULO	1
BIENVENIDA	2
INFORMACIÓN GENERAL	3
PROGRAMA	7
COMUNICACIONES ORALES	9
COMUNICACIONES EN PANEL	12
RESÚMENES	14
LISTA DE PARTICIPANTES	82

PREÁMBULO

TEMÁTICA

El Espacio Natural de Doñana posee una larga historia en materia de conservación de la Naturaleza. En Doñana se han llevado a cabo investigaciones y actuaciones medioambientales que han sido pioneras en Europa. La Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) coordina la investigación en este espacio natural que ha pasado de la docena de proyectos de investigación en los años setenta a más de 80 en la última década, dando lugar a más de 2300 publicaciones científicas. Con el motivo del 50 aniversario de la EBD se reúnen investigadores y gestores que trabajan o han trabajado en Doñana para compartir y discutir trabajos de investigación y actuaciones de conservación realizados hasta la fecha y propuestas futuras.

FECHAS JORNADAS

6-7 Febrero 2014

LUGAR JORNADAS

Centro de Investigaciones Científicas Isla de la Cartuja. cicCartuja
Estación Biológica de Doñana. EBD-CSIC

Isla de la Cartuja, CSIC.
c/ Américo Vespucio s/n. 41092 Sevilla

SECRETARÍA JORNADAS

coordinación@ebd.csic.es. Oficina de Coordinación de la Investigación. Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC). Telf. +34.954466700, Fax +34.954621125

COMITÉ CIENTÍFICO

Xim Cerdá (EBD-CSIC); Carmen Díaz-Paniagua (EBD-CSIC); José Dolz (Univ. Politécnica de Cataluña); Luis-Ventura García (Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC); Andy Green (EBD-CSIC); Benito A. de la Morena (Estación de Sondeos Atmosféricos –El Arenosillo/INTA); Laura Serrano (Universidad de Sevilla); Cristina Ramo (EBD-CSIC); Montserrat Vilà (EBD-CSIC)

COMITÉ ORGANIZADOR

Rocío Astasio (EBD-CSIC); Guyonne Janss (EBD-CSIC); Francisco Quirós (END, Junta de Andalucía); Montserrat Vilà (EBD-CSIC)

COLABORADORES

Isabel Afán (EBD-CSIC); Paloma Álvarez (EBD-CSIC); Begoña Arrizabalaga (EBD-CSIC); Giulia Crema (EBD-CSIC); David Aragonés (EBD-CSIC); Álvaro Dugo (EBD-CSIC); Héctor Garrido (EBD-CSIC); Jesús Gómez (EBD-CSIC); Esperanza Gil (EBD-CSIC); Pablo González (EBD-CSIC); Fran Oficialdegui (EBD-CSIC); M^{re} Carmen Quintero (EBD-CSIC); Eduardo Rodríguez (EBD-CSIC); Rosa Rodríguez (EBD-CSIC); Raúl Sojo (EBD-CSIC); Juan Antonio García (EBD-CSIC); Rafael Álvarez (cicCartuja); María Pozas (cicCartuja); Rocío Bejines (cicCartuja); Melania Rivers (cicCartuja); Rocío Rodríguez (cicCartuja)

BIENVENIDA

En el año del 50 aniversario de la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) no podían faltar unas Jornadas dedicadas a la investigación realizada en el Espacio Natural de Doñana. Es el primer acto que celebramos para conmemorar este aniversario. La historia de la EBD-CSIC y la investigación en este espacio protegido se han desarrollado en paralelo. A lo largo de los años la EBD-CSIC se ha convertido en un centro internacional de investigación dedicada a la ecología y el medio ambiente que abarca áreas de estudio en todo el mundo. Al mismo tiempo, Doñana, como espacio natural, recibe anualmente más de 80 investigadores de diversos centros nacionales e internacionales. Todo ello indica que Doñana es una gran maestra. Es un placer dar la bienvenida a esta amplia diversidad de investigadores en estas Jornadas y ver el amplio abanico de temas que abarcan sus comunicaciones. Una pieza clave de esta gran atención por investigar Doñana es nuestra estación de campo, el Palacio de Doñana, ubicado en la Reserva Biológica de Doñana, donde os espero seguir viendo durante muchos años más. Por último quiero dar las gracias al Centro de Investigaciones Científicas, Isla de Cartuja, por prestarnos sus instalaciones para poder celebrar estas Jornadas. Que tengáis unas fructíferas Jornadas.

Juan José Negro Balmaseda
Director de la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC)

INFORMACIÓN GENERAL

SEDES

La sede principal de las Jornadas será el Centro de Investigaciones Científicas Isla de la Cartuja (cicCartuja), calle Américo Vespucio, 49, Sevilla. cicCartuja albergará la Secretaría Técnica para recepción y atención a los asistentes de las Jornadas, la Sala de Exposición de Paneles (planta 1), y la Sala para las Conferencias y Mesas Redondas (planta 2). En este mismo centro se servirán los cafés (planta 2).

En la Estación Biológica de Doñana (Hall de entrada) se hará la foto de grupo (jueves día 6 a las 12:10). Los diferentes eventos de las Jornadas se distribuyen de la siguiente manera entre los lugares de celebración:

HORARIO

EVENTO

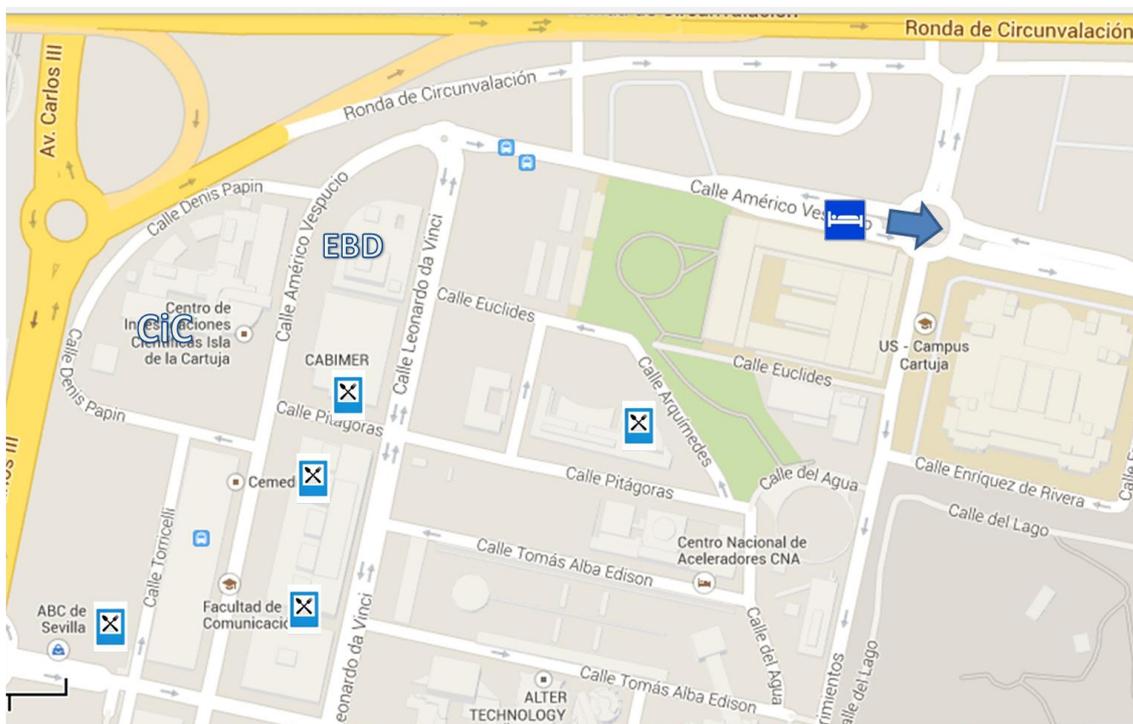
SITIO

DIA 6 de Febrero

8:30-9:30	Entrega documentación	CIC Cartuja Planta 2
9:30-10:00	Inauguración y bienvenida	CIC Cartuja Planta 2
10:00-11:30	CONFERENCIAS	CIC Cartuja Planta 2
11:30-12:10	Café	CIC Cartuja Planta 2
12:10-12:15	Fotografía grupo (participantes)	Entrada EBD-CSIC
12:15-13:45	CONFERENCIAS	CIC Cartuja Planta 2
13:45-15:15	Comida	Isla de la Cartuja (Libre)
15:15-16:00	Posters	CIC Cartuja Planta 1
16:00-17:00	Mesa Redonda	CIC Cartuja Planta 2
17:00-19:45	CONFERENCIAS	CIC Cartuja Planta 2

DIA 7 de Febrero

9:00-11:30	CONFERENCIAS	CIC Cartuja Planta 2
11:30-12:15	Café	CIC Cartuja Planta 2
12:15-13:15	Mesa Redonda	CIC Cartuja Planta 2
13:15-14:00	Posters	CIC Cartuja Planta 1
14:00-15:30	Comida	Isla de la Cartuja (Libre)
15:30-18:30	CONFERENCIAS	CIC Cartuja Planta 2
18:30-18:40	Clausura	CIC Cartuja Planta 2



CIC Cartuja
EBD-CSIC

Conferencias, mesa redonda, pósters
Café y foto de grupo



Lugares para comer



Hotel Barceló



Parada autobús (líneas C1 y C2)

IDENTIFICACIÓN DE ASISTENTES Y ORGANIZADORES

Se ruega a todos los asistentes a las Jornadas que lleven de forma visible su tarjeta de identificación durante todos los actos del mismo. Será imprescindible para acceder a las dos sedes (cicCartuja y EBD- CSIC). Los organizadores portarán una tarjeta identificativa diferente y estarán a disposición de los asistentes para resolver cualquier duda o problema durante el desarrollo de las actividades.

COMUNICACIONES ORALES

Las comunicaciones orales, incluidas las charlas plenarias, tendrán lugar en el Salón de Actos del cicCartuja (planta 2). El tiempo máximo para cada presentación es de 10 minutos a los que se añaden 5 para preguntas. Si el conferenciante consume estos 5 minutos se eliminará la posibilidad de preguntas. Está previsto que todas las comunicaciones y mesas redondas sean grabadas. Además, durante los diferentes eventos se harán fotografías. Se pedirá autorización expresa para la divulgación de estas imágenes. Para revocar la autorización o resolver cualquier duda sobre las imágenes y su divulgación posterior pueden contactar con la Oficina de Coordinación de la Investigación (coordinación@ebd.csic.es) de la EBD-CSIC, antes y después de la celebración de las Jornadas.

Se ruega a los ponentes atenerse estrictamente al horario establecido. Los moderadores de las sesiones interrumpirán la presentación pasado el tiempo asignado. Las presentaciones deberán entregarse en la Mesa de la Secretaría de las Jornadas, en formato electrónico, como muy tarde antes del final de la sesión anterior a la sesión correspondiente y preferiblemente la mañana del primer día durante la entrega de documentación. Se aconseja a los autores que utilicen sistemas operativos Macintosh o Linux que se aseguren previamente de que su presentación funciona correctamente en un entorno Windows para PC con PowerPoint versión 2010. Para presentaciones que no incluyan animaciones, sonido o video, una alternativa es utilizar un formato PDF, que funciona bien en cualquier sistema operativo.

COMUNICACIONES EN PANEL

Los paneles se colocarán en la primera planta del cicCartuja, donde estarán instalados los soportes con el número de cada panel. Los paneles deben tener un tamaño máximo de 1,16 m. de ancho y 1,67 m. de alto. En la mesa de la Secretaria de las Jornadas estará disponible el material necesario para la colocación de los paneles (chinchetas). Los paneles deberán colocarse idealmente en la mañana del jueves día 6 de febrero, en el espacio que corresponde con el número del panel indicado en el listado de paneles. Se ruega a los autores de los paneles que estén presentes en las inmediaciones de sus respectivos trabajos el mayor tiempo posible durante los periodos designados en el Programa para las sesiones de posters. Los poster pueden retirarse a partir de las 14:00 del viernes (después de la segunda sesión de posters). La organización retirará los paneles que no hayan podido ser retirados por los autores.

CAFÉS, COMIDAS y ALOJAMIENTO

Entre las 11:30 y 12:15 se servirán los cafés en el cicCartuja (planta 2). La inscripción a las Jornadas no incluye ningún otro servicio de comidas o restauración. Por favor tengan en cuenta el tiempo necesario para volver a la Sala de Conferencias y Mesas Redondas, para no demorar el inicio de las sesiones que empiezan directamente después de las pausas para cafés y comidas.

Hay varios restaurantes y cafeterías en la zona donde se puede almorzar. Las más próximas a las sedes de celebración de las Jornadas son:

- Cafetería del CABIMER, C/ Américo Vespucio (a 100 metros de la EBD). Menú: 5.50€ a elegir entre 4 primeros y 4 segundos, bebida, pan y postre. También existe la posibilidad de pedir sándwich o bocadillos en la barra.
- Cafetería y Comedor de la Facultad de Comunicación, C/ Américo Vespucio (a 200 m de la EBD). Menús desde 4 euros (en el sótano) y cafetería (planta baja). Es el comedor de mayor capacidad en la zona (más de 300 comensales).
- Cafetería / Restaurante Casa Manuela, C/ Américo Vespucio (a 300 metros de la EBD). Menú: 10€ 2 platos, bebida, pan y postre. Tapas y platos combinados a partir de 2,5€.
- Cafetería Confederación de Empresarios de Andalucía (CEA), C/ Arquímedes 2 (300 metros de la EBD). Menú 7.50€.
- Cafetería Da Vinci (Escuela CEADE-Leonardo. Centro Autorizado de Estudios Superiores en Diseño), C/ Leonardo Da Vinci 5 (a 400 metros de la EBD). Menú: 8€ a elegir entre 2 primeros y 2 segundos, bebida, pan y postre. Menú para llevar 5€: 2 platos y pan.

Cada asistente debe organizar su alojamiento en Sevilla. El hotel más próximo al lugar de la celebración (1 km aproximadamente) es el hotel Barceló Sevilla Renacimiento (Isla de la Cartuja). Los interesados en alojarse en este hotel pueden contactar con M^a Antonia (renacimiento.res@barcelo.com, 954462222). Otra alternativa es el hotel Ribera de Triana www.hotelriberadetriana.com, ubicado a unos 2 km, pero más céntrico por si quieren visitar la

ciudad de Sevilla. Los precios que nos han ofrecido para todo el que informe que vienen a las "Jornadas de Investigación" de la Estación Biológica de Doñana son para una habitación de uso individual 65,97 € y la habitación doble 74,97 € en el hotel Barceló. En el Hotel Ribera de Triana la habitación individual y doble tienen el mismo precio que es 65,97 €.

PROGRAMA

Día 6 de febrero: Mañana

- **8:30-9:30** Entrega documentación
- **9:30-10:00** Inauguración y bienvenida
Juan José Negro/EBD-CSIC; José Ramón Urquijo/VORI-CSIC; Miguel Ferrer/Delegación Andalucía-CSIC; Miguel Ángel de la Rosa/cicCartuja; Esperanza Perea/Dir. Gen. ENyPC-JA; Eva María Vázquez/Dir. Gen. ITE-JA; Juan Pedro Castellano (Director END-JA)
- **10:00-10:45** Conferencia plenaria
Jacob GONZALEZ-SOLIS BOU (Universidad de Barcelona) “¿Cuán consistente es el comportamiento migratorio? Estrategias migratorias en pardelas y petreles del atlántico a nivel específico, poblacional e individual”
- **10:45-11:30** SESIÓN 1A *El medio físico de Doñana* (3 presentaciones)
Moderadora: Montserrat Vilà
- **11:30-12:10** Café
- **12:10-12:15** Fotografía de grupo (participantes)
- **12:15-13:45** SESIÓN 1B *El medio físico de Doñana* (6 presentaciones)
Moderadores: Benito de la Morena y Luis Ventura García
- **13:45-15:15** Comida

Día 6 de febrero: Tarde

- **15:15-16:00** Sesión pósters (nº 1 al nº 20)
- **16:00-17:00** Mesa redonda:
Transferencia del Conocimiento (Miguel Delibes/EBD-CSIC; Joan Pino –CREAF; Mónica Salomone-Periodista; Francisco Quirós –Conservador END; Ezequiel Martínez-Periodista). Moderadora: Guyonne Janss
- **17:00-18:15** SESIÓN 2A *Conservación, gestión y aprovechamientos de Doñana* (5 presentaciones)
Moderadores: Cristina Ramo y Laura Serrano
- **18:15-18:30** Pausa
- **18:30-19:45** SESIÓN 2B *Conservación, gestión y aprovechamientos de Doñana* (5 presentaciones)

Moderadores: Cristina Ramo y Laura Serrano

Día 7 de febrero: Mañana

- **9:00-9:45** Conferencia plenaria
Brigitte POULIN (Tour du Valat. Centre de Recherche pour la Conservation des Zones Humides Méditerranéennes) “El enfoque multidisciplinar en la conservación de los humedales”.
- **9:45-11:30** SESIÓN 3 *Los ecosistemas de Doñana* (7 presentaciones)
Moderadores: Andy Green y José Dolz
- **11:30-12:15** Café
- **12:15-13:15** Mesa redonda:
Prioridades y retos futuros de la investigación en Doñana (Pep Amengual/OAPN; Marisol Manzano/UPCT; Berta Martín/UAM; Regino Zamora/UGR; Eva Hernández/Adena-WWF). Moderadora: Montserrat Vilà
- **13:15-14:00** Sesión pósters (nº 21 al nº 40)
- **14:00-15:30** Comida

Día 7 de febrero: Tarde

- **15:30-17:00** SESIÓN 4A *La flora y fauna de Doñana* (6 presentaciones)
Moderadores: Carmen Díaz Paniagua y Xim Cerdá
- **17:00-17:15** Pausa
- **17:15-18:30** SESIÓN 4B *La flora y fauna de Doñana* (5 presentaciones)
Moderadores: Carmen Díaz Paniagua y Xim Cerdá
- **18:30-18:40** Clausura

COMUNICACIONES ORALES

SESIÓN 1 El medio físico de Doñana

Día 6 de febrero: Mañana

- 10:45-11:00 Geomorfología de Doñana (Dunas, Playas, Cheniers y Malecones): Implicaciones ambientales. **Rodríguez Ramírez, Antonio**
- 11:00-11:15 La observación piezométrica como herramienta de conservación de los recursos hídricos en Doñana . **Ruiz Bermudo, Fernando**
- 11:15-11:30 Recarga y conexión aguas superficiales–aguas subterráneas en el sector de los Sotos, Doñana **Custodio Gimena, Emilio**
- 12:15-12:30 El Arenosillo dentro del entorno de Doñana. **Adame Carnero, José Antonio**
- 12:30-12:45 Origen y comportamiento del arsénico natural en los recursos hídricos en el Parque Nacional de Doñana. **Kohfahl, Claus**
- 12:45-13:00 Estudio del proceso de vaciado de la marisma de Doñana a través de su balance térmico superficial. **Ramos Fuertes, Anaïs**
- 13:00-13:15 El manto eólico litoral de El Abalarío-Doñana (Huelva, SW de España). Aproximación a la secuencia eólica del Holoceno medio-superior. **Díaz Del Olmo, Fernando**
- 13:15-13:30 Edafogénesis y formación de humedales en el manto eólico litoral del Abalarío-Doñana (Huelva, SW de España). La laguna del Navazo del Toro. **Recio Espejo, José Manuel**
- 13:30-13:45 ¿El ocaso de las dunas móviles de Doñana? **Muñoz Reinoso, José Carlos**

SESIÓN 2 Conservación, gestión y aprovechamientos de Doñana

Día 6 de febrero: Tarde

- 17:00-17:15 Razones antropológicas, arqueológicas y geológicas de la conservación de Doñana: El Proyecto Hinojos (2005-2013). **Villarías-Robles, Juan José R.**
- 17:15-17:30 Conservación, gestión y amenazas del sistema de lagunas temporales de Doñana. **Díaz Paniagua, Carmen**
- 17:30-17:45 Nuevas herramientas de información, comunicación y participación pública para el fortalecimiento del compromiso ciudadano en la conservación de Doñana. Un diagnóstico desde la sociología. **Bejarano Bella, Juan Francisco**
- 17:45-18:00 La Actuación nº6 de Doñana 2005: recuperación de la comunidad vegetal en caño travieso **Vélez Martín, Alberto**
- 18:00-18:15 Comportamiento de la red de drenaje del gran cono aluvial situado al noroeste de la marisma del Parque Nacional de Doñana en su estado original, tras el encauzamiento del arroyo del Partido y después de su restauración con la Actuación núm. 3 del Proyecto Doñana 2005 . **Huelin Rueda, Pablo**
- 18:30-18:45 Las edificaciones en Doñana: estrategias de eficiencia. **Rincón Calderón, José María**

- 18:45-19:00 El papel del ganado caprino en el monte Mediterráneo, un ejemplo en el Espacio Natural de Doñana. Síntesis del proyecto OG-052/07. **Mancilla Leytón, Juan Manuel**
- 19:00-19:15 Especies parásitas en équidos de la Reserva Biológica de Doñana y su papel como potencial población en refugio frente al fenómeno de la resistencia antihelmíntica. **Meana Mañes, Aránzazu**
- 19:15-19:30 Conservación de los paisajes de la Vera. Hacia nuevos relatos transdisciplinares y creativos **Ojeda Rivera, Juan Francisco**
- 19:30-19:45 La invasión de *Azolla filiculoides* en Doñana: estatus actual y líneas de gestión. **Fernández Zamudio, María del Rocío**

SESIÓN 3 Los ecosistemas de Doñana

Día 7 de febrero: Mañana

- 9:45-10:00 El papel funcional del cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) en los ecosistemas acuáticos de Doñana desde su introducción hasta la actualidad. **Alcorlo Pagés, Paloma**
- 10:00-10:15 El alcornocal de Doñana: pasado, presente y futuro. **García Fernández, Luis Ventura**
- 10:15-10:30 Efectos de la invasión de la hormiga argentina sobre el ecosistema de los alcornocales en Doñana. **Angulo Aguado, Elena**
- 10:30-10:45 Efectos de la variabilidad en el funcionamiento de los ecosistemas sobre la dinámica poblacional de vertebrados en Doñana: implicaciones en conservación. **Fernández Requena, Néstor**
- 10:45-11:00 Respuesta del matorral de la Reserva Biológica de Doñana a episodios climáticos extremos de sequía invernal. **Lloret Maya, Francisco**
- 11:00-11:15 Florestas de dunas costeras sobre escenarios de limitación de agua subterránea: de los trópicos a mediterráneo: Proyecto GWTropiMed. **Díaz Antunes-Barradas, María Cruz**
- 11:15-11:30 La Reserva Biológica de Doñana zona de calibración y validación de satélites. **Sobrino Rodríguez, José Antonio**

SESIÓN 4 La flora y fauna de Doñana

Día 7 de febrero: Tarde

- 15:30-15:45 El ánsar común en Doñana: tendencia poblacional, su comportamiento migratorio y la huella de Aznalcóllar. **Green, Andy**
- 16:00-16:15 Evaluación de la exposición de las aves del Parque Nacional de Doñana a la contaminación ambiental. **Eljarrat Esebag, Ethel**
- 16:15-16:30 Patrones de biodiversidad en las comunidades de macroinvertebrados de las lagunas temporales de Doñana: implicaciones para la conservación. **Florencio Díaz, Margarita**
- 16:30-16:45 Preservación de los bosques húmedos de Doñana: proyecto de seguimiento integral de la vegetación higrófila y su interacción con los cambios ambientales y antrópicos. **Rodríguez González, Patricia María**

- 16:45-17:00 Declive y recuperación genética de los lince de Doñana. **Godoy López, José Antonio**
- 17:15-17:30 El noctulo grande (*Nyctalus lasiopterus*) en Doñana. **Ibáñez Ulargui, Carlos**
- 17:30-17:45 Importancia del litoral de Doñana para la conservación de las tortugas marinas. **Marco Llorente, Adolfo**
- 17:45-18:00 Distribución y hábitat de la musaraña campesina (*Crocidura suaveolens*) en el Golfo de Cádiz. **Biedma Aguilera, Luis Eduardo**
- 18:00-18:15 Regla de Tres: Parásitos, Vectores y Hospedadores en Doñana y su entorno. **Ferraguti, Martina**
- 18:15-18:30 Cartografía de parámetros biofísicos en las marismas de Doñana mediante teledetección radar. **Martí Cardona, Belén**

COMUNICACIONES EN PANEL

DIA	Nº	Apellido	Nombre		Título
6	1	López-Archilla	Ana Isabel	et al.	Aproximación a un modelo de funcionamiento de la laguna de Santa Olalla (manto eólico del Espacio Natural de Doñana) mediante la cuantificación de sus flujos de materia y energía
6	2	Borja Barrera	César	et al.	Modelos de funcionamiento hidrogeomorfológico de las lagunas del complejo palustre de Doñana (Huelva, SW de España)
6	3	Díaz-Delgado Hernández	Ricardo	et al.	Reconstrucción histórica y tendencias del hidroperiodo de las marismas de Doñana
6	4	Prados-García	M ^a Luisa	et al.	Monitorización de la recarga natural de los recursos hídricos en el Parque Natural de Doñana
6	5	Fernández de los Santos	Natalia	et al.	Estudio del cambio climático sobre los aportes subterráneos a los humedales de Doñana
6	6	Lama Sánchez	Álvaro	et al.	Cambios en la dinámica hidrogeomorfológica de las cuencas menores vertientes a Doñana durante los últimos 55 años (Parque Nacional de Doñana, Huelva, sw de España)
6	7	Higueras	Horacio	et al.	Presencia y transporte de NO₃ y SO₄ agrícola en aguas superficiales y subterráneas del sector La Rocina-Mimbrales-La Vera, Doñana
6	8	Manzano Arellano	Marisol	et al.	El papel de los isótopos ambientales para establecer la red de flujo de agua subterránea y la relación acuífero-humedales en el Manto Eólico Litoral de Doñana (MELD)
6	9	Dorado-García	Irene	et al.	El enriquecimiento con carbono lábil como herramienta de bajo costo para el control de la eutrofización en aguas continentales de la región mediterránea
6	10	Notario Molina	Alberto	et al.	Captación y análisis de compuestos orgánicos volátiles (incluyendo carbonilos) en el entorno de Doñana
6	11	Olías Álvarez	Manuel	et al.	Análisis de la evolución piezométrica en los sectores libre y confinado del acuífero Almonte-Marismas (periodo 1994-2012)
6	12	Recio Espejo	José Manuel	et al.	Procesos edafogenéticos en el Manto Eólico Litoral del Abalario-Doñana (Huelva, SW de España): la laguna de Colón
6	13	Robredo Sánchez	José Carlos	et al.	Red de nivelación de la marisma del Parque Nacional de Doñana. Infraestructura de apoyo para seguimiento evolutivo micro-topográfico de su lecho
6	14	Cámara Artigas	Rafael	et al.	Caracterización geobotánica del Sabinar de Marqués. Reserva Biológica de Doñana: Factores Geoedáficos y Termo Higrométricos
6	15	Cámara Artigas	Rafael	et al.	Cartografía de las formaciones vegetales y unidades ambientales de los mantos eólicos del Parque Nacional Doñana y la Reserva Biológica de Doñana
6	16	Mancilla-Leytón	Juan Manuel	et al.	Efecto de la depredación de bellotas por el conejo de monte (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) sobre el reclutamiento del alcornoque (<i>Quercus suber</i>) en el Parque Natural de Doñana. I.- Efecto del nivel nutricional del suelo
6	17	Díaz Antunes-Barradas	María Cruz		Las Bayas de <i>Corema album</i>: reflectancia y composición química

DIA	Nº	Apellido	Nombre		Titulo
6	18	Prunier	Florent	et al.	Evaluación del estado de conservación de la fauna de Odonatos de Doñana
6	19	Redondo	Isabel	et al.	Plan de gestión de la anguila en Andalucía
7	21	García Díez	Teresa	et al.	Las colecciones científicas de la EBD: una herramienta para la investigación y la conservación en el Espacio Natural Doñana
7	22	González Moreno	Pablo	et al.	La influencia de la rápida urbanización costera en las invasiones por las plantas exóticas
7	23	Jiménez Michavila	Marcos	et al.	Serie de imágenes del sistema hiperespectral aeroportado del INTA en el marco del proyecto HYDRA
7	24	Máñez Rodríguez	Manuel	et al.	40 años de censos aéreos en las Marismas del Guadalquivir
7	25	Manzano Rodríguez	Saúl	et al.	Hacia la incorporación de información paleoecológica en biología de la conservación: El estudio palinológico del Lucio de la Cancela de la Aulaga
7	26	Perea Martos	Antonio Jesús	et al.	Efecto de la predación de bellotas por el conejo de monte (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) sobre el reclutamiento del alcornoque (<i>Quercus suber</i>) en el Parque Natural de Doñana. II.- Efecto del dosel arbóreo
7	28	Vega-Pla	José Luis	et al.	El Caballo de las Retuertas: Análisis del pedigrí y consanguinidad
7	29	Viejo Montesinos	José Luis	et al.	Biodiversidad de lepidópteros en relación con sus hábitats, formaciones vegetales y flora de Las Marismillas
7	30	Espinar	José Luis	et al.	Invasión de <i>Azolla filiculoides</i> en Doñana: relación con variables climáticas y eutrofización de la marisma
7	31	Gallego Tévar	Blanca	et al.	Caracterización del estado de conservación de los ecosistemas húmedos de Doñana desde la perspectiva de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España
7	32	García Álvarez	Alberto	et al.	Controversias en la conservación: dispersión por anátidas de semillas de la especie exótica invasora <i>Spartina densiflora</i>
7	33	Rodríguez Sierra	Antonio	et al.	Colaboración privada en la gestión pública de espacios naturales protegidos: el Paraje Natural Brazo del Este (Sevilla)
7	34	Pérez Vázquez	Andrés	et al.	Consecuencias de la invasión de <i>Spartina densiflora</i> en las aves acuáticas del Espacio Natural de Doñana
7	35	Muñoz Reinoso	José Carlos	et al.	Escalas y fronteras en las arenas estabilizadas
7	36	Pérez Ramos	Ignacio Manuel	et al.	Cambios temporales en la estructura de las comunidades de matorral de la Reserva Biológica de Doñana: diversidad funcional y resiliencia
7	37	García de la Riva	Enrique	et al.	Diversidad funcional del matorral de Doñana: respuesta a episodios climáticos extremos
7	38	Ruiz Domínguez	María Carmen	Del et al.	La radiación solar y la mejora de la productividad de cultivos de organismos fotosintéticos
7	39	Fernández Alés	Rocío	et al.	Las edificaciones en áreas protegidas, ¿incrementan la biodiversidad? El caso del Parque Nacional de Doñana

RESÚMENES

Conferencias (orden alfabético primer autor)

INVESTIGACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL ARENOSILLO DENTRO DEL ENTORNO DE DOÑANA

Adame, José Antonio¹; Sorribas, Mar^{2,3}; Vilaplana, José Manuel¹; Gil, Manuel¹; De la Morena, Benito A¹

1 Estación de Sondeos Atmosféricos –El Arenosillo. Área de Instrumentación e Investigación Atmosférica. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Mazagón – Huelva. 2 Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Granada. Granada. 3 Instituto de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía. Universidad de Granada.

El Parque Nacional de Doñana, y por tanto la flora y la fauna que alberga, está influenciado por los fenómenos físico-químicos que ocurren en la capa más baja de la atmósfera, la troposfera. Ejemplo de ello son los niveles de radiación solar, los cuales influyen en numerosos procesos biológicos como la actividad fotosintética, la calidad del aire relacionada con estrés al que están sometidos algunos vegetales, o la concentración de partículas relacionada directamente con el grado de desertificación. En la Estación de Sondeos Atmosféricos (ESAt) (37.1N - 6.7W), ubicada en el Centro de Experimentación de El Arenosillo (CEDEA) y perteneciente al Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), se lleva a cabo un programa de observación e investigación de la baja y alta atmósfera desde el año 1975. Diversos parámetros radiativos (radiación global, ultravioleta e infrarroja) se están monitorizando y analizando en la ESAt desde 1997, así como el contenido total de ozono y de carga de partículas, directamente relacionados con los niveles de radiación en el rango ultravioleta. Desde el año 2000 se monitoriza y estudia el comportamiento que presentan tanto especies oxidantes (O₃, NO₂) como el material particulado (propiedades físico-químicas-ópticas), haciendo especial énfasis en los análisis relacionados con la calidad del aire y el cambio climático. De esta forma se conoce la evolución anual, estacional y diaria que presentan estas especies, así como su variabilidad en función de episodios como los incendios forestales y la llegada de polvo desde el desierto del Sáhara. Las condiciones meteorológicas, igualmente determinantes en la vida de Doñana, también han sido estudiadas. Se han realizado numerosos trabajos para identificar y analizar los escenarios meteorológicos típicos de la región, utilizándose para ello tanto información medida en superficie como en altura (torre de 100 m y sondeos atmosféricos), además de la aplicación de herramientas de modelización. Gracias a ello se conoce la variabilidad de las masas de aire (continentales, marinas y saharianas), así como, los procesos mesoescalares que se desarrollan en el Golfo de Cádiz y desembocadura del valle del Guadalquivir. En definitiva, se conocen las rutas de transporte atmosférico a las que está sometida Doñana y su entorno. Además, de la información obtenida dentro del programa de monitorización de la ESAt, se han llevado a cabo campañas experimentales (aproximadamente un mes de duración), en colaboración con otras instituciones nacionales e internacionales, en las cuales se ha ampliado el número de parámetros y se ha profundizado en diversos procesos encontrados en la atmósfera de Doñana. *Día 6 de febrero a las 12:15-12:30*

EL PAPEL FUNCIONAL DEL CANGREJO ROJO (*PROCAMBARUS CLARKII*) EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE DOÑANA DESDE SU INTRODUCCIÓN HASTA LA ACTUALIDAD

Alcorlo, Paloma¹; Baltanás, Angel¹; Bravo-Utrera, Miguel Angel²; Crehuet, María¹; Montes, Carlos¹

1 Dpto de Ecología Universidad Autónoma de Madrid. 2 Estación Biológica de Doñana-CSIC.

La introducción del cangrejo rojo en el Bajo Guadalquivir en 1974 ha generado una serie de efectos ecológicos multiescalares en los ecosistemas ocupados que han sido analizados en

trabajos descriptivos y experimentales, de campo y de laboratorio. En esta comunicación se ofrece una revisión de aquellos llevados a cabo por el equipo de la Universidad Autónoma de Madrid sobre la descripción de la ecología trófica del cangrejo rojo y los impactos que genera el cangrejo en los ecosistemas acuáticos de Doñana; la evaluación de su papel como especie centinela. Este conocimiento ha permitido generar una propuesta de bases para un plan de pesca del cangrejo que garantice una actividad sostenible compatible con la conservación de los espacios naturales. Los análisis de contenido estomacal del cangrejo muestran que los recursos tróficos más utilizados en los arrozales son plantas, detritus y granos de sedimento; mientras que en la marisma son las larvas de insectos (efemerópteros y dípteros) seguidos de gasterópodos y microcrustáceos. Los estudios experimentales de selección de diferentes tipos de dieta realizados en laboratorio, mostraron que los estados juveniles prefieren mayoritariamente quironómidos, mientras que los adultos prefieren macrófitos, con predominancia de los carófitos. Sin embargo, el papel trófico del cangrejo rojo en las redes tróficas obtenido a partir del análisis de sus señales isotópicas de C y N ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$) muestra que los cangrejos ocupan la posición de un depredador. Además, según estas mismas señales, el cangrejo promueve los flujos energéticos basados en detritus en aquellos ecosistemas que poseen un sedimento blando, limoso y rico en materia orgánica, pero no en los de fondo más arenoso y pobre. En otro orden, el cangrejo ha mostrado también su utilidad como bioindicador: solo seis días de exposición son suficientes para detectar señal de metales pesados en ellos. Cadmio, plomo y arsénico, metales no esenciales en su metabolismo, se acumulan en función de la disponibilidad –concentración y tiempo de exposición– según el siguiente orden orgánico: hepatopáncreas>exoesqueleto/branquias>músculo. Finalmente, se realiza una propuesta de bases para la ordenación pesquera en la que se propone, entre otras medidas, una reducción del periodo de pesca en los espacios protegidos de 8 a 4 meses.

Día 7 de febrero a las 9:45-10:00

EFFECTOS DE LA INVASIÓN DE LA HORMIGA ARGENTINA SOBRE EL ECOSISTEMA DE LOS ALCORNOQUES EN DOÑANA

Angulo, Elena; Cerdá, Xim

Estación Biológica de Doñana-CSIC.

Durante los últimos 10 años se ha venido estudiando, con diferentes aproximaciones, la invasión de los alcornoques de Doñana por la hormiga argentina. A la escala de la comunidad de hormigas, nuestros resultados indican que la hormiga argentina desplaza al resto de hormigas nativas en los árboles que invade (N=14 especies nativas), alcanzando densidades mucho mayores que éstas (el 82% de las hormigas capturadas son Argentinas). A la escala del ecosistema, en relación al reciclaje de la materia orgánica, hemos visto que la hormiga argentina es significativamente más rápida y efectiva en recolectar los cadáveres de artrópodos que las nativas. Ello afecta a las tasas de descomposición de las zonas invadidas y demuestra el potencial de la hormiga argentina para beneficiarse de esa fuente de recursos. A un nivel trófico basal, hemos estudiado las interacciones planta-animal, en concreto los efectos de la hormiga argentina sobre los propios alcornoques. Con datos del Equipo de Seguimiento (EBD) hemos detectado una correlación negativa entre la presencia de hormiga argentina y la producción de bellota y el estado foliar de los árboles. Como potenciales mecanismos explicativos, estudiamos las interacciones de la hormiga argentina con los hongos del suelo que establecen ectomicorrizas con las raíces del árbol. Hemos visto como la abundancia de ectomicorrizas parece aumentar en los árboles invadidos mientras que su diversidad disminuye. También exploramos el papel de la hormiga argentina en el mutualismo que establece con los pulgones. Aunque la hormiga nativa, *Crematogaster scutellaris*, también establece este mutualismo, esperamos mayor cantidad de pulgones en los árboles invadidos,

ya que la densidad de hormigas es mayor. A un nivel trófico superior, estudiamos los efectos en los depredadores de hormigas: cambios en la preferencia alimentaria o efectos directos sobre el depredador. En aves paseriformes, no hubo diferencias debidas a la invasión, ni en la ocupación de las cajas-nido, ni en el tamaño de puesta, ni en el éxito o fracaso de la cría en el año 2013 (sólo 27 de las 75 cajas tuvieron eventos de cría, de los cuales el 70% fracasó). En anfibios, los datos observacionales y experimentales sobre su dieta indican que pueden comer la hormiga argentina en zonas invadidas. Sin embargo, a nivel experimental demostramos que existe una agresión de la hormiga argentina sobre los juveniles de anfibios recién metamorfoseados, que puede tener efectos significativos.

Día 7 de febrero a las 10:15-10:30

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT DE LA MUSARAÑA CAMPESINA (*CROCIDURA SUAVEOLENS*) EN EL GOLFO DE CÁDIZ

Biedma, Luis Eduardo¹; Calzada, Javier¹; Román, Jacinto²; Godoy, José Antonio²

1 Dpto. Biología Ambiental y Salud Pública. Universidad de Huelva. 2 Estación Biológica de Doñana-CSIC.

La musaraña campesina, *Crocidura suaveolens* (Pallas 1811), es un micromamífero (aprox. 6 gr de peso en los adultos) que se distribuye por toda Eurasia. En Europa central y oriental y en la región asiática es una especie que coloniza todo tipo de hábitats y parece tener una distribución homogénea y continua. En cambio en el suroccidente de Europa, y sobre todo en lugares de clima mediterráneo, la especie presenta una distribución más fragmentada y poco conocida. En los años 60 se citó la presencia de la especie en el Pinar de La Algaida, en Sanlúcar de Barrameda, Cádiz. En los diferentes atlas realizados posteriormente, esta población se dibujaba aislada a más de 250 km de las poblaciones más próximas conocidas, al norte de Lisboa, lo que le reportaba un gran interés biogeográfico. En los últimos años hemos prospectado todo el Golfo de Cádiz buscando la especie, usando principalmente egagrópilas de lechuga común. En una primera fase nos centramos en Huelva, donde se recogía material de cualquier ambiente y tan sólo se encontró la especie asociada a las marismas mareales ubicadas en la desembocadura de los grandes ríos. En una segunda fase se prospectaron todas las marismas ubicadas entre el Cabo de San Vicente y Gibraltar. Solo se ha encontrado *Crocidura suaveolens* viviendo en salinas y marismas mareales y solo en cuatro lugares: Doñana, Odiel, Ayamonte y Río Piedras; todas ellas aisladas entre sí y aisladas del resto de la distribución conocida de la especie. Tan peculiar distribución creemos que es el resultado del desplazamiento competitivo ejercido por su congénere, la musaraña gris *Crocidura russula*, que llegó a la Península Ibérica desde África en el Pleistoceno Superior y relegó a *Crocidura suaveolens* a vivir en marismas. Por entonces tan solo dos sistemas fluviales, el del Paleo-Tinto y el del Guadalquivir, poseían este tipo de ambientes costeros. La distribución actual se alcanza cuando el Piedras y el Odiel se separan del Tinto durante el máximo Flandriense y tras una colonización posterior del Guadiana. Nuestra hipótesis sobre el origen de la distribución actual de *Crocidura suaveolens* se ve reforzada por la información disponible sobre las relaciones interespecíficas en el género *Crocidura*, la historia geomorfológica de la zona y por los trabajos previos sobre la diferenciación morfológica y genética de la especie en el Golfo de Cádiz.

Día 7 de febrero a las 17:45-18:00

EL MANTO EÓLICO LITORAL DE EL ABALARIO-DOÑANA (HUELVA, SW DE ESPAÑA). APROXIMACIÓN A LA SECUENCIA EÓLICA DEL HOLOCENO MEDIO-SUPERIOR

Borja, Francisco¹; Díaz del Olmo, Fernando²; Borja, César²; Recio, José Manuel³; Cámara, Rafael²

1. Área de Geografía Física. Dpto. de Historia II y Geografía. Universidad de Huelva. Campus del Carmen. 27071-Huelva. fborja@uhu.es 2. Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004-

Sevilla España. cesarborja@us.es, delolmo@us.es, rcamara@us.es 3. Dpto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14071-Córdoba. bv1reesj@uco.es.

El complejo dunar de El Abalario-Doñana constituye la secuencia sedimentaria eólica más compleja y de mayores dimensiones del litoral español, abarcando una horquilla cronológica que va desde el Pleistoceno superior hasta el presente. A lo largo de este periodo, su evolución morfosedimentaria no sólo se ha visto afectada por la dinámica litoral, los cambios climáticos y las variaciones del nivel del mar, sino asimismo por episodios aluviales de origen continental y por la actividad tectónica de la falla gravitacional de Torre del Loro. Desde el punto de vista lito-estratigráfico, según se aprecia en el acantilado de El Asperillo, dicho complejo eólico está constituido por una serie de cuerpos de arenas de cuarzo no litificadas, algunos de los cuales se ven intercalados por lechos ricos en materia orgánica. Dichas unidades sedimentarias se disponen de manera discordante entre sí, separadas, sobre todo en el caso de las más antiguas, por superficies erosivas coronadas por paleosuelos rojizos intensamente bioturbados, o bien por llamativas costras ferruginosas ricas en goethita. En superficie sólo afloran las unidades más recientes de la secuencia eólica (Holoceno), presentando una gran heterogeneidad en cuanto a expresión espacial, espesor, morfología dunar y cronología, lo cual dificulta sobremanera una aproximación cartográfica en detalle. No obstante, durante las dos últimas décadas se han identificando al menos cinco ámbitos dunares dentro del conocido como manto eólico litoral de El Abalario-Doñana (MELAD), los cuales se han discriminado atendiendo a la dirección predominante de las dunas conservadas en cada caso, así como a los contactos morfo-topográficos y los frentes dunares coalescentes que sirven de separación entre ellos. En el presente trabajo, realizado en el marco del proyecto OAPN 036/2008, se ha llevado a cabo una campaña de datación con OSL (Optically Stimulated Luminescence) al objeto de establecer la cronosecuencia de las unidades eólicas aflorantes. En total se han obtenido dieciséis nuevas fechas: unas proceden de muestras recogidas mediante catas manuales realizadas entre 0.4 a 1 m de profundidad, y otras del muestreo realizado mediante sondeos mecánicos entre 2 y 7 m. En principio, todas las dataciones realizadas en superficie arrojan cronologías máximas correspondientes al Holoceno medio-superior. Sólo allí donde se ha perforado y ha podido accederse a las unidades más profundas se ha identificado la serie del Pleistoceno superior (>32.4 ka BP). La cronosecuencia establecida para el Holoceno permite abundar en la reconstrucción de la paleogeografía reciente del MELAD, afianzando las edades de los episodios eólicos acaecidos durante dicho periodo.

Día 6 de febrero a las 13:00-13:15

RAZONES ANTROPOLÓGICAS, ARQUEOLÓGICAS Y GEOLÓGICAS DE LA CONSERVACIÓN DE DOÑANA: EL PROYECTO HINOJOS (2005-2013)

Celestino Pérez, Sebastián¹; Cerrillo-Cuenca, Enrique¹; León Conde, Ángel²; López-Sáez, José Antonio³; Pérez Asensio, José Noel⁴; Rodríguez-Ramírez, Antonio⁵; Villarías-Robles, Juan José R.⁶

1 CSIC, Instituto de Arqueología. 2 Fundación FUHEM. 3 CSIC, Instituto de Historia. 4 University of Geneva, Department of Earth Sciences. 5 Universidad de Huelva, Depto. De Geodinámica y Paleontología. 6 CSIC, Instituto de Lengua, Literatura y Antropología.

Hay más razones que las biológicas y medioambientales para conservar Doñana. Son razones antropológicas, arqueológicas y geológicas. Hasta la constitución del Parque, Doñana estuvo habitada durante siglos por una comunidad humana adaptada al aprovechamiento de los muchos recursos que facilitaba el medio marismero. A comienzos del siglo XX, la construcción del Palacio de la Marismilla tuvo por efecto inesperado el descubrimiento de los restos de un poblamiento más antiguo aún: el del yacimiento de El Cerro del Trigo, de los siglos II a VI de nuestra era, que el arqueólogo G. Bonsor y el filólogo A. Schulten excavarían en la década de 1920 pensando que bajo los restos romanos hallarían los de la ciudad de Tartessos. Aunque

las excavaciones no dieron con ésta, pusieron de manifiesto un asentamiento notable en Doñana en el periodo romano y alentarían proyectos arqueológicos comparables en el entorno del antiguo estuario del Guadalquivir. El proyecto de Bonsor y Schulten reveló asimismo indicios de un poblamiento humano más remoto todavía, de la prehistoria, así como señales de una subsidencia general del terreno durante el Holoceno. El Espacio Natural es, en efecto, escenario de procesos geomorfológicos de duración relativamente rápida que tienen un gran interés científico, comparables a los que generan en otras zonas del planeta las fluctuaciones climáticas y la neo-tectónica de los últimos milenios. El pluridisciplinar Proyecto Hinojos, iniciado en 2005, ha puesto en valor estos precedentes para la ciencia sobre Doñana a la luz de sus propios resultados: principalmente, de un lado, evidencias de poblamiento y tradiciones culturales que se remontan al menos al Neolítico y, de otro, claros signos de una rápida dinámica geomorfológica de fases sedimentarias aluviales y de subsidencia interrumpidas periódicamente por episodios erosivos de origen oceánico de alta energía. Sirva aquí como ejemplo el hallazgo de fragmentos de cerámica del Neolítico y Calcolítico incrustados en la veta La Carrizosa-La Arena, arrastrados hasta allí por uno de tales episodios erosivos, posiblemente un tsunami. El descubrimiento de polen de cereal en la profundidad de los sondeos corrobora esta presencia del Hombre en Doñana en la prehistoria. Resultados como éstos son consistentes con los de estudios geológicos del litoral suroeste peninsular llevados a cabo desde 1970, pero contradicen los supuestos paleo-geográficos sobre los que descansa la mayoría de las reconstrucciones arqueológicas hechas para la zona para tiempos prehistóricos y protohistóricos.

Día 6 de febrero a las 17:00-17:15

RECARGA Y CONEXIÓN AGUAS SUPERFICIALES–AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL SECTOR DE LOS SOTOS, DOÑANA

Juárez, Iker^{1,2}; Custodio, Emilio²; Manzano, Marisol³; Higuera, Horacio³

1 Amphos21, Barcelona / Santiago de Chile. 2 Dept. Ingeniería del Terreno, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 3 Dept. de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena.

En acuíferos freáticos someros se requiere un buen conocimiento de la topografía y de la morfología para poder evaluar el efecto de la vegetación sobre la recarga por la precipitación, la relación aguas superficiales–aguas subterráneas en áreas de nivel freático somero y la descarga a cauces superficiales y por evapotranspiración freática. En el caso de una explotación intensiva del acuífero lo que se observa puede diferir notablemente del estado natural y de lo que muestran los rasgos residuales del mismo. Tal es la situación en el sector de Los Sotos, del Parque Nacional de Doñana (Huelva), donde la relación aguas superficiales–aguas subterráneas está alterada, no sólo por las extracciones de agua subterránea de las formaciones profundas en áreas próximas, sino también por los excedentes de riego que se generan en el uso agrícola de la mayor parte de esa agua. Estos excedentes de riego en parte se infiltran directamente, pero otra parte se recoge con una red de canalizaciones permeables y conectadas con el acuífero freático que cruzan el área. Además se han producido notables cambios en la cobertura vegetal. La recarga local por la precipitación se ha evaluado mediante balances de agua en el suelo y su valor medio vale en torno a 150 mm/a. Para cuantificar en lo posible las relaciones del acuífero con las aguas superficiales se ha llevado a cabo una modelación numérica simplificada estacionaria que tiene en cuenta relaciones variables entre los arroyos y el nivel freático, y en la que se analizan diferentes escenarios que se comparan con el estado natural. Se constata la gran variación de la red de arroyos operativos y la influencia de los cambios que se han producido en la vegetación. Estos trabajos fueron una contribución al Proyecto Doñana 2005.

Día 6 de febrero a las 11:15-11:30

CONSERVACIÓN, GESTIÓN Y AMENAZAS DEL SISTEMA DE LAGUNAS TEMPORALES DE DOÑANA Díaz Paniagua, Carmen¹; Florencio, Margarita²; Fernández Zamudio, Rocío¹; Sousa, Arturo³; Siljestrom, Patricia; García Murillo, Pablo³; Serrano, Laura³

1 Estación Biológica de Doñana-CSIC. 2 Departamento de Ciências Agrárias, Azorean Biodiversity Group (CITA-A) and Platform for Enhancing Ecological Research and Sustainability (PEERS), Universidade dos Açores, 9700-042 Angra do Heroísmo, Terceira, Azores, Portugal. 3 Department of Plant Biology and Ecology, University of Seville, P.O. Box 1095, 41080, Seville, Spain. 4 Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNAS).

Las lagunas temporales son hábitats prioritarios de la Unión Europea por la importancia que tienen para la conservación de un gran número de especies características de estos especializados hábitats. El Sistema de lagunas temporales de Doñana es de los más importantes de Europa, por la gran abundancia y diversidad de lagunas y por su origen natural. En años lluviosos, en Doñana se inundan más de 3000 lagunas temporales de distinto tamaño y duración que permiten la conservación de un gran número de especies de zooplancton, macroinvertebrados, anfibios y macrófitos acuáticos. Es un sistema muy dinámico inter e intraanualmente, pues presenta una amplia variación en cuanto a la duración de la fase inundada (hidroperiodo) dependiendo de la cantidad de precipitaciones y de cuándo se producen cada año. Las lagunas se pueden clasificar dentro de un gradiente de hidroperiodo (corto, medio, largo y permanentes), aunque la inundación se produzca unos años en otoño, otros en invierno y otros en primavera, mientras que la desecación se produce en la mayoría de las lagunas en verano. Esta gran variabilidad contribuye a favorecer a distintas especies cada año, por lo que a largo plazo, como ocurre en el caso de los anfibios, favorece a toda la comunidad. El alto grado de protección que ofrece su localización, dentro de un parque nacional, ha permitido que este sistema de lagunas se haya conservado, al contrario de lo que ha ocurrido en muchos de estos hábitats en otros países europeos. Sin embargo, es escasa la gestión que se realiza para la conservación de este tipo de hábitats en Doñana. En las últimas décadas se aprecian algunas amenazas para este sistema. La introducción de especies exóticas, principalmente el cangrejo (*Procambarus clarkii*), ha ocasionado el deterioro de muchos de estos cuerpos de agua. La mayor amenaza que sufren actualmente las lagunas de Doñana son las causadas por la sobreexplotación del acuífero, que están produciendo la desecación de algunas lagunas, el incremento de vegetación terrestre en sus cubetas, la acidificación de las aguas y el acortamiento de su hidroperiodo. Dada la importancia que tiene el sistema de lagunas temporales de Doñana para la conservación de un gran número de especies singulares de fauna y flora acuáticas, es importante plantearse las medidas de gestión necesarias para garantizar su mantenimiento y reducir el impacto de las amenazas descritas.

Día 6 de febrero a las 17:15-17:30

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LAS AVES DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Eljarrat, Ethel¹; Barón, Enrique¹; Corcellas, Cayo¹; Máñez, Manuel²; Andreu, Ana²; Sergio, Fabrizio²; Hiraldo, Fernando²; Barceló, Damià¹

1 IDAEA-CSIC, Barcelona, España. 2 EBD-CSIC, Sevilla, España.

El Parque Nacional de Doñana constituye un lugar de paso, cría e invernada para miles de aves europeas y africanas. Muchas de estas especies, y en especial aquellas que se hallan en niveles superiores de la cadena trófica, son especialmente sensibles a los efectos nocivos de la contaminación ambiental. Durante las últimas décadas se ha incrementado la preocupación respecto a los problemas ambientales generados por familias de contaminantes orgánicos persistentes, tales como los retardantes de llama bromados (BFRs). Dichos contaminantes, debido a su amplio uso a escala industrial, su gran persistencia y movilidad a grandes distancias hacen inevitable su incorporación en las cadenas alimentarias representando una amenaza global. Los BFRs tienen la capacidad de bioacumularse y biomagnificarse en las

cadena trófica donde los niveles pueden amplificarse de un nivel trófico al siguiente. Por otro lado, el uso de insecticidas piretroides en los últimos años se ha incrementado considerablemente debido a que han sido los sustitutos de los pesticidas organoclorados y organofosforados. Se les considera insecticidas “ideales”, puesto que no son persistentes y no se bioacumulan (los organismos vivos tienen la capacidad de metabolizarlos). Sin embargo, su uso continuado en diversas aplicaciones (agricultura, ganadería y usos domésticos) conlleva a su ubicuidad en el medio ambiente debido a una emisión prácticamente constante al medio. Por otro lado, nuestros estudios recientes han mostrado la presencia de piretroides en humanos, delfines y peces. Estos resultados muestran que los piretroides, a pesar de lo que se creía hasta el momento, sí que se bioacumulan en los tejidos de los seres vivos. En el presente estudio se ha evaluado el impacto ambiental de los BFRs así como de los piretroides en diferentes especies de aves que nidifican en Doñana. La presencia de BFRs fue positiva en el 100% de las muestras analizadas en un rango de concentraciones de 1.02 a 320 ng/g peso lipídico (lw). Además, y por primera vez, se detectaron niveles de piretroides en muestras de aves, siendo la frecuencia de detección de un 92%. Los niveles de piretroides fueron del mismo orden que los de los BFRs, entre no detectado y 324 ng/g lw. Además, se han establecido diferencias entre especies, no solo de los niveles de concentración sino también en lo que a procesos isómero- y enantiómero-específicos se refiere. De esta manera somos capaces de identificar la fórmula química concreta que puede ser considerada un riesgo para las aves.

Día 7 de febrero a las 16:00-16:15

EFFECTOS DE LA VARIABILIDAD EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS SOBRE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE VERTEBRADOS EN DOÑANA: IMPLICACIONES EN CONSERVACIÓN

Fernández, Néstor; Delibes, Miguel

Estación Biológica de Doñana-CSIC, Sevilla, España.

Predecir los cambios en el funcionamiento de los ecosistemas y cómo éstos pueden afectar a la dinámica y la conservación de las poblaciones es crítico para afrontar las consecuencias del cambio global. Entender la variabilidad en la producción primaria cobra especial importancia, tanto por ser en sí misma un aspecto clave del funcionamiento ecosistémico como por su papel potencial en la regulación de la demografía y la distribución de poblaciones. En esta ponencia presentamos resultados de un proyecto de investigación en curso en el que nos propusimos (1) identificar patrones y controles de la producción primaria en ecosistemas terrestres de Doñana, y (2) analizar cómo distintas poblaciones de mamíferos herbívoros responden a la variabilidad temporal en la productividad de los ecosistemas. Los datos de teledetección mostraron una altísima heterogeneidad espacial en el funcionamiento de los ecosistemas, caracterizada por la dinámica de intercepción de la luz (un indicador de la producción primaria) y por el balance energético. Detectamos también grandes diferencias entre ecosistemas en sus respuestas temporales a controles climáticos y en la magnitud de sus efectos “memoria”. La dinámica productiva demostró tener implicaciones importantes para las poblaciones de herbívoros. Por ejemplo, un estudio a largo plazo de la metapoblación de ratas de agua mostró que la variabilidad interanual en la producción primaria y las diferencias en la cronología de la estación de crecimiento determinan la dinámica de colonización y extinción en parches de hábitat, afectando por tanto a su demografía. Los patrones de producción primaria también sirvieron para explicar la dinámica en la calidad del hábitat del conejo en Doñana, así como algunos aspectos de las variaciones en la abundancia a escala regional. Enfatizamos la necesidad de realizar un seguimiento continuado y preciso del funcionamiento de los ecosistemas para entender mejor el papel de los cambios ambientales a niveles tanto ecosistémico como poblacional, así como para mejorar las estrategias de conservación.

Día 7 de febrero a las 10:30-10:45

LA INVASIÓN DE *AZOLLA FILICULOIDES* EN DOÑANA: ESTATUS ACTUAL Y LÍNEAS DE GESTIÓN

Fernández-Zamudio¹, Rocío; García-Murillo, Pablo²; Bustamante, Javier¹; Díaz-Delgado, Ricardo¹; Cirujano, Santos³; Aragonés, David¹; Afán, Isabel¹

1 Estación Biológica de Doñana-CSIC, Sevilla. 2 Universidad de Sevilla. 3 Real Jardín Botánico RJB-CSIC, Madrid.

Azolla filiculoides Lam. es una pteridofita invasora, procedente de ecosistemas acuáticos de Centroamérica, que está presente en Doñana desde hace más de una década. En este lugar vive de modo permanente en la marisma, junto con otras especies de plantas acuáticas autóctonas. Su forma de crecimiento, formando densos tapices que impiden el paso de la luz y que favorecen el consumo de oxígeno de la masa de agua, transforma el hábitat donde se encuentra, de forma que dificulta e impide el desarrollo de las especies nativas. En la presente comunicación repasamos la evolución de la invasión en la marisma de Doñana por esta especie invasora. Se aportan datos originales sobre su biología reproductiva y las etapas más vulnerables de su ciclo de vida, aspectos fundamentales para entender la adaptación de la especie a medios temporales mediterráneos. Igualmente se exponen datos que informan de las condiciones que experimentalmente han resultado más favorables para su crecimiento y por último, se ofrece información acerca de los trabajos llevados a cabo para su seguimiento en el área de estudio, mediante el uso de técnicas de teledetección. El análisis conjunto de estos datos nos permiten valorar el éxito de su establecimiento, las consecuencias que sobre las especies autóctonas de flora acuática tiene su presencia y los retos para la gestión que la invasión de *Azolla filiculoides* plantea en el Espacio Natural de Doñana.

Día 6 de febrero a las 18:30-184:5

REGLA DE TRES: PARÁSITOS, VECTORES Y HOSPEDADORES EN DOÑANA Y SU ENTORNO

Ferraguti, Martina¹; Martínez de la Puente, Josué¹; Muñoz, Joaquín^{1,2}; Roiz, David¹; Ruiz, Santiago³; Sorieguera, Ramón⁴; Figuerola, Jordi¹

1 Departamento de Ecología de Humedales, Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), Sevilla, España. 2 The University of Oklahoma Biological Station (UOBS), Department of Biology, Kingston, Oklahoma, U.S.A. 3 Servicio de Control de Mosquitos, Diputación de Huelva, Huelva, España. 4 Departamento de Etología y Conservación de la Biodiversidad, Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), Sevilla, España.

Los parásitos y otros patógenos ejercen un papel fundamental en la regulación de la abundancia y dinámica poblacional de sus hospedadores, pudiendo jugar un papel importante en la conservación de las especies. Los haemosporidios son protozoos causantes de enfermedades (como la malaria) en aves y otros vertebrados y que son transmitidos por artrópodos hematófagos. Los diferentes géneros de parásitos sanguíneos aviares, incluyendo *Plasmodium*, *Haemoproteus* y *Leucocytozoon*, tienen ciclos de vida similares y, como denominador común, requieren la intervención de un insecto hematófago que actúe como vector para su transmisión: los mosquitos en el caso de *Plasmodium*, los jejenes (Familia Ceratopogonidae, género *Culicoides*) para *Haemoproteus* y las moscas negras (Familia Simuliidae) en el caso de *Leucocytozoon*. Aunque estos vectores son cruciales para la transmisión de los parásitos de la malaria aviar, hoy en día se conoce relativamente poco sobre su ecología y los factores genéticos y ambientales que afectan a su transmisión. En este contexto, exploramos la triple interacción entre parásitos sanguíneos (patógenos), insectos hematófagos (vectores) y aves silvestres (hospedadores) en Doñana y su entorno para determinar el efecto potencial de las especies vectores, la estación de año y la fuente de alimento del insecto en la dinámica de transmisión de estos patógenos. Para ello, utilizando técnicas moleculares, examinamos la presencia de *Plasmodium* y *Haemoproteus* en cinco especies de mosquitos pertenecientes a los géneros *Culex* y *Ochlerotatus*, y en la especie ornitofílica de jején *Culicoides circumscriptus*. Además, se compararon aquellos parásitos presentes en los insectos con los aislados en una especie modelo de ave, el gorrión común (*Passer domesticus*), capturados en tres localidades del Parque Nacional de Doñana. Estos

resultados suponen una primera aproximación al estudio de la transmisión de parásitos de la malaria aviar en Doñana y su entorno.

Día 7 de febrero a las 18:00-18:15

PATRONES DE BIODIVERSIDAD EN LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DE LAS LAGUNAS TEMPORALES DE DOÑANA: IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Florencio Díaz, Margarita¹; Díaz Paniagua, Carmen²; Serrano, Laura³

1 Departamento de Ciências Agrárias, Azorean Biodiversity Group (CITA-A) and Platform for Enhancing Ecological Research and Sustainability (PEERS), Universidade dos Açores, 9700-042 Angra do Heroísmo, Terceira, Azores, Portugal. 2 Doñana Biological Station-CSIC, Américo Vespucio s/n, 41092, Seville, Spain. 3 Department of Plant Biology and Ecology, University of Seville, P.O. Box 1095, 41080, Seville, Spain

En el Parque Nacional de Doñana pueden llegar a formarse cada año más de 3000 lagunas temporales. La fauna de macroinvertebrados acuáticos que habita este tipo de medios es altamente especializada. Se compone principalmente por coleópteros, heterópteros y odonatos que han desarrollado distintas estrategias para sobrevivir periodos temporales de desecación. En estas comunidades se detectó un patrón anidado, en el que las lagunas más pobres en especies constituyen un subconjunto de las lagunas de mayor riqueza. Sin embargo, dentro de este patrón se observó un alto número de lagunas (42%) y de especies (44%) que presentaron una distribución idiosincrática, lo que en parte explica que encontráramos una alta contribución del reemplazamiento de especies a la biodiversidad regional. Estos patrones de biodiversidad se favorecen por la alta conectividad entre lagunas, que facilita la dispersión de los organismos, y la alta variabilidad ambiental, que deben ser preservadas para garantizar el buen estado de conservación y funcionamiento del sistema. Además, existe una fuerte variación temporal en los patrones observados. Durante la fase de inundación de las lagunas se produce la colonización mediante dispersión activa de los organismos desde los medios más permanentes (e.g. zacallones), así como mediante la emergencia de las formas de resistencia latentes en el sedimento. Durante esta fase, la estructura de las comunidades está determinada por la depredación ejercida por los urodelos adultos y por determinados factores ambientales (pH, conductividad y concentración de oxígeno disuelto). Durante una fase intermedia se produce el establecimiento de las comunidades, en cuya estructura están implicadas un mayor número de variables ambientales. Durante la fase de desecación, se producen cambios drásticos en las condiciones ambientales de las lagunas (reducción de la superficie, profundidad y oxígeno disuelto, y aumento en la fluctuación de las temperaturas diarias y de la concentración de nutrientes y solutos), que, junto con un incremento de la presión de depredación por parte de las larvas de urodelos, determinan un cambio radical en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados. La desecación se produce de forma gradual, coincidiendo en un mismo momento lagunas con óptimas y deficientes condiciones ambientales, lo que se refleja en los patrones de biodiversidad observados. La gestión y conservación de las lagunas temporales debe tener en cuenta la necesidad de mantener las variaciones y el gradiente de temporalidad de estos medios para garantizar la conservación de su fauna especializada de macroinvertebrados.

Día 7 de febrero a las 16:15-16:30

EL ALCORNOCAL DE DOÑANA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

García, Luis V.¹; Ramo, Cristina²; Sánchez, Esperanza³

1 IRNAS, CSIC, Av. Reina Mercedes, 10, P.O. Box 1052. 41080 Sevilla, España. 2 EBD, CSIC. c/ Americo Vespucio, s/n, Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla, España. 3 Patología Agroforestal. Campus Universitario de Rabanales Universidad de Córdoba.

El alcornoque constituye uno de los sistemas forestales autóctonos más importantes de las arenas estabilizadas de Doñana y su entorno. La explotación humana (talas, descorche, podas)

diezmó la población de grandes alcornoques que alcanzaba, a mediados del siglo pasado, apenas un 10% de la existente dos siglos antes. Tras la creación de la Reserva Biológica de Doñana (RBD) y, posteriormente, del Parque Nacional, la protección benefició a distintas formaciones arbóreas que habitan en las arenas estabilizadas, como el pinar y el sabinar. No es el caso del alcornocal. Transcurrido medio siglo de protección se sigue observando un declive de la población de grandes alcornoques, hasta el punto de que entre 1963 y 2013 ha desaparecido un tercio de la población de alcornoques centenarios de la RBD y el reclutamiento es prácticamente inexistente. La razón habría que buscarla en la acusada vulnerabilidad de la especie a determinadas interacciones bióticas (como la presión de los herbívoros y de las aves coloniales nidificantes) que pueden, incluso, haberse exacerbado con la protección de la zona. Aunque dichas interacciones bióticas dan perfecta cuenta de la evolución desfavorable de la población durante los últimos 50 años (caracterizada por la falta de regeneración y una alta mortalidad de adultos), las que se están estableciendo durante los últimos años con especies exóticas invasoras apuntan a un futuro aún más sombrío. La presencia de un patógeno exótico (*Phytophthora cinnamomi*) que causa podredumbre radical en el alcornoque, ha producido ya episodios de rápido deterioro y/o muerte súbita tanto de árboles centenarios como de repoblación. Durante el último lustro, el patógeno ha sido capaz de extenderse desde unos pocos focos, localizados en alcornoques sintomáticos, a la rizosfera de gran parte de los alcornoques de la RBD. Las precipitaciones extremas registradas durante el primer semestre de 2010 posibilitaron la coincidencia de un periodo prolongado de saturación del suelo con unas temperaturas favorables para la proliferación del patógeno. Actualmente, el patógeno está presente en un 95% de los árboles muestreados en la RBD, desconociéndose su incidencia real en el Parque. Dado que este microorganismo puede, por sí sólo, provocar la extinción de la especie en toda el área protegida y que existe evidencia científica reciente de que estos grandes árboles dispersos podrían estar desempeñando un papel ecológico de mucha mayor entidad que el que se les ha venido atribuyendo, es importante abordar con celeridad este problema antes de que llegue a ser irreversible.

Día 7 de febrero a las 10:00-10:15

DECLIVE Y RECUPERACIÓN GENÉTICA DE LOS LINCES DE DOÑANA

Godoy, José Antonio; Casas-Marce, Mireia; Marmesat, Elena; Soriano, Laura; Méndez, María

Dpto. Ecología Integrativa. Estación Biológica de Doñana-CSIC.

La población de lincos de Doñana y su entorno constituye un ejemplo extremo de erosión genética. Su pequeño tamaño y su aislamiento de otras poblaciones durante décadas han resultado en una baja diversidad genética, y unos altos niveles de consanguinidad y de diferenciación genética respecto a la otra población remanente (Andújar). Los niveles de diversidad son menores que los de la mayoría de los ejemplos clásicos en felinos amenazados, salvo los casos extremos de la pantera de Florida y los leones del bosque Gir. Por otro lado, la consanguinidad acumulada en Doñana corresponde al que tendría la descendencia de una autofecundación. El deterioro genético ha afectado también de manera dramática a genes claves para la supervivencia como los del Complejo Mayor de Histocompatibilidad, cuya variación es esencial para una respuesta efectiva a patógenos. El análisis de muestras históricas muestra un deterioro genético progresivo a lo largo del tiempo iniciado hace más 200 años. El deterioro genético de los lincos de Doñana ha ido acompañado por un deterioro demográfico reciente, con sesgos en la relación de sexos, reducciones del tamaño de camada, y un aumento de las tasas de mortalidad atribuibles a enfermedad. Aunque la relación causa-efecto entre ambos aspectos es difícil de establecer, la concurrencia de ambos sitúan al lince ibérico de Doñana en un escenario de vórtice de la extinción, en el que la retroalimentación positiva entre factores genéticos y demográficos puede estar limitando las posibilidades de

recuperación de la especie. Con el objetivo de revertir esta situación se iniciaron en 2007 actuaciones de restauración genética de la población consistentes en el traslado de individuos desde Andújar. Como resultado la diversidad genética de la población ha aumentado y la consanguinidad media ha disminuido. Serán necesarios estudios adicionales para averiguar si esto ha resultado también en una restauración de los parámetros demográficos. La situación actual de la especie, con poblaciones remanentes, cautivas, y reintroducidas, demanda una gestión genética integral, que incluya la gestión de las actuaciones dirigidas al reforzamiento genético, determinando las necesidades de sueltas adicionales y el origen y genotipo óptimo de los individuos trasladados. Pese a que la vulnerabilidad de la población persiste, las actuaciones de restauración genética están aliviando la amenaza oculta derivada de una genética deteriorada y añaden algo de esperanza sobre el futuro de esta población.

Día 7 de febrero a las 16:45-17:00

NUEVAS HERRAMIENTAS DE INFORMACIÓN, COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL COMPROMISO CIUDADANO EN LA CONSERVACIÓN DE DOÑANA. UN DIAGNÓSTICO DESDE LA SOCIOLOGÍA

Bejarano Bella, Juan Francisco¹; Torres Rodríguez, Adolfo J.²; Lucena González, Mercedes³

1. Departamento Sociología. US, jbejarano@us.es. 2 Adolfo J. Torres Rodríguez. Departamento Sociología. UGR atorresr@ugr.es. 3 Mercedes Lucena González. Departamento Sociología. UGR lucename@hotmail.com.

Con este trabajo pretendemos dar a conocer un proyecto de investigación que persigue evaluar mediante la investigación social el grado de vinculación entre el Espacio Natural Doñana y su sociedad civil, analizando para ello la percepción, opinión y actitudes ante experiencias participativas llevados a cabo en el área protegida, que nos permitan seguir avanzando en la inclusión ciudadana como nueva estrategia de gestión compartida, y por tanto la preservación de una realidad socioambiental tan compleja como el Espacio Natural Doñana, con especial atención a los desafíos que representa la relación Conservación/Desarrollo en la zona. La principal hipótesis de nuestro trabajo señala que en la práctica las soluciones de las estrategias de la nueva orientación del desarrollo sostenible en ellos surgen más por vía de ensayo y error que por la búsqueda sistemática de los modelos más apropiados para los objetivos perseguidos, de ahí la necesidad de considerar la forma concreta de la estructura y organización social de las comunidades locales como variable para gestionar la conservación de la naturaleza en éstos espacios protegidos. Por este motivo, el objetivo general de nuestro trabajo se concreta en establecer un modelo metodológico para el análisis y seguimiento de la percepción ciudadana local sobre el END con especial énfasis en el diseño de nuevas herramientas de información, deliberación y participación social en la gestión y desarrollo sostenible del Espacio Natural Doñana y su Área de Influencia Socioeconómica. Estructuras de inclusión ciudadana dirigidas a la vinculación y acercamiento de las comunidades locales a la cosmología de un Espacio Protegido que ha de ser concebido como un proyecto compartido de amplio consenso social y esfuerzo colectivo. De esta forma, la consecución de los objetivos de la conservación de la naturaleza que la Red de Parques Nacionales españoles persigue será fruto de la directa imbricación entre los diferentes intereses particulares legítimos de los grupos que ponen algo en juego en la adopción de decisiones y las diversas formas de conocimiento que le son propias. Nuestra propuesta metodológica parte de técnicas de investigación cualitativas como entrevista en profundidad y grupos de discusión, en tanto instrumentos que proporcionan información pertinente sobre los aspectos que permiten un análisis comprensivo de la realidad social en Doñana y obtener datos que faciliten determinar las características específicas a tener en cuenta en la configuración del nuevo espacio deliberativo y participativo para la gestión compartida de la naturaleza.

Día 6 de febrero a las 17:30-17:45

¿CUÁN CONSISTENTE ES EL COMPORTAMIENTO MIGRATORIO? ESTRATEGIAS MIGRATORIAS EN PARDELAS Y PETRELES DEL ATLÁNTICO A NIVEL ESPECÍFICO, POBLACIONAL E INDIVIDUAL

González-Solis Bou, Jacob

Institut de Recerca de la Biodiversitat and Departament de Biologia Animal, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal, 643, 08028 Barcelona, Spain.

Los estudios del seguimiento remoto del movimiento animal están revelando una variabilidad desconocida hasta la fecha en diversos componentes de las estrategias migratorias de las aves, tales como el calendario, la duración, la ruta, las paradas o el destino final del viaje migratorio. No obstante, la variabilidad de dichas estrategias a nivel específico, poblacional e individual es poco conocida. En particular, poco se sabe sobre cómo la variabilidad de dichos componentes se reparte dentro y entre individuos. La mayoría de estudios de instrumentación de aves suelen centrarse en el muestreo esporádico de unos de pocos individuos y durante uno o dos años a lo sumo. Sin embargo, determinar el rol de la consistencia individual en el comportamiento migratorio y su relación con la variabilidad ambiental y las estrategias vitales es esencial para comprender la plasticidad migratoria en aves de vida larga, y su capacidad de respuesta al cambio global. Nuestros estudios migratorios a largo plazo en 7 especies de aves marinas seguidas a nivel individual de 2 a 5 años nos han permitido empezar a desvelar algunas de estas cuestiones.

Día 6 de febrero a las 10:00-10:45

EL ÁNSAR COMÚN EN DOÑANA: TENDENCIA POBLACIONAL, SU COMPORTAMIENTO MIGRATORIO Y LA HUELLA DE AZNALCOLLÁR

Green, Andy J¹; Ramo, Cristina; Martínez-Haro, Mónica²; Mateo, Rafael²; Aguilar-Amat, Juan¹

1 EBD-CSIC, Sevilla. 2 IREC-CSIC, Ciudad Real.

Se presentan análisis de los censos y de las tendencias poblacionales de las poblaciones de gansos *Anser anser* invernando en Doñana y en distintas localidades en España y el resto de la ruta migratoria. La población invernando en Doñana es más o menos estable, pero con un cambio en su fenología, llegando cada vez más tarde. La dinámica poblacional en Doñana depende del nivel de inundación en la marisma, y las cifras registradas se reducen tanto en años secos como en años de grandes avenidas. El índice NAO también indica un efecto climatológico sobre el número de invernantes. Se presentan unos detalles de la ruta migratoria utilizado por los ejemplares invernando en Doñana. En general, esta población bio-geográfica está en aumento, y cuanto más al norte de la zona de invernada, tanto más rápida su aumento poblacional. La zona de invernada más importante actualmente son los Países Bajos, cuando hace 20 años era Doñana. Se presentan análisis de los metales pesados y arsénico en las heces de los gansos de Doñana en varios años desde el vertido tóxico de Aznalcóllar en el año 1998. Los niveles en los gansos se han reducido paulatinamente, pero los biomarcadores confirman que los niveles actuales pueden tener un efecto fisiológico. Se comparan estos resultados para el ganso con otros comparables para el calamón *Porphyrio porphyrio* en las mismas zonas y fechas. En el caso del calamón, no se ha registrado un descenso continuo en los niveles de contaminantes en las heces, quizá debido a la diferencia en la forma de alimentarse comparado con el ganso. Los metales residuales se concentran en las placas de hierro que se forman en las bases de los tallos de la castañuela *Scirpus maritimus* o enea Typha, y es probable que los calamones ingieren esta parte de la planta, estando expuesto por ello a niveles más altos de metales.

Día 7 de febrero a las 15:30-15:45

COMPORTAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE DEL GRAN CONO ALUVIAL SITUADO AL NOROESTE DE LA MARISMA DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA EN SU ESTADO ORIGINAL, TRAS EL

ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO DEL PARTIDO Y DESPUÉS DE SU RESTAURACIÓN CON LA ACTUACIÓN NÚM. 3 DEL PROYECTO

Huelin Rueda, Pablo; Mintegui Aguirre, Juan Ángel; Robredo Sánchez, José Carlos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid.

El arroyo del Partido y sus cauces próximos, arroyo de la Cañada del Pinar y caño Marín, formaban parte del funcionamiento de un gran cono aluvial de morfología y comportamiento específicos. El encauzamiento del arroyo del Partido alteró su morfología original, lo que provocó importantes desequilibrios en el ciclo del agua y los sedimentos en el sistema morfológico en cuestión, que culminó causando un importante aterramiento en la marisma de El Rocío. Estos aspectos fueron estudiados en su momento a través de diferentes proyectos, antes de que se llevara a cabo la Actuación núm. 3 del Proyecto Doñana 2005, planteado y ejecutado para restablecer al sistema, especialmente al arroyo del Partido, su funcionamiento originario. Este documento analiza los estudios morfológicos más recientes realizados del escenario en cuestión, para profundizar en la caracterización del comportamiento de la red hídrica del citado cono aluvial en las situaciones siguientes: a) la original, b) la resultante después del encauzamiento del arroyo del Partido y c) la que presenta en la actualidad, tras su restauración con la Actuación núm. 3 del Proyecto Doñana 2005, atendiendo especialmente a situaciones de avenidas torrenciales. Para ello se ha utilizado una herramienta de simulación hidráulica 2D, junto con la información topográfica obtenida directamente sobre el terreno entre 1996-2012, cuya combinación se ha comprobado útil para conocer la situación pretérita y para mejorar en las previsiones en el escenario que se analiza ante la presencia de futuros eventos torrenciales en la zona; una cuestión que tiene especial importancia para el futuro de la población de la aldea de El Rocío.

Día 6 de febrero a las 18:00-18:15

EL NÓCTULO GRANDE (*NYCTALUS LASIOPTERUS*) EN DOÑANA

Ibáñez, Carlos¹; Popa-Lisseanu, Ana G²; Kelm, Detlev¹; Jesús Nogueras¹; Pastor, David¹

1 Estación Biológica de Doñana-CSIC, Avda Américo Vespucio s/n, Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla. 2 Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research, Alfred-Kowalke-Strasse 17, 10315 Berlin, Alemania

El nóctulo grande (*Nyctalus lasiopterus*) es el murciélago más raro de Europa. En España se considera especie "Vulnerable" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Se refugia en huecos de árboles formando colonias de cría de fisión – fusión. En España se encuentran las mejores poblaciones a nivel mundial con una distribución fragmentada a lo largo de algunas de las mejores masas forestales peninsulares en las que encuentran refugios. Una excepción a este patrón de distribución lo constituyen varias poblaciones que viven en los alrededores de Doñana, utilizando refugios situados en bosques marginales (parques urbanos de Sevilla y Jerez) y que frecuentan las marismas del Guadalquivir como zona de caza. Es probable que estas poblaciones sean los restos de otras más numerosas que existieron en tiempos históricos en la zona, antes de la deforestación del Bajo Guadalquivir. La persistencia de las poblaciones actuales posiblemente se debe a los enormes recursos tróficos que proporciona la marisma. En el año 2000 una pequeña colonia de nóctulos grandes ocupó una caja de corcho colocada en los eucaliptos del Palacio de Doñana. Desde entonces esta población ha sido objeto de algunos estudios relacionados con su origen, dieta y organización social, así como de diversas actuaciones encaminadas a conseguir la consolidación de la población ofreciendo refugios artificiales hasta que la recuperación del bosque permita utilizar refugios naturales. En esta presentación se ofrece un resumen de las experiencias tanto en investigación como en conservación llevadas a cabo con esta especie en Doñana desde el año 2000 hasta la actualidad.

Día 7 de febrero a las 17:15-17:30

ORIGEN Y COMPORTAMIENTO DEL ARSÉNICO NATURAL EN LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

Kohfahl, Claus¹; Sánchez-Rodas Navarro, Daniel²; Mediavilla, Carlos¹; Martínez Sánchez de la Nieta, Antonio¹; Ruíz Bermudo, Fernando¹

1 Instituto Geológico y Minero de España (Unidad de Sevilla). 2 Centro de Investigación en Química Sostenible - CIQSO. Campus El Carmen. Avda Fuerzas Armadas s/n 21071-Huelva.

Los análisis de los últimos años han revelado elevados contenidos de arsénico y metales pesados en sedimentos, aguas subterráneas y superficiales en la zona de la flecha dunar del Parque de Doñana (PD) que superan significativamente los criterios sanitarios establecidos para la calidad del agua para consumo humano. El arsénico se halla en las aguas naturales como especie disuelta, normalmente como oxianiones de arsénico en dos estados de oxidación: arsenito (As+3) y arseniato (As+5), siendo considerada la especie reducida (As+3) la más tóxica de ellas. El potencial redox y el pH son los factores más importantes que controlan la especiación del arsénico. El arsénico es peculiar en cuanto a su sensibilidad para la movilización a valores de pH típicos de las aguas subterráneas, tanto en condiciones de reducción como de oxidación. El objetivo principal de este estudio consiste en investigar el origen de arsénico, determinar los procesos que controlan su variación espacio-temporal en los recursos hídricos y diseñar medidas posibles para optimizar la gestión de los recursos hídricos del PD. Para lograr los objetivos previamente descritos, se combinan trabajos a diferentes escalas. A escala del PD se están realizando muestreos hidroquímicos de lagunas y zacallones. A escala de detalle se instaló una pequeña infraestructura científica para la observación de parámetros hidrogeoquímicos en los compartimentos agua, suelo y gas del suelo. En 5 emplazamientos cerca del Palacio Marismillas se instalaron un total de 40 sensores para medir niveles piezométricos, humedad, conductividad eléctrica, temperatura y concentraciones de oxígeno en agua y gas del suelo. Se instalaron 5 piezómetros someros de profundidad hasta 5 m para realizar análisis geoquímicos y mineralógicos de los sedimentos y análisis hidroquímicos del agua. En los análisis hidroquímicos se incluye la especiación de arsénico en agua y sedimento mediante la técnica que combina cromatografía líquida (HPLC) y espectroscopia de fluorescencia atómica (AFS). Los piezómetros y los sensores descritos se están monitoreando con frecuencias semestrales. Además, en 2 emplazamientos se instalaron sensores de nivel y conductividad eléctrica para su muestreo continuo. Primeros resultados indican grandes variaciones espaciales de concentraciones de arsénico desde < 10 hasta 162 mg/L en el entorno del Palacio Marismillas del PD. Además se observa una gran dinámica de oxigenación determinante para la movilización de arsénico en las arenas de playa cambiando de condiciones anaerobias durante la temporada de invierno con altos niveles freáticos a condiciones aerobias en verano.

Día 6 de febrero a las 12:30-12:45

RESPUESTA DEL MATORRAL DE LA RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA A EPISODIOS CLIMÁTICOS EXTREMOS DE SEQUÍA INVERNAL

Lloret, Francisco¹; Saura-Mas, Sandra¹; Granzow de la Cerda, Iñigo³; Cacho, Montserrat del¹; Curiel Yuste, Jorge^{2,7}; Mattana, Stefania²; Pérez-Ramos, Ignacio M⁴; Díaz-Delgado, Ricardo⁵; Riva, Enrique G de la⁶; Villar, Rafael⁶; Marañón, Teodoro⁴

1 CREAF i Unitat d'Ecologia, Dept. Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia, Universitat Autònoma Barcelona, Edifici C, Campus UAB, 08193, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España. 2 CREAF, Edifici C, Campus UAB, 08193, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España. 3 Unitat de Botànica, Dept. Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia, Universitat Autònoma Barcelona, Edifici C, Campus UAB, 08193, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España. 4 IRNAS, CSIC, Av. Reina Mercedes, 10, P.O. Box 1052. 41080 Sevilla, España. 5 EBD, CSIC. c/ Americo Vespucio, s/n, Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla, España. 6 Área de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba. 14071 Córdoba, España. 7 MNCN, CSIC, Serrano 115 dpdo. E-28006 Madrid, España.

El papel de los episodios climáticos extremos se ha convertido en un tema del máximo interés en la agenda del cambio global debido al aumento de la variabilidad climática y a la aparición de fenómenos de decaimiento en numerosos ecosistemas forestales. Sin embargo pocos trabajos han estudiado sus consecuencias en la dinámica de las comunidades vegetales, y en particular de los matorrales. En 2005 se produjo un episodio de sequía invernal en el Parque Nacional de Doñana afectando a una importante superficie de sabinares, pinares y matorrales. Desde el año 2007 se vienen desarrollando una serie de estudios con el objetivo de analizar la resiliencia de estas comunidades, principalmente del “monte blanco”. Estos estudios incluyen el seguimiento en un gradiente de afectación de (1) la mortalidad, cobertura y establecimiento de nuevos individuos de las principales especies leñosas en relación a sus rasgos funcionales, (2) la dinámica del banco de semillas, (3) el establecimiento de juveniles de sabina (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*) en relación a la cubierta del matorral, (4) la diversidad de la comunidad microbiana del suelo. Los resultados muestran la respuesta diferencial de las especies del matorral en base a sus características demográficas y funcionales. La resiliencia de estas comunidades mediterráneas a dichas perturbaciones climáticas se manifiesta gracias a un rápido establecimiento de nuevos individuos en las zonas más afectadas. Este establecimiento implica una disminución del banco de semillas de las especies leñosas, mientras que el de las especies herbáceas de ciclo más corto se mantiene más estable. La defoliación masiva del matorral no proporciona una clara oportunidad de expansión a las poblaciones de sabina que se establecen en el matorral, debido al balance entre facilitación y competencia que proporciona la cubierta arbustiva. Finalmente, las comunidades bacterianas y fúngicas se encuentran asociadas a la vegetación, pero esta relación se ve alterada por el episodio climático debido a las transformaciones del medio, como la que resulta de la deposición de hojarasca tras la defoliación de la cubierta vegetal.

Día 7 de febrero a las 10:45-11:00

EL PAPEL DEL GANADO CAPRINO EN EL MONTE MEDITERRÁNEO, UN EJEMPLO EN EL ESPACIO NATURAL DE DOÑANA. SÍNTESIS DEL PROYECTO OG-052/07

Mancilla-Leytón, Juan Manuel; Fernández-Alés, Rocio; Martín Vicente, Angel

Dep. Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apdo.1095 Sevilla 41080.

Desde el año 2007 se lleva a cabo un proyecto de mejora de la vegetación de sotobosque de un pinar del área de Doñana mediante el pastoreo con cabras domésticas (Raza Payoya). Para entender esta interacción “planta-animal” se ha seguido la evolución de la vegetación y estudiado el pastoreo del ganado. El pastoreo, además de disminuir muy significativamente la biomasa de matorral con la consiguiente disminución del riesgo de incendios, ha redundado en la mejora de pastos con el consiguiente aumento de alimento disponible para herbívoros silvestres, que en este caso es el conejo de campo (*Oryctolagus cuniculus*), alimento de especies tan importantes como el Lince ibérico (*Lynx pardinus*), el Águila imperial (*Aquila*

adalberti) y el Búho real (*Bubo bubo*), que crían en el área de estudio. Así mismo el pastoreo ha contribuido con la conservación de una especie vegetal endémica en peligro de extinción como es el *Thymus albicans*.

Día 6 de febrero a las 18:45-19:00

IMPORTANCIA DEL LITORAL DE DOÑANA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS

Marco, Adolfo

Estación Biológica de Doñana-CSIC.

En las playas de Doñana es frecuente encontrar tortugas marinas varadas generalmente muertas. Estos ejemplares son la punta del iceberg de una mortalidad en el entorno marino de Doñana de miles de individuos. La principal causa de estas muertes es la interacción con artes de pesca, tanto activas como abandonadas en el mar (anzuelos, redes, cuerdas, nasas,...). A este severo impacto, se unen la ingestión de plásticos y petróleo, o la colisión con embarcaciones. Estas tortugas varadas son bioindicadores de la mala calidad de las aguas, y la sobreexplotación de sus recursos naturales y una mala regulación del tráfico marítimo. La especie más común es la tortuga boba *Caretta caretta* y supone en torno al 90 % de las observaciones. Normalmente son ejemplares juveniles y subadultos con un tamaño variable entre 20 y 80 cm de longitud. En menor número destaca la presencia de grandes ejemplares adultos de tortuga laúd *Dermochelys coriacea* con más de un metro de longitud. Estas dos especies serían grandes consumidores de medusas tóxicas actuando como un control biológico importante de las graves explosiones poblacionales de estos invertebrados que tanto daño causan a la pesca y al turismo. La observación de tortugas verdes (*Chelonia mydas*) asociadas a praderas de fanerógamas se puede considerar rara y finalmente la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) se consideran muy raras en la zona. Estudios genéticos realizados en los últimos años en la EBD nos han permitido identificar la presencia de tortugas de poblaciones atlánticas muy amenazadas. La inmensa mayoría de las tortugas llegan por la corriente del golfo desde playas de zonas tan lejanas como Gabón, Guinea Bissau, Cabo Verde, Caribe, México, Cuba o costa suroriental de Estados Unidos. Además, el golfo de Cádiz sería un lugar de enorme importancia para la migración de miles de tortugas de las 5 especies hacia zonas de alimentación del Mediterráneo Occidental. De forma asimétrica, sólo pocos ejemplares y de gran tamaño podrían atravesar el Estrecho desde playas de desove del Mediterráneo Oriental. Es urgente promover medidas de protección para reducir la mortalidad de estos megavertebrados marinos y otras muchas especies, incluyendo la modificación de técnicas pesqueras para reducir la captura incidental y la creación de áreas marinas protegidas que sirvan de refugio para estas y otras especies amenazadas. El Espacio Natural de Doñana debería ampliar sus fronteras hacia su entorno marino por la importancia de su biodiversidad.

Día 7 de febrero a las 17:30-17:45

CARTOGRAFÍA DE PARÁMETROS BIOFÍSICOS EN LAS MARISMAS DE DOÑANA MEDIANTE TELEDETECCIÓN RADAR

Martí Cardona, Belén; Ramos Fuertes, Anaïs; Bladé Castellet, Ernest; Dolz Ripollés, Josep

Instituto Flumen, Universidad Politécnica de Cataluña-CIMNE.

La avifauna de las marismas de Doñana depende en gran medida del grado y duración de la inundación, así como del desarrollo de abundantes praderas de vegetación helófitas para llevar a cabo con éxito la cría. Estas condiciones pueden verse amenazadas por la alteración del régimen hídrico derivadas de la actuación humana y del cambio climático, así como por la invasión de especies vegetales exóticas. La teledetección proporciona una herramienta eficaz para la observación global, periódica y sinóptica de las marismas de Doñana, permitiendo

identificar amenazas para la conservación como cambios en el régimen de inundaciones o el avance de vegetación invasora. Con este objetivo de monitorización orientada a la conservación, el Laboratorio de Teledetección de la Estación Biológica de Doñana (LAST-EBD) adquiere regularmente imágenes ópticas de la misión satelital Landsat. Entre los años 2006 y 2010 el Instituto Flumen obtuvo alrededor de 150 escenas de Doñana adquiridas por el radar satelital ASAR/Envisat. Los sistemas radar ofrecen capacidades complementarias a las de los ópticos, como es la posibilidad de observación de la Tierra en presencia de nubes, la detección de cambios milimétricos en el nivel de inundación o la elevada sensibilidad a la cantidad de biomasa. Esta comunicación presenta los resultados de la monitorización detallada mediante imágenes ASAR que son de relevancia para los objetivos de conservación. Se hace hincapié en la sensibilidad de los datos a la evolución anual de la vegetación helófito, a la cantidad de biomasa y a la capacidad para discriminar y cartografiar comunidades vegetales. Los resultados muestran con elevada frecuencia temporal la evolución de la superficie inundada durante el período de estudio. Se constata además la enorme influencia del viento sobre la hidrodinámica y morfología de la marisma. Cabe añadir que las agencias espaciales de Canadá y Japón han concedido recientemente al Instituto Flumen la adquisición de una serie temporal de imágenes de Doñana mediante los radares polarimétricos Radarsat-2 y PALSAR-2. Diversos estudios apuntan a la utilidad de estas imágenes para la cartografía de alteraciones tales como el efecto del pastoreo sobre la vegetación, el retroceso de comunidades vegetales como bayuncar, candilejar y almajar, o el avance de especies invasoras. Los autores de esta comunicación esperan poder presentar en las Jornadas de Investigación sobre la Conservación de Doñana resultados preliminares acerca de la utilidad de los datos polarimétricos para los objetivos de conservación.

Día 7 de febrero a las 18:15-18:30

ESPECIES PARÁSITAS EN ÉQUIDOS DE LA RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA Y SU PAPEL COMO POTENCIAL POBLACIÓN EN REFUGIO FRENTE AL FENÓMENO DE LA RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA

Meana, A.¹; Bohórquez, A.¹; Llorens, M.¹; Florez, E.¹; Pérez Rico, A.²; Sanmartín Sánchez, L.²; Vega-Pla, J.L.²; Esteban Ballesteros, M.³; Arias, M.S.³; Paz, A.³; Martínez Valladares, M.⁴; Rojo Vázquez, F.A.⁴

1 Grupo Epicontrol, Facultad de Veterinaria de Madrid. 2 Laboratorio de Investigación Aplicada. Cría Caballar de las Fuerzas Armadas. 3 Facultad de Veterinaria de Lugo. 4 Instituto Mixto de Ganadería de Montaña (ULE-CSIC) y Facultad de Veterinaria de León.

Se entiende que la resistencia antihelmíntica está presente cuando en una población parásita el número de individuos capaces de tolerar dosis de un determinado fármaco es mayor que lo normal. Se trata de un carácter heredable, por lo que es un fenómeno pre-adaptativo; es decir, los genes que confieren la resistencia ya están presentes en la población - en frecuencia baja - antes de la administración del antihelmíntico. El hecho más importante en el desarrollo de la resistencia es la contribución porcentual que suponen los parásitos que han sobrevivido al tratamiento a la siguiente generación; esto puede estar afectado por el número de vermes que "escapan" al tratamiento o vermes "refugiados". En los équidos se ha considerado que la población en refugio abarca no sólo las formas libres en el medioambiente, sino las larvas inhibidas en la mucosa intestinal frente a las que muy pocos fármacos pueden actuar. La conservación en condiciones naturales de poblaciones parasitarias sin contacto con antihelmínticos puede ser valorada biológicamente como otra posibilidad de disponer de genes en refugio y puede utilizarse para diluir el efecto de selección. En la comunicación que se presenta se ha estudiado las diferentes poblaciones de parásitos presentes en la población de caballos de las Retuertas, animales que se crían en condiciones idóneas para la transmisión de los endo y ectoparásitos y que no reciben ningún programa antiparasitario de rutina. Los

parásitos más prevalentes fueron estróngilos (100%) con un elevado número de huevos por gramo; en los caballos de las Retuertas todos los animales excretaban más de 200 huevos y un 73% de ellos más de 1000 alcanzando la cifra máxima de 7410 hpg. Se detectaron muy pocos animales parasitados por otras especies por la presencia de huevos en las heces como *Fasciola*, *Oxyuris* o *Anoplocephala* spp. Mediante ELISA se determinó el riesgo de infección por especies de moscas obteniéndose valores muy elevados de IgG a *Gasterophilus* en ambas poblaciones (93%), aunque los valores de IgA fueron algo menores (43%). El contacto con rumiantes silvestres puede explicar los elevados índices detectados de IgG a *Rhinoestrus* (100%). Se confirma la adaptación y resistencia de este grupo de animales a los distintos parásitos lo que les confiere un papel altamente interesante como conservadores de poblaciones sensibles a los fármacos utilizados en animales domésticos, aunque se requiere la realización confirmatoria de pruebas de eficacia antihelmíntica.

Día 6 de febrero a las 19:00-19:15

¿EL OCASO DE LAS DUNAS MÓVILES DE DOÑANA?

Muñoz-Reinoso, José Carlos

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla.

El sistema de dunas móviles de Doñana es uno de los más importantes de Europa. Su puesta en marcha tuvo lugar en el siglo XVIII y fue causado por la eliminación de la cubierta vegetal coincidente con un período de inestabilidad climática. A mediados de los años 1970 se describió como un sistema dunar de unos 100 Km² que se extendía entre Matalascañas y la desembocadura del Guadalquivir, con un avance hacia el interior de 5-6 m/año impulsado por vientos de componente suroeste y que formaba trenes de dunas parabólicas con amplios valles interdunares. Modelizaciones realizadas en los años 90 señalaron que tales velocidades no darían lugar a la morfología observada. Por otro lado, estudios geomorfológicos más recientes han calculado velocidades medias inferiores a 2,5 m/año para el período 1956-1999 además de un incremento generalizado de la cobertura vegetal. Las tasas de erosión/deposición de arenas estimadas en un valle dunar externo muestran la ausencia de nuevos depósitos de arena delante del frente en avance y bajas tasas de erosión en la cola de la duna, lo que favorece la instalación de especies de arenas estabilizadas. Todo ello parece evidenciar la estabilización del sistema de dunas móviles de Doñana. La dinámica geomorfológica, alternando fases de movilidad y estabilidad dunar, es una característica esencial de los sistemas dunares. Esta dinámica depende de la energía del viento, la disponibilidad de arenas y la capacidad de crecimiento de la vegetación. En los corrales doñaneros el patrón de la vegetación parece evidenciar procesos sinérgicos que contribuyen a la estabilización dunar. Este proceso de estabilización parece tener su origen a tres escalas espaciales (global, regional y local) en relación a los factores que controlan la dinámica dunar. La estabilización dunar se traduce en una pérdida de biodiversidad, de especies y comunidades correspondientes a distintas etapas sucesionales adaptadas a un medio estresante como el de las dunas móviles, además de la pérdida de los procesos geomorfológicos y la homogeneización de los paisajes dunares y sus riesgos asociados. El mantenimiento de estos paisajes y comunidades dependerá del reinicio periódico de los procesos sucesionales mediante la perturbación o el manejo activo.

Día 6 de febrero a las 13:30-13:45

FLORESTAS DE DUNAS COSTERAS SOBRE ESCENARIOS DE LIMITACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA: DE LOS TRÓPICOS A MEDITERRÁNEO: PROYECTO GW TROPIMED

Antunes, Cristina¹; Ramos, Margarida²; Correia, Otilia²; Siegwolf, Rolf³; Vieira, Simone⁴; Martinelli, Luiz⁵; Werner, Christiane⁶; Barradas, Maria Cruz⁷; Zunzunegui, Maria⁷; Pereira, Maria João⁸; Máguas, Cristina⁹

1 Centro de Biologia Ambiental, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. 2 Departamento de Biologia Vegetal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. 3 Laboratory of Atmospheric Chemistry (LAC), Paul Scherrer Institute, Villigen, Switzerland. 4 Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil. 5 Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 6 Department of AgroEcosystem Research, University Bayreuth, Bayreuth, Germany. 7 Departamento de Biologia Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain. 8 Centro de Recursos Naturais e Ambiente, Instituto Superior Tecnico, Universidade Tecnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.

El descenso y variación del agua subterránea (AS) es muy importante para la vegetación ya que produce alteraciones dramáticas en comunidades de plantas, en su performance fisiológica y en su supervivencia. La limitación de disponibilidad de AS y variaciones en la superficie y nivel freático afectará los bosques de dunas costeras más vulnerables, ecosistemas particularmente sensibles a la reducción de AS. La limitación y variaciones de esta fuente de agua influenciarán inevitablemente especies de plantas más dependientes de AS. Comunidades de plantas de dunas arenosas engloban un diverso número de especies que se diferencian en características como el sistema radicular, tolerancia a la sequía, tolerancia a fluctuaciones del nivel freático y capacidad de utilizar una fuente de agua alternativa cuando sea necesario. Estos ecosistemas de elevada diversidad y valor ecológico, caracterizados por suelos arenosos, de drenaje variable, pobres en nutrientes y con diferentes niveles de salinidad y disponibilidad hídrica, pueden existir en diferentes regiones climáticas del mundo. Esto es el caso de las regiones Tropical, Meso-mediterránea y Mediterránea, donde las previsiones de alteraciones climáticas predicen elevadas variaciones en la disponibilidad hídrica. Este proyecto englobará locales de estudio en tres países, cubriendo este gradiente climático: Brasil, Portugal y España. La idea principal del estudio es evaluar la capacidad de adaptación de diferentes comunidades de plantas a futuros escenarios de alteración de la Agua Subterránea (AS), a través de un enfoque espacial de indicadores integradores de estrés de AS. Este estudio contribuirá para evaluar el estrés causado por variaciones de AS en vegetación y ayudar en el manejo de comunidades costeras vulnerables. Además, se pretende: (i) Caracterizar el uso de agua de los grupos funcionales en una situación de limitación de AS; (ii) Identificar sus respuestas ecofisiológicas y definir indicadores de stress adecuados a corto plazo en situaciones de variación de AS; (iii) Estimar factores importantes que podrían funcionar como marcadores de stress de AS a largo plazo y evaluar la sensibilidad de los grupos funcionales a las alteraciones temporales en la disponibilidad de agua; (iv) Desarrollar un modelo para evaluar el uso de agua y respuesta de la comunidad en escenarios futuros de cambio de AS a través de parámetros eco- fisiológicos. En esta comunicación expondremos el proyecto global, con especial enfoque en el local de estudio Mediterráneo (Reserva Biológica de Doñana) y como este estudio podrá contribuir para la conservación de locales más susceptibles a variación de disponibilidad hídrica.

Día 7 de febrero a las 11:00-11:15

CONSERVACIÓN DE LOS PAISAJES DE LA VERA. HACIA NUEVOS RELATOS TRANSDISCIPLINARES Y CREATIVOS

Ojeda Rivera, Juan Francisco^{1,6}; Alonso, Regla²; Martín-Franquelo, Rosalía²; Bilbao, Daniel²; Mauri, José Luís²; Llácer, Rafael³; Anguís, Diego³; Villa, Juan⁴; Serveto, Patxi⁵; Villa, Águeda⁶; Rodríguez, Manuel⁶; Rubio, Marta⁶

1 Departamento de Geografía, Historia y Filosofía. Universidad Pablo de Olavide. Carretera de Utrera, klm.1, 41013 SEVILLA.. 2 Pintores de la U.S., Grupo de Investigación "Morfología de la Naturaleza". 3 Arquitectos de la U.S., Grup.Investig. "Arquitectura: Diseño y Técnica". 4 Literato. 5 Fotógrafo. 6 Geógrafos y ambientalistas de la UPO, GIEST.

Archivo documental de percepciones y representaciones de paisajes andaluces. (P09-HUM-5382), son el título y las coordenadas de un Proyecto de Excelencia del P.A.I.D.I., adscrito a las investigaciones de la EBD y vigente entre los meses de marzo de 2011 y 2015. La convergencia en este equipo de investigadores y creadores relacionados desde hace tiempo con Doñana nos condujo a elegir el ámbito de la Vera con sus paisajes -paradigmas de la conservación- como uno de nuestros objetos de estudio. Así, desde la primavera de 2011 hasta hoy, han sido muchas las jornadas de campo en las que se han ido efectuando lecturas y relecturas disciplinares y compartidas de aquellos paisajes, con una metodología hermenéutica (OJEDA.J.F., 2013: "Lectura transdisciplinar de paisajes cotidianos, hacia una valoración patrimonial. Método de aproximación". En Revista INVI. Santiago de Chile. Instituto de la Vivienda, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Vol. 28, Nº 78 (2013), pp. 27-75 (ISSN: 0718-8358) www.revistainvi.uchile.cl y www.scielo.cl). Tal método se mueve entre la pluridisciplinariedad (que nos descubre las claves comprensivas de los espacios, territorios y representaciones que de los mismos se han ido efectuando y nos permite elaborar una primera guía o cuaderno de campo) y la interdisciplinariedad (que orienta nuestras respectivas miradas hacia lugares concretos y significativos de cada uno de los subámbitos que constituyen la Vera), para terminar desarrollando trabajos transdisciplinares y creativos, que puedan llegar a constituir relatos nuevos y actuales de unos paisajes poco conocidos directamente en función de su conservación, aunque realmente reconocidos, estimados y valorados gracias a los distintos relatos que en cada contexto histórico se han ido efectuando sobre ellos. A un año de la finalización de nuestro Proyecto, la intención de esta comunicación es presentar y debatir las hipótesis y los esquemas de algunos de los nuevos relatos que estamos elaborando, en los que convergen y se mezclan aproximaciones geográfico-históricas, antropológicas y arquitectónicas con descripciones o metáforas literarias e interpretaciones pictóricas y fotográficas de los paisajes de la Vera.

Día 6 de febrero a las 19:15-19:30

EL ENFOQUE MULTIDISCIPLINAR EN LA CONSERVACIÓN DE LOS HUMEDALES

Poulin, Brigitte

Jefe del Departamento Ecosistemas, Tour du Valat, Francia.

La Fundación Tour du Valat, basada en la Camarga (Francia), obra para la conservación de los humedales mediterráneos basando su acción sobre una ciencia aplicada y aplicable. En estos últimos años, esta investigación ha sido construida cada vez más con un enfoque multidisciplinario. El interés de combinar varias disciplinas para solucionar problemas relativos a la conservación de los ecosistemas estará valorizado a través de tres ejemplos concretos: (1) la gestión integrada de los carrizales, que combina datos en ecología vegetal, animal y humana para identificar los modos de gestión óptimos conciliando la biodiversidad y los aprovechamientos, con apoyo de información geoespacial para cuantificar el estado del ecosistema y de la modelización en agentes para acompañar los usuarios; (2) la restauración ecológica, que combina experimentos, obras de ingeniería, actividad humana y monitoreo para transformar antiguos arrozales en marismas temporales que sirve como oportunidad para mejorar la naturalidad y funciones de los ecosistemas, tanto como herramienta de sensibilización para una caza durable; (3) la ciencia en respuesta a presiones políticas, que combina varias disciplinas biológicas y sociales para evaluar los efectos del control de los mosquitos sobre la biodiversidad y su percepción por las poblaciones, resultando en la búsqueda de soluciones alternativas y amplia comunicación divulgativa.

Día 7 de febrero a las 9:00-9:45

ESTUDIO DEL PROCESO DE VACIADO DE LA MARISMA DE DOÑANA A TRAVÉS DE SU BALANCE TÉRMICO SUPERFICIAL

Ramos Fuertes, Anaïs; Martí Cardona, Belén; Bladé Castellet, Ernest; Dolz Ripollés, Josep

Institut Flumen UPC-CIMNE.

Este trabajo se enmarca en una línea de investigación hidrológica e hidrodinámica que ha desarrollado el Instituto Flumen desde finales de la década de 1980 en el entorno de Doñana (Dolz y Velasco, 1990; Ramos et al., 2009; Dolz et al., 2005; Martí-Cardona et al., 2013) y, concretamente, dentro del estudio del comportamiento térmico de la marisma inundada (Ramos-Fuertes, 2012). Todo ello ha tenido el objetivo de aportar herramientas y criterios de decisión a una gestión hídrica de la marisma orientada a su conservación. Debido a su morfología, tipo de sustrato y alteraciones de la escorrentía superficial fluvio-mareal, el funcionamiento hidrológico de la marisma de Doñana depende en gran medida de la interacción entre atmósfera y superficie (precipitación directa, evapotranspiración). A su vez, pequeñas variaciones de nivel de agua en la marisma pueden suponer grandes variaciones de superficie inundada, factor de alto interés en la distribución espacial y temporal de los seres vivos (García et al., 2005). El objetivo de este trabajo es cuantificar y caracterizar a diferente escala temporal el fenómeno de la evaporación en la marisma, así como estudiar el ritmo de agotamiento de la lámina de agua durante el proceso de vaciado. El estudio se basa en información hidrometeorológica de campo de alta resolución temporal tomada durante varios años hidrológicos consecutivos por una red de seis estaciones de medida. Aplicando la técnica de la Razón de Bowen – Balance de Energía (e.g., Drexler et al., 2004), se ha estimado la pérdida de calor que supone la evaporación desde la superficie del agua. De esta manera, se han establecido los patrones medios horarios y diarios de evaporación a lo largo de un año, así como el papel de las principales variables hidrometeorológicas que la determinan. Un balance de agua realizado en la dimensión vertical con ayuda de datos de nivel y precipitación pone de manifiesto la dominancia de la evaporación durante el vaciado de la marisma. En esta época, el error cometido en la estimación de la variación de calado es del 14 al 25%. Los meses de llenado, sin embargo, se subestima el crecimiento de la lámina de agua en torno a un 80% debido a las entradas por escorrentía superficial. Por último, se ha analizado el ritmo de agotamiento de la lámina de agua en diferentes localizaciones y años hidrológicos, encontrando un patrón de vaciado común en la marisma conectada. Este patrón explica el 98% de la varianza del descenso de la lámina de agua observado y resulta coherente con la topografía e hidrometeorología propias de la marisma.

Día 6 de febrero a las 12:45-13:00

EDAFOGÉNESIS Y FORMACIÓN DE HUMEDALES EN EL MANTO EÓLICO LITORAL DEL ABALARIO-DOÑANA (HUELVA, SW DE ESPAÑA). LA LAGUNA DEL NAVAZO DEL TORO

Díaz del Olmo, Fernando¹; Recio, José Manuel²; Borja, César¹; Cámara, Rafael¹; Borja, Francisco³

1 Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004- Sevilla España. 2 Dpto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14071-Córdoba. 3 Área de Geografía Física. Depto. De Historia II y Geografía. Universidad de Huelva. Campus del Carmen. 27001-Huelva

Se lleva a cabo un estudio morfológico, físico-químico, mineralógico y cronológico de los suelos desarrollados en el manto eólico de El Abalario-Doñana (España), y más concretamente en los fondos de la actual laguna del Navazo del Toro. El manto eólico circundante a este humedal presenta ligeras cantidades de material fino a base de illitas y caolinitas heredadas del sustrato eolizado, vermiculitas neofórmadas al amparo de la acidez y presencia de materia orgánica (Arenosol háplico, FAO,1988), así como presencia del mineral ilmenita. Los contrastes texturales existentes en la población de las arenas de este suelo propicia el lavado lateral de estos finos hacia la depresión dunar, donde ocurre su acumulación, su transformación en

arcillas esmectitas y la consiguiente formación de una potente capa arcillosa detenida por su parte inferior por el acuífero, y todo ello con cronologías inferiores a 4.255 y BP. Coincidente con las zonas de descarga de las aguas más ácidas, se propicia una edafogénesis bajo condiciones palustres de características vérticas, estágnicas y luvisólicas (actual cubeta alta), originándose horizontes Bt de propiedades crómicas o pardas en función de la acidez de esta hidromorfía superficial (Luvisoles crómicos y vérticos) (FAO,1988). Un cambio ambiental desde estas condiciones palustres hacia otra de tipo lagunar estaría posibilitada gracias a la presencia de esta paleohorizontes impermeables que sustentarían la lámina de la actual laguna, así como de su alimentación hídrica procedente de las aguas que circulan por el interior de la masa arenosa (régimen mesogénico). El contraste de tipo textural e hidráulico (permeabilidad) que se establece entre sus fondos y el manto eólico circundante controlaría la extensión y la altura de su cuerpo de agua. La formación del humedal conlleva la transformación de los horizontes superficiales de los antiguos perfiles, comunicándoles características gleicas y estánnicas, originándose unos actuales horizontes superficiales de cromas blancos muy orgánicos ricos en algas y diatomeas (horizontes A/Bg). Por otro lado la erosión del frente dunar, la eliminación parcial de estos depósitos bioclásticos, y la configuración de un nivel más deprimido (cubeta baja), constituirían los factores responsables de la migración del cuerpo de agua lagunar en dirección oeste, y por consiguiente de la formación de un perfil de suelo con rasgos más hidromorfos y estágnicos que los anteriores (Luvisol estágnico). Por último y dadas las condiciones ecosistémicas existentes, el percolado que se produce de estas aguas lagunares ácidas y ricas en materia orgánica hacia las zonas profundas del perfil marcadas por la posición del acuífero, allí donde la inexistencia de estas capas de arcillas impermeables son inexistentes, provoca la formación de un horizonte de cromas anaranjados rico en coloides de hierro gohetítico y escaso contenido en arcillas mineralógicas (horizontes BChs), indicativo de un proceso alterológico que puede considerarse como cercano a la podsolización (Stagnic podsolusol, FAO, 1988).

Día 6 de febrero a las 13:15-13:30

LAS EDIFICACIONES EN DOÑANA: ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA

Rincón Calderón, José María¹; Sánchez Fuentes, Domingo²; Galán Marín, Carmen³

1 Máster en Ciudad y Arquitectura Sostenibles. 2 Profesor en el Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad de Sevilla – Director del Máster en Ciudad y Arquitectura Sostenibles. 3 Profesora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad de Sevilla.

El hombre siempre ha habitado Doñana, manteniendo una relación compleja con ese entorno complejo; en algunos aspectos de su comportamiento, casi se ha confundido con la Naturaleza de Doñana: sus modos de vida, hábitos, espacios, se han mimetizado con los naturales y ha utilizado ese confundirse como estrategia de supervivencia. Y la presencia del hombre conlleva la aparición de la edificación, para cubrir las necesidades básicas de cobijo, refugio y apoyo a las actividades productivas del ser humano. En contra de la idea generalizada, es notable la cantidad de edificaciones que han existido y siguen existiendo hoy en Doñana. La incorporación a las valoraciones patrimoniales asociadas a Doñana de otro tipo de cuestiones ajenas a las puramente naturales (culturales, sociales, etnológicas, etc) reconoce a las edificaciones como exponente de estos valores. Las construcciones que se ubican en el Parque, con su diversidad de fechas de construcción y estado de conservación, son testigos y huellas físicas de la relación entre el habitante de Doñana y ese particular medio físico. Han desaparecido edificaciones en Doñana; otras, se hallan actualmente en un proceso de degradación física y funcional que nos lleva a plantearnos cómo resolver la cuestión de la conservación de lo construido en un medio natural tan singular. Estas inquietudes nos dan la oportunidad de valorar la situación actual y especular sobre su futuro inmediato. Esta comunicación recopila, actualiza y completa la información disponible sobre el estado actual

del patrimonio edificado de Doñana y analiza la estructura de implantación territorial, temporal y funcional de las edificaciones. Se comprueba cómo ha evolucionado la edificación en el Parque a lo largo de la historia, en qué estado ha llegado hasta nuestros días, cómo ha servido al hombre de este entorno, de qué manera y con qué estrategias ha desempeñado sus funciones básicas de cobijo y protección del ser humano. Se aportan argumentos al debate sobre la conservación de lo construido en un medio natural tan singular, analizando cómo debe enfrentarse la edificación al futuro, tratando de ofrecer parámetros objetivos como apoyo a una posible intervención o actuaciones de conservación en un patrimonio edificado tan sensible. El futuro de las edificaciones de Doñana pasa por asumir las estrategias de eficiencia (en la gestión de recursos y energías, en sus relaciones con el medio natural, en su servicio al ser humano) que han ayudado a formas y construcciones tan singulares a sobrevivir hasta nuestros días.

Día 6 de febrero a las 19:30-19:45

PRESERVACIÓN DE LOS BOSQUES HÚMEDOS DE DOÑANA: PROYECTO DE SEGUIMIENTO INTEGRAL DE LA VEGETACIÓN HIGRÓFILA Y SU INTERACCIÓN CON LOS CAMBIOS AMBIENTALES Y ANTRÓPICOS

Rodríguez-González, Patricia María¹; Díaz-Delgado, Ricardo²; Albuquerque, António¹

1 Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal. 2 Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales. Estación Biológica de Doñana-CSIC.

En la Rocina se encuentra el bosque húmedo de mayor extensión de la fachada atlántica ibérica en ambiente mediterráneo. Por su estrecha dependencia con el régimen hidrológico, el seguimiento de las comunidades asociadas al cauce fluvial es esencial, no sólo para alertar sobre potenciales alteraciones en el funcionamiento del bosque húmedo sino también como indicador de cambios ambientales o de origen antrópico que podrían afectar a otras especies y hábitats. En 2002 se inició un protocolo de seguimiento a escala de paisaje de la vegetación asociada a cauces (incluyendo La Rocina, Soto Chico y Soto Grande) por parte del Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD con periodicidad quinquenal y fundamentalmente mediante teledetección. En 2004, el proyecto añadió una red de parcelas permanentes donde se vienen registrando datos a nivel de la comunidad y del hábitat (composición, estructura, variables ambientales). En paralelo se están realizando estudios sobre los patrones espaciales de la diversidad funcional y filogenética de las comunidades herbáceas a través de gradientes ambientales y estudios dendroecológicos sobre las principales especies arbóreas. Los resultados hasta el momento muestran cambios en la cobertura vegetal y en la dinámica de regeneración de los árboles dominantes. El estudio temporal del NDVI (índice de vegetación) de imágenes Landsat TM refleja un aumento de la superficie cubierta por vegetación en torno a los cauces de Soto Chico y Soto Grande, así como un incremento continuado de los valores medios de este índice, asemejándose a los valores de referencia de la vegetación de ribera del Arroyo de La Rocina. A escala local (parcelas permanentes), se ha observado un envejecimiento de las especies arbóreas higrófilas en la Rocina, asociado a la particular estrategia de persistencia que mantienen los árboles dominantes (*Salix*) en este tipo de hábitat. Estos resultados suscitan nuevas preguntas sobre la importancia de la dinámica hidrológica, los patrones de la regeneración y la estructura demográfica de estas poblaciones de cara a conocer su viabilidad a largo plazo. Se plantea la necesidad de mantener el protocolo de seguimiento de la vegetación de ribera a largo plazo manteniendo la aproximación a escala de paisaje mediante teledetección y los muestreos quinquenales sobre la estructura, estudiando su diversidad genética, así como incorporar una estación de seguimiento ecofisiológico de especies indicadoras mediante monitoreo en

continuo de la actividad biológica (fotosíntesis, ETP, PPN) y el monitoreo de estrategias de uso del agua (isótopos estables en anillos de crecimiento u otros tejidos vegetales).

Día 7 de febrero a las 16:30-16:45

GEOMORFOLOGÍA DE DOÑANA (DUNAS, PLAYAS, CHENIERS Y MALECONES): IMPLICACIONES AMBIENTALES

Rodríguez-Ramírez, Antonio; Cantano, Mercedes; Contreras, Carmen

Departamento de Geodinámica y Paleontología. Universidad de Huelva. Avda. 3 de Marzo, s/n 21007 Huelva (España).

Doñana engloba una de las áreas costeras más importantes del mundo, albergando unas peculiaridades geomorfológicas dignas de estudio, tanto por su singularidad, diferenciándola de otras zonas afines, como por la información que aporta sobre la evolución ambiental del Bajo Guadalquivir y su entorno. Estos datos son de gran aplicación para otras ramas de la ciencias (biología, hidrología, arqueología,...). Los elementos principales que la constituyen son unas extensas barreras litorales (Doñana y La Algaida) y marismas. En las primeras se puede diferenciar hasta cinco sistemas eólicos superpuestos, desde dunas antiguas estables-semiestables a activas, y un nutrido conjunto de cordones litorales, formados en los últimos 2000 años. En la Marisma el elemento dominante son los malecones fluviales, denominados localmente paciles, asociados a la evolución de la red fluvio-mareal. Esta red es la auténtica responsable de la configuración de las marismas actuales. Los malecones fluviales han ido avanzando sobre el antiguo estuario, colmatándolo a modo de un delta digitado, diferenciando y aislando porciones de marisma de la influencia mareal. De esta forma se fue pasando, en el transcurso de miles de años, de una marisma mareal a otra pluvio-fluvial. Este proceso se fue realizando de forma progresiva de norte a sur. Las porciones de marisma pluvio-fluvial más antigua se encuentran al norte y las mareales más recientes al sur. Esta evolución trajo consigo unos cambios drásticos en la distribución de seres vivos. Sobre los paciles se asienta una serie de depósitos de playa de arena y conchas, formando una llanura de cheniers de características únicas y que la actividad agrícola ha destruido al norte del área protegida. Desde el punto de vista geomorfológico estas formaciones constituyen el elemento más diferenciador e importante de Doñana, aportando información sobre la paleocosta del estuario, las oscilaciones del nivel del mar, procesos neotectónicos, dinámica estuarina, eventos energéticos (tsunamis y ciclos de tormentas), clima y evolución ambiental. Las dataciones realizadas permiten realizar la reconstrucción de su evolución desde hace al menos unos 4000 años. Se pueden diferenciar entre cheniers arenosos (Los Acebuches, Vetalarrena, Carrizosa (de aprox. 3000-4000 años BP) y Vetallengua, Las Nuevas (de aprox. 2000 años BP)) y conchíferos (Marilópez, Los Tiradores (de aprox. 3000 años BP) y Las Nuevas, Cherri, Los arenosos (de aprox. 1500 años BP)). Los de naturaleza arenosa están relacionados con un mayor aporte marino, es decir con fases de rotura de la barreras arenosas, mientras que los conchíferos (*Ceratoderma edule* fundamentalmente) representan fases de mayor confinamiento estuarino.

Día 6 de febrero a las 10:45-11:00

LA OBSERVACIÓN PIEZOMÉTRICA COMO HERRAMIENTA DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN DOÑANA

Ruiz Bermudo, Fernando¹; Mediavilla Laso, Carlos¹; Kohfahl, Claus Reimer¹; Palancar Sánchez, Mariano²; Cifuentes Sánchez, Víctor²

1 IGME. 2 CHG.

El inicio de los trabajos del IGME en relación con las aguas subterráneas en el Parque Nacional de Doñana comenzó cuando la FAO, en los años 70 y a través del Plan de Transformación Agraria Almonte-Marismas, quiso introducir grandes zonas de regadío en la zona. Como consecuencia de estos trabajos se inventariaron más de 1400 puntos de agua y se construyeron 68 sondeos de investigación y 460 de explotación, la gran mayoría de ellos dirigidos por el IGME. El resultado de estas actividades genera un profundo conocimiento de las características hidrogeológicas del acuífero y se constituyeron redes de control, constituidas por 40 puntos de piezometría, calidad e intrusión (IGME-IARA), cuyo seguimiento fue seguido oficialmente por el IGME hasta el año 2001, a partir del cual esta gestión corresponde a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG). Desde el año 2006, y hasta la actualidad, el IGME ha retomado las medidas, de forma paralela a la CHG, y rediseñó su Red de Observación Piezométrica constituida por 170 puntos dentro del proyecto “Mejora del modelo matemático del acuífero Almonte-Marismas como apoyo a la gestión de los recursos hídricos: estimación de la recarga, modelo estocástico y actualización”, que pretende ser una herramienta útil para los gestores de los recursos hídricos del acuífero. Toda la información recopilada por el IGME tras casi 50 años presente en el acuífero Almonte-Marismas se encuentra almacenada y actualizada en una Base de Datos interna (AGUAS XXI), que se va completando con series de datos de niveles piezométricos generados por diversos Organismos y Universidades con el objetivo de recopilar todo en una única Base de Datos de Piezometría de acceso público a la comunidad científica y la Administración Pública. Toda esta información existente y su ampliación permite el diseño de redes específicas de observación (niveles freáticos en lagunas, niveles regionales, hidroquímica, contaminantes emergentes, etc.) para el registro del Cambio Global e influencia antrópica en el entorno de los ecosistemas más significativos y/o vulnerables en el ámbito de Doñana. En esta línea se está realizando un proyecto en colaboración con la CHG para investigar el funcionamiento hidráulico del acuífero Almonte-Marismas y su conexión hidráulica con lagunas representativas para poder evaluar su sensibilidad a los diferentes tipos de estrés hídrico existentes en el Parque. En la presente comunicación se evalúan series temporales de datos de algunos piezómetros representativos del acuífero Almonte-Marismas.

Día 6 de febrero a las 11:00-11:15

LA RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA ZONA DE CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE SATÉLITES

Sobrino, José Antonio; Jiménez-Muñoz, Juan Carlos; Skokovic, Drazen; Sòria, Guillem; Julien, Yves

Global Change Unit (UCG), Image Processing Laboratory (IPL), University of Valencia (UVEG). C\ Catedrático Jose Beltran 2, Paterna, 46980 Valencia.

Uno de los objetivos del proyecto Calibración de Satélites de Observación de la Tierra en España (CEOS-SPAIN) coordinado por la Unidad de Cambio Global de la Universidad de Valencia consiste en buscar zonas de calibración y validación (CAL/VAL) de los datos suministrados por sensores de alta, media y baja resolución a bordo de satélites artificiales. La Reserva Biológica de Doñana (RBD) es una de las zonas propuestas. Con este fin en los últimos años se han llevado a cabo en la RBD numerosas campañas de medida que incluyen vuelos de avión, datos de satélite y medidas in situ. La presente comunicación pone de manifiesto como la RBD es un candidato idóneo para calibrar y validar los datos suministrados por los satélites artificiales de observación de la Tierra. A modo de ejemplo utilizando datos in situ de

temperatura radiométrica registrados durante el año 2013 en diversas estaciones de la RBD, se ha realizado una de las primeras calibraciones en el espectro térmico del sensor Landsat 8, lo que ha permitido observar una anomalía positiva en la temperatura de la superficie terrestre de 3 K. Finalmente queremos poner de manifiesto el interés en proponer la RBD como zona de CAL/VAL tanto para aquellos satélites actualmente operativos como para las futuras misiones sentinel del programa Copérnico de la ESA y la Unión Europea, el próximo lanzamiento del satélite Ingenio de nuestro país, etc.

Día 7 de febrero a las 11:15-11:30

LA ACTUACIÓN Nº6 DE DOÑANA 2005: RECUPERACIÓN DE LA COMUNIDAD VEGETAL EN CAÑO TRAVIESO

Vélez-Martín, Alberto¹; Pérez-Vázquez, Andrés¹; García-Álvarez, Alberto¹; Coca, Manuel¹; Luque, Carlos Javier^{1,2}; Castellanos, Eloy M^{1,2}

1 Área de Ecología/RNM 311 Ecología y Medio Ambiente. Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. 21071-Huelva, España. 2 Centro Internacional de Estudios y Convenciones Ecológicas y Medioambientales (CIECEM). Parque Dunar s/n. Matalascañas, Almonte, 21760-Huelva, España.

En la Actuación nº6 del Proyecto Doñana 2005 se estableció como objetivo restaurar la funcionalidad del Caño Travieso, aislado y drenado durante décadas a su paso por la finca agrícola Caracoles, para recuperar así las aportaciones hídricas procedentes de las avenidas del río Guadamar, que históricamente llegaban a la marisma del Parque Nacional de Doñana. Con esa finalidad, en una primera fase ejecutada en 2004, se eliminaron los diques perimetrales sur y oeste que separaban la finca de la marisma adyacente, se anuló la red artificial de drenajes existente y se perfiló el cauce de ese tramo del Caño Travieso. Sin embargo, la funcionalidad del caño no podrá alcanzarse mientras no se ejecute una segunda fase, que plantea la permeabilización del dique este de la finca Caracoles. A pesar de ello, como consecuencia de los cambios ambientales derivados de las medidas emprendidas en 2004, hemos constatado la recuperación de la comunidad vegetal de especies autóctonas (principalmente de helófitos) en este tramo del caño. La reconstrucción de su perfil junto con la eliminación de los diques y de los sistemas de drenaje, mejoraron significativamente la invasibilidad del terreno al incrementarse la conectividad con la marisma y aumentar los hidroperíodos del caño. Tras 30 años de cultivos en la zona, las limitaciones en el banco de semillas han sido contrarrestadas con aportaciones desde la marisma colindante. Tanto la presencia y proximidad de fuentes de semillas en los alrededores como la ocurrencia de ciclos hidrológicos muy húmedos han resultado ser primordiales en los primeros años, al favorecerse su dispersión por hidrocoria. La duración de las inundaciones, altamente dependiente del régimen de lluvias, es la que está determinando en gran medida la distribución espacial y temporal de las especies nativas, tanto anuales como perennes.

Día 6 de febrero a las 17:45-18:00

Mesas redondas

MESA REDONDA: TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO

Miguel Delibes (EBD), Joan Pino (CREAF), Mónica Salomone (Periodista), Francisco Quirós (Conservador END), Ezequiel Martínez (Periodista). Moderadora: Guyonne Janss.

- Los investigadores deberían ser conscientes de la importancia de la transferencia de conocimiento en sus investigaciones y esforzarse en que su trabajo repercuta en la sociedad.
- Necesitamos potenciar el diálogo entre gestores e investigadores a través de una comunicación más eficiente con protocolos comunes basados en mensajes sencillos y claros.
- La implementación de perfiles profesionales de divulgación y transferencia puede ayudar a mejorar la comunicación entre investigadores, gestores y ciudadanía.

Visión de los periodistas

Según *Mónica Salomone*, para un profesional de la comunicación, uno de los aspectos más importante es que una noticia tenga repercusión en la ciudadanía. *Ezequiel Martínez* comparte la misma visión matizando que aquellos aspectos relacionados con la conservación de las especies y los espacios protegidos son quizá los más interesantes. Apunta ejemplos de gran interés como son los censos aéreos o los anillamientos de Doñana.

Sin embargo, es una tarea complicada ya que no todos los investigadores comparten la misma visión. Para *Mónica Salomone*, los periodistas se enfrentan a dos tipos de investigadores. Por una parte, los **investigadores puros**, que se centran en un ámbito de estudio a través de preguntas concretas y sin el objetivo de difundir su investigación más allá del ámbito académico. Por otra, los **investigadores conectados con el “mundo exterior”**. Estos investigadores, no sólo cuentan el resultado a sus colaboradores, sino que se interesan por mostrar su relación con lo que ocurre y las posibles medidas aplicadas a la conservación. Sin duda, esta tarea es complicada pero su esfuerzo permite una mayor repercusión y facilita el trabajo de los periodistas.

Ezequiel Martínez reconoce la dificultad para divulgar determinados aspectos científicos que por su naturaleza son complicados y difícilmente pueden traducirse en un mensaje claro y sencillo. Además, conoce la presión que sufren los investigadores por centrar su actividad más en el número de publicaciones que en profundizar en aspectos interesantes y conseguir que repercutan en la sociedad. Sería conveniente que los organismos científicos se planteen tener un equipo de periodistas para divulgar lo que hacen y que los científicos se atrevan a dar su opinión sobre los temas de investigación, aunque hay temas que calan más fácilmente en la sociedad que otros. Para revertir esta situación, *Mónica Salomone* sugiere **potenciar** los investigadores “conectados”, a través de **formación específica en divulgación durante la carrera investigadora**.

Visión de los investigadores

Joan Pino también reconoce que los investigadores deben hacer un mayor esfuerzo de comunicación. Sin embargo no comparte que el investigador tenga que ser el único responsable de la transferencia. Desde el CREAM se aboga por la necesidad de un **perfil profesional de divulgación y transferencia**. Un investigador no puede centrar su trabajo en la divulgación sino que es necesaria el apoyo de profesionales formados en la materia. Además se requiere una **estrategia de transferencia de conocimiento dirigida a los gestores** donde por ejemplo se promuevan plataformas de transferencia de los resultados de la investigación basadas en un lenguaje común o en la necesidad de desarrollar jornadas de transferencia. Así mismo se requiere una **estrategia de difusión y comunicación dirigida a la ciudadanía** donde se incluya la redacción y difusión de notas de prensa, la priorización de artículos de opinión de los investigadores, elaboración de materiales específicos (infografía), blogs, página web...

Respecto a la repercusión de la investigación en Doñana, *Miguel Delibes* reconoce un sentimiento ambiguo a la hora de valorar la utilidad de su investigación para la gestión del espacio protegido. Tal vez esa valoración debería hacerse desde fuera, pues él se ve muy influido por sentimientos personales. Por un lado piensa que su trabajo ha sido útil para Doñana (si no, se deprimiría) y por otro tiene la sensación de que ha tenido menos repercusión de la que debiera. Probablemente eso les ocurre a todos los investigadores. Además, reconoce que la aplicabilidad de sus estudios depende de decisiones de otros (gestores y políticos), que apuesten por las propuestas dadas o que financien más investigación, y no sólo de la calidad y eficiencia en la comunicación del trabajo.

El caso de la conservación del lince ibérico es paradigmático. Al principio con pocos medios y una especie muy complicada era difícil llegar a la raíz del problema y producir buenas publicaciones. Cuando comenzaron a conocerse los problemas del lince, ningún responsable hacía un esfuerzo especial para ponerles remedio, hasta el punto de que fue el propio presidente del CSIC quien tuvo que financiar, con cargo a sus gastos de representación, un estudio aplicado a evitar los atropellos. El caso aparecía en los medios e incluso Kiko Veneno llegó a componer la famosa canción "El lince Ramón" en alusión al primer lince que siguieron los investigadores. Sin embargo, los estudios apenas influyeron en las decisiones políticas hasta que la UICN (actuando como "transferidor" de la ciencia) catalogó al lince como especie en peligro crítico y presionó al Gobierno y a la Unión Europea para dar más recursos y finalmente actuar. Esta preocupación ha ido en aumento hasta nuestros días, convirtiéndose en un ejemplo claro de aplicación directa de la investigación.

En el mismo sentido de buena sintonía entre investigadores y gestores, *Miguel Delibes* recuerda un proyecto sobre regeneración de plántulas en bordes de cortafuegos cuyos resultados consiguieron reformar una actuación demasiado agresiva de desbroce. Sin embargo, tanto *Miguel Delibes* como *Joan Pino* reconocen que otras veces la comunicación entre investigadores y gestores no es tan fácil. Como por ejemplo en actuaciones de restauración tras incendios en las que no se contó con los investigadores aún sabiendo que trabajaban en el tema. En cualquier caso, *Miguel Delibes* afirma que la calidad de la investigación es decisiva, de forma que a medida que profundizamos en los problemas nuestra investigación va calando en la gestión.

José Luis Viejo, UAM apunta que otro aspecto abordado es la necesidad de un ciudadanía con sensibilidad por la problemática ambiental. La propuesta de eliminación de los temas de biodiversidad en el bachillerato es un aspecto sensible y con mucha repercusión en la

transferencia del conocimiento ya que si no hay un conocimiento base nunca llegará a calar el mensaje de los investigadores. En este mismo sentido, Joan Pino amplía la necesidad de llevar a cabo una formación específica a políticos y altos cargos de empresas (una especie de “coaching ambiental”) para que valoren con conocimiento sus decisiones en materia ambiental.

Visión de los gestores

Francisco Quirós reconoce que las decisiones que toman los gestores no siempre son fáciles. En el caso del desbroce de los cortafuegos la no actuación aconsejada por los investigadores pudo suponer una consecuencia penal para el gestor. Por tanto, muchas de las aportaciones de los científicos tienen que pasar un filtro legal y en última instancia ajustarse a la normativa. No todos los problemas de comunicación son del lado de los gestores. *Francisco Quirós* apunta casos en los que los gestores ayudan a investigadores a través de financiación o apoyo técnico pero luego no tienen una respuesta útil tras la investigación. O incluso casos en los que los gestores alertan de una cuestión que les preocupa pero en la que los investigadores no ven interés.

En Doñana se desarrollan alrededor de 90 proyectos de investigación al año, se revisan todos los documentos antes de la aprobación de cada proyecto, hay reuniones con los investigadores antes del inicio de los trabajos y en muchos casos durante el desarrollo del proyecto y al final. Además, la investigación está regulada por el Plan Sectorial de Investigación de Doñana que se aprobó en el año 2011 y todos los años se edita una memoria anual de investigación con los resultados. En concreto, en el año 2012 (año de la última memoria aprobada) se ejecutaron 83 proyectos en Doñana. De estos proyectos se publicaron 61 artículos en revistas recogidas en el SCI y 35 en otras publicaciones científicas y técnicas. Además se presentaron 9 tesis doctorales y hubo 46 presentaciones (ponencias, poster y otros) en Congresos y Seminarios. Es decir, se genera una gran cantidad de información, que puede convertirse en un problema de saturación. Aún así la comunicación entre gestores y científicos es mejorable.

Desde su punto de vista en el espacio natural los proyectos de investigación se puede agrupar en: los que se dedican a investigación básica y aplicada; los que levantan información para poner en valor el por qué se conserva ese territorio; y por último otros proyectos que no tienen una aplicación directa sobre el territorio pero que se tienen que desarrollar en este espacio por las condiciones idóneas que se dan y se presta un servicio a la sociedad, por ejemplo el proyecto de estudio de retardantes de llama.

Entre las cosas a potenciar, *Francisco Quirós* destaca la necesidad de medios técnicos comunes que faciliten la disponibilidad de la información, de usar códigos y protocolos comunes.

MESA REDONDA: PRIORIDADES Y RETOS FUTUROS DE LA INVESTIGACIÓN EN DOÑANA

Regino Zamora (UGR), Marisol Manzano (UPCT), Berta Martín (UAM), Pep Amengual (OAPN), Eva Hernández (Adena-WWF). Moderadora: Montserrat Vilà.

- Potenciar la sinergia entre disciplinas científicas: ecología, hidrología y sociología.
- Ampliar el ámbito de estudio fuera del área protegida de forma que se considere la enorme importancia de nuestras actuaciones a nivel regional.
- Considerar la temporalidad en la investigación tanto en el conocimiento de Doñana en el pasado como los posibles escenarios futuros.

- Reconocer la importancia de todos los agentes (investigadores, gestores y organizaciones y actores locales) en la puesta a punto de una agenda de investigación en Doñana.

Visión de los investigadores

Según *Regino Zamora* una aproximación interesante que podría priorizarse se basa en hipótesis relacionadas con los impactos, consecuencias y predicciones del cambio global en los ecosistemas de Doñana. Este marco conceptual requiere de un sistema de seguimiento a largo plazo paralelo a la investigación orientada de forma que se complemente y cree sinergias. *Regino Zamora* apunta varios aspectos que deberían caracterizar esta aproximación:

- ✓ Un protocolo de seguimiento basado en preguntas e hipótesis.
- ✓ Incluir las recomendaciones de programas actuales de seguimiento a mayor escala (arriba-abajo) al mismo tiempo que tener en cuenta lo desarrollado a nivel local para mejorar y aprovechar los recursos existentes (abajo-arriba).
- ✓ Eje temporal: incluir como objetivo el desarrollo de proyecciones al futuro y aprender del pasado para conseguirlo.
- ✓ Eje espacial: reconocer y poner en valor que el seguimiento de un área determinada puede complementar infraestructuras de mayor rango como los LTER.
- ✓ Desarrollar proyectos piloto a una mayor escala espacio-temporal para lograr una mayor repercusión y una aproximación más global.

En el campo de los servicios ecosistémicos, *Berta Martín* destaca varios retos fundamentales:

- ✓ No priorizar la investigación de ningún tipo de servicio en particular. Todos los servicios están sumamente relacionados y se deberían considerar en conjunto. Sin embargo, es cierto que algunos servicios son más complicados de estudiar que otros. Quizá los de regulación y culturales puedan ser los más difíciles de abordar y en muchos casos también son los menos estudiados.
- ✓ Buscar nuevas aproximaciones de cuantificación de los servicios ecosistémicos. La aproximación más utilizada para su estudio ha sido la económica, complicando la valoración de servicios no monetarios sumamente importantes como los culturales. De tal manera, *Berta Martín* considera un reto desarrollar nuevas aproximaciones no monetarias ya que la actual visión económica de los servicios ecosistémicos tiende a los ya conocidos pagos por servicios ambientales, bancos de hábitats o los créditos ambientales.
- ✓ Estudiar y potenciar sistemas de gobernanza adecuados para mantener los servicios. La gobernanza es fundamental ya que condiciona la toma de decisiones ambientales e influye en el sistema de valores de los actores sociales.
- ✓ Buscar el respeto entre disciplinas científicas. Para la investigación de servicios ecosistémicos es necesaria la combinación de estudios sociales y naturales que valoren en igual medida la información cuantitativa y cualitativa así como la información local de los agentes del territorio estudiado.

Respecto al agua subterránea, un elemento esencial de Doñana, *Marisol Manzano*, apunta a la priorización de varios aspectos:

- ✓ Centrar los nuevos estudios en zonas concretas poco conocidas. La zona mejor conocida de Doñana es el manto eólico litoral, sin embargo, hay áreas menos conocidas igualmente importantes para la dinámica del espacio protegido. Un ejemplo es el arroyo de La Rocina, cuyo funcionamiento detallado y el impacto de las

extracciones de agua subterránea y de la actividad agrícola sobre la cantidad y la calidad del agua del arroyo se desconocen, así como el impacto del arroyo en la marisma. Gracias a la enorme cantidad de datos que hay, existe ya un marco conceptual de funcionamiento del conjunto del manto eólico que permite modelar las consecuencias de nuestras acciones sobre los acuíferos y prever consecuencias importantes en la dinámica natural del espacio. Se sabe que los tiempos de respuesta del sistema son grandes y los cambios que se observan son el resultado del ajuste de la red de flujo al efecto de acciones diversas, pero se desconoce el impacto ecológico asociado a los cambios hidrológicos, a los cuales se superponen los efectos del cambio climático y global.

- ✓ Integración de disciplinas. El estudio de la hidrogeología de Doñana tiene que ir de la mano en su vertiente ecológica y sociológica. Aspectos tan importantes como la gobernanza del agua o los efectos de la dinámica del acuífero en los ecosistemas tiene que ser una prioridad en la investigación en Doñana.

Visión de las ONGs

Eva Hernández (WWF-Adena) sugiere una falta de visión general en la investigación actual en Doñana. Las distintas áreas de conocimiento están separadas y es difícil obtener una valoración en conjunto del estado de Doñana. Para conseguir una mayor integración comenta varios retos: Combinar aspectos sociales y naturales incluyendo la vertiente económica.

- ✓ Ampliar el ámbito de estudio fuera del espacio protegido.
- ✓ Priorizar los estudios de proyección futura en los que consideremos los impactos, cambios y consecuencias de los ecosistemas.
- ✓ Generar conclusiones científicas claras. Muchos de los estudios científicos incluyen incertidumbres que pueden usarse como escudo por los gestores para evitar aplicar las novedades.

Visión de los gestores

La investigación en Doñana puede ayudar a mejorar la gestión del espacio protegido. En este sentido *Pep Amengual* menciona que los gestores no buscan respuestas fáciles a sus problemas sino soluciones reales a problemas específicos de gestión que afectan al espacio en cuestión. Por eso la opinión de los gestores es fundamental en la priorización de la financiación para investigación en Doñana. En el caso de la convocatoria de Parques Nacionales, los gestores tienen una evaluación excluyente sobre la investigación financiada, aunque la valoración de los proyectos es doble: por una parte se valora la calidad científica del proyecto (ANEP) y por otra se adopta un criterio de oportunidad, que es la valoración de los gestores del espacio en particular. Debido a la reducción de presupuesto en los últimos años y a la falta de adecuación de las líneas prioritarias de ejercicios anteriores que han excluido a sistemas de parques completos –como es el caso de los cuatro parques macaronésicos-, esta priorización de investigación orientada a soluciones se está viendo acentuada.

Comunicaciones escritas (orden numeración)

Nº1. APROXIMACIÓN A UN MODELO DE FUNCIONAMIENTO DE LA LAGUNA DE SANTA OLALLA (MANTO EÓLICO DEL ESPACIO NATURAL DE DOÑANA) MEDIANTE LA CUANTIFICACIÓN DE SUS FLUJOS DE MATERIA Y ENERGÍA

López-Archilla, Ana Isabel; Coletto, M^a Carmen; Álvarez, Sergio; Velasco, Sergio; Molla, Salvador; Guerrero, M^a Carmen; Barajas, Fernando; Baltanás, Angel; Montes, Carlos; Alcorlo, Paloma

Dpto de Ecología Universidad Autónoma de Madrid.

La laguna de Santa Olalla es un sistema hipogénico y eutrófico natural muy dinámico. Esta laguna ha sido estudiada durante varios años desde una perspectiva ecológica que ha pretendido abarcar muy diferentes aspectos funcionales del sistema, desde los flujos hidrológicos a las redes tróficas, cuantificando la producción primaria y la respiración, así como las tasas de descomposición. El acuífero que alimenta a la laguna ha sido también estudiado desde una perspectiva biológica, analizando la comunidad microbiana y los factores que la afectan. El régimen hidrológico es permanente, alimentado por flujos regionales verticales de recorrido largo. En los periodos de superávit hídrico, las arroyadas rejuvenecen el sistema al producirse una exportación masiva de materia y energía aguas abajo del gradiente geomorfológico. Esta laguna es hipertrófica y los nutrientes se encuentran mayoritariamente en forma orgánica. Su dinámica está controlada por procesos reguladores dentro del propio sistema superficial y en la interfaz sedimento-agua. La Materia Orgánica es procesada rápidamente debido a que proviene mayoritariamente del componente fitoplanctónico y a las características morfométricas y físico-químicas de la laguna. La evolución del fitoplancton, principal productor primario, es muy dinámica gracias a la rápida descomposición de la materia orgánica, mostrando elevadas tasas de producción (media $1.29 \pm 0.88 \text{ gCm}^{-3} \text{ h}^{-1}$). Los valores medios de la Producción Primaria Bruta y la Respiración global del sistema son también muy altos ($7.88 \text{ g O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ y $8.52 \text{ g O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ respectivamente). La producción primaria se encuentra equilibrada con la respiración, siendo la tasa P/R no diferente estadísticamente de 1. Respecto a la fauna, los grupos dominantes son los microcrustáceos, heterópteros y quironómidos. Funcionalmente dominan los detritívoros, mostrando una señales de $\delta^{15}\text{N}$ (3.9 a 9 ‰) bajas y altas de $\delta^{13}\text{C}$ (-36.4 a -9.6 ‰). El fraccionamiento isotópico de $\delta^{15}\text{N}$ calculado mediante regresión lineal (1.95) es menor que el coeficiente de fraccionamiento isotópico estándar de 3.4 ‰ resaltando la importancia de la Conectividad entre las especies en la red trófica (0.4) y el importante papel de las especies intermedias, que son las que predominan. El acuífero conectado con la laguna alberga una alta densidad de microorganismos, siendo el principal grupo funcional las bacterias relacionadas con las transformaciones del Fe. La abundancia de esta comunidad está relacionada con la permeabilidad y la porosidad aunque su distribución se encuentra controlada por la temperatura. Este pool de información permite aproximarse a un modelo de funcionamiento de la laguna mediante el establecimiento de flujos de materia y energía

Día 6 de febrero

Aproximación a un modelo de funcionamiento de la laguna de Santa Olalla (Manto Eólico del Espacio Natural de Doñana) mediante la cuantificación de sus flujos de materia y energía

Ana Isabel López-Archilla, M^a Carmen Coletto, Sergio Álvarez, Sergio Velasco, Salvador Molla, M^a Carmen Guerrero, Fernando Barajas, Ángel Baltanás, Carlos Montes y Paloma Alcorlo.

Dpto. de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid



La laguna de Santa Olalla (Fig. 1) es un sistema hipogénico y eutrófico natural muy dinámico. Esta laguna ha sido estudiada durante varios años desde una perspectiva ecológica que ha pretendido abarcar muy diferentes aspectos funcionales del sistema. Este pool de información permite aproximarse a un modelo de funcionamiento de la laguna mediante el establecimiento de flujos de materia y energía (Fig. 2).



Fig. 1: Localización de la laguna de Santa Olalla sobre los mántos eólicos del Parque Nacional de Doñana

HIDROQUÍMICA

Tabla 1. Resumen de los valores medios físico-químicos (media ± desviación estándar) del agua de lluvia, laguna de Santa Olalla y aguas subterráneas de 1998 a 2000.

Sistema	pH	Cond (µS/cm)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	O ₂ (mg/l)	M.O. (mg/l)	Redox (mV)	NO ₃ ⁻ (µg/L)	PO ₄ ³⁻ (µg/L)
Agua de lluvia	6.0±0.2	107±22.9	2.31±1.54	1.24±0.63	5.67±3.2	2.17±1.47	2.92±1.02	13.24±5.86	9.45±6.41						
Laguna	9.63±0.88	3060±2810	75.60±10.14	33.6±12.28	493.12±22.09	26.13±8.65	150.67±10.19	9.6±0.2	106.08±10.56	851.29±125.2	13.94±2	114.49±87.60	83.83±57.56	35±111	21±40
Flujos subterr. (p.conex)	6.9±0.6	217.4±49.9	6	2.16	24.38	23.40	29.28		11.04	31.24	6.2±2.5		122.2±93.2	8000±0.33	32.12±36.67
Flujos subterr. (psal)	7.2±0.3	5742.7±1092.7	20.40	73.56	835.56	14.04	254.37		148.32	1452.6	91.2±102.6		91.2±102.6	1300±0.19	38.46±42.82

Las aguas de laguna de la laguna son Clorurado-sódicas con mineralización moderada-alta. Valores de alcalinidad altos relacionados con la actividad biológica.

EL ACUÍFERO Y SU MICROBIOTA

El acuífero de Doñana es un sistema dinámico que muestra variabilidad espacio-temporal en sus características físico-químicas (especialmente en la temperatura). La distribución temporal de las comunidades microbianas se encuentra influenciada por esta variable, mientras que la abundancia bacteriana parece depender del tamaño de poro, que incide directamente sobre las variables hidrogeológicas. Se detecta la presencia de microorganismos quimiolitotrofos y quimioorganoheterótrofos, por lo que existen fuentes de energía orgánicas e inorgánicas. Las actividades exoenzimáticas revelan un importante papel de la comunidad microbiana en la degradación, asimilación y reciclaje de la materia orgánica y de los nutrientes. Estas comunidades también están implicadas en los ciclos biogeoquímicos del Fe, S y N. Dadas las conexiones hidrológicas bidireccionales entre el acuífero y Sta. Olalla, los microorganismos del acuífero transforman los materiales disponibles cambiando las características geoquímicas del agua que llega a la laguna. La actividad biológica de la biota de la laguna aprovecha y transforma a su vez los compuestos que pueden regresar al acuífero, existiendo intercambio permanente de materia y energía entre ambas zonas.

PRODUCCIÓN PRIMARIA

El componente fitoplanctónico es el responsable mayoritario de la producción primaria de la laguna. Se encuentra dominado por cianobacterias, aunque existen variaciones anuales en su composición y proporción que están relacionadas con los cambios en las características físico-químicas del agua y las condiciones hidrológicas. Algunas de estas características como la rápida fluctuación en el volumen de agua, la baja penetración de la luz o la escasa concentración de nutrientes inorgánicos, son condiciones de estrés para el fitoplancton, lo que puede explicar su baja diversidad (H') y las fases de equilibrio registradas durante muchos meses.

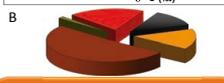
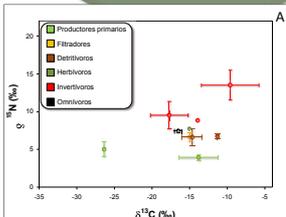


Fig. 3. A. Descripción de la red trófica mediante señales isotópicas (δ¹³C y δ¹⁵N) (muestras recolectadas en febrero, mayo y junio de 2000). B. Abundancia relativa de cada grupo taxonómico mediante el recuento de 200 individuos aleatoriamente seleccionados por muestra.

RED TRÓFICA

Las señales isotópicas están empobrecidas en δ¹⁵N (3.9 a 9.5‰) y enriquecidas en δ¹³C (-26.4 a -9.6). Se ha calculado el fraccionamiento isotópico entre niveles tróficos, 1.95 (r²= 0.75, p< 0.05) próximo a otros estimados para sistemas dominados por invertebrados (Fig. 3A). Los detritívoros son el grupo más ampliamente representado (Fig. 3B). El número de especies tróficas (S=19) es bajo. La conectancia directa es alta (0.21) y también la proporción media de interacciones que realiza cada especie trófica con las demás (L/S= 4.15).

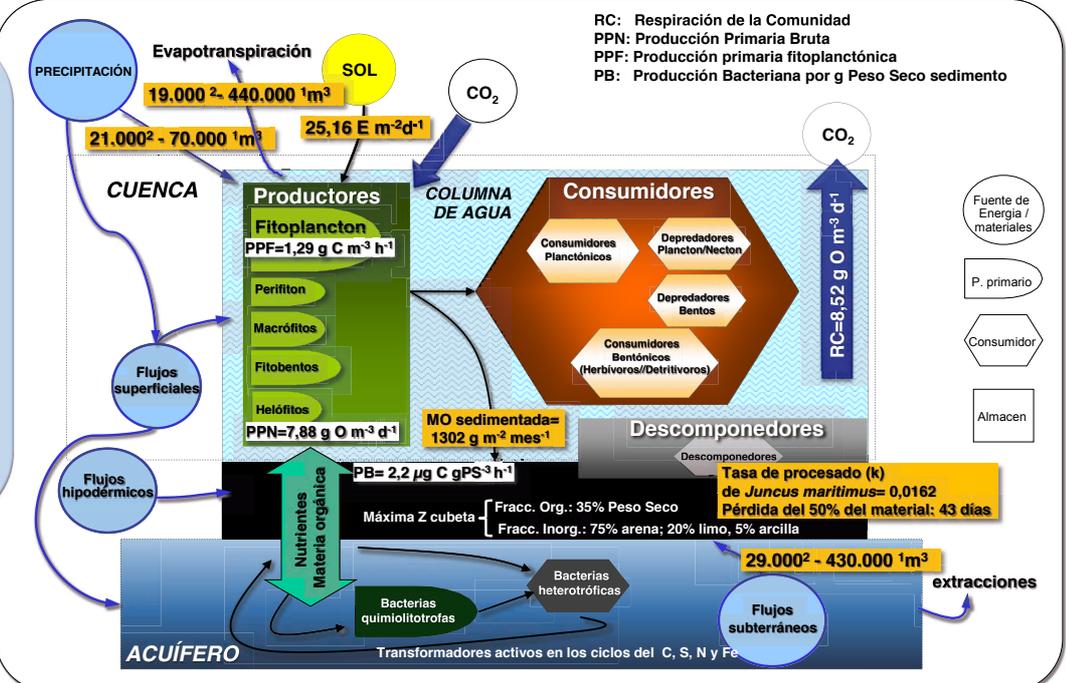


Fig. 2. Esquema de los flujos de materia y energía de la laguna de Santa Olalla cuantificados por el Departamento de Ecología de la UAM. Los flujos hídricos están estimados según las fases hidro-funcionales ¹(descenso nivel lagunas <marzo 98-septiembre 98) y ²(septiembre 99-febrero 2000, ascenso nivel)

DESCOMPOSICIÓN

El origen mayoritario del material détrico es fitoplanctónico y autóctono. Altas tasas de sedimentación de este material pero baja cantidad de M.O. en el sedimento: Elevadas tasas de descomposición comparables a las que presentan las selvas tropicales. Actividad descomponedora mayoritariamente microbiana a través de su acción enzimática (especialmente aminopeptidasa y fosfatasa alcalina) que permiten un reciclado muy rápido de los nutrientes.

METABOLISMO GLOBAL DEL SISTEMA

Los valores medios de la Producción Primaria Bruta son comparables a los de los sistemas más productivos del planeta (manglares, selvas tropicales o arrecifes de coral), pero como la Respiración Global es también muy elevada, la producción (P) se encuentra equilibrada con la respiración (R), y la tasa P/R anual no difiere estadísticamente de 1. Sin embargo, la mayoría de los meses, la R supera a la P y el sistema es netamente heterotrófico dependiendo, en parte, de la materia orgánica alóctona. Los pocos meses en que la P es superior a la R, el sistema es autótrofo y se puede exportar el exceso de materia generada.

CONCLUSIONES

La actividad microbiana, tanto en la cubeta como en los sedimentos y en las capas más superficiales del acuífero, sustenta en gran medida el funcionamiento del sistema. La gran producción primaria registrada depende de cianobacterias y algas, la rápida descomposición de la materia orgánica y las transformaciones detectadas en el acuífero, se deben también a la actividad microbiana. La producción secundaria está mediada mayoritariamente por los detritívoros. La estructura de la red trófica presenta altos niveles de densidad de interacciones por especie y de conectancia directa y las razones isotópicas de δ¹⁵N muestran unos valores bajos. Los productores secundarios más abundantes y que canalizan los flujos de materia y energía, son los detritívoros. Sin embargo, estas actividades y por lo tanto, el funcionamiento de la laguna, se ven controladas por factores abióticos que les afectan a diferentes escalas. De entre estos factores son especialmente importantes: el régimen hidrológico (flujos), el hidroperiodo, la morfología de la cubeta y la temperatura.

REFERENCIAS:

- Álvarez Sánchez S. 2002. Descomposición de materia orgánica en lagunas someras del Manto Eólico Litoral de Doñana. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. 518 pp.
- Coletto, M.C. 2003. Funciones hidroclimáticas y biogeoquímicas de las formaciones palustres hipogénicas de los mántos eólicos de El Albarico-Doñana (Huelva). 461 pp. Tesis Doctoral. Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid.
- Crehuet, M.; Alcorlo, P.; A. Baltanás. 2010. Contribución del análisis de isótopos estables (δ¹³C y δ¹⁵N) a la descripción de las redes tróficas de tres humedales del Espacio Natural de Doñana. Libro de resúmenes del XIV Congreso de la Asociación Iberoamericana de Limnología, p. 134, Universidade dos Açores, Portugal.
- López-Archilla, A., Molá, S., Coletto, M.C., Guerrero, M.C., Montes, C. 2004. Ecosystem metabolism in a Mediterranean shallow lake (Laguna de Santa Olalla, Doñana National Park, SW Spain). Wetlands, 4: 848-858.
- López-Archilla, A., Coletto, M.C., Montes, C., Peñín, I. & Guerrero, M.C., 2012. Temporal variation of phytoplankton in two neighbouring Mediterranean shallow lakes in Doñana National Park (Spain). Limnology, 31(2): 289-304.
- Velasco Ajuso, S. 2010. El acuífero de Doñana como un sistema ecológico: estructura y función de sus comunidades microbianas. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. 176 pp.

Nº2. MODELOS DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOMORFOLÓGICO DE LAS LAGUNAS DEL COMPLEJO PALUSTRE DE DOÑANA (HUELVA, SW DE ESPAÑA)

Borja, César¹; Díaz del Olmo, Fernando¹; Borja, Francisco²; Recio, José Manuel³; Cámara, Rafael¹

1 Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. 2 Área de Geografía Física. Dpto. De Historia II y Geografía. Universidad de Huelva. 3 Dpto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba.

Los humedales que integran el Complejo Palustre del Manto Eólico Litoral de El Abalarío-Doñana (MELAD) (Huelva, SW de España), presentan, en lo que a su hidrodinámica se refiere, diferentes modelos de funcionamiento. El análisis hidrogeomorfológico de detalle y el seguimiento continuado en el tiempo de los principales componentes que definen dicho funcionamiento, especialmente en relación al origen de los flujos que los alimentan, ha puesto de manifiesto la existencia de tres mecanismos básicos de inundación lagunar: hipogénico (subterráneo), mesogénico (subsuperficial) y epigénico (descarga aluvial). De todos ellos, el mecanismo de alimentación de tipo mesogénico o subsuperficial, es decir, el asociado a la existencia de flujos de aguas ubicados inmediatamente por debajo de la superficie topográfica (< 3-4 m de profundidad), y de componente principalmente lateral asociada a la existencia de horizontes hidromorfos (especialmente), se revela como el más importante en el sector topográficamente culminante del MELAD (El Abalarío). Se reconoce del mismo modo la enorme diversidad que exhibe el sistema palustre en Doñana, concretándose en la existencia de diferentes modelos de funcionamiento hidrogeomorfológico condicionados por la existencia de gradientes espaciales-temporales marcados. Existe, así pues, un gradiente temporal a través del cual se activan o inhiben los diferentes mecanismos de alimentación hídrica en el humedal, en función de las características del régimen pluviométrico del ciclo hidrológico analizado, al tiempo que se reconoce un patrón en la distribución espacial de los diferentes modelos identificados condicionado por las características morfotopográficas y fisiográficas del MELAD. La definición de modelos de funcionamiento hidrogeomorfológico a nivel de detalle establecida en esta investigación permite alcanzar un elevado grado de conocimiento de la dinámica de este sistema palustre, confiriéndole a la metodología implementada en la misma una importante capacidad predictiva a partir de la definición de diferentes escenarios, lo que, de cara a la implementación de medidas de gestión y conservación, se revela como fundamental en el contexto actual de cambio climático en que nos encontramos inmersos.

Día 6 de febrero

MODELOS DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOMORFOLÓGICO DE LAS LAGUNAS DEL COMPLEJO PALUSTRE DE DOÑANA (HUELVA, SW ESPAÑA)

C. BORJA (1); F. DÍAZ DEL OLMO (1); F. BORJA (2); J.M. RECIO (3) y R. CÁMARA

(1) Departamento de Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004-Sevilla. cesarborja@us.es; delolmo@us.es; rcamara@us.es
 (2) Área de Geografía Física. Departamento Historia II. Universidad de Huelva. Avda. de las Fuerzas Armadas s/n. 21007-Huelva. fborja@uhu.es
 (3) Departamento de Ecología y Fisiología Animal. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. Casa 3. 14071-Córdoba. bytrees@uco.es



ÁREA DE ESTUDIO



OBJETO Y OBJETIVOS

El objeto general de estudio de la presente investigación son las lagunas que componen el sistema palustre del manto edúico litoral de El Abalario-Doñana (Huelva), abordadas desde el punto de vista de su caracterización hidrogeomorfológica.

El objetivo del trabajo se cifra en la definición de los diferentes modelos de funcionamiento hidrogeomorfológico a nivel de detalle de las lagunas que integran el sistema palustre de Doñana. Dichas lagunas presentan importantes diferencias en sus patrones de funcionamiento en lo que respecta al origen del flujo hídrico que las alimentan, a las formaciones superficiales que las sustentan, o al modelado que presentan sus cubetas.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO Y TÉCNICAS



En el presente trabajo se avanza, por un lado, en el establecimiento de un procedimiento metodológico específico para la obtención de una valoración integral de los mecanismos hidrogeomorfológicos que intervienen en el mantenimiento de la dinámica las lagunas de Doñana, y, por otro, en la definición del modelo concreto de su estructura y funcionamiento de cara al establecimiento de diferentes escenarios (Borja, C. et al., 2007 y 2009).

La primera de las fases contempladas se corresponde genéricamente con el levantamiento de datos. Su finalidad es la recopilación de toda la información de base, tanto de campo como de gabinete. En segundo término, se plantea una fase de integración de la información obtenida, mediante la implementación de un sistema de información geográfica. Y, finalmente, la tercera fase incluye las tareas de interpretación de resultados, la cual se concreta en el establecimiento de los modelos teóricos de funcionamiento hidrogeomorfológico de los humedales, así como en la determinación de posibles escenarios (Borja, 2011).

TÉCNICAS

- Levantamiento altimétrico y modelado
- Formaciones vegetales
- Flujos hídricos: aguas superficiales
- Flujos hídricos: aguas subsuperficiales
- Flujos hídricos: aguas subterráneas

RESULTADOS: Modelos de funcionamiento hidrogeomorfológico

1. MESOGÉNICO: Laguna de Ana

CICLO HIDROLÓGICO 2002-03
549,5 mm/año = AÑO EN LA MEDIA

CICLO HIDROLÓGICO 2003-04
774,9 mm/año = AÑO HÚMEDO

CICLO HIDROLÓGICO 2003-04
169,8 mm/año = AÑO MUY SECO

LAGUNA DE ANA - MODELO DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOMORFOLÓGICO

2. HIPOGÉNICO: Charco del Toro

CICLO HIDROLÓGICO 2002-03
549,5 mm/año = AÑO EN LA MEDIA

CICLO HIDROLÓGICO 2003-04
774,9 mm/año = AÑO HÚMEDO

CICLO HIDROLÓGICO 2003-04
169,8 mm/año = AÑO MUY SECO

LAGUNA DE CHARCO DEL TORO - MODELO DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOMORFOLÓGICO

3. HIPOGÉNICO-MESOGÉNICO: Río Loro

CICLO HIDROLÓGICO 2002-03
549,5 mm/año = AÑO EN LA MEDIA

CICLO HIDROLÓGICO 2003-04
774,9 mm/año = AÑO HÚMEDO

CICLO HIDROLÓGICO 2003-04
169,8 mm/año = AÑO MUY SECO

LAGUNA RÍO LORO (RÍO LORO) - MODELO DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOMORFOLÓGICO

4. HIPOGÉNICO-ALUVIAL: Los Hermanillos

CICLO HIDROLÓGICO 2002-03
549,5 mm/año = AÑO EN LA MEDIA

CICLO HIDROLÓGICO 2003-04
774,9 mm/año = AÑO HÚMEDO

CICLO HIDROLÓGICO 2003-04
169,8 mm/año = AÑO MUY SECO

LAGUNA LOS HERMANILLOS - MODELO DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOMORFOLÓGICO

CONCLUSIONES

En lo que se refiere a su hidrodinámica, no todas las lagunas de Doñana funcionan de igual modo, sino que existe todo un catálogo de situaciones diferenciadas. El análisis hidrogeomorfológico ha puesto de manifiesto la existencia de tres mecanismos básicos de inundación lagunar: hipogénico (subterráneo), mesogénico (subsuperficial) y epigénico (descarga aluvial).

De todos ellos, el mecanismo de alimentación de tipo mesogénico o subsuperficial, es decir, el asociado a la existencia de flujos de aguas ubicados inmediatamente por debajo de la superficie topográfica (o 3-4 m de profundidad), y de componente principalmente lateral asociada a la existencia de horizontes hidromorfos (especialmente), se revela como el más importante en el sector topográficamente culminante del MELAD.

- **Laguna de Ana:** modelo hidrogeomorfológico de tipo mesogénico en el que los aportes de flujos principalmente de componente lateral que se desarrollan en la franja inmediatamente ubicada por debajo de la superficie topográfica son los responsables del llenado de la cubeta.
- **Laguna de Charco del Toro:** modelo hidrogeomorfológico de tipo hipogénico en el que los principales aportes que alimentan el humedal son de tipo subterráneo. Los flujos subsuperficiales adquieren importancia exclusivamente al inicio del ciclo hidrológico hasta que el sistema entra en carga, una vez acumulados en torno a 200-300 mm de precipitación, produciéndose a partir de estos momentos el predominio de los aportes procedentes de las descargas del acuífero.
- **Laguna de Río Loro:** modelo de tipo mixto (hipogénico-mesogénico) en que se combinan tanto los aportes procedentes del acuífero como aquellos otros de componente subsuperficial.
- **Laguna de Los Hermanillos:** modelo hipogénico con descarga aluvial en el que se constata el papel predominante ejercido por los flujos de origen subterráneo en el mantenimiento de un cuerpo de agua en el vaso lagunar, a los que se superponen en ciclos hidrológicos húmedos los aportes superficiales procedentes de lagunas ubicadas aguas arriba de esta.

Se pone de manifiesto la enorme diversidad que exhibe el sistema palustre de Doñana, connotada en la existencia de diferentes modelos de funcionamiento hidrogeomorfológico condicionados por la existencia de gradientes espaciales-temporales marcados. Existe, así pues, un gradiente temporal a través del cual se activan o inhiben los diferentes mecanismos de alimentación hídrica del humedal, en función de las características del régimen pluviométrico del ciclo hidrológico considerado. Igualmente, se comprueba que cada mecanismo de alimentación predomina en un sector u otro ajustándose a las características del domo fisiográfico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borja, C.; Díaz del Olmo, F. y Borja, F. (2007). "Dinámica hidrogeomorfológica de la laguna de Charco del Toro (Complejo Palustre del manto Edúico Litoral de El Abalario-Doñana, Huelva)". Territorios, 7: 87-98.

Borja, C.; Díaz del Olmo, F. y Borja, F. (2009). "Metodología hidrogeomorfológica y resultados en los humedales de Doñana". En: J.A. López-Gómez y J.M. Ferrás (Eds.), La geología e hidrogeología en la investigación de humedales. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 28. CIEMAT, Madrid, pp. 271-287.

Borja, C. (2011). Lagunas de Doñana: génesis, dinámica y modelos hidrogeomorfológicos. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, Insidia, 531 págs.

AGRADECIMIENTOS

Proyectos de Investigación OAPN 036/2018 y HAR 2011-23798.

Nº3. RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA Y TENDENCIAS DEL HIDROPERIODO DE LAS MARISMAS DE DOÑANA

Díaz-Delgado, Ricardo; Bustamante, Javier; Aragonés, David; Afán, Isabel

Laboratorio de SIG y Teledetección de la Estación Biológica de Doñana. EBD-CSIC.

Este trabajo presenta el método semi-automático de cartografía histórica de la inundación y del hidroperiodo de las marismas de Doñana y los resultados obtenidos en los últimos 30 años a partir de imágenes de los sensores a bordo de los satélites Landsat. El método de discriminación de las zonas inundadas, una vez validado con datos de verdad-terreno a lo largo de 7 campañas anuales de campo, proporciona una cartografía de inundación cada 16 días en función del tiempo de revisita del satélite y de la cobertura nubosa. Durante el periodo 2003-2011, estas máscaras de inundación han podido generarse cada 7 días merced a la disponibilidad conjunta de imágenes del Landsat 7 y del Landsat 5. Para el cálculo del hidroperiodo se propusieron dos métodos: el primero computa el sumatorio de escenas en las que un píxel aparece inundado para un periodo concreto, por ejemplo una década; el segundo computa el sumatorio de días inundado por ciclo hidrológico desde el 1 de septiembre al 31 de agosto del año posterior, asumiendo continuidad en el proceso de inundación entre 2 fechas de adquisición próximas. Cada uno de ellos permite valorar los cambios locales en la reducción o aumento de hidroperiodo derivados de las actuaciones de conservación durante este periodo así como de los procesos inherentes de sedimentación y colmatación de la marisma. Las tendencias observadas en el periodo analizado permiten determinar la importancia de estas actuaciones en la dinámica natural de inundación y prever los cambios en el hidroperiodo de acuerdo con los escenarios de cambio climático actuales. La actualización periódica de la cartografía de hidroperiodo constituye una herramienta en la toma de decisiones en la gestión de las marismas de Doñana en paralelo a los modelos hidrodinámicos existentes.

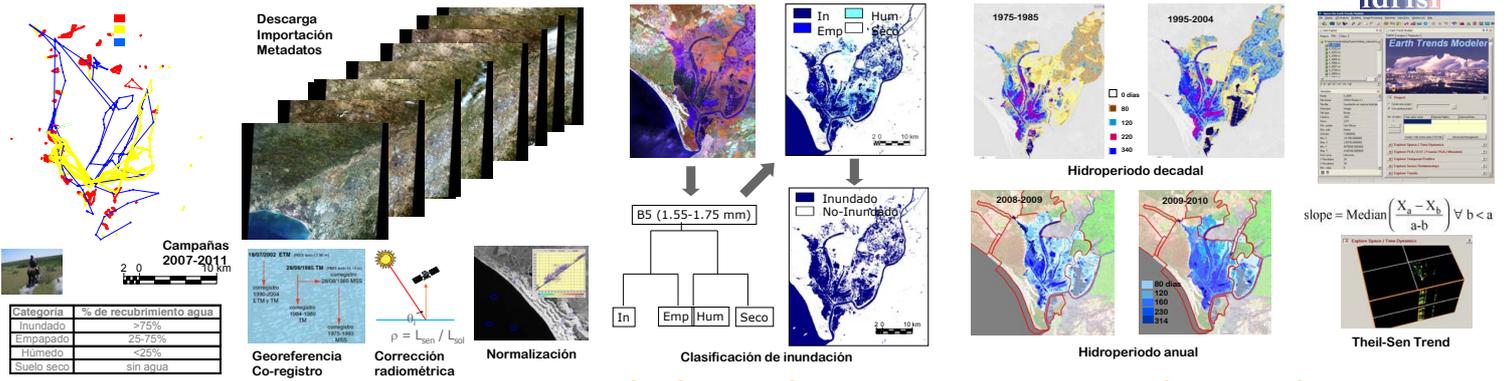
Día 6 de febrero

Reconstrucción histórica y tendencias del hidroperiodo de las marismas de Doñana

R. Díaz-Delgado, J. Bustamante, D. Aragonés e I. Afán
Laboratorio de SIG y Teledetección de la Estación Biológica de Doñana (LAST-EBD). Avda. Américo Vespucio, S/N, Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla.

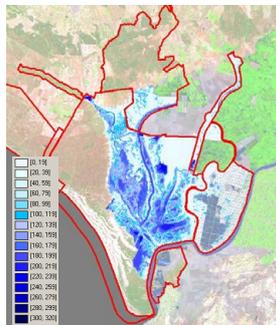


La inundación de las marismas de Doñana y su variabilidad intra e interanual representa un factor determinante del estado de las comunidades biológicas que sostiene. Aspectos como la reproducción de aves acuáticas, la disponibilidad de alimento, el establecimiento de la comunidad de macrófitos o la intensidad de pastoreo, entre otros, varían conjuntamente con la superficie inundada. Una cartografía periódica detallada del proceso de inundación resulta esencial para entender estos procesos.

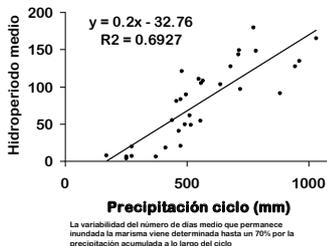
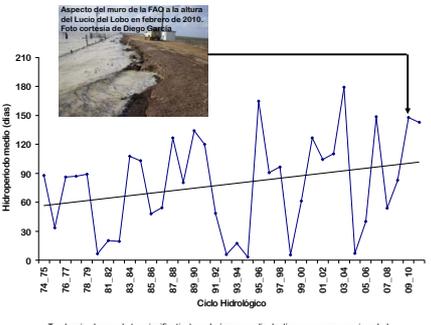
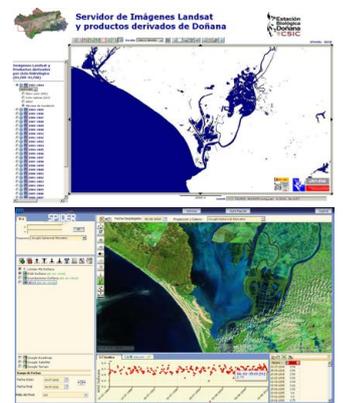
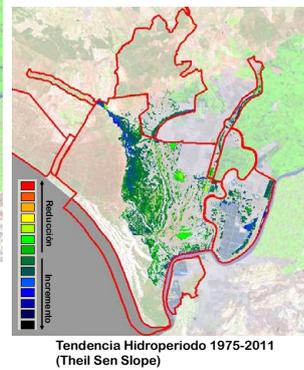


El hidroperiodo de Doñana píxel a píxel

El objetivo de este trabajo es cartografiar los límites de las zonas inundadas en las marismas naturales de Doñana y cuantificar su extensión para cada ciclo hidrológico entre los años 1975 y 2011. Esta labor constituye una aproximación empírica pionera para el estudio de la dinámica de inundación a escala de paisaje en un periodo de 36 años.



<http://venus.ebd.csic.es/imgs/>
http://zeus.idr-ab.uclm.es/publico/index_gm.html?zone=367



El análisis pone de manifiesto cambios a escala local tales como: un mayor hidroperiodo aguas abajo de las desembocaduras de Soto Grande y Soto Chico en torno al Caño de la Madre; una reducción importante del hidroperiodo en la desembocadura del Arroyo del Partido, derivada del cono de deposición de arenas; un aumento considerable del hidroperiodo en la finca de Caracoles y en los lucios experimentales, consecuencia del proyecto de restauración hidrológica; una reducción de hidroperiodo en diferentes áreas de la finca de las Nuevas.

Nº4. MONITORIZACIÓN DE LA RECARGA NATURAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL PARQUE NATURAL DE DOÑANA

Fernández de los Santos, Natalia¹; Prados García, M^a Luisa²; Kohfahl, Claus¹; Vanderlinden, Karl³.

1 Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Unidad de Sevilla. Plaza de España, Torre Norte 41013 Sevilla. 2 Universidad de Córdoba. 3 Instituto Andaluz de Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA). Centro Las Torres-Tomejil. Ctra. Sevilla-Cazalla, km 12.2, 41200 Alcalá del Río (Sevilla).

El acuífero Almonte-Marismas resulta de vital importancia para los tres grandes ecosistemas presentes en el Parque Nacional de Doñana y su entorno, condicionando de forma compleja la distribución y abundancia de las especies vegetales y animales, de modo que pequeñas variaciones en las condiciones hídricas naturales pueden provocar desequilibrios de graves consecuencias. Los recursos hídricos del PND dependen de la recarga al acuífero y de las extracciones antrópicas, y por tanto, resulta imprescindible tener un buen conocimiento de estos procesos. El objetivo principal de este estudio es generar series temporales de datos de recarga a largo plazo para conocer su evolución, e implementar los datos obtenidos en el modelo numérico existente del acuífero Almonte-Marismas, con el fin de optimizar la gestión de los recursos hídricos del Parque. Así, en el marco de la tesis doctoral de María Luisa Prados García, y en cooperación con el IFAPA (Karl Vanderlinden), se procedió a la creación de una red de monitorización, mediante la instalación de sensores de humedad (TDR) de bajo coste modelo ECH2O (EC-20) en diez emplazamientos y a distintas profundidades del perfil del suelo para registro continuo. Los puntos de monitorización son, más concretamente, El Abalarío, El Rocío, Los Sotos, El Acebuche, Las Pajareras (alto y bajo), Palacio Marismillas (1,2 y 3) y Finca los Caracoles. Posteriormente se realizaron ensayos de calibración en laboratorio para cada profundidad y tipo de suelo, que permitieron cuantificar con precisión los contenidos de humedad. De esta forma se tiene un registro espacio-temporal continuo de datos de humedad, que permiten modelar el flujo de la zona no saturada de esta Unidad Hidrogeológica, y estimar la recarga del acuífero que se produce a través de la misma. De los primeros resultados obtenidos, puede concluirse que la instrumentación empleada resulta de gran utilidad para el estudio de la recarga, debido no sólo a que resultan muy económicos, sino que además proporcionan un registro de datos con una elevada frecuencia temporal. En la actualidad, se está revisando el estado de los sensores y seleccionando puntos de control, para su inclusión en la ICTS de la Reserva Biológica de Doñana, con el fin de proporcionar un acceso público de los datos obtenidos.

Día 6 de febrero

Monitorización de la recarga natural de los recursos hídricos en el Parque Nacional de Doñana

Natalia Fernández de los Santos¹, María Luisa Prados García², Claus Kohfahl¹, Karl Vanderlinden³

¹Instituto Geológico y Minero de España, Unidad de Sevilla, España

²Universidad de Córdoba

³Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

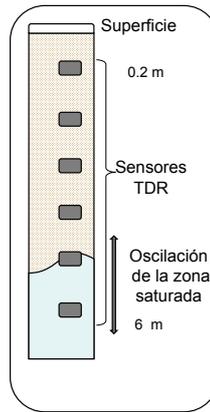
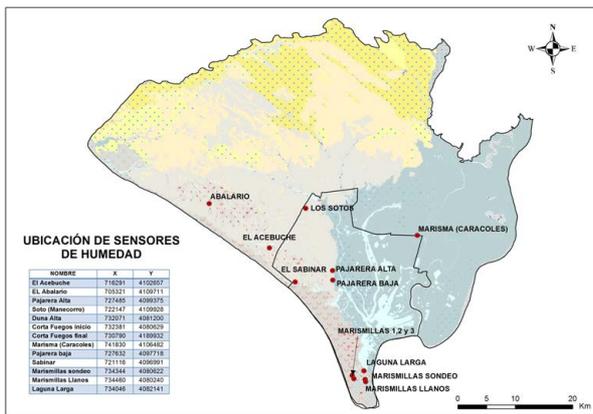
n.fernandez@igme.es, c.kohfahl@igme.es, karl.vanderlinden@juntadeandalucia.es



INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional de Doñana constituye uno de los espacios naturales más importantes de Europa, debido a su gran variedad de paisajes y ecosistemas, algunos de los cuales ayudan a preservar especies emblemáticas en peligro de extinción (lince, águila imperial, tortuga mora), además de ser lugar de paso en la migración de las aves antes de cruzar a África. Debido a ello, este territorio está catalogado como zona ZEPA, y se considera Humedal de Importancia Internacional dentro del Convenio Ramsar, además de ser declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. En este singular paisaje, el agua juega un papel fundamental, constituyendo el agua subterránea del acuífero Almonte-Marismas el aporte fundamental al Parque, mediante procesos de recarga natural a través de la zona saturada, por lo que la estimación de la misma resulta de gran importancia.

LOCALIZACIÓN



Datos climatológicos	
Temperatura media anual	16,9 °C
Precipitación media anual	552,3 mm

Los sensores se distribuyen en suelos arenosos, con contenidos en materia orgánica normalmente menores al 1%, y tienen que ser calibrados para cada tipo de suelo.

En la marisma, donde la impermeabilidad es muy alta, no funcionan correctamente.

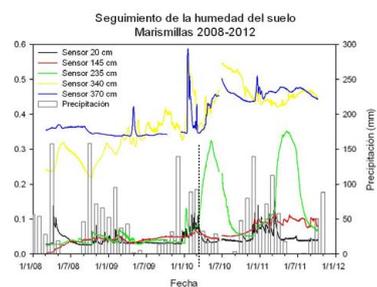
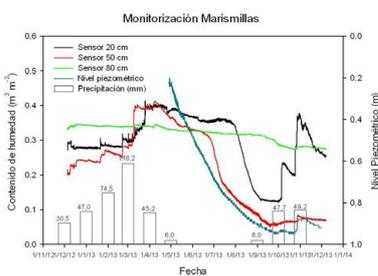
METODOLOGÍA

Instalaciones en el PND			
Tipo	Cantidad	Profundidades	Parámetros
FDR/TDR	95	0.20 - 6.50 m	Humedad, Temperatura, Conductividad
OTT	2	1.50 - 2.00 m	Conductividad, Temperatura, Nivel Piezométrico
Meteo	1	Superficie	Parámetros ambientales (Humedad, T ^a , Precipitación, Viento, Punto de rocío)



Figura 1. Instalación de los sensores. Figura 2. Sensores FDR. Figura 3. Imagen de una instalación ya equipada y protegida.

RESULTADOS



$$R = P - EVP - \Delta S$$

R = recarga potencial (flujo en el fondo del perfil)
P = precipitación
EVP = evapotranspiración
ΔS = cambios en almacenamiento

CONCLUSIONES

- ✓ Los sensores de humedad resultan una herramienta de gran utilidad, por su bajo coste y su fácil instalación.
- ✓ Permiten conocer ciertos cambios en la superficie del suelo. En el gráfico dos, se observa un cambio en el contenido de humedad a diferentes niveles del suelo, a partir de la tala del bosque de pinos.
- ✓ A partir de estos datos, y mediante tratamiento informático (HYDRUS) puede inferirse la recarga de agua al acuífero, así como los flujos de agua en el mismo.
- ✓ Esto nos permitirá en el futuro plantear distintos escenarios de cambio climático y prever y reaccionar ante ellos con previsión para mantener el Parque Nacional y su riqueza natural para las generaciones futuras
- ✓ Se pretende aplicar la información obtenida en la actualización del modelo matemático del acuífero Almonte-Marismas.

Nº5. ESTUDIO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS APORTES SUBTERRÁNEOS A LOS HUMEDALES DE DOÑANA

Guardiola-Albert, Carolina¹; Jackson, Christopher R.²

1 Instituto Geológico y Minero de España, Calle Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España. 2 British Geological Survey, Kingsley Dunham Centre, Keyworth, Nottingham, NG12 5GG, UK.

En el presente trabajo se han analizado los impactos del cambio climático en la recarga natural y en los intercambios acuífero-humedal del acuífero Almonte-Marismas. Para ello se realizaron simulaciones matemáticas de flujo utilizando 13 Modelos Globales de Clima. Los resultados de estas simulaciones se examinaron para estimar los impactos del cambio climático en la reducción del flujo desde el acuífero a los arroyos y drenes que alimentan La Marisma. Los resultados de este estudio indican que el cambio climático asignado a los años 2080 bajo el escenario de emisión SER A2 causará una reducción de los recursos hídricos subterráneos. La reducción en la recarga directa al acuífero está estimada entre un 33% y un 70%. Las simulaciones realizadas demuestran que hay un descenso de la altura piezométrica en valores absolutos que varían entre 0 y 17 m. La mayoría de las simulaciones predicen una disminución de las descargas desde el acuífero a los arroyos. La reducción más importante corresponde a los aportes subterráneos al arroyo de La Rocina (entre 27% y un 57%). Los drenes subterráneos a La Marisma disminuyen también de forma importante, entre un 19% y un 50%. Es importante recordar que el aporte del acuífero a estas dos cuencas es crítico para mantener la vida acuática en La Marisma y en los ecosistemas riparios. Todos estas deducciones ponen en relieve que las estrategias efectivas de gestión de los recursos hídricos subterráneos tiene que responder al futuro cambio climático.

Día 6 de febrero

Estudio del cambio climático sobre los aportes subterráneos a los humedales de Doñana



Carolina Guardiola-Albert¹; Christopher R. Jackson²

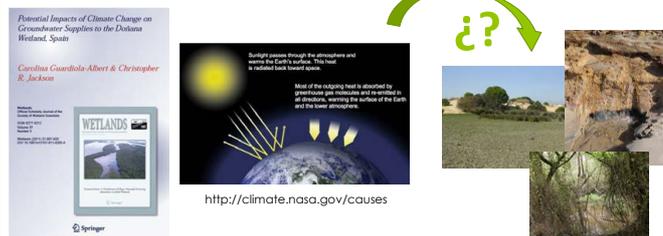
¹Instituto Geológico y Minero de España, ²British Geological Survey



Resumen

El presente trabajo simula los impactos del cambio climático en la recarga natural y en la relación aguas subterráneas/superficiales en la zona de Doñana. Para llevar a cabo dicha investigación se han utilizado 13 modelos globales de clima. Los resultados aquí expuestos han sido publicados anteriormente en Guardiola-Albert and Jackson (2011).

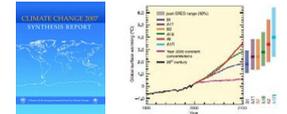
Las proyecciones del cambio climático predicen una reducción en la recarga entre el 14% y el 57%, y en consecuencia en el flujo desde el acuífero a los arroyos, drenes y marismas. La disminución modelada de flujo subterráneo hacia las aguas superficiales es en general mayor que las extracciones directas al acuífero. Estos resultados destacan una vez más que las estrategias de gestión de los recursos subterráneos son necesarias para dar una respuesta a los efectos del futuro cambio climático.



Metodología

- Se calculan series de precipitación y temperatura perturbando las históricas con factores de cambio mensuales. Estos factores representan las diferencias entre la simulación GCM del clima de referencia, 1961-1990, y el clima futuro en el periodo 2071-2100 bajo el escenario de emisión.

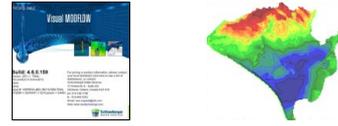
Se han aplicado los factores mensuales de cambio de los 13 GCM del IPCC Fourth Assessment Report (IPCC 2007).



- Los datos de 13 series futuras de precipitación y evapotranspiración potencial se usaron para calcular la recarga distribuida con ZOODRM (Mansour and Hughes 2004).



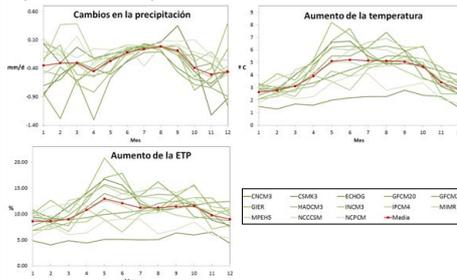
- Estas recarga se introdujo en un modelo numérico de aguas subterráneas realizado con MODFLOW (McDonald and Harbaugh 1988) del acuífero Almonte-Marismas.



- Se analizaron los cambios de las 13 simulaciones con respecto a las series históricas.

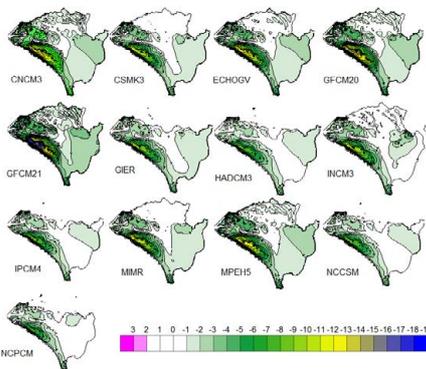
Introducción

Se espera que los recursos hídricos varíen por el cambio climático produciendo un aumento en la evaporación, periodos más intensos en la precipitación y eventos hidrológicos más extremos como inundaciones y sequías (IPCC 2007). Los modelos globales de clima (GCM) predicen un aumento de la temperatura media en el área de Doñana de entre 1.2°C y 7.4°C para el periodo 2071-2100. Por otro lado, los cambios de precipitación se esperan menos importantes.



Cambios previstos para la precipitación, temperatura y ETP en 2080 según los 13 GCM bajo emisiones A2.

Descenso piezométrico



Diferencias en los niveles piezométricos para diciembre de 2084 con respecto a diciembre de 1979. Los valores están reclasificados en valores entre 2-17 m.

Aportes subterráneos hacia arroyos y marisma

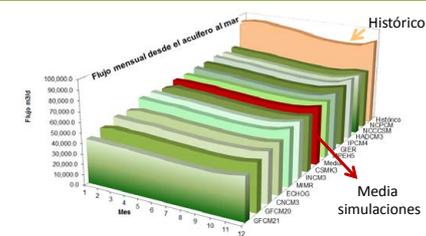
Comparación de las salidas subterráneas históricas (1975-1997) con los valores simulados para escenarios futuros hm³/año.

Salidas (hm ³ /año)	La Rocina	El Partido	Las Marismas	Guadimar	
Descarga histórica	33.8	11.3	39.4	8.4	
Riego histórico	7.8	0.3	18.4	0.1	
Abastecimiento histórico	0.2	0	0.4	0	
Cambio simulado 2080s	Max	-18.7	-8.3	-26.7	-1.8
	Med	-12.2	-1.7	-20.7	-0.6
	Min	-8.4	0.4	-16.9	0.4

Simulación de la recarga



Simulación de los aportes subterráneos al mar



Conclusiones

Los resultados sugieren un cambio significativo en el régimen hidrológico durante el presente siglo. Los valores simulados concluyen que se producirán descensos en la descarga subterránea a las cuencas superficiales: a la Rocina entre un 55% y un 25% y a Las Marismas entre un 68% y un 43%. Estos descensos en la descarga son, respectivamente, 1.5 y 2.4 veces mayores que las actuales extracciones por bombeos.

La metodología propuesta proporciona una herramienta para evaluar los impactos del cambio climático en el acuífero Almonte-Marismas. Futuras investigaciones deberán considerar los cambios en los usos del suelo, los riegos y los bombeos.

Contacto

Carolina Guardiola-Albert
Instituto Geológico y Minero de España
Email: c.guardiola@igme.es
Teléfono: 91 349 5829

Referencias

- Guardiola-Albert and Jackson (2011) Potential Impacts of Climate Change on Groundwater Supplies to the Doñana Wetland, Spain. Wetlands, 31(5):907-920.
- IPCC (2007) Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, United Kingdom.
- Mansour MM, Hughes AG (2004) User's manual for the distributed recharge model ZOODRM. British Geological Survey Internal Report IR/04/150.
- McDonald MG, Harbaugh AW (1988) A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model. U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 6, chap. A1.

Nº6. CAMBIOS EN LA DINÁMICA HIDROGEOMORFOLÓGICA DE LAS CUENCAS MENORES VERTIENTES A DOÑANA DURANTE LOS ÚLTIMOS 55 AÑOS (PARQUE NACIONAL DE DOÑANA, HUELVA, SW DE ESPAÑA)

Lama, Álvaro.¹; Borja, César²; Borja, Francisco³; Díaz del Olmo, Fernando²

1 Dpto. de Ciencias Sociales. CES Cardenal Spínola CEU. 2 Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004- Sevilla España. 3 Área de Geografía Física. Dpto. De Historia II y Geografía. Universidad de Huelva. Campus del Carmen. 27001-Huelva.

Se realiza un análisis comparativo de la dinámica hidro-geomorfológica de las cuencas menores vertientes a Doñana para el año 1956 y la actualidad. Para ello, en primer lugar, se ha delimitado y cartografiado las cuencas hidrográficas de los arroyos de la Cigüeña, Anguila, regajo del Almirante, de los Huesos, Partido de Resina, de la Concha, del Sajón, Portachuelo, de la Lengua, de la Cañada Mayor, Partido, Caño Marín, Laguna de los Reyes, Rocina, Soto Grande, Soto Chico y caños de la Vera para, posteriormente, fotointerpretar y cartografiar la red de drenaje de cada una de ellas en el año 1956 y en 2012. La mayor parte de las cuencas analizadas se encuentran parcial o totalmente fuera de los límites del Espacio Natural Doñana pero en la actualidad sus aportes constituyen la principal fuente de alimentación hídrica de la marisma. El objetivo del presente trabajo se centra, por una parte, en la caracterización de la red de drenaje para los dos momentos señalados y, por otra, en poner de manifiesto tanto los procesos de transformación y desarticulación experimentados por el sistema hidrogeomorfológico, como las consecuencias que desde el punto de vista del balance morfosedimentario han originado dichas alteraciones. Los resultados más relevantes se sintetizan en una serie de “áreas piloto” que sirven de muestra para explicar las principales disfunciones identificadas en el funcionamiento hidrogeomorfológico de las cuencas menores vertientes a Doñana. Entre otros, se pueden citar como casos significativos la captura del arroyo Caño Marín por parte del arroyo del Partido, o la del arroyo de los Huesos por parte del regajo del Almirante como consecuencia de la implantación de zonas de cultivos en regadío; la modificación-alteración de la red de drenaje como ocurre en los Sotos, arroyo de la Cigüeña; la desarticulación de la red drenaje y conversión en canalizaciones como ocurre en el tramo final de las microcuencas que se ubican entre la Cañada Mayor y el arroyo de la Cigüeña; o, finalmente, las numerosas canalizaciones-rectificaciones presentes en la red fluvial del arroyo de la Cigüeña, El Partido o los Sotos. Las consecuencias de todos estos desajustes en el sistema fluvial son un aumento de los procesos erosivos y, como consecuencia, la colmatación de muchos de estos arroyos, un incremento de la torrencialidad en gran parte de los mismos, así como el avance de los sedimentos hacia la marisma favoreciendo el crecimiento de importantes conos aluviales como ocurre en el caso del arroyo del Partido.

Día 6 de febrero

CAMBIOS EN LA DINÁMICA HIDROGEOMORFOLÓGICA DE LAS CUENCAS MENORES VERTIENTES A DOÑANA DURANTE LOS ÚLTIMOS 55 AÑOS (PARQUE NACIONAL DE DOÑANA, HUELVA, SW DE ESPAÑA)

A. LAMA (1); C. BORJA (2); F. BORJA (3) y F. DÍAZ DEL OLMO (2)

(1) Departamento de Ciencias Sociales. Fundación San Pablo Andalucía CEU. Avda. Maimonides s/n. 41930-Bormujos(Sevilla). alama@ceuandalucia.com
 (2) Departamento de Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004-Sevilla. cesarborja@us.es; delolmo@us.es
 (3) Área de Geografía Física. Departamento Historia II. Universidad de Huelva. Avda. de las Fuerzas Armadas s/n. 21007-Huelva. fborja@uhu.es



INTRODUCCIÓN

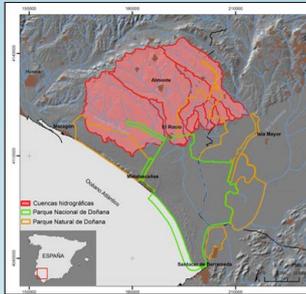
Se ha llevado a cabo en el presente trabajo un análisis comparativo de la dinámica hidro-geomorfológica de las cuencas menores vertientes a Doñana para el año 1956 y el año 2011. Para ello, en primer lugar, se han delimitado y cartografiado las cuencas hidrográficas de los arroyos de la hidrográfica de los arroyos de la Ciguëña, Anguila, regajo del Almirante, de los Huesos, Partido de Resina, de la Concha, Sajón, Portachuelo, de la Lengua, de la Cañada Mayor, Partido, Caño Marín, Laguna de los Reyes y Rocina. En segundo término, se ha cartografiado a la red de drenaje de cada una de las cuencas, además de los arroyos Soto Chico y Soto Grande y los caños de la Vera a partir de la fotointerpretación de diferentes fotografías aéreas para ambos momentos.

La mayor parte de las cuencas analizadas se encuentran parcial o totalmente fuera de los límites del Espacio Natural Doñana pero, en la actualidad, sus aportes constituyen la principal fuente de alimentación hídrica de la marisma. En este sentido, es necesario conservar y mantener un apropiado funcionamiento hidrogeomorfológico de estos sistemas fluviales porque de él dependerá el futuro del sector norte de la marisma donde estos arroyos desaguan (Borja et al., 2006 y 2008).

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo se centra, por una parte, en el análisis comparado de la cartografía del sistema fluvial, tanto a nivel de red de drenaje como de cuenca, para los dos momentos indicados; y, por otra, en poner de manifiesto tanto los procesos de transformación y desarticulación experimentados por el sistema hidrogeomorfológico, como las consecuencias que desde el punto de vista del balance morfoedimentario han originado dichas alteraciones a nivel de detalle a partir de la selección de casos de estudio a detalle.

ÁREA DE ESTUDIO



MATERIAL Y MÉTODOS

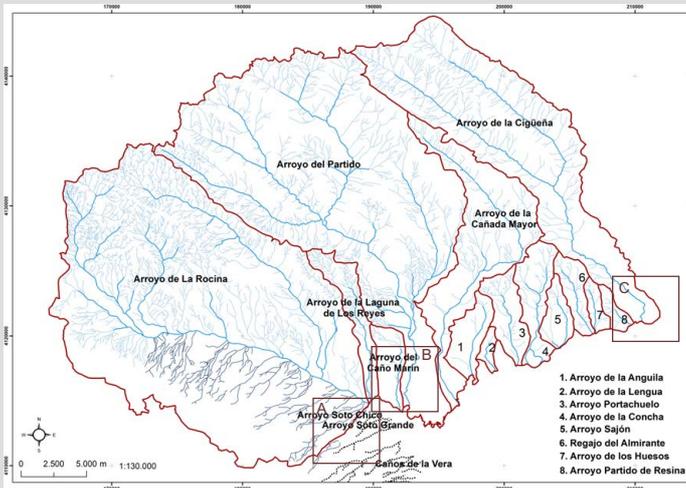
Se ha llevado a cabo la realización de sendas cartografías hidrogeomorfológicas para los dos momentos objeto de análisis en el presente trabajo. Para el caso de la cartografía correspondiente al año 1956 se ha utilizado como base la colección de fotografías aéreas conocidas como "vuelo americano", en blanco y negro a escala 1:33.000. Para la correspondiente al año 2011 se ha utilizado la ortofoto publicada por la Junta de Andalucía ese mismo año, en color y con una resolución de 0,5 m. La validación de las cartografías se ha llevado a cabo con trabajo de campo.

Además, toda la información generada ha sido implementada en un sistema de información geográfica (S.I.G.) de cara a agilizar su posterior tratamiento y facilitar las tareas de comparación entre ambas fechas. Finalmente, se ha completado la información utilizada en este trabajo con la incorporación al S.I.G. de los datos correspondientes a los usos del suelo obtenidos del Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía a escala 1:25.000 (SIUSE).

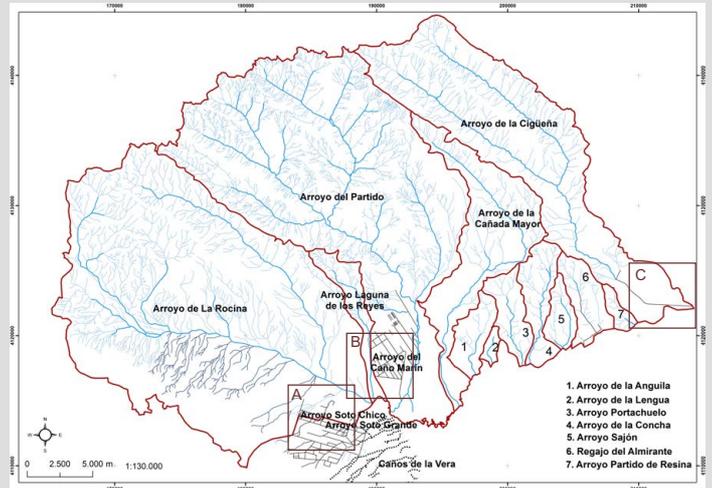


RESULTADOS

Cuencas menores vertientes a Doñana en 1956



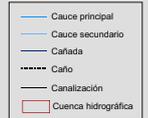
Cuencas menores vertientes a Doñana en 2011



El análisis comparado de las cartografías de las cuencas vertientes a Doñana correspondientes a los años 1956 y 2011 muestran una serie de ámbitos en las que las transformaciones del sistema fluvial han sido significativas. De forma genérica se pueden agrupar en dos conjuntos:

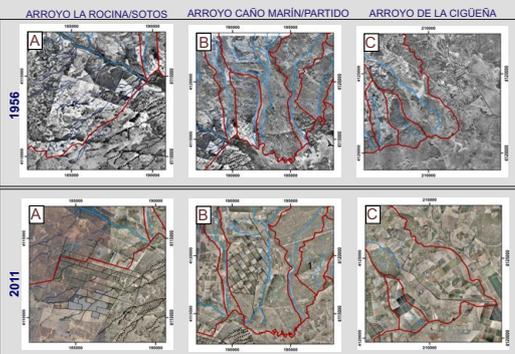
- a) Nivel de cuencas hidrográficas:
- Eliminación de la cuenca del arroyo Caño Marín e incorporación a la del arroyo del Partido.
 - Eliminación de la cuenca del arroyo de los Huesos e incorporación ("captura") por la del regajo del Almirante.
 - Desvío de la desembocadura del arroyo de la Ciguëña desde la marisma al cauce del río Guadimar y ampliación de la superficie de la cuenca.
 - Pérdida de parte de la superficie de drenaje del sector suroeste de la cuenca del arroyo de la Rocina a favor de la de los Sotos Chico.

- b) A nivel de red de drenaje:
- Pérdida de cauces y disminución de la densidad de drenaje en la cabecera del arroyo de la Rocina.
 - Canalización y desvío del tramo final del arroyo de la Ciguëña.
 - Canalización en retorcidos de Soto Chico y Soto Grande.
 - Rectificación del arroyo de la Laguna de los Reyes.
 - Canalización del arroyo Caño Marín y tramo final del arroyo del Partido.
 - Canalización del tramo final del regajo del Almirante.

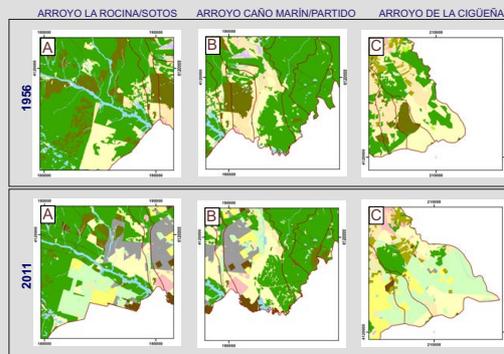


ÁREAS PILOTO

TRANSFORMACIONES DE LA CUENCA Y RED DE DRENAJE



CAMBIOS EN LOS USOS DEL SUELO



A nivel de detalle, y a partir de los datos que se van obteniendo en campo, llama la atención el alto grado de desarticulación general que presentan estos sistemas fluviales, especialmente desde el punto de vista del balance sedimentario.

En este sentido, es paradigmático el caso del cono de deyección que ha generado el arroyo del Partido en su desembocadura y que ha alterado parte del sector NW de la marisma (Borja et al., 2009).

Los desajustes que muestran estos sistemas son consecuencia de un variado y prolongado impacto antrópico que se manifiesta especialmente las importantes transformaciones que ha experimentado este territorio en relación con los usos del suelo.



SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

La dinámica hidrogeomorfológica actual de las cuencas menores vertientes a Doñana presenta un estado de alteración considerable, lo que determina que su estado general de conservación sea bastante malo. Esta situación es el resultado de las numerosas transformaciones experimentadas por el sistema fluvial en las últimas décadas, puestas de manifiesto tanto a nivel de cuenca, como de red de drenaje, y cuyo origen hay que ponerlo en relación con los crecientes procesos de cambios en los usos del suelo llevados a cabo en esta comarca.

Las consecuencias de todos estos desajustes en el sistema fluvial se manifiestan en el aumento de los procesos erosivos y, como consecuencia, la colmatación de muchos de estos arroyos; el incremento de la torrencialidad en gran parte de los mismos; así como en el avance de los sedimentos hacia la marisma favoreciendo el crecimiento de importantes conos aluviales como ocurre en el caso del arroyo del Partido.

La transformación de numerosas áreas de cultivos de regadío en los tramos bajos (Sotos) o en los ámbitos de las cabeceras (arroyo de la Rocina) de la mayor parte de las cuencas, han favorecido el progreso de dicha desarticulación a través de la canalización y rectificado de la red de drenaje de estos sistemas fluviales o de la ocupación física de cauces.

Algunos ejemplos de este proceso de transformación se muestran en los casos de estudio de detalle que se analizan en el presente trabajo:

-En el caso de los arroyos Soto Grande y Soto Chico la puesta en regadío de la finca Los Mirbrales tuvo como consecuencia la anulación de la red de drenaje natural y su sustitución por un sistema retorcido de canalizaciones artificiales que anuló por completo su funcionamiento natural.

-El desarrollo del Plan Almonte-Marismas en el tramo bajo de la cuenca del arroyo del Partido supuso, igualmente, la sustitución de la red de drenaje natural en este sector por un sistema de canalizaciones artificiales, cuya extensión alcanzaba a la cuenca próxima del arroyo de Caño Marín, produciendo, finalmente, la captura física de este arroyo por el Partido.

-Esta situación de capturas de arroyos hacia cuencas vertientes aledañas se repite en el caso de arroyo de la Ciguëña cuyo desagüe natural hacia la marisma fue desviado forzadamente mediante un muro artificial hacia el río Guadimar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borja, C.; Borja, F.; Lama, A. y Fernández Núñez, M. (2008). "Dinámica hidrogeomorfológica y presión antrópica en pequeñas cuencas mediterráneas. El caso del arroyo del Partido (Huelva, SW España)". En: *Trabajos de Geomorfología en España 2006-2008*. J. Benavente y J. Gracia (Eds.). SEC- Universidad de Cádiz, pp. 427-430.
- Borja, F.; Borja, C.; Lama, A. y Fernández Núñez, M. (2006). *Análisis de riesgos geomorfológicos y evaluación de procesos de erosión en la cuenca del arroyo del Partido, Huelva. Informe previo sobre el estado actual de la investigación*. Informe inédito (I.M.I.A.). Huelva, 82 págs.
- Borja, F.; Borja, C.; Fernández Núñez, M. y Lama, A. (2009). "Dinámica hidrogeomorfológica e Impacto Antrópico en la Cuenca del Arroyo del Partido (NW del Parque Nacional de Doñana, Huelva, España). Evaluación de Procesos Actuales". *Cuaternario y Geomorfología*. Vol. 2 (3-4): 45-64.

AGRADECIMIENTOS

Contratos Arts. LOU 68/83: SI-159/07 (US-UHU), SI-089/07 (US-COPASA) y SI-009/06 (US-COPASA).

Nº7. PRESENCIA Y TRANSPORTE DE NO₃ Y SO₄ AGRÍCOLA EN AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS DEL SECTOR LA ROCINA-MIMBRALES-LA VERA, DOÑANA

Higuera, Horacio¹; Manzano, Marisol¹; Custodio, Emilio²; Soler, Albert³

1 Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena. 2 Real Academia de Ciencias. Dep. d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. 3 Facultad de Geología, Universidad de Barcelona.

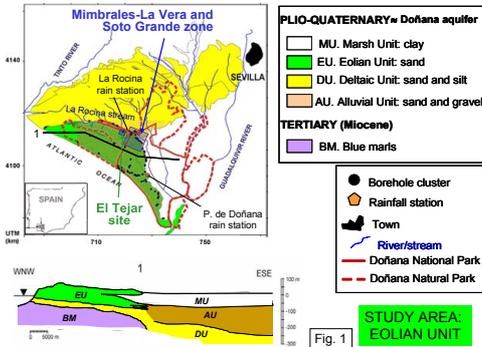
El impacto de la actividad agrícola sobre la composición química de las aguas superficiales y subterráneas del sector La Rocina-Mimbrales-La Vera se ha estudiado mediante componentes químicos e isotópicos (²H_{H2O}, ¹⁸O_{H2O}, ¹⁵N_{NO3}, ¹⁸O_{NO3}, ³⁴S_{SO4} y ¹⁸O_{SO4}) de muestras de agua superficial y subterránea a distintas profundidades, combinados con las direcciones y sentidos de flujo deducidas de los niveles piezométricos. Los datos son de 2001, 2002, 2007 y 2009. Dentro de la zona agrícola, las aguas superficiales de La Rocina y sus afluentes y las aguas subterráneas de sondeos poco profundos y manantiales cercanos al arroyo tienen notables contenidos de NO₃ y SO₄. Por tanto, La Rocina aporta a la marisma aguas afectadas por la actividad agrícola. La penetración del NO₃ y el SO₄ agrícolas en el acuífero subyacente a los campos de cultivo alcanza los 25-30 m de profundidad, y no es mayor debido a la existencia de una capa de arcillas que se extiende hasta cerca de El Abalarío y que favorece los flujos laterales frente a los verticales. Esta situación propicia la descarga de aguas contaminadas a La Rocina, La Vera y las lagunas y arroyos de la zona. Dentro del Parque Nacional, al este y sureste de la zona cultivada, también se ha encontrado NO₃ y SO₄ agrícolas en aguas de hasta 20 m de profundidad. En sondeos de entre 10 y 20 m el transporte se atribuye a la presencia de líneas de flujo procedentes de las zonas en cultivo. En las aguas subterráneas someras (0,5 a 2 m de profundidad) del entorno de los Sotos y el Caño Mimbrales el transporte se produce mediante infiltración de excedentes de riego por los cauces. Pero las mayores concentraciones de NO₃ se encuentran en las aguas de la franja freática de las desembocaduras de los Sotos. El modelo conceptual y numérico del sistema de flujo no permite atribuir esta situación al transporte por flujos hídricos, y la distribución espacial del NO₃ apunta a su incorporación al agua subterránea desde los sedimentos más superficiales de los abanicos aluviales de los arroyos, los cuales han sido transportados en tiempos recientes desde los campos agrícolas. Por tanto, el impacto de la agricultura en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la zona es claro, pero los mecanismos de transporte son distintos para áreas diferentes. Esta información es relevante para la gestión del territorio y la protección de Doñana.

Día 6 de febrero

Existence and transport processes of agricultural NO_3 and SO_4 in surface water and groundwater of La Rocina-Mimbrales-La Vera, Doñana, SW Spain

H. Higuera¹, M. Manzano¹, E. Custodio²

1. Dept. de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Spain. horaciohiguera@hotmail.com; marisol.manzano@upct.es
 2. Dept. d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain. emilio.custodio@upc.edu

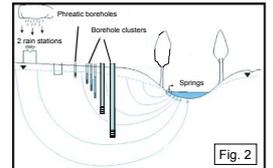


1. Introduction

- Doñana aquifer system: Plio-Quaternary sandy, silty and clayey sediments.
- Study area: Western sandy area; formed by an eolian mantle covering alluvial and littoral sands.
- The eolian mantle holds hundreds of wetlands (ponds and small streams) and also a pushing agricultural area irrigated with local groundwater.
- Intensive groundwater exploitation from early 1970 led to deep piezometric and water table drawdown, inducing a reduction of concentrated and seepage discharge to wetlands and vegetation and the modification of wetlands hydroperiods.

2. Materials and Methods

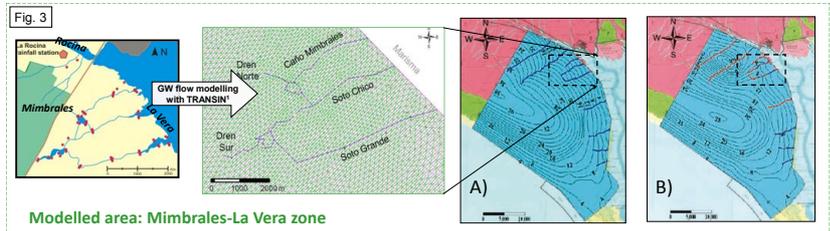
- Sampling of rain water, surface water and groundwater in phreatic boreholes and borehole clusters (Fig. 2) in years 2001, 2002, 2007 and 2009.
- Chemical analysis: Cl , SO_4 , HCO_3 , NO_3 , Na , K , Ca , Mg , NH_4 , NO_2 , PO_4 , Br .
- Isotopic analysis: $^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ and $^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$; $^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ and $^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$



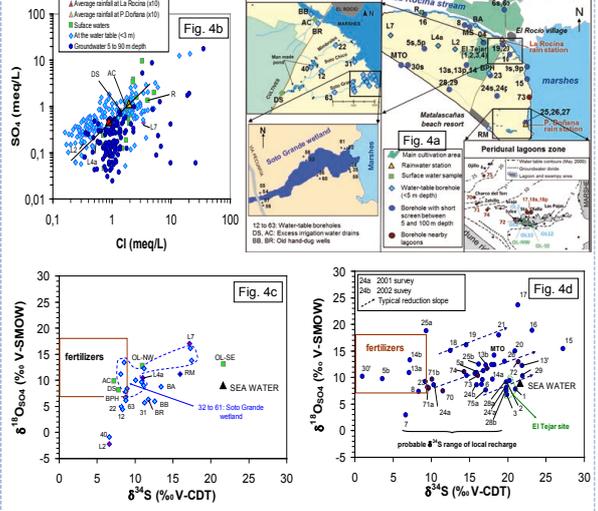
3. Results

3.1. Groundwater modelling assessment

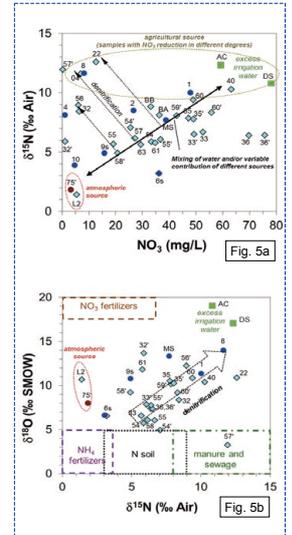
- The relationships between the streams and the aquifer in the La Vera-Mimbrales-La Rocina were modelled with TRANSIN (Galarza et al., 1996) by Juárez et al. (2012).
- Under influenced conditions most of the streams and ponds become disconnected to the water table (blue lines in Fig. 3).
- Modelled water table under influenced conditions: large stretches of the stream beds become disconnected (red lines in Fig. 3).
- The piezometric levels have partially recovered since 2000 after the eradication of eucalypts planted in the 1950s.



3.2. Isotopic assessment

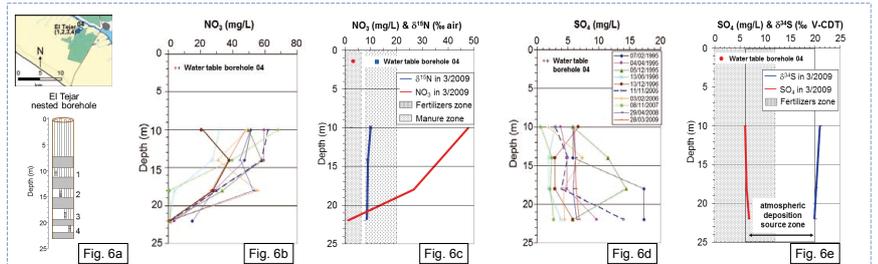


- Rain water salinity (and Cl and SO_4 contents), contributed by dry deposition, decreases with increasing distance to the sea (Fig. 4b).
- Shallow groundwater without agriculture influence is assumed to be represented by samples L2 and L4a, taken upflow the cultivation area (Fig. 4b, 4c, 4d, 5.a, 5.b). Their values suggest that the isotopic signature of S in recharge water varies over a wide range ($\delta^{34}\text{S} \approx +6$ to $+21$ ‰ V-CDT, Fig. 4d), while that of N is narrow ($\delta^{15}\text{N} \approx +1.5$ to $+3$ ‰ Air, Fig. 5b). This points to more diverse sources for S than for N in atmospheric supply.
- Surface water impacted by agriculture is represented by excess irrigation water samples DS and AC. They have fertilizer's isotopic signature with $\delta^{15}\text{N}$ values heavier than expected, which suggest isotopic enrichment by NO_3 reduction (Fig. 5a, 5b).
- The SO_4 of some shallow groundwater samples in the Soto Grande wetland and other parts of the Eolian Mantle show agricultural influence (Fig. 4c, 4d). The NO_3 of the Soto Grande wetland samples seem to be admixtures of the atmospheric source and an evolved fertilizer source (Fig. 5a, 5b). Some samples show the effects of SO_4 and NO_3 reduction.
- Groundwater in the Mimbrales-La Vera area, including the Soto Grande wetland (Fig. 4a), is prone to agricultural pollution: the zone is downflow the cultivation fields, it is crossed by channels and streams carrying excess irrigation water, and the water table is lowered.
- For samples like 40 and 22, from boreholes nearby arroyos carrying excess irrigation water, the pollution mechanism is infiltration of this water through the stream beds. But for samples in the Soto Grande wetland (Fig. 4a) the pollution mechanism has yet to be found, as during the study (2006-2009) the aquifer was permanently discharging to the wetland, and shallow groundwater is originated by the infiltration of local rainfall.



4. Main conclusions

- Many streams and ponds in the NE sector of the Doñana Eolian Mantle (DEM) are nowadays perched over the water table due to a generalized piezometric drawdown induced by local intense groundwater pumping since 1975 for agriculture irrigation.
- Some drains carrying excess irrigation water cross the area of Mimbrales-Rocina-La Vera, at the NE of the DEM. This surface water have $\delta^{34}\text{S}$ and $\delta^{15}\text{N}$ agricultural signatures, though the $\delta^{15}\text{N}$ values are modified by reduction (and may be by NH_3 volatilization).
- Groundwater sampled downflow the cultivation fields between the water table and ≈ 20 m depth show a generalized impact of excess irrigation water. However, only a few samples show clearly the signature of (evolved) irrigation waters, as mixing with locally recharged unpolluted groundwater and reduction processes largely dilutes the agricultural signature.
- Groundwater and surface water flows are the NO_3 transport mechanisms in most of the studied area, but at the Soto Grande wetland the hydraulic gradient between the water table and the wetland precludes this mechanism, and a different one has to be investigated.



References

- Galarza, G., Medina, A. & Carrera, J. 1996. TRANSIN III: Fortran code for solving the coupled non-linear flow and transport inverse problem. Technical University of Catalonia, Barcelona, Spain.
 Juárez, I.; Custodio, E.; Manzano, M.; Higuera, H. 2012. Relación aguas superficiales-aguas subterráneas y recarga del acuífero de Los Sotos, Doñana, España. Actas del Simposio del Agua en Andalucía 2012. Instituto Geológico y Minero de España, SIAGA 2012, pp: 1479-1489.

Acknowledgements

Founding projects: DOÑANA 2005 (Spanish Ministry of Environment); CRP-WETLANDS (International Atomic Energy Agency); REDESAC (CGL2009-12910-03-C3, Spanish Government).

Nº8. EL PAPEL DE LOS ISÓTOPOS AMBIENTALES PARA ESTABLECER LA RED DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA Y LA RELACIÓN ACUÍFERO-HUMEDALES EN EL MANTO EÓLICO LITORAL DE DOÑANA (MELD)

Manzano, Marisol¹; Custodio, Emilio²; Higuera, Horacio¹

1 Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena. 2 Real Academia de Ciencias. Dep. d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

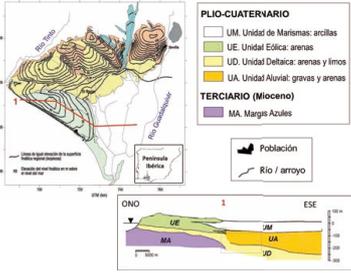
Muchos de los valores de los ecosistemas de Doñana dependen de la existencia de un nivel freático somero y de su descarga a la superficie del terreno. La forma de la red de flujo de agua subterránea en el conjunto del acuífero es compleja y además está experimentando cambios relevantes debido a la explotación intensiva. El uso de los isótopos ambientales ¹⁸O, ²H, ³H, ¹³C, ¹⁴C, ³⁴S, ¹⁵N, ³⁹Ar y ⁸⁵Kr ha sido muy útil para definir áreas de recarga, trayectorias de flujo, tiempos de tránsito, conexión entre distintos niveles y para establecer el modelo conceptual actual del acuífero y de la relación del mismo con distintos tipos de humedales. El estudio de estos isótopos en el contexto hidrogeológico ha puesto de manifiesto la importancia de los flujos verticales en zonas concretas del sector de acuífero libre y la existencia de agua salina pre-holocena en el sector de acuífero confinado, identificando y cuantificando mediante modelización numérica las mezclas entre aguas de distinto origen y composición y los procesos hidrogeoquímicos que originan los cambios observados. La mayoría de los humedales que están sobre arenas son áreas de descarga de agua subterránea somera. En condiciones naturales las sales de estos humedales eran renovadas por escorrentía superficial ocasional con cierta frecuencia, pero en las condiciones actuales de flujo influenciado por la explotación intensiva de agua subterránea, en muchos de ellos la única salida habitual del agua es por evaporación y transpiración, salvo raramente en periodos muy húmedos. Esto ocasiona que algunos solutos queden atrapados en los sedimentos de fondo, que actúan como almacén con salinización progresiva de los sedimentos y las aguas. Otros humedales se han transformado de zonas de descarga a zonas de recarga, como los arroyos del área de Los Sotos en los que el agua de excedentes de riego que reciben se recarga e incorpora contaminantes agrícolas a la parte más somera del acuífero, los cuales aparecerán más tarde en los ecosistemas. Tras 40 años de cambios significativos en la gestión del agua y del terreno, la cantidad y la calidad del agua superficial y subterránea de ciertos sectores del acuífero del Manto Eólico se han modificado considerablemente y están aún evolucionando, dada la lentitud de respuesta del sistema. También está evolucionando el impacto ecológico asociado a los cambios hidrológicos, a los cuales se superponen los efectos del cambio climático y global. Todo ello debe ser estudiado de forma integrada.

Día 6 de febrero

El papel de los isótopos ambientales para establecer la red de flujo de agua subterránea y la relación acuífero-humedales en el Manto Eólico Litoral de Doñana (MELD)

M. Manzano¹, E. Custodio² y H. Higuera¹

1. Dept. de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Spain. marisol.manzano@upct.es; horaciohiguera@hotmail.com
 2. Dept. d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain. emilio.custodio@upc.edu

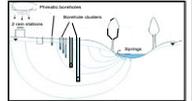


1. Introducción

- Izquierda. El sistema acuífero de Doñana está formado por materiales plio-cuaternarios de moderada permeabilidad en conjunto. En las zonas de recarga, al N y O de la marisma, dominan las arenas, los limos y las arcillas. Bajo la marisma hay gravas, pero la mayor parte de ellas está ocupada por agua salina antigua.
- El sector occidental de arenas constituye el Manto Eólico Litoral de Doñana (MELD). El MELD recubre niveles de arenas litorales y aluviales; a efectos hidrogeológicos la llamada Unidad Eólica incluye dichos sedimentos.
- En el MELD hay centenares de humedales, principalmente lagunas, charcas, caños y cañadas, y también una actividad agrícola importante que usa agua subterránea local.
- La piezometría regional representa la situación actual sin diferenciar entre nivel freático y niveles piezométricos profundos. Las depresiones corresponden al efecto de drenaje de los arroyos y de la vegetación freatofítica de sus proximidades. El agua subterránea fluye a esos arroyos, al mar a lo largo de la costa, a la parte inferior del río Tinto (ría de Huelva) y a la marisma a lo largo de los ecotonos de La Vera y Norte. La figura incluye al acuífero del Alfaraje y parte inferior del valle del Guadalquivir por ser las elevaciones freáticas inferiores a 5 m.

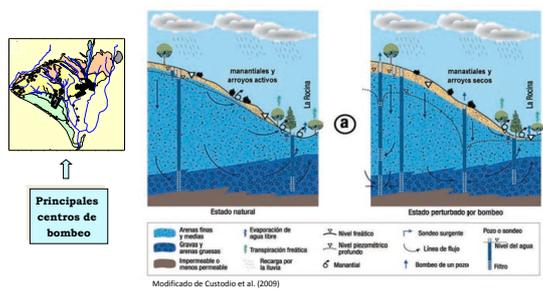
2. Materiales y métodos

- Derecha. Muestreos de aguas de lluvia, lagunas, arroyos, pozos y sondeos de distinta profundidad, incluyendo sondeos multitubo y nidos de sondeos puntuales (ver figura a la derecha) en los años 1999, 2001, 2002, 2006, 2007 y 2009.
- Análisis químicos: Cl, SO₄, HCO₃, NO₃, Na, K, Ca, Mg, NH₄, NO₂, PO₄, Br. Análisis isotópicos: δ¹⁸O, δ²H, δ¹³C, ¹⁴C, δ¹⁵N, δ¹⁸O_{NO3}, δ³⁴S y δ³⁴S_{SO4}
- Estudios hidrodinámicos y modelación numérica.



3. Resultados

3.1. Red de flujo de agua subterránea en el MELD

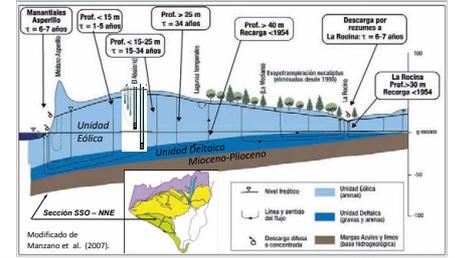


- Izquierda. Localización de las principales explotaciones de agua subterránea y cambios en la posición de los niveles freáticos y piezométricos profundos, y en el sentido de los flujos verticales del agua subterránea, entre la situación de funcionamiento natural del acuífero y la influenciada por el bombeo.

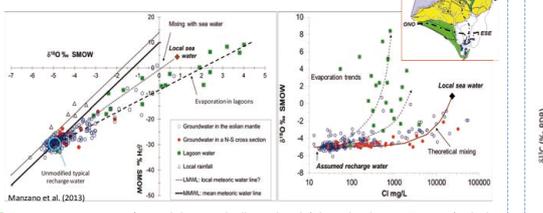
- Se muestra la situación idealizada en una sección SO-NE, aproximadamente entre La Mediana y La Canariega. Los descensos freáticos y piezométricos producen una disminución de las descargas concentradas y difusas de agua subterránea a humedales, al borde la marisma y a las masas de freatofitas.
- No se muestran los eucaliptos plantados en la década de 1950, cuya eliminación en la década de 1990 favoreció cierta recuperación del nivel freático, especialmente en las áreas del MELD más alejadas de los bombeos (El Abalarjo, Ribetehilos, La Mediana).

- Derecha. Modelo conceptual de flujo en el MELD y tiempos de tránsito (t) del agua subterránea a distintas profundidades y localidades según la modelación de los datos medidos de tritio (³H).
- El muestreo de distintas líneas de flujo fue posible gracias a disponer de sondeos puntuales, con una única rejilla corta y distinta penetración en el acuífero (ver figura).

3.2. Red de flujo y tiempos de tránsito del agua subterránea en el MELD a distintas profundidades según el tritio (³H)

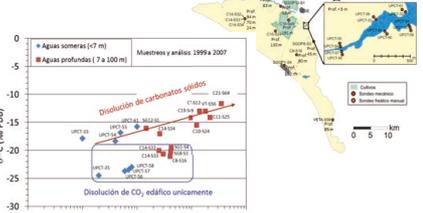


3.3. Origen de la recarga al acuífero y procesos modificadores según el ¹⁸O y el ²H



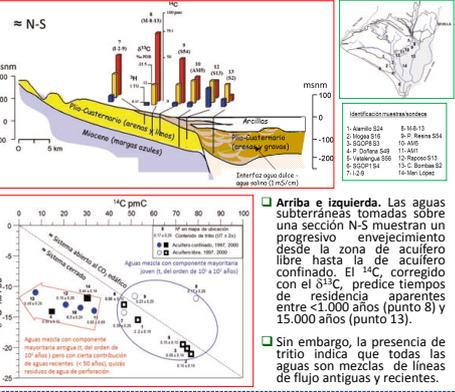
- Izquierda. Marca isotópica del agua de lluvia local (El Acebuche, 1997-1999), de las aguas subterráneas del conjunto del acuífero de Doñana y de las aguas de lagunas del MELD. El enriquecimiento isotópico observado indica claramente la existencia de evaporación desde el nivel freático somero en el entorno de las lagunas, sin embargo el posible enriquecimiento por mezcla con agua de mar no queda claro.
- Derecha. La figura muestra que ambos procesos, evaporación y mezcla con agua de mar, tienen lugar en el conjunto del acuífero de Doñana. Además evidencia la existencia de tres tipos de salinización: i) las aguas subterráneas ubicadas en una sección N-S se salinizan por mezcla con el agua marina antigua confinada bajo la marisma; ii) las aguas de lagunas se salinizan por evaporación; iii) las aguas subterráneas someras del entorno del cordón dunar litoral se salinizan por la incorporación al agua de recarga de las sales del aerosol marino.

3.4. Procesos modificadores de la actividad del ¹⁴C según el ¹³C



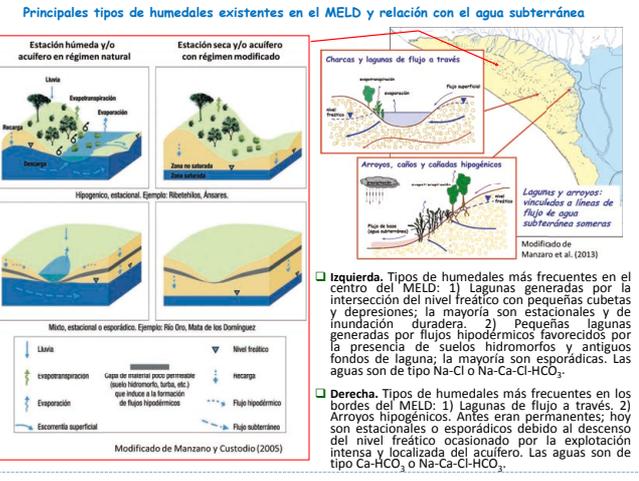
- Los valores de δ¹³C ayudan a conocer i) la existencia de procesos de disolución de carbonatos a lo largo de líneas de flujo de agua subterránea; ii) el posible origen subterráneo del agua de humedales y iii) a cuantificar cuanto hay que corregir los valores de ¹⁴C (debido a la dilución que ocasiona la disolución de carbonatos) antes de calcular tiempos de permanencia del agua subterránea.
- Todas las aguas subterráneas estudiadas algo profundas (>7 m) y las aguas someras (1-5 m) están disolviendo carbonatos (CaCO₃).

3.5. Tiempos de permanencia según el ¹⁴C



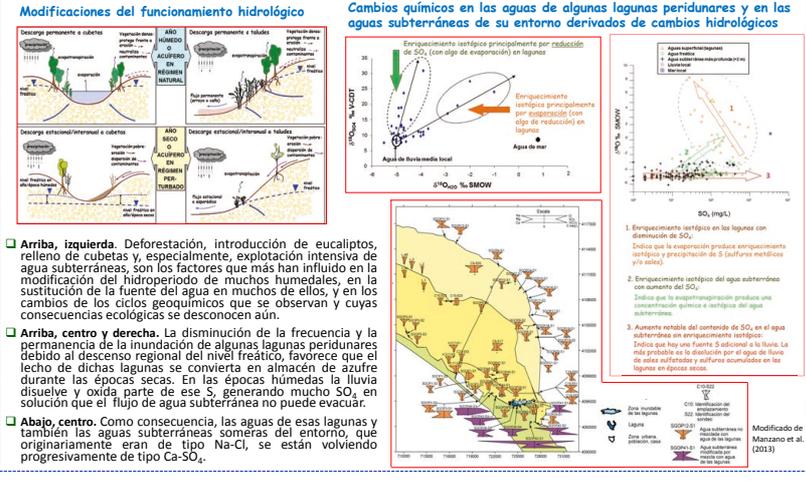
- Arriba e izquierda. Las aguas subterráneas tomadas sobre una sección N-S muestran un progresivo envejecimiento desde la zona de acuífero libre hasta la de acuífero confinado. El ¹⁴C, corregido con el δ¹³C, predice tiempos de residencia aparentes entre <1.000 años (punto 8) y 15.000 años (punto 13).
- Sin embargo, la presencia de tritio indica que todas las aguas son mezclas de líneas de flujo antiguas y recientes.

3.6. Hidrología e hidroquímica de los humedales del MELD



- Izquierda. Tipos de humedales más frecuentes en el centro del MELD: 1) Lagunas generadas por la intersección del nivel freático con pequeñas cubetas y depresiones; la mayoría son estacionales y de inundación duradera. 2) Pequeñas lagunas generadas por flujos hipodérmicos favorecidos por la presencia de suelos hidromorfos y antiguos fondos de laguna; la mayoría son esporádicas. Las aguas son de tipo Na-Cl o Na-Ca-Cl-HCO₃.
- Derecha. Tipos de humedales más frecuentes en los bordes del MELD: 1) Lagunas de flujo a través. 2) Arroyos hipogénicos. Antes eran permanentes; hoy son estacionales o esporádicos debido al descenso del nivel freático ocasionado por la explotación intensa y localizada del acuífero. Las aguas son de tipo Ca-HCO₃ o Na-Ca-Cl-HCO₃.

3.7. Modificaciones de la hidrología y la hidroquímica de los humedales



- Arriba, izquierda. Deforestación, introducción de eucaliptos, relleno de cubetas y, especialmente, explotación intensiva de agua subterránea, son los factores que más han influido en la modificación del hidroperiodo de muchos humedales, en la sustitución de la fuente del agua en muchos de ellos, y en los cambios de los ciclos geoquímicos que se observan y cuyas consecuencias ecológicas se desconocen aún.
- Arriba, centro y derecha. La disminución de la frecuencia y la permanencia de la inundación de algunas lagunas peridurales debido al descenso regional del nivel freático, favorece que el lecho de dichas lagunas se convierta en almacén de azufre durante las épocas secas. En las épocas húmedas la lluvia disuelve y oxida parte de ese S, generando mucho SO₂, en solución que el flujo de agua subterránea no puede evacuar.
- Abajo, centro. Como consecuencia, las aguas de esas lagunas y también las aguas subterráneas someras del entorno, que originalmente eran de tipo Na-Cl, se están volviendo progresivamente de tipo Ca-SO₄.

Consideraciones finales

- Las técnicas isotópicas, solas o combinadas con otros tipos de técnicas de estudio, han permitido conocer razonablemente el funcionamiento de acuífero de Doñana en el MELD, de los principales tipos de humedales y de la relación entre ambos.
- Tras 40 años de cambios significativos en la gestión del agua y del terreno, la cantidad y la calidad del agua superficial y subterránea de ciertos sectores del MELD se han modificado considerablemente y están aún evolucionando, dada la lentitud de respuesta del sistema. También está evolucionando el impacto ecológico asociado a los cambios hidrológicos, a los cuales se superponen los efectos del cambio climático y global.
- Todos estos aspectos deben ser estudiado de forma integrada, usando modelos de simulación que permitan prever el efecto de las medidas a adoptar y dar así apoyo a las decisiones que se adopten para la gestión del conjunto del Espacio Natural de Doñana.

Referencias

Custodio, E., Manzano, M. y Montes, C. 2009. Las aguas subterráneas en Doñana: Aspectos socio-ecológicos. Agencia Andaluza del Agua. Junta de Andalucía. ISBN: 978-8492807-19-2. Sevilla. 245 pp.

Manzano, M., Custodio, E., Higuera, H. 2007. Groundwater and its functioning at the Doñana Ramsar Site wetlands (SW Spain): role of environmental isotopes to define the flow system. En: Advances in Isotope Hydrology and its Role in Sustainable Water Resources Management (IHS 2007). Proceedings of the Symposium, Vienna 21-25 May 2007. IAEA, Dec. 2007. ST/PUB/1310.

Manzano, M., Custodio, E., Lozano, E., Higuera, H. 2013. Relationships between wetlands and the Doñana coastal aquifer (SW Spain). En: Groundwater and Ecosystems. Selected Papers on Hydrogeology, 15. International Association of Hydrogeologists, Taylor & Francis, L.Ribeiro, T.G. Singer, A.Chambel, M.T. Condeso de Melo, J.F. Monteiro A. Medeiros (eds.), Pp. 169-182.

Agradecimientos

Los trabajos han sido financiados por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (proyectos P1387.0842, AMB-95.636; AMB-95.0372; HID-99-205; y REN 01.1293 y CGL2009-12910-CO3-03), el Ministerio de Medio Ambiente (Proyecto Doñana 2005), la Comisión Europea (proyectos ENV4-CT195.0156 y IWBK-1999.00329/2002.00527) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (proyecto CRP-Isotopic Techniques for Assessment of Hydrological Processes in Wetlands, 2007-2011).

Nº9. EL ENRIQUECIMIENTO CON CARBONO LÁBIL COMO HERRAMIENTA DE BAJO COSTO PARA EL CONTROL DE LA EUTROFIZACIÓN EN AGUAS CONTINENTALES DE LA REGIÓN MEDITERRÁNEA

Dorado García, Irene¹; Carrillo, Presentación²; Medina Sánchez, Juan Manuel¹

1 Instituto del Agua. Universidad de Granada. C/ Ramón y Cajal, 4. 18071. Granada (España). 2 Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva s/n. 18071. Granada (España).

La actividad antrópica está alterando los flujos de nutrientes (incremento de las concentraciones de P y N) y promoviendo la eutrofización en ecosistemas acuáticos. Como consecuencia, se favorece el crecimiento del fitoplancton, particularmente de especies algales potencialmente dañinas para las dinámicas de las cadenas tróficas e incluso para la salud pública, lo que produce un empobrecimiento de los servicios que los ecosistemas proporcionan. Se han abordado diferentes aproximaciones para reducir los problemas causados por los procesos de eutrofización, pero pocas han tenido resultados favorables cuando se han aplicado en aguas continentales fluctuantes. En este estudio, investigamos una aproximación de bajo coste de bio-manipulación microbiana, consistente en un incremento de la concentración de carbono orgánico lábil de origen alóctono para promover la competencia entre algas y la red microbiana heterotrófica en favor de esta última. El objetivo es incrementar la biomasa y la transferencia de nutrientes a los niveles tróficos superiores, favoreciendo de este modo el estado estable de aguas claras. Para ello, hemos llevado a cabo un experimento in situ en una laguna hipereutrófica natural del Mediterráneo (laguna de Santa Olalla, Parque Nacional de Doñana), diseñado para obtener el umbral de carbono orgánico lábil que maximice los cambios en la estructura y función de la comunidad microbiana planctónica. Los resultados muestran un acusado descenso del carbono orgánico disuelto (DOC) en dos de los cinco tratamientos de adición de carbono, lo que sugiere un consumo del mismo en dichos tratamientos. Además, la concentración de clorofila-a disminuyó en todos los tratamientos enriquecidos con carbono con respecto al control durante la primera semana del experimento, sugiriendo que las bacterias podrían tener ventaja competitiva en el consumo de los nutrientes disponibles en esas condiciones. Sin embargo, el incremento de la abundancia bacteriana fue menor que el esperado, debido posiblemente a un incremento en la presión depredadora ejercida por la comunidad de (micro) zooplancton. En conclusión, el enriquecimiento con carbono lábil puede promover la disminución del fitoplancton dominado en este sistema por cianobacterias responsables de “blooms” asociados a ecosistemas acuáticos forzados por eutrofia.

Día 6 de febrero

EL ENRIQUECIMIENTO CON CARBONO LÁBIL COMO HERRAMIENTA DE BAJO COSTO PARA EL CONTROL DE LA EUTROFIZACIÓN EN AGUAS CONTINENTALES DE LA REGIÓN MEDITERRÁNEA



Dorado-García, I.¹; Carrillo, P.¹; Medina-Sánchez, J.M.²



Jornadas de Investigación sobre la conservación de Doñana
6-7 Febrero 2014
SEVILLA

¹Instituto del Agua. Universidad de Granada. E-18071 Granada (Spain)

²Departamento de Ecología. Universidad de Granada. E-18071 Granada (Spain)



INTRODUCCIÓN

Estado de aguas claras
(original)

Estado de aguas turbias
(perturbado)

Estado de aguas claras
(restaurado)

ACTIVIDADES HUMANAS QUE PROVOCAN EUTROFIZACIÓN

- Promueven "blooms" de algas (tóxicas)
- Alteran la dinámica de las redes tróficas
- Deterioran los servicios ecosistémicos

BIOMANIPULACIÓN DE LA RED TRÓFICA MICROBIANA

- Blomqvist *et al.* (2001) y Thingstad *et al.* (2008):
- ↑ biomasa bacteriana
 - ↓ biomasa algal tras adición de carbono orgánico lábil

Objetivo. Investigar una aproximación experimental de biomanipulación microbiana de bajo costo: incrementos de la concentración de carbono orgánico lábil de origen alóctono para promover el desarrollo competitivo de la red microbiana heterotrófica frente al fitoplancton

MATERIAL y MÉTODOS

T1 (2 días tras la adición)

T2 (5 días tras la adición)

T3 (8 días tras la adición)

- Control
- 0.4mgC L⁻¹
- 4mgC L⁻¹
- 9.8mgC L⁻¹
- 20mgC L⁻¹
- 39.5mgC L⁻¹

VARIABLES

- ✓ Carbono orgánico disuelto (DOC)
- ✓ Clorofila *a*
- ✓ Abundancia bacteriana

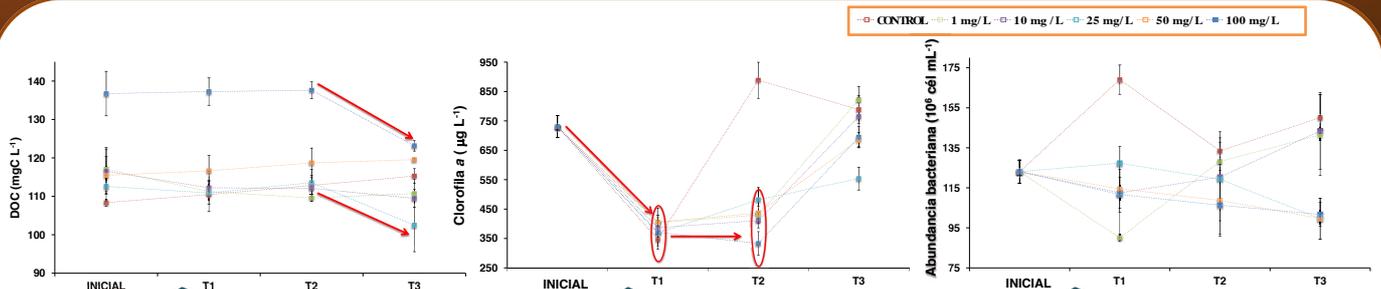
MÉTODOS

- ✓ Análisis de carbono orgánico (Shimadzu)
- ✓ Espectrofluorimetría (Perkin LS 55)
- ✓ Citometría de flujo (FACSCanto II)

ANÁLISIS DE DATOS

Diseño factorial 6x3
ANOVA de 2-vías

RESULTADOS



El DOC disminuyó en dos de los cinco tratamientos, a tiempo final

La Clorofila *a* disminuyó a medio plazo en los tratamientos enriquecidos con carbono

La abundancia bacteriana no se incrementó en la magnitud esperada

CONCLUSIONES

Consumo efectivo de DOC por las bacterias

Como se esperaba, la clorofila *a* (indicador de biomasa algal) disminuyó tras la adición de carbono lábil

Un control de regulación "top-down" podría explicar el débil desarrollo bacteriano

El enriquecimiento con carbono orgánico lábil fue capaz de inducir un menor desarrollo del fitoplancton dominado por cianofíceas, responsables de "blooms" algales asociados a ecosistemas eutrofizados con estados estables de aguas turbias

Nº10. CAPTACIÓN Y ANÁLISIS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (INCLUYENDO CARBONILOS) EN EL ENTORNO DE DOÑANA

Notario, Alberto¹; Villanueva, Florentina^{2,3}; Adame, José Antonio⁴; Albaladejo, José¹

1 Departamento de Química Física, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Castilla la Mancha. Avenida Camilo José Cela s/n, 13071, Ciudad Real. 2 Laboratorio de Contaminación Atmosférica. Instituto de Investigación en Combustión y Contaminación Atmosférica, Universidad de Castilla La Mancha, Camino de Moledores s/n, 13071, Ciudad Real. 3 Parque Científico y Tecnológico de Albacete, Paseo de la Innovación 1, 02006 Albacete. 4 Estación de Sondeos Atmosféricos –El Arenosillo. Área de Instrumentación e Investigación Atmosférica. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Mazagón – Huelva.

La oxidación de compuestos orgánicos volátiles (COVs) emitidos a la troposfera por la vegetación o antropogénicamente, pueden causar problemas de contaminación a nivel local y a escala regional, produciendo contaminantes presentes en el “smog fotoquímico” como ozono, peroxiacetilnitrato, etc, causando problemas de salud y daños a la vegetación. Recientemente se ha llevado a cabo un estudio preliminar en la Estación de Sondeos Atmosféricos de El Arenosillo, con el objetivo de identificar y cuantificar COVs presentes en ese lugar. Aunque en otros países se han llevado a cabo bastantes estudios de este tipo, en España son muy escasos. La zona costera de Huelva estudiada, presenta altos niveles de temperatura y radiación solar, están presentes procesos atmosféricos de mesoescala (brisas mar-tierra), hay grandes áreas metropolitanas como Sevilla, importantes complejos industriales y ciudades costeras con gran actividad turística, lo que implica que puede verse afectada por altas concentraciones de contaminantes fotoquímicos. Para completar ese estudio preliminar, sería deseable realizar nuevas medidas dentro del propio Parque Nacional de Doñana, ampliando el rango de COVs que se detectaron, con el objetivo de identificar, cuantificar y determinar sus posibles fuentes en esta importante zona ecológica, así como establecer relaciones con parámetros meteorológicos. El muestreo de los COVs se realiza mediante captadores pasivos; los compuestos carbonílicos se analizan por HPLC con detector UV-Vis, y el resto de COVs por GC-FID y/o GC-MS acoplado a desorción térmica.

Día 6 de febrero

Captación y análisis de compuestos orgánicos volátiles (incluyendo carbonilos) en el entorno de Doñana



Alberto Notario^a, F. Villanueva^{a,b}, José Antonio Adame^c, José Albaladejo^a

^aDepartamento de Química Física, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Universidad de Castilla la Mancha. Avenida Camilo José Cela s/n, 13071 Ciudad Real (Spain)

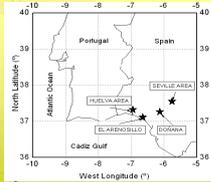
^bParque Científico y Tecnológico de Albacete. Paseo de la Innovación, 1 02006 Albacete (Spain)

^cEstación de Sondeos El Arenosillo, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), Mazagón-Huelva (Spain)

Objetivo: Identificar y cuantificar COVs presentes en el área de Doñana

ANTECEDENTES E INTERÉS:

- Pocos estudios de este tipo en España, numerosos en otros países
- Esta zona puede presentar altos niveles de contaminantes por:
 - Altos valores de temperatura e irradiación solar
 - Procesos atmosféricos de mesoscala (brisas mar-tierra)
 - Proximidad de grandes áreas metropolitanas como Sevilla
 - Importantes complejos industriales
 - Ciudades costeras con gran actividad turística



CAMPAÑA EN "EL ARENOSILLO" INTA (HUELVA)

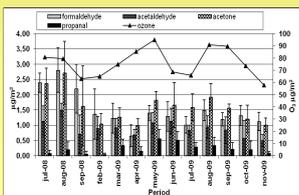
Toma de muestras y métodos de análisis

- Julio-Septiembre 2008 y Febrero-Noviembre 2009
- Tubos pasivos de Radiello®. Aldehídos: gel de sílice recubierto de 2,4-DNPH y COVs: con carbón activo. Exposición 3-4 días en 2008 y 1 semana en 2009
- Después del muestreo, se depositan en tubos cerrados y se almacenan en la oscuridad a 4°C
- Luego se extraen los COVs en el laboratorio con distintos disolventes para posterior análisis por HPLC-UV o GC-FID (o GC/MS)
- Para cada lote se analizan 4-6 tubos no expuestos (blancos de laboratorio y de campo)
 - Blancos de campo transportados con los tubos al Arenosillo
 - Almacenados durante la exposición de los otros tubos
 - Después usados para chequear posible contaminación en transporte y almacenamiento

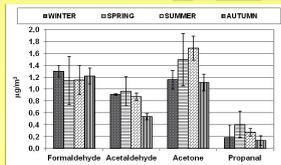


RESULTADOS

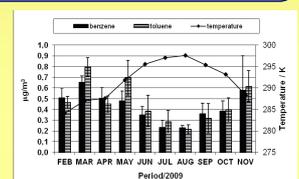
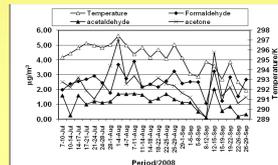
- COVs identificados y cuantificados: Formaldehído, acetaldehído, acetona, propanal, benceno, tolueno y m/p-xilenos
- Acetona y formaldehído los más abundantes, seguidos de acetaldehído y propanal
- En general, concentraciones pequeñas y similares a las registradas en otras zonas rurales
- [carbonilos] verano 2008 > [carbonilos] verano 2009
- Agosto 2008 el más contaminado en cuanto a carbonilos



- Algunos picos de [carbonilos] no relacionados con aumento de T, se producen bajo condiciones de mesoscala; así la recirculación de masas de aire contribuye a una actividad fotoquímica mayor, así como a la acumulación de algunas especies en esas masas de aire
- Acetona fue el más abundante en primavera y verano
- Formaldehído el más abundante en otoño e invierno
- Propanal el menos abundante todo el periodo

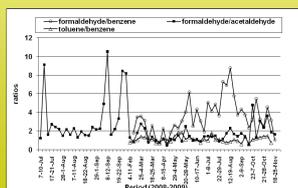


- Las mayores [benceno] y [tolueno] registradas en marzo y las menores en julio. [Xilenos] casi todo el periodo < límite de detección
- En general similares a zonas rurales en España
- Benceno y tolueno, muestran correlación inversa con T. Pérdida de ambos mayor en verano debido a la degradación fotoquímica (Mayor irradiación solar)
- En invierno contribución importante de polo petroquímico y probablemente del área metropolitana de Sevilla (vientos predominantes del NO y NE). En verano predominante del O-SO

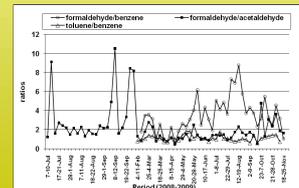


- Se han calculado diferentes cocientes para intentar determinar la influencia antropogénica o biogénica de los contaminantes:

- [HCHO]/[CH₃CHO] varía entre 1 (urbana) y 10 (bosques).
- COVs biogénicos son precursores de HCHO
- COVs antropogénicos precursores de CH₃CHO
- 2008: [HCHO]/[CH₃CHO] > 2 (hasta 8: contribución biogénica).
- 2009: [HCHO]/[CH₃CHO] < 2, importante influencia antropogénica



- [formaldehído]/[benceno] = 0,5 (abril)-8,8 (agosto). Es de esperar que esta relación no varíe en ausencia de formación fotoquímica de carbonilos en la atmósfera. Significa que en verano debe generarse HCHO por degradación fotoquímica de compuestos biogénicos en esta época.
- [tolueno/benceno] ~ 2,5 cuando emisiones recientes del tráfico (2-4 según otras medidas)
- [tolueno/benceno] = 1.1, sugieren mismo origen, y posible transporte desde el polo petroquímico o el área metropolitana de Sevilla



Nº11. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE LOS SECTORES LIBRE Y CONFINADO DEL ACUÍFERO ALMONTE-MARISMAS (PERIODO 1994-2012)

Olías, Manuel¹; Rodríguez-Rodríguez, Miguel²

1 Dpto. Geodinámica y Paleontología, Universidad de Huelva. 2 Dpto. Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide.

Muchos de los ecosistemas de Doñana dependen de los niveles de las aguas subterráneas del acuífero Almonte-Marismas. Existen numerosos indicios de que las extracciones de aguas subterráneas para uso agrícola y, en menor medida, para el abastecimiento a Matalascañas están provocando un impacto en algunas zonas del Parque. Por ello, se han analizado los datos de la red de control piezométrico de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) desde 1994 a 2012, que recientemente se han puesto a disposición pública. Este periodo es algo más húmedo de lo habitual en la zona y, además, los primeros años coinciden con el final de un periodo seco muy intenso, lo cual enmascara la magnitud de los descensos reales. Por otro lado, la respuesta del acuífero es muy diferente según se consideren los niveles piezométricos profundos (que captan la zona más transmisiva) o más superficiales. Comparando años con el mismo contexto pluviométrico se pone de manifiesto una clara tendencia al descenso en los piezómetros profundos en amplias zonas de Doñana (sobre todo el Arroyo de La Rocina y el entorno de Matalascañas). Los piezómetros más someros muestran una evolución más irregular espacialmente, aunque también preocupante en las zonas citadas, donde pequeños descensos pueden tener un gran impacto ecológico.

Día 6 de febrero

Jornadas de Investigación sobre la Conservación de Doñana

6 y 7 de febrero de 2014. Sevilla.

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA EN LOS SECTORES LIBRE Y CONFINADO DEL ACUÍFERO ALMONTE-MARISMAS (PERIODO 1994-2012)

OLÍAS ÁLVAREZ, Manuel ⁽¹⁾ y RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, Miguel ⁽²⁾



⁽¹⁾ Dpto. Geodinámica y Paleontología, Universidad de Huelva.

⁽²⁾ Dpto. Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide

OBJETIVOS: En este trabajo se han analizado los datos de la red de control piezométrico de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) desde 1994 a 2012, recientemente puestos a disposición pública.

INTRODUCCIÓN: El acuífero Almonte-Marismas se extiende sobre unos 2600 km² de las provincias de Huelva y, en menor proporción, Sevilla (Figura 1). Esta amplia superficie depende, casi exclusivamente, de las aguas subterráneas para el abastecimiento a poblaciones y para el regadío de cultivos. Sobre este acuífero se sitúan los ecosistemas de Doñana, con una superficie protegida (Parque Nacional y Parque Natural) próxima a 1080 km². Doñana constituye el humedal más extenso de la Península Ibérica y uno de los complejos fluvio-litorales de mayor valor ecológico de Europa. Muchos de los ecosistemas de Doñana dependen de las aguas subterráneas, que se encuentran a muy poca profundidad. El acuífero también alimenta una gran cantidad de lagunas estacionales y permanentes y los principales arroyos de la zona. Desde finales de los años 70 se realiza una importante explotación de las aguas de este acuífero para el regadío agrícola, sobre todo en el sur de Villamanrique de la Condesa y en el entorno del Rocío (Figura 1), con un volumen extraído que puede ser próximo a 90 hm³/año (Custodio et al., 2008). También desde finales de los 70 se extraen unos 2,5 – 3 hm³/año para el abastecimiento del núcleo turístico de Matalascañas, concentrados en los meses de verano. Existen numerosas evidencias que ponen de manifiesto que los descensos piezométricos debido a los bombeos están produciendo en Doñana cambios en la vegetación, desecación o disminución de los niveles de agua en lagunas próximas a Matalascañas, disminución de los aportes a arroyos, etc. (i.e. Serrano y Serrano, 1996; Muñoz Reinoso, 2001; Serrano et al., 2008; Custodio et al., 2009; Manzano et al., 2009).

En el acuífero Almonte-Marismas existen dos regiones bien diferenciadas, aunque con continuidad hidráulica lateral: 1) Un acuífero libre constituido por las unidades deltaica, eólica y aluvial (Figura 1), formado básicamente por un nivel profundo de gravas y arenas que está cubierto por un nivel superior de menor transmisividad, actuando como acuitardo y 2) un acuífero confinado bajo los sedimentos arcillosos recientes de la unidad de marismas. En condiciones naturales, el contacto entre las dos regiones forman una zona de descarga del agua subterránea hacia la marisma, constituyendo un importante ecotono en el Parque Nacional.



Figura 2: Evolución de las precipitaciones mensuales y acumuladas en la estación meteorológica Palacio de Doñana durante el periodo 1979 a 2012.

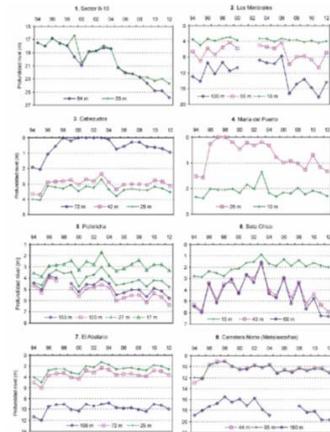


Figura 4: Evolución de los niveles en algunos piezómetros múltiples.
*En cada gráfico se indica la profundidad de ranuración

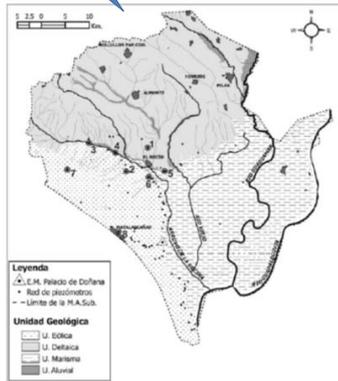


Figura 1: Mapa del Acuífero Almonte-Marismas o Acuífero de Doñana (M.A.Sub. 05.51). Se indica la red de piezómetros de la C.H.G. y la Estación Meteorológica (E.M.).

* Los números del 1 al 8 indican los puntos de control en los que se ha representado la evolución de nivel en piezómetros múltiples (abiertos a diferentes profundidades) de la figura 4

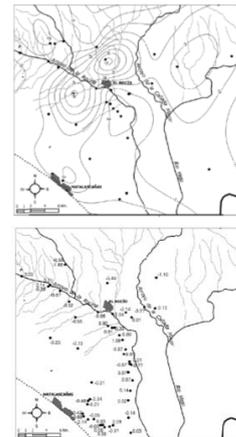


Figura 3: Media de los isodensos en los piezómetros profundos (A) y someros (B) entre los años 97/98 y 10/11, y 98/99 y 11/12.

*En la figura B, valores positivos indican ascensos del nivel

En los *Mirbrales*, situado en una de las zonas de explotación al S del Rocío, se observan importantes descensos, sobre todo a partir de 2007, en los piezómetros profundos. En la zona denominada Sector II-ID, al N del Rocío, la tendencia al descenso es intensa, tanto en el piezómetro superficial como en el profundo. En *Cabudaya* y *Marta del Puerto*, en las proximidades del Arroyo de La Rocina, hasta el 2004 algunos piezómetros fueron surgentes. En los últimos años, por el contrario, los niveles han descendido a pesar de ser un período húmedo y los sondajes han dejado de ser surgentes. En algunas zonas de la interior del Parque, debido a la explotación del acuífero (reflejada en los dientes de sierra que expresan la evolución de los niveles profundos) se ha producido una INVERSIÓN DEL GRADIENTE, y estas zonas han pasado a ser de recarga en lugar de descarga.

REFERENCIAS:
 - Custodio, E., Manzano, M., Montes, C. (2008). Perspectiva general del papel y gestión de las aguas subterráneas en el área de Doñana, Suroeste de España. *Boletín Geológico y Minero* 115: 81-92.
 - Custodio, E., Manzano, M., Montes, C. (2009). Las aguas subterráneas en Doñana: Aspectos ecológicos y sociales. Ed. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 243 p.
 - Manzano, M., Custodio, E., Higuera, R., Ruiz, R., Soto, A. (2009). Influence of aquifer management on the wetlands of the Doñana eolian marls. *Boletín Geológico y Minero* 120: 377-392.
 - Muñoz Reinoso, J.C. (2001). Vegetation changes and groundwater abstraction in SE Doñana, Spain. *Journal of Hydrology* 242: 297-309.
 - Serrano, L., Serrano, L. (1996). Influence of groundwater exploitation for urban supply on temporary ponds from the Doñana National Park (SW Spain). *Journal of Environment Management* 46: 229-238.
 - Serrano, L., Equihua-Segura, M.B., Zambrano, M. (2003). Hydrologic and vegetation changes over a 16-year period in the Doñana N.P. (SW Spain). *Limnética* 27: 65-78.

CONCLUSIONES: La base de datos puesta a disposición pública por la CHG es de difícil interpretación en una primera instancia (dada la variabilidad en las precipitaciones, medidas erróneas, diferentes profundidades de los piezómetros, un único datos anual, etc.). Para poder interpretar correctamente el funcionamiento hidrogeológico, se ha realizado el filtrado previo de los datos, la eliminación de estas medidas erróneas y la clasificación de los piezómetros en función de su profundidad. Tras esto, se ha podido realizar un análisis de la evolución piezométrica en esta M.A.Sub.
 Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que en los piezómetros profundos (> 25 m) los mayores descensos entre los años mencionados se han producido al norte del Rocío y al sur del arroyo de la Rocina (> 6 m). En el interior del Parque Nacional, los mayores descensos se observan en el arroyo de La Rocina y la zona norte de Matalascañas (> 2 m). En muchas otras zonas, los descensos se sitúan entre 0 y 2 m. No obstante, hay que señalar que los descensos desde el inicio de la explotación del acuífero (finales de los años 70) deben ser superiores. Por lo que respecta a los piezómetros superficiales (< 25 m), la distribución espacial de los descensos es más compleja. Se han detectado descensos de más de 4 m en algunos sectores de explotación, si bien en general los descensos son inferiores a 1 m, lo cual no significa que estos descensos no afecten a ecosistemas dependientes (e.g. las lagunas temporales de los mantos eólicos o zonas con vegetación freatofítica), muy sensibles a pequeñas variaciones en el nivel de las aguas subterráneas.

Nº12. PROCESOS EDAFOGENÉTICOS EN EL MANTO EÓLICO LITORAL DEL ABALARIO-DOÑANA (HUELVA, SW DE ESPAÑA): LA LAGUNA DE COLÓN

Recio, José Manuel¹; Borja, César²; Díaz del Olmo, Fernando²; Borja, Francisco³; Cámara, Rafael²; Lama, Alvaro⁴

1 Dpto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14071-Córdoba. 2 Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004- Sevilla España. 3 Área de Geografía Física. Depto. De Historia II y Geografía. Universidad de Huelva. Campus del Carmen. 27001-Huelva. 4 Dpto. de Ciencias Sociales. CES Cardenal Spinola CEU.

La laguna de Colón situada en el Manto Eólico Litoral de Doñana, constituye un pequeño y reciente humedal elegido como modelo para profundizar en las relaciones que este tipo de ecosistemas mantienen con los actuales procesos de alteración y edafogénesis que de manera incipiente acontece sobre estas arenas dunares, así como con la distribución de la vegetación existente. Para ello se ha estudiado morfológica, mineralógica y físico-químicamente una catena de tres perfiles de suelos que vienen a representar las distintas situaciones naturales que concurren: un ambiente dunar que da frente al humedal (perfil COLON-1), otro por la cubeta alta ocupada tan solo en años de alta pluviometría (COLON-2), y lo que ocurre en los fondos de la actual laguna (cubeta baja, COLON-3). En las arenas propiamente dunares, se desarrolla un suelo muy reciente con características de Arenosol dístrito-háplico, de color pardo oliva y espesor de unos 50 cm, que evoluciona en la cubeta alta hacia un Arenosol húmico-háplico más grisáceo, de unos 80 cm de desarrollo, y posteriormente hacia un perfil algo más evolucionado de cromas oscuros y negros en la cubeta baja con morfología de Arenosol crómico-gleíco (FAO, 1988). La textura que conforman las arenas dunares son de tamaño medio, pasando a ser finas y muy finas en la base de la catena; la proporción de finos (limos y arcillas) evoluciona desde valores del 0.5% en la zona somital hasta el 17% en el perfil COLON-3. La materia orgánica (MO) alcanza máximos niveles en el fondo de la cubeta alta (4%), así como los de salinidad (en la cubeta baja), donde se dá también la máxima acidez (5.0). De manera opuesta se comportan los niveles de ilmenita y de la susceptibilidad magnética, ambos indicativos de la mayor alteración mineralógica que acontece a medida que descendemos en la catena de suelos analizada. De la misma forma la leve presencia de un interestratificado a 12-14 A en los finos de las arenas dunares, y la ausencia de esmectitas en los horizontes más hidromorfos, denota una incipiente alteración que evoluciona a lo largo de la catena hacia un proceso claro de vermiculitización al amparo de la acidez y materia orgánica presente. Esta evolución mineralógica y textural se ve reflejada en los valores de permeabilidad, que varían desde muy rápidos (148 cm/h) en las arenas dunares, a moderadamente rápidos (6 cm/h) en la cubeta baja lagunar. La porosidad presenta unos mismos valores, pero evolucionando desde diseños de grandes poros interconectados hacia otros mas pequeños y desorganizados. La distribución de la vegetación a base helechos (*Pteridium aquilina*) en la zona de descarga, de gramíneas (*Agrostis estonolífera*) y juncales (*Scirpus holoschoenus*) en los niveles de mayor proximidad superficial del acuífero en su cubeta baja, y la de pies de *Pinus pinea*, *Quercus suber* y *Pistacea lentiscus* en la zona somital, vendría a coincidir con la evolución edáfica anteriormente descrita. Un ejemplar de fresno (*Fraxinus excelsior*) denotaría la presencia casi permanente de una circulación de agua subsuperficial. En base a todo ello podríamos establecer que la migración, lavado o "sand wash" de los finos generados por edafogénesis a lo largo de la pendiente, sería el factor decisivo que establecería no solo un comportamiento diferencial en la circulación del agua intersticial y ralentización del mismo, si no también la formación y evolución del actual humedal de la laguna de Colón. Este mismo modelo podría ser trasladado a otras situaciones mucho más antiguas y evolucionadas existentes en el manto arenoso de Doñana, tales como la laguna de Navazo del Toro.

Día 6 de febrero

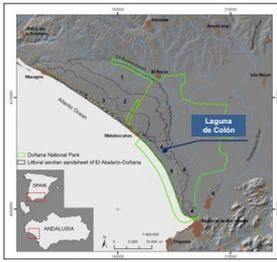
PROCESOS EDAFOGÉNÉTICOS EN EL MANTO EÓLICO LITORAL DE EL ABALARIO-DOÑANA (HUELVA, SW ESPAÑA): LA LAGUNA DE COLÓN

J.M. RECIO (1); C. BORJA (2); F. DÍAZ DEL OLMO (2); F. BORJA (3); R. CÁMARA (2) y A. LAMA (4)

(1) Departamento de Ecología y Fisiología Animal. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. Casa 3. 14071-Córdoba. by.treesi@uco.es
 (2) Departamento de Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004-Sevilla. cesarborja@us.es; delolmo@us.es; rcamara@us.es
 (3) Área de Geografía Física. Departamento Historia II. Universidad de Huelva. Avda. de las Fuerzas Armadas s/n. 21007-Huelva. fborja@uhu.es
 (4) Departamento de Ciencias Sociales. Fundación San Pablo Andalucía CEU. Avda. Maimónides s/n. 41930 Bormujos-Sevilla. alama@ceuandalucia.com



ÁREA DE ESTUDIO



INTRODUCCIÓN

La laguna de Colón (o del Fresno) situada en el Manto Eólico Litoral de El Abalario-Doñana, constituye un pequeño humedal de cronología reciente, en el que se analizan las relaciones que este tipo de ecosistemas mantienen con los actuales procesos de alteración y edafogénesis que de manera incipiente se manifiestan sobre las arenas dunares, por un lado, y con las formaciones vegetales, por otro.

En el presente trabajo se estudia desde el punto de vista morfológico, mineralógico y físico-químico una catena compuesta por tres perfiles de suelos ubicados en el sistema duna-laguna. El primero de ellos se localiza en la zona de cresta de una duna transversal correspondiente al Manto de Dunas Semiactivas (Borja, F. y Díaz del Olmo, 1994) en el contacto con la laguna de Colón y denominado como perfil COL-1. Los otros dos se ubican dentro de la laguna, más concretamente, el denominado COL-2 se sitúa en el sector de la cubeta alta próxima a una duna, mientras que COL-3 se localiza en el fondo de cubeta baja.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo se cifra en caracterizar la génesis y evolución de la catena de suelos presente en la laguna de Colón, así como en evidenciar la relación existente entre los procesos edafogénéticos actuales y la génesis y dinámica hidromorfológica del humedal. Para ello se analizan a detalle tres perfiles edáficos ubicados en diferentes ámbitos del humedal.



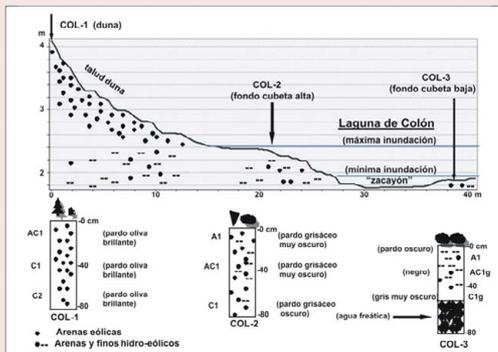
MATERIAL Y MÉTODOS

Se lleva a cabo en el presente trabajo un análisis detallado de la catena de suelos presentes en la laguna de Colón a partir de la apertura, descripción detallada en campo FAO (1977) y muestreo selectivo de los diferentes niveles identificados, de tres perfiles edáficos ubicados en diferentes ámbitos de la laguna y el talud perlaguna. El análisis de laboratorio de las muestras obtenidas ha consistido en la determinación de color (Munsell Color 1990), pH en agua (Duchaufour, 1975), salinidad (USDA, 1973), materia orgánica por calcinación, distribución de partículas (Soil Survey England and Wales, 1982), susceptibilidad magnética (Dearing, 1999); conductividad hidráulica, porosidad, densidad aparente y real (M.A.P.A., 1986); análisis de difracción de rayos X y cuantificación semicuantitativa de arcillas por Brindley and Brown (1980) y Montealegre (1976); mineralogía de arenas por Parfenoff y Pomeroy (1970). Finalmente se han identificado los suelos muestreados utilizando la Soil clasificación por FAO-Unesco (1988).

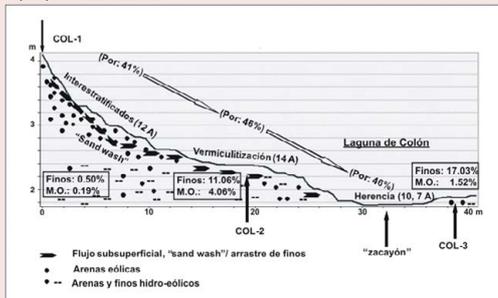
Se ha llevado a cabo, del mismo modo, un levantamiento altimétrico de detalle mediante GPS de alta precisión (modelo TOPCON Hiper GD/GPS 11) de la laguna y el entorno perlaguna próximo de cara a contar con una morfotografía de detalle georeferenciada que permita correlacionar los diferentes niveles identificados. Se ha realizado, del mismo modo, un seguimiento continuado (cada 15 días) de la dinámica hídrica del humedal a partir de la medida de la extensión de la lámina de agua en superficie y del espesor de la columna de agua, de los niveles de aguas subterráneas mediante la apertura de casca manuales, así como, del nivel de agua subterránea (acuífero regional) a partir de la lectura un piezómetro profundo ubicado en el borde de la laguna (Borja, C., 2011), que ha permitido caracterizar la dinámica hídrica del humedal objeto de estudio. Finalmente se han identificado y caracterizado las formaciones vegetales presentes en el ámbito de estudio.

RESULTADOS

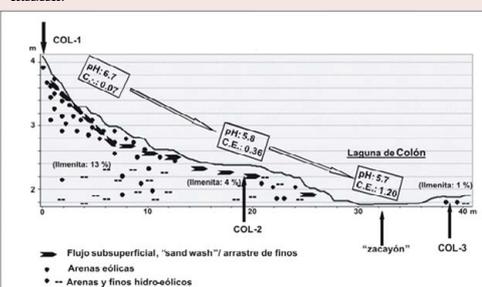
Localización y principales rasgos de los perfiles edáficos de la catena de la laguna de Colón.



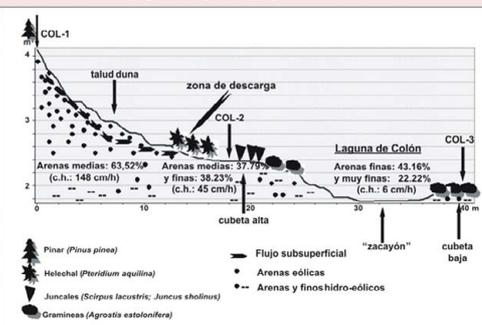
Sand wash y génesis de arcillas. Gradiente de porosidad (Por), contenido en finos y materia orgánica (M.O.) en la catena estudiada.



Variación del pH, conductividad eléctrica (C.E.) y presencia del mineral ilmenita en los suelos estudiados.



Esquema de la vegetación en la laguna de Colón. Población de arenas, valores medios de conductividad hidráulica y régimen de flujo edáfico y superficial.



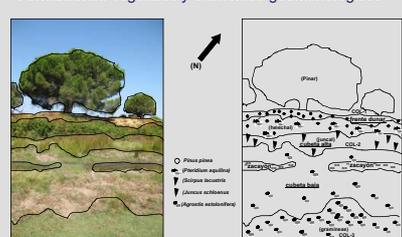
Catena de suelos de la laguna de Colón



Perfiles edáficos



Formaciones vegetales y elementos geomorfológicos



Profile/Sample	Horizon	Colour (d/s)	Colour (wet)	pH (H2O)	E.C. (mS/cm)	CO3 ⁻ (%)	Wet. (%)	O.M. (%)	2-1 (%)	1-0.5 (%)	0.5-0.25 (%)	0.25-0.125 (%)	0.125-0.063 (%)	Sands (%)	Silt-Clay (%)	Sm (%)	V (%)	I (%)	K (%)	Ilmenite (%)	H.C. (cc/hour)	Mag. Sus. x 10.9	dapr. g/cm ³	dreal. g/cm ³	Poros. (%)			
Haplic dystric Arenosol																												
COL-I (0-25)	AC1	10YR 7/4	2.5Y 5/6	7.1	0.08	0	0.03	0.19	0.00	0.20	58.38	38.54	2.86	99.00	1.00					(interestratificado 14-10A)	14.11	(común)	189.4	(very fast)	128	1.62	2.7	40
COL-I (25-55)	C1	10YR 7/4	2.5Y 5/6	6.6	0.06	0	0.04	0.19	0.00	1.98	68.45	37.03	2.09	99.75	0.25	0	0	69	31	10.05	(frecuente)	117	(very fast)	116	1.63	2.81	42	
COL-I (55-70)	C2	10YR 7/4	2.5Y 5/6	6.4	0.07	0	0.04	0.19	0.00	0.81	63.73	33.29	2.14	99.75	0.25					(interestratificado 14-10A)	15.89	(común)	140.3	(very fast)	120	1.61	2.79	42
Haplic humic Arenosol																												
COL-II (0-20)	A1	(abigarrado)	10YR 3/2	5.3	0.74	0	0.79	4.06	0.16	4.75	45.80	38.78	10.40	88.55	11.45	0	13	46	41	8.5	(frecuente)	72.6	(very fast)	104	1.26	2.43	48	
COL-II (25-50)	AC1	10YR 6/2	10YR 3/2	6.0	0.23	0	0.44	1.73	0.47	8.33	32.97	40.72	17.49	87.30	12.70	0	5	67	28	1.43	(ocasional)	64	(very fast)	68	1.32	2.63	50	
COL-II (50-80)	C1	10YR 7/1	10YR 4/2	6.3	0.12	0	0.11	0.43	0.89	11.71	34.46	35.19	17.73	90.95	9.05	0	0	86	14	2.8	(fast)	44	1.54	2.63	41			
Gleye chromic Arenosol																												
COL-III (0-20)	A1	10YR 6/3	10YR 3/3	6.4	0.63	0	0.70	1.52	0.75	6.66	25.91	42.22	24.33	79.50	20.50	0	0	75	25	2.99	(ocasional)	7.24	(moderate fast)	60	1.34	2.56	48	
COL-III (20-30)	AC1a	10YR 4/1	10YR 2/1	5.6	1.72	0	0.50	1.24	0.62	6.26	25.87	42.85	24.37	80.20	19.8	0	0	74	26	0.83	(ram)	4.78	(moderate)	52	1.39	2.56	46	
COL-III (30-55)	Clg	10YR 6/1	10YR 3/1	5.1	1.26	0	0.11	0.52	1.08	7.22	29.40	44.31	17.97	89.20	10.8	0	0	93	7	0.51	(ram)	8	(moderate fast)	36	1.57	2.77	43	
									0.81	6.71	27.06	43.16	22.22	82.97	17.03													

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

En las arenas propiamente dunares, se desarrolla un suelo muy reciente con características de Arenosol déstrico-háplico, de color pardo olivo y espesor de unos 50 cm, que evoluciona en la cubeta alta hacia un Arenosol húmico-háplico más grisáceo, de unos 80 cm de desarrollo, y posteriormente hacia un perfil algo más evolucionado de cromas oscuras y negras en la cubeta baja con morfología de Arenosol crómico-gleyico (FAO, 1988). La textura que conforman las arenas dunares son de tamaño medio, pasando a ser finas y muy finas en la base de la catena; la proporción de finos (limos y arcillas) evoluciona desde valores del 0,5% en la zona somital hasta el 17% en el perfil COL-3.

La materia orgánica (MO) alcanza máximos niveles en el fondo de la cubeta alta (4%), así como los de salinidad (en la cubeta baja), donde se da también la máxima acidez (5.0). De manera opuesta se comportan los niveles de ilmenita y de la susceptibilidad magnética, ambos indicativos de la mayor alteración mineralógica que acontece a medida que descendemos en la catena de suelos analizada. De la misma forma la leve presencia de un interestratificado a 12-14 A en los finos de las arenas dunares, y la ausencia de esmectitas en los horizontes más hidromorfos, denota una incipiente alteración que evoluciona a lo largo de la catena hacia un proceso claro de vermiculización al amparo de la acidez y la materia orgánica presente.

Esta evolución mineralógica y textural se ve reflejada en los valores de permeabilidad, que varían desde muy rápidos (148 cm/h) en las arenas dunares, a moderadamente rápidos (6 cm/h) en la cubeta baja laguna. La porosidad presenta unos mismos valores, pero evolucionando desde diseños de grandes poros interconectados hacia otros más pequeños y desorganizados. La distribución de la vegetación a base helechos (*Pteridium aquilina*) en la zona de descarga, de gramíneas (*Agrostis estolonifera*) y juncales (*Scirpus holoschoenus*) en los niveles de mayor proximidad superficial del acuífero en su cubeta baja, y a la pie de *Pinus pinea*, *Quercus suber* y *Pistacia lentiscus* en la zona somital, vendría a coincidir con la evolución edáfica anteriormente descrita. Un ejemplar de feno (*Fraxinus excelsior*) denotaría la presencia casi permanente de una circulación de agua subsuperficial.

En base a todo ello podríamos establecer que la migración, lavado o "sand wash" de los finos generados por edafogénesis a lo largo de la pendiente, sería el factor decisivo que establecería, no solo un comportamiento diferencial en la circulación del agua intersticial y la ralentización de la misma, sino también la formación y evolución del actual humedal de la laguna de Colón. Este mismo modelo podría ser trasladado a otras situaciones mucho más antiguas y evolucionadas existentes en el manto arenoso de Doñana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borja, C. (2011). *Lagunas de Doñana (Huelva): génesis, dinámica y modelos hidromorfológicos*. Tesis Doctoral. Sevilla. Inédito. 531 págs.
 - Borja, F. y Díaz del Olmo, F. (1996). "Manto eólico litoral (MEL) de El Abalario (Huelva-España): edafos morfogenéticos posteriores al 22.000 BP". En: *Dinámica y evolución de Medios Costeros*. A. Pérez Alberti, P. Martín, W. Chesworth y A. Martínez Cortizas (Eds.). Junta de Galicia. Santiago de Compostela, pp. 375-390.
 - Brindley, G.W. y Brown, G. (1980). *Crystal structure of clay minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, London.
 - Dearing, J.A. (1999). *Environmental magnetic susceptibility: using the Bartington MS2 system*. 2nd. Ed. Ch. Publ. Kenilworth, United Kingdom.
 - FAO (1977). *Guía para la descripción de perfiles de suelos*. 2ª ed. Roma. 70 pp.
 - FAO-Unesco (1988). *Soil maps of the World*. World Soil Resources Report 60. Roma. 113 pp.
 - M.A.P.A. (1988). *Métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. Public. Secretaría General Técnica. Madrid.
 - Montealegre L. (1976). *Mineralogía de sedimentos y suelos de la depresión del Guadalquivir*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada (España).
 - Munsell Color (1990). *Munsell soil color charts*. Koll Munsell Instrument Corporation, Maryland (EE.UU.).
 - Parfenoff, A. y Pomeroy, Ch. (1970). *Los minerales en granos. Methodes d'étude et détermination*. Masson et Cie. Paris. 550 pp.
 - Soil Survey England and Wales (1982). *Soil Survey laboratory methods*. Technical monographs nº 6. Harpenden (England). 83 pp.
 - USDA (1973). *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*. Edt. Limusa. México. 172 pp.

AGRADECIMIENTOS

Proyectos de Investigación OAPN 036/2018 y HAR 2011-23738.

Nº13. RED DE NIVELACIÓN DE LA MARISMA DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA. INFRAESTRUCTURA DE APOYO PARA SEGUIMIENTO EVOLUTIVO MICRO-TOPOGRÁFICO DE SU LECHO.

Robredo Sánchez, José Carlos; Mintegui Aguirre, Juan Ángel; García Viñas, Juan Ignacio; Huelin Rueda, Pablo; Gonzalo Aranoa, Carlos de; Elorrieta Jove, José

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid

La apreciación, a principios de los años 90 del pasado siglo, de modificaciones aceleradas en el micro-relieve de los elementos característicos de la marisma del Parque Nacional de Doñana, llevó a plantear en 1995 a los técnicos responsables de la gestión del Parque Nacional, la ejecución de un proyecto de análisis de la dinámica sedimentaria de este espacio protegido. En dicho proyecto se planificó realizar unos trabajos topográficos de precisión, que mostrasen con detalle el relieve de los elementos característicos de la marisma, lucios y caños, y sirviera de punto de partida para la realización de un seguimiento posterior de los procesos de sedimentación-erosión, debidos a efectos tanto externos como endógenos. Para tales trabajos se diseñó una red de puntos de apoyo, materializados por unos hitos-fenos topográficos anclados en el terreno, entre los que se realizó una nivelación geométrica, que se prolongó posteriormente para unir los citados elementos entre sí, a fin de dar cota absoluta, con precisión, a un elevado número de puntos de la marisma, distribuidos estratégicamente por ella. La red cubre actualmente la marisma con sus 215 km de nivelación, precisando la micro-topografía de sus elementos característicos y su posicionamiento dentro del conjunto. Sobre los citados hitos-fenos, así como sobre las escalas para las lecturas del nivel de inundación que existían en la marisma del Parque Nacional, se realizó un seguimiento del nivel del terreno, controlando anualmente la lectura de aterramiento en dichos elementos. Estas medidas han permitido monitorizar los procesos de erosión-sedimentación a lo largo de la superficie de la marisma, disponiendo de una serie histórica de medidas de 19 años (1995 – 2013). Posteriormente (2008) sobre dicha red se han realizado lecturas de posición mediante GPS Diferencial, lo que ha permitido elaborar un mapa detallado de la ondulación del geoide en el área de la marisma. Este mapa permite trabajar a futuro con tecnología DGPS, para realizar levantamientos topográficos con precisión, que, aunque no alcance el detalle milimétrico obtenido en la nivelación geométrica de la red, permite un seguimiento de los cambios morfológicos de manera más cómoda y rápida.

Día 6 de febrero

Nº14. CARACTERIZACIÓN GEOBOTÁNICA DEL SABINAR DE MARQUÉS. RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA: FACTORES GEOEDÁFICOS Y TERMO-HIGROMÉTRICOS

Cámara Artigas, Rafael¹; Díaz del Olmo, Fernando¹; Borja Barrera, César¹; Recio Espejo, José Manuel²; Salvá Catarineu, Montserrat³; Salvador Franch, Ferran³

1 Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004- Sevilla España. cesarborja@us.es, delolmo@us.es, rcamara@us.es. 2 Dpto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14071-Córdoba. bv1reesj@uco.es. 3 Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. Universitat de Barcelona. salva@ub.edu, fsalvador@ub.edu.

El sabinar del Marques es la unidad de bosque de sabino más representativa por su conservación y continuidad en la Reserva Biológica de Doñana, con constancia de los fotogramas aéreos de 1956. Se ha realizado un transecto transversal de la formación dunar para su caracterización geobotánica, levantando 11 parcelas (0,11 has) en una muestra de dicho sabinar según el método MIFC (Cámara y Díaz del Olmo, 2013). Se practican cinco perfiles de suelos hasta 2.50-2.80 m de profundidad y se lleva a cabo un análisis comparativo de los caracteres bioclimáticos en base a los datos de temperatura y precipitación de la Estación del Palacio de Doñana, a partir de medidores de la temperatura del aire (HOBO U23-001 de Temp/Hum. Relativa para Intemperie); así como su repercusión diaria en los perfiles de los suelos a -10 y -50 cm de profundidad (HOBO U12-006 de 4 Canales Externos, Vegetronix - Humedad Suelo VH400, y TMC6-HD Sensor). En la caracterización geobotánica del sabinar se resaltan dos grupos de factores ecológicos. El primero de carácter edáfico está definido por el comportamiento de cuatro variables: alta conductividad hidráulica, ausencia de dinámica hídrica subsuperficial, mantenimiento de valores elevados de humedad y comportamiento estable térmico con valores máximos y mínimos próximos a la media. De otra parte, el grupo de factores geomorfológicos identifica dos situaciones del modelado dunar, con diferente respuesta en la estructura horizontal y vertical de la vegetación del sabinar: cubetas dunares con sabinar (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman) y crestas y dorsos dunares con formaciones arbustivas abiertas de sabinar con cistáceas (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman, *Cistus libanotis* L., *Halimium halimifolium* (L.) Willk. in Willk.).

Día 6 de febrero

CARACTERIZACIÓN GEBOTÁNICA DEL SABINAR DE EL MARQUÉS. RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA: FACTORES GEOEDÁFICOS Y TERMO-HIGROMÉTRICOS

R. CAMARA ARTIGAS (1); F. DÍAZ DEL OLMO (1); C. BORJA (1); J.M. RECIO (2); M. SALVA (3) Y F. SALVADOR (3)

(1) Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. rcamara@us.es, delolmo@us.es, cesarborja@us.es
 (2) Dpto. Ecología y Botánica, Universidad de Sevilla. fdiolmo@us.es, jmrrecio@us.es, msalva@us.es
 (3) Dpt. de Geografía Física i Anàlisi Geogràfica Regional, Universitat de Barcelona. salva@ub.edu, fsalvador@ub.edu

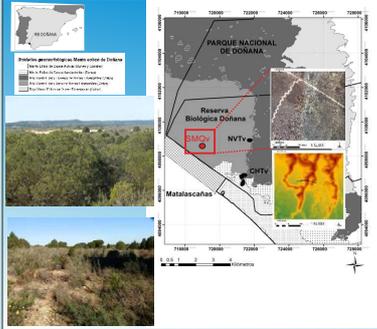


ÁREA DE ESTUDIO

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

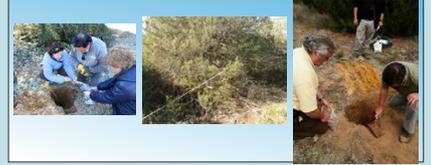
MATERIAL Y MÉTODOS



El sabinar del Marqués es la unidad de bosque de sabinos más representativa por su conservación y continuidad en la Reserva Biológica de Doñana, con constancia de los fotogramas aéreos de 1956. En la caracterización geobotánica del sabinar se resaltan dos grupos de factores ecológicos. El primero de carácter edáfico está definido por el comportamiento de cuatro variables: alta conductividad hidráulica, ausencia de dinámica hídrica subsuperficial, mantenimiento de valores elevados de humedad y comportamiento estable térmico con valores máximos y mínimos próximos a la media. De otra parte, el grupo de factores geomorfológicos identifica dos situaciones del modelado dunar, con diferente respuesta en la estructura horizontal y vertical de la vegetación del sabinar: depresiones y dorsos dunares con sabinar (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman) y crestas y dorsos dunares con formaciones arbustivas abiertas de sabinar con cistáceas (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman, *Cistus libanotis* L., *Halimium halimifolium* (L.) Willk. in Willk.).

- Determinar en el modelo de vegetación a nivel de transecto la importancia de los factores geoedáficos y termo-higrométricos del sabinar de El Marqués.
 - Caracterizar la distribución de la vegetación en un transecto de 550 m. Con sus posiciones geomorfológicas y geoedáficas del AMES
 - Determinación del comportamiento geoedáfico de la conductividad hidráulica.
 - Análisis comparado termo-higrométrico del suelo a -5 y -50 cm y del aire mediante HOBOS a nivel de transecto, con los datos de la estación termoplüviométrica de la EBD

Se ha realizado un transecto transversal de la formación dunar para su caracterización geobotánica, levantando 11 parcelas (0,11 has) en una muestra de dicho sabinar según el método MIFC (Gámaro y Díaz del Olmo, 2013). Se practican cinco perfiles de suelos hasta 2,50-2,80 m de profundidad y se lleva a cabo un análisis comparativo de los caracteres bioclimáticos en base a los datos de temperatura y precipitación de la Estación del Palacio de Doñana, a partir de medidores de la temperatura del aire (HOBO U23-001 de Temp/Hum. Relativa para Intemperie); así como su repercusión diaria en los perfiles de los suelos a -10 y -50 cm de profundidad (HOBO U12-006 de 4 Canales Externos, Vegetronix - Humedad Suelo VH400, y TMC6-HD Sensor).



RESULTADOS

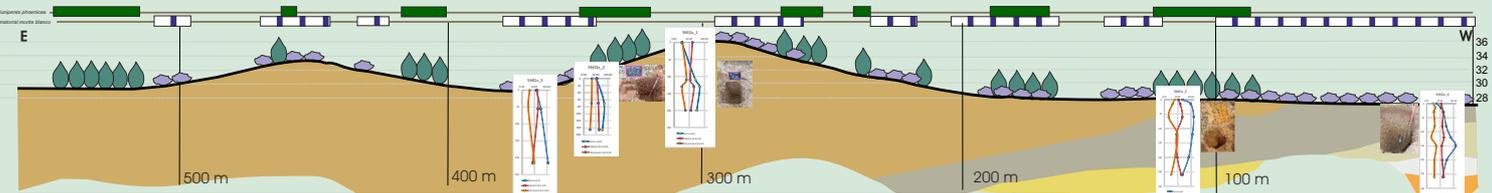


Figura 1. Esquema geomorfológico del transecto, con perfiles en los que se muestra la variación textural y la conductividad hidráulica, así como los diagramas de cobertura de las parcelas de vegetación

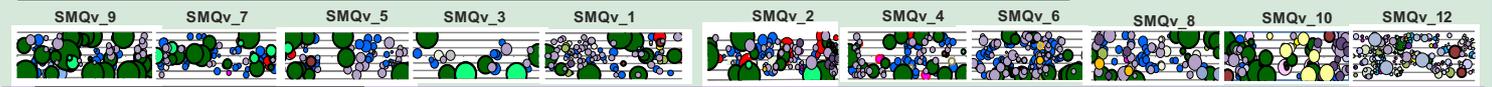


Figura 2. Variación de la cobertura arbustiva en el transecto

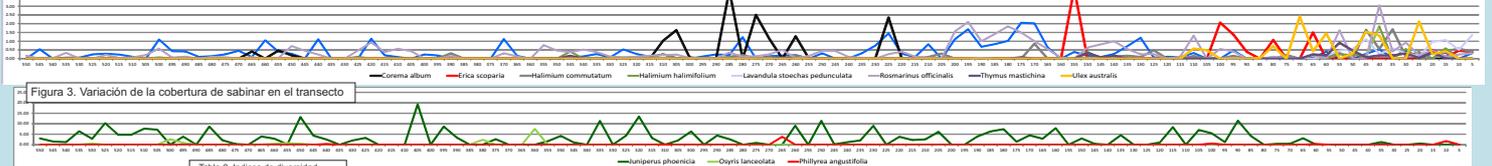


Figura 3. Variación de la cobertura de sabinar en el transecto

Tabla 1. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies de fanerófitos y caméfitos inventariados.

especie	IVI
Cistus libanotis	3,327
Cistus ladanifer	3,327
Cistus albidus	4,570
Erica scoparia	1,643
Juniperus phoenicea	2,324
Halimium complanatum	7,603
Halimium halimifolium	2,522
Medicago lupulina	1,431
Lavandula stoechas pedunculata	38,553
Rosmarinus officinalis	1,582
Thymus mastichina	1,001
Ulex australis	3,327
Ulex europaeus	3,327
Phillyrea angustifolia	2,297
Phillyrea latifolia	0,616
Rhamnus alaternus	0,449
Rhamnus alba	0,449
Rhamnus fruticosus	0,449
Thymus mastichina	1,297
Ulex australis	1,297

Tabla 2. Índices de diversidad alta del transecto

especie	IVI
Cistus libanotis	3,327
Cistus ladanifer	3,327
Cistus albidus	4,570
Erica scoparia	1,643
Juniperus phoenicea	2,324
Halimium complanatum	7,603
Halimium halimifolium	2,522
Medicago lupulina	1,431
Lavandula stoechas pedunculata	38,553
Rosmarinus officinalis	1,582
Thymus mastichina	1,001
Ulex australis	3,327
Ulex europaeus	3,327
Phillyrea angustifolia	2,297
Phillyrea latifolia	0,616
Rhamnus alaternus	0,449
Rhamnus alba	0,449
Rhamnus fruticosus	0,449
Thymus mastichina	1,297
Ulex australis	1,297

Figura 4. Clasificación de la vegetación del Año Muerto Eólico Seco con Imagen Komposar 2009

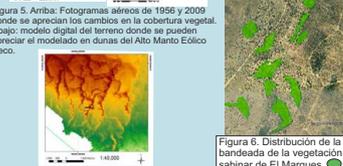


Figura 5. Arriba: Fotogramas aéreos de 1956 y 2009 donde se aprecian los cambios en la cobertura vegetal. Abajo: modelo digital del terreno donde se pueden apreciar el modelado en dunas del Alto Manto Eólico Seco.

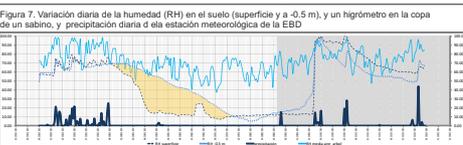


Figura 7. Variación diaria de la humedad (RH) en el suelo (superficie y a -0.5 m), y un higrometro en la copa de un sabinar, y precipitación diaria de la estación meteorológica de la EBD



Figura 8. Diagrama ombrotermico con datos termoplüviométricos mensuales de la EBD

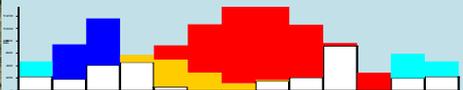


Figura 9. Balance hídrico del suelo según el método de Thornthwaite (López, 1986)



Figura 10. Balance bioclimático según el método de Montero de Burgos y González Rebolter (1974), modificado por Cámara (2004)



Figura 11. Variación diaria de las temperaturas máximas del suelo (superficie, -0.5 m), aire y copa del árbol



Figura 12. Variación diaria de las temperaturas mínimas del suelo (superficie, -0.5 m), aire y copa del árbol

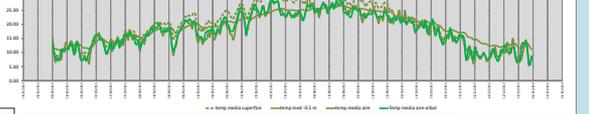


Figura 13. Variación diaria de las temperaturas medias del suelo (superficie, -0.5 m), aire y copa del árbol

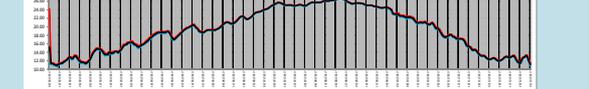


Figura 14. Variación diaria de las temperaturas medias, mínimas y máximas del suelo (superficie, -0.5 m)

DISCUSION DE RESULTADOS

La vegetación de SBM constituye un remanente de bosque de sabinos (*Juniperus phoenicea turbinata*) del litoral de Doñana, constatación en el fotograma aéreo de 1956 (Figura 5) donde se enmarca entre la superficie deforestada que le rodea. Se trata de una formación mixta, comarcal y abierta de sabinos (*Juniperus phoenicea turbinata*, IV 23.3) y una formación arbustiva (*Rosmarinus officinalis* y *Cistus libanotis*, IV 15 a 16). El conjunto presenta índices de diversidad alta caracterizados por una diversidad media-baja, con un índice de Shannon 2.02 nats (habituales en el dominio mediterráneo), y una dominancia alta (Simpson 0.81) (tabla 2). La distribución de la vegetación en el transecto estudiado (método MIFC, Cámara et al. 2013) muestra una disposición alternante de concentraciones de individuos de sabinos situados en dorsos y depresiones dunares, y de vegetación arbustiva de *Rosmarinus-Cistus libanotis* con sabinos dispersos en crestas. Al W del transecto se ha localizado una formación arbustiva diferenciada de *Halimium halimifolium* y *H. complanatum* con *Ulex australis* (figuras 1, 4 y 6), que se desarrolla sobre una posición geomorfológica de antiguas cubetas sobre un conjunto de dunas arrasadas con *Erica scoparia*. Esta distribución alternante de las cubetas arbustivas y arbustiva configura para esta formación una típica textura de vegetación bandada (banded vegetation), que por sus rasgos podemos concretar en un tipo particular: bandas disímbricas con anchuras diferenciadas (broad banded pattern, Valerín et al., 1999), próxima a una fisonomía de textura labiríntica (labyrinth, Debussche et al., 2006). Desde el punto de vista geomorfológico el transecto diferencia las dos posiciones de crestas-dorsos-depresiones y cubetas en dunas arrasadas. La primera refleja una perfiles con una alta conductividad hidráulica en torno a 100 cmh. Mientras que en la segunda posición disminuye la conductividad hidráulica en profundidad alcanzado los 60 cmh, lo que permite una circulación subsuperficial del dorso de la duna a la cubeta interduar y facilita la colonización del monte negro (*Erica scoparia*) y cuyo tránsito hacia el transecto se resuelve con una formación de monte blanco de *Halimium halimifolium* con *Ulex australis*. El balance hídrico de Thornthwaite (Fig. 9) a partir de los datos mensuales termoplüviométricos del año 2013 (estación EBD), concuerda con los datos analíticos obtenidos con el medidor HOBO U12-006 ubicada en suelo del Sabinar del Marqués (Fig. 7). A nivel diario, la variación de la humedad en los perfiles de suelos a -50 cm de profundidad, muestran el decrecimiento de la humedad edáfica entre abril y junio, correspondiente al periodo de déficit hídrico que se prolonga de abril hasta noviembre. De junio a noviembre tiene lugar la paralización vegetativa (Figura 9), con una interrupción por las precipitaciones del mes de octubre. Los datos térmicos aportados por este sensor a -5 cm, muestran una elevada conductividad en los datos aportados por el sensor del aire HOBO U23-001 (Fig. 11-13), si bien a -50 cm de profundidad, la variación diaria se amortigua, y las máximas y mínimas diarias se aproximan mucho a los valores medios. Estos datos muestran un comportamiento estenotérmico a -50 cm (Figura 14), induciendo una situación muy diferenciada entre el aparato aéreo de las plantas y sus raíces: mientras en el aparato aéreo de las plantas la oscilación térmica anual alcanza de 30°C pudiendo alcanzar la oscilación térmica diaria hasta 8°C, en las raíces la oscilación térmica anual es de 2.6°C y la diaria no supera 0.2°C.

CONCLUSIONES

Los sabinar del Sabinar del Marqués constituye una formación vegetal propia del litoral sobre arenas con un índice de diversidad medio y dominancia alta. El modelo de vegetación bandada del mismo es un rasgo geobotánico del AMES con alternancia de formaciones arbustivas y arbustivas, que responden a cuatro factores mesoclimáticos: 1) la aridez ambiental del manto edáfico (precipitación en torno a los 500 mm con alta ETP); 2) el comportamiento estenotérmico e higrométrico del suelo a partir de -50 cm; 3) la xericidad edáfica representada por la alta conductividad hidráulica del substrato arenoso con valores de 100 cmh, hasta -300 cm; y 4) la alternancia de crestas-dorsos-depresiones del AMES con un gradiente de pendientes en torno a 0.2%.

REFERENCIAS

Cámara Artigas, R. (2004) Estacionamiento bioclimático, regímenes ecodinámicos y formaciones vegetales de la Isla La Española, República Dominicana. En: M. Panareda et al. (Ed.) *Estudios en Biogeografía 2004*. Ed. Aster. Barcelona pp. 38-55
 Cámara Artigas, R.; Díaz del Olmo, F. (2013) Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos. *Rev. Estudios Geográficos*. Vol 74, No 274, pp. 67-88
 Cámara Artigas, R.; Díaz del Olmo, F.; Borja Barrera, C. (2013) Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (MIFC) (II): estudio de los sabinar de la Reserva Biológica de Doñana (RBD) (España) *Rev. Estudios Geográficos*. Vol 74, No 274, pp. 114-114
 Debussche, V.; Barbier, N.; Lagueune, O.; Bogart, J. (2008) The global biogeography of semi-arid periodic vegetation patterns. *Global Ecology and Biogeography*, 17, pp. 715-723
 López Cadenas, F.; Mintegi, J.A. (1986) *Hidrología de superficie*. Fundación del Valle Salazar. ETSI. Madrid
 Montero de Burgos, J.L.; González Rebolter, J.L. (1974) Diagramas bioclimáticos. ICONA. Ministerio de Agricultura. Madrid.
 Valerín, C.; Charbès, J.M.; Poesen, J. (1999) Soil and water components of banded vegetation patterns. *Catena* 37, pp. 1-24

AGRADECIMIENTOS

Proyecto JUNITER CSO2011-24424
 Proyecto GEOCRQ HAR2011-23798

Nº15. CARTOGRAFÍA DE LAS FORMACIONES VEGETALES Y UNIDADES AMBIENTALES DE LOS MANTOS ÉOLICOS DEL PARQUE NACIONAL DOÑANA Y LA RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA

Cámara Artigas, Rafael; Gómez Ponce, Cinta; Díaz del Olmo, Fernando; Borja Barrera, César

Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004- Sevilla España.

Se realiza una cartografía de las formaciones vegetales que se distribuyen sobre los mantos eólicos del Parque Nacional de Doñana. Se han utilizado para la clasificación de la vegetación tres imágenes Komposit-2 que cubren la superficie de los mantos eólicos del Parque Nacional de Doñana, excluyendo las marismas, entre julio de 2007 y mayo de 2008. Se ha determinado el error de la clasificación de la imagen con los módulos SAMPLE y ERRMAT del software Idrisi. En la matriz de confusión se han utilizado con 50 puntos de muestreo aleatorio estratificado en función de las clases identificadas y su peso en la superficie total clasificada y en base a la fotointerpretación de fotografías aéreas (Junta de Andalucía, Escala 1:20.000). A partir de los datos de la matriz se calculan los siguientes índices: Exactitud global (overall accuracy); Exactitud del usuario (user's accuracy); Exactitud de productor (producer's accuracy). El coeficiente Kappa es de 0.76. En las unidades de leyenda identificada se diferencian entre los elementos geomorfológicos y del medio físico y los vegetales. Los del medio físico están vinculados a las láminas de agua estacionales en humedales, y arenas vinculadas a unidades geomorfológicas como playas, dunas activas, dunas semiestables, BME, AMEh, y AMEs, que dan señales diferenciadas al ser clasificadas a partir de sus trainnig sites. Entre los elementos de formaciones vegetales diferenciamos entre herbazales, matorrales y bosques. Las formaciones principales de herbazales están ligadas a las presentes en las cubetas bajas y medias de los humedales intradunares, y a la vegetación psammófila, así como las ciperáceas y helechares de las orlas de estos humedales o relacionados con los corrales de Doñana. Entre los matorrales el monte negro con brezales dominantes (brezal higrófilo, vinculado a humedales funcionales estacionales, y brezal xérico, en cubetas interdunares con humedad subsuperficial y sin encharcamiento estacional y monte blanco con cistáceas dominantes). Entre las formaciones arbóreas destacar la presencia de pinares, muchos de ellos de recolonización forestal, y el sabinar, formación abierta o semicerradas autóctonas del litoral de Doñana. Quedan pequeñas áreas y sectores con cultivos de eucaliptar, especialmente al Nordeste del Parque Nacional. Para la determinación de las unidades de vegetación de campo se han realizado 53 transectos según el método MIFC. El análisis de estos datos ha permitido establecer los índice alfa de diversidad y el índice de valor de importancia de las especies en las formaciones arbustivas y arbóreas.

Día 6 de febrero

Nº16. EFECTO DE LA DEPREDACIÓN DE BELLOTAS POR EL CONEJO DE MONTE (ORYCTOLAGUS CUNICULUS) SOBRE EL RECLUTAMIENTO DEL ALCORNOQUE (QUERCUS SUBER) EN EL PARQUE NATURAL DE DOÑANA. I.- EFECTO DEL NIVEL NUTRICIONAL DEL SUELO

Mancilla-Leytón, Juan Manuel; Cambrollé Silva, Jesús; Figueroa Clemente, Manuel Enrique; Martín Vicente, Ángel

Dep. Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apdo.1095 Sevilla 41080.

El consumo de bellotas ha sido considerado tradicionalmente como una pérdida progresiva de semillas. Sin embargo, en un trabajo previo, ha quedado demostrado que el conejo, a diferencia de otros consumidores, solo realiza un consumo parcial de la bellota, dejando intacta su parte apical (embrión) debido a la presencia de elevadas concentraciones de taninos. A finales del otoño de 2010 se evaluó el consumo de bellotas por el conejo de monte en una dehesa de alcornoques en el Espacio Natural de Doñana y se encontró que el 28,6% de las bellotas evaluadas en el suelo presentaron consumo por conejos. Así, para determinar el efecto del consumo parcial en la germinación y emergencia de las plántulas, se simuló tres niveles de predación: i) bellotas intactas, ii) bellotas ligeramente consumidas (30% de pérdida del cotiledón) y iii) bellotas fuertemente consumidas (60% de pérdida del cotiledón). Para determinar la importancia del cotiledón se simuló dos tipos de suelo: i) suelo rico en nutrientes y ii) suelo pobre en nutrientes. Al final del periodo experimental se estudió la germinación y emergencia, y se realizaron medidas biométricas (longitud, altura, biomasa radical y aérea), de fluorescencia de la clorofila, y contenido en pigmentos fotosintéticos y nutrientes de las plántulas resultantes. La pérdida de cotiledón no afectó la tasa de germinación y la tasa de emergencia, ni causó mortandad en las plántulas, sin embargo, se detectaron diferencias en las variables biométricas analizadas y efectos negativos en la función fotosintética. En este sentido, los resultados mostraron que los efectos del tipo de suelo en el establecimiento y crecimiento de las plántulas de alcornoque fueron más importantes que la pérdida de la biomasa del cotiledón. No obstante, la pérdida de biomasa del cotiledón puede ser vital en medios pobres en nutrientes, particularmente en los ecosistemas mediterráneos.

Día 6 de febrero

Efecto de la predación de bellotas por el conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*) sobre el reclutamiento del alcornoque (*Quercus suber*) en el Parque Natural de Doñana.



I. Efecto del nivel nutricional del suelo

MANCILLA-LEYTÓN J.M., CAMBROLLÉ J., FIGUEROA M.E. y MARTÍN-VICENTE A.

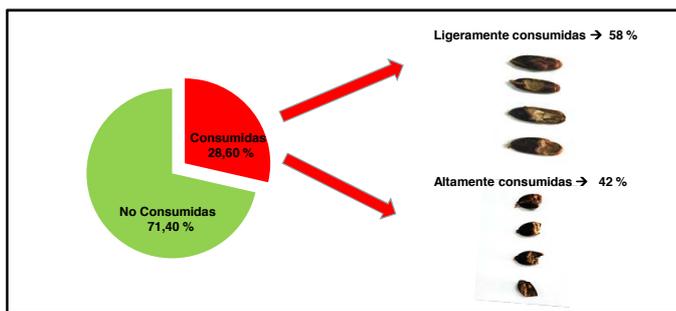
Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apdo.1095 Sevilla 41080.

email: jmancilla@us.es

El consumo de bellotas ha sido considerado tradicionalmente como una pérdida progresiva de semillas. Sin embargo, en un trabajo previo, ha quedado demostrado que el conejo, a diferencia de otros consumidores, solo realiza un consumo parcial de la bellota dejando intacta su parte apical (embrión) debido a la presencia de elevadas concentraciones de taninos. A finales del otoño de 2010 se evaluó el consumo de bellotas por el conejo de monte en una dehesa de alcornoque en el Espacio Natural de Doñana y se encontró que el 28,60% de las bellotas evaluadas en el suelo presentaron consumo por conejos.



Detalle de ejemplar de *Quercus suber*.



Porcentaje de consumo y categorías de consumo de las bellotas de alcornoque

Para determinar el efecto del consumo parcial en la germinación y emergencia de las plántulas, se simuló tres niveles de predación: i) bellotas intactas, ii) bellotas ligeramente consumidas (30% de pérdida del cotiledón) y iii) bellotas fuertemente consumidas (60% de pérdida del cotiledón). Para determinar la importancia del cotiledón se simuló dos tipos de suelo: i) suelo rico en nutrientes (Hoagland) y ii) suelo pobre en nutrientes (agua).

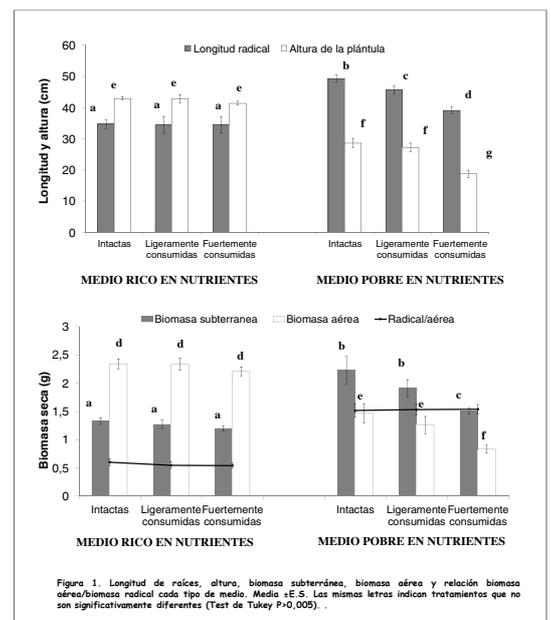


Figura 1. Longitud de raíces, altura, biomasa subterránea, biomasa aérea y relación biomasa aérea/biomasa radical cada tipo de medio. Media \pm E.S. Las mismas letras indican tratamientos que no son significativamente diferentes (Test de Tukey $P > 0,005$).

La pérdida de cotiledón no afectó la tasa de emergencia (92%), ni causó mortandad en las plántulas. En el medio pobre en nutrientes, la biomasa del cotiledón jugó un papel determinante en los primeros estadios de las plántulas. La alta pérdida del cotiledón (60%) causó una disminución significativa de la biomasa de las raíces y parte aérea, provocando a su vez una reducción de la tasa fotosintética neta, conductancia estomática y concentración de pigmentos fotosintéticos. En el medio rico en nutrientes, las plántulas mostraron un crecimiento significativamente mayor de su parte aérea que las plántulas crecidas en medios pobres en nutrientes, pero desarrollaron raíces menos profundas.

Los resultados mostraron que los efectos del tipo de suelo en el establecimiento y crecimiento de las plántulas de alcornoque fueron más importantes que la pérdida de la biomasa del cotiledón. No obstante, la pérdida de biomasa del cotiledón puede ser vital en medios pobres en nutrientes, particularmente en los ecosistemas mediterráneos.

Nuestro especial agradecimiento a Dehesa de Gatos S.A. por su ayuda y colaboración.

Nº17. LAS BAYAS DE *COREMA ALBUM*: REFLECTANCIA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA

Díaz Barradas, M.C.¹; Costa, C.²; Correia, O.²; León-González, A.J.³; Navarro, I.⁴; Zunzunegui, M.¹; Álvarez-Cansino, L.⁵; Martín-Cordero, C.³

1 Dpto Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. España. 2 Centro de Biología Ambiental. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. Portugal. 3 Dpto. Farmacología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. España. 4 Dpto. Química Física. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. España. 5 Department of Biological Sciences. University of Wisconsin-Milwaukee. PO Box 413, Milwaukee WI, 53201 USA

Corema album (L.) D. Don es un arbusto dioico, endémico de la costa Atlántica de la Península, muy abundante en el sistema de dunas móviles de Doñana y Asperillo. Las plantas femeninas producen en verano bayas blancas, con brillo nacarado que permanecen en la planta durante varios meses. Son ricas en agua, azúcares y ácidos fenólicos (1,2). Frecuentemente, son consumidas por numerosos vertebrados de la zona, como conejos, zorros, tejones y gaviotas. El objetivo de este estudio se ha centrado en analizar las propiedades ópticas de las bayas, identificar los compuestos químicos responsables de esta actividad y descubrir el significado ecológico de las mismas. En el mes de septiembre de 2011 se recogieron frutos maduros de *Corema album* en la zona de Cuesta Maneli (Parque Natural de Doñana). Los frutos fueron transportados en frío al laboratorio y se realizaron los siguientes experimentos: 1) Medida de la reflectancia en frutos blancos y rosados en cada una de las plantas seleccionadas, mediante un espectroradiómetro UniSpec-DC (PP systems) que cubre el rango de 310 a 1100 nm. 2) Obtención de extractos : zumo de los frutos por expresión en frío, extracto de acetato de etilo en baño de ultrasonidos y extracto hexánico procedente de la cubierta del fruto. 3) Con el mismo equipo se midió la reflectancia de los distintos extractos obtenidos. Los espectros se analizaron en el rango de 310 a 700 nm, los resultados evidencian un fuerte pico de reflectancia en el UV cercano que puede alcanzar un 80 al 90% y valores de reflectancia alrededor de un 25% en todo el espectro visible lo que da lugar al color blanco que caracteriza estas bayas. En cambio, las bayas rosadas presentan un aumento de reflectancia entre 600 y 700 nm. El extracto de acetato de etilo, rico en compuestos triterpénicos también mostró una alta reflectancia en el UV, por lo que se atribuyó que estos compuestos son responsables del comportamiento óptico de los frutos. Una revisión bibliográfica ha puesto de manifiesto que pájaros, algunos reptiles y mamíferos son capaces de ver en el UV cercano, por lo cual las propiedades de estas bayas pueden representar un signo de comunicación específico entre la planta y sus dispersores. Por otro lado las bayas blancas y brillantes presentan un mayor contraste con el fondo verde de las hojas y son más visibles en ambientes nublados y crepusculares. Nuevos estudios ayudarán a aclarar el papel de la reflectancia en la región de UV en los mecanismos de dispersión de *C. album*.

Día 6 de febrero

Las bayas de *Corema album*: reflectancia y composición química

Díaz Barradas MC¹; Costa C²; Correia O²; León-González AJ³; Navarro I⁴; Zunzunegui M¹; Álvarez-Cansino L⁵; Martín-Cordero C³

(1) Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. España; (2) Centro de Biología Ambiental. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. Portugal; (3) Dpto. Farmacología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. España; (4) Dpto. Química Física. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. España; (5) Department of Freshwater Sciences. University of Wisconsin-Milwaukee. PO Box 413, Milwaukee WI, 53201 USA

Introducción

Corema album (L.) D. Don es un arbusto dioico, endémico de la costa Atlántica de la Península, muy abundante en el sistema de dunas móviles de Doñana y Asperillo. Las plantas femeninas producen en verano bayas blancas, con brillo nacarado que permanecen en la planta durante varios meses. Son ricas en agua, azúcares y ácidos fenólicos. Frecuentemente, son consumidas por numerosos vertebrados de la zona, como conejos, zorros, tejones y gaviotas. El objetivo de este estudio se ha centrado en analizar las propiedades ópticas de las bayas, identificar los compuestos químicos responsables de esta actividad y discutir su significado ecológico.

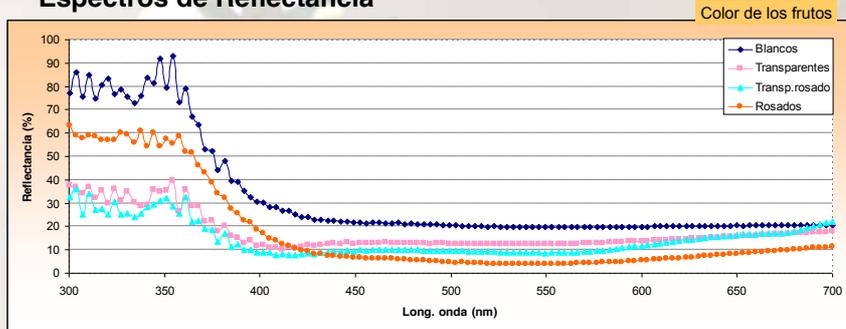
Material y Métodos

Frutos maduros de *Corema album* fueron transportados en frío al laboratorio y se realizaron los siguientes experimentos: Medida de la reflectancia en frutos mediante un espectroradiómetro UniSpec-DC (PP systems) que cubre el rango de 310 a 1100 nm. Adicionalmente, se realizaron medidas de reflectancia de los frutos en la planta (en condiciones de campo). Obtención de extractos: zumo de los frutos por expresión en frío, extracto de acetato de etilo en baño de ultrasonidos y extracto hexánico procedente de la cubierta del fruto. Con el mismo equipo se midió la reflectancia de los distintos extractos obtenidos.



RESULTADOS

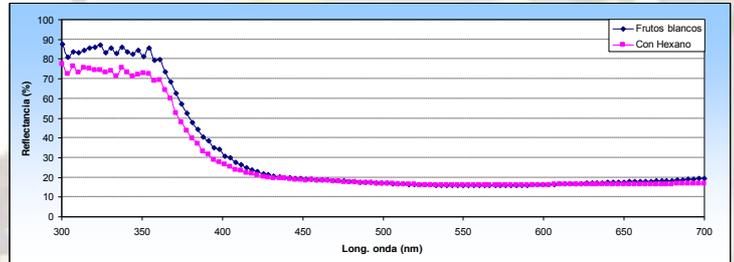
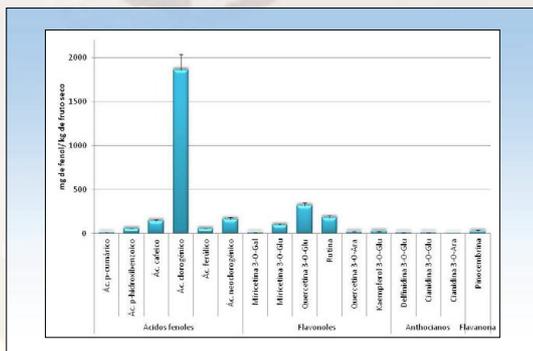
Espectros de Reflectancia



Espectros de Reflectancia

Los espectros se analizaron en el rango de 310 a 700 nm, los frutos blancos presentaron un fuerte pico de reflectancia en el UV cercano que puede alcanzar un 80 al 90% y valores de reflectancia alrededor de un 20% en todo el espectro visible, lo que da lugar al color blanco. Las bayas rosadas mostraron, sin embargo, un aumento de reflectancia entre 600 y 700 nm, los frutos transparentes han perdido gran parte de la reflectancia en el UV.

Estudio fitoquímico de las bayas por LC-DAD-MS/MS (León-González et al. 2013)

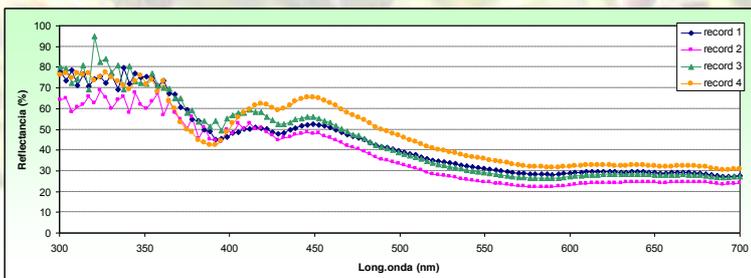


Análisis Fitoquímico

En la reacción de Liebermann-Burchard, se obtuvo una coloración rosa-roja en el extracto lo que demostraba la presencia de compuestos triterpénicos en el fruto. El lavado de los frutos con hexano (disolvente de triterpenos) disminuyó la reflectancia en el UV.

Reflectancia de los frutos en el campo

A lo largo del día (registros 1 a 4), los frutos unidos a la planta mantienen el pico de reflectancia en el UV, pero presentan un pico adicional de reflectancia en el violeta-azul no visible por el ojo humano, pero probablemente pueda ser captado por los animales dispersores.



Excremento de zorro con bayas de *Corema album*



CONCLUSIONES

Las bayas de *C. album* tienen una fuerte reflectancia en el UV. Los compuestos triterpénicos parecen ser los responsables de estas propiedades ópticas. Muchas especies de aves diurnas, algunos reptiles y anfibios presentan visión tetracromática y son capaces de ver en el UV cercano, por lo cual las propiedades de estas bayas pueden representar un signo de comunicación específico entre la planta y sus dispersores (Honkavaara et al. 2002; Scafer et al. 2004). Sin embargo, son los mamíferos (conejos, tejones, zorros y jabalís) los principales consumidores de las bayas de *C. album* en las dunas de Doñana, favoreciendo la germinación de las semillas (Fedriani y Delibes 2009). Por otro lado las bayas blancas y brillantes presentan un mayor contraste con el fondo verde de las hojas y son más visibles en ambientes nublados y crepusculares. Nuevos estudios ayudarán a aclarar el papel de la reflectancia en la región de UV en los mecanismos de dispersión de *C. album*.

Nº18. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA DE ODONATOS DE DOÑANA

Prunier, Florent¹; Martín-Franquelo, Rosalía²; Fernández-Díaz, Pilar; Reyes Lara, Leónidas de los³; Díaz-Paniagua, Carmen⁴

1 Red de Observadores de Libélulas en Andalucía (ROLA), A.E.A. El Bosque Animado. 2 Facultad de Bellas Artes. Universidad de Sevilla. 3 Área de conservación Espacio Natural Doñana. 4 Estación Biológica de Doñana-CSIC.

El área de Doñana está considerada internacionalmente como un punto de especial interés para la conservación de la fauna de odonatos. Su gran diversidad de hábitats acuáticos contribuye a favorecer la reproducción de un gran número de especies, incluyendo algunas de especial interés a nivel europeo. En las tres últimas décadas, la investigación faunística se puede calificar de poco intensa, aunque existen prospecciones puntuales que aportan una información muy valiosa para evaluar los cambios que se han podido producir hasta la actualidad. En los últimos años, se han realizado censos y prospecciones (tanto de ejemplares adultos como de ninfas), se han recogido observaciones directas a lo largo de todo el espacio Doñana y se ha realizado una revisión bibliográfica, incluyendo comprobaciones con material de museos, con la que se pretende actualizar la lista de especies que actualmente se encuentran en Doñana, y aportar datos sobre abundancia y el estado de sus poblaciones. Como resultado de este esfuerzo (1.080 citas), se conocen 42 especies de odonatos en Doñana. Entre ellas, la más relevante es *Lestes macrostigma*, especie muy localizada en España y actualmente muy abundante en Doñana a pesar de que, tras no haber sido avistada durante mucho tiempo, llegó a considerarse localmente extinguida. Además se observan poblaciones importantes de otras especies con distribución típicamente meridional en el seno del Paleártico Occidental: *Anax ephippiger*, *Aeshna mixta*, *Diplacodes lefebvrii* y *Sympetrum meridionale*. Por otra parte, otras especies citadas anteriormente, no han sido observadas desde hace varias décadas: *Coenagrion mercuriale*, *Coenagrion puella*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Platycnemis acutipennis*, *Aeshna isoceles*, *Brachytron pratense*, *Libellula fulva*, *Libellula quadrimaculata* y *Sympetrum sanguineum*. También es notable la presencia de un elevado número de especies asociadas a climas más fríos, aunque es posible que el número de observaciones refleje la presencia esporádica de individuos divagantes. Por todo ello, el área de Doñana se puede considerar de especial interés para la conservación de la biodiversidad de odonatos, mereciendo una atención especial su seguimiento y la conservación de los hábitats acuáticos que garantizan su reproducción.

Día 6 de febrero

Evaluación del estado de conservación de la fauna de Odonatos de Doñana

Florent Prunier¹, Rosalía Martín-Franquelo², Pilar Fernández-Díaz, Leónidas de los Reyes Lara³, Carmen Díaz-Paniagua⁴

¹Red de Observadores de Libélulas en Andalucía (ROLA), A.E.A. El Bosque Animado. ²Facultad de Bellas Artes. Universidad de Sevilla. ³Espacio Natural Doñana. Área de Conservación. ⁴Estación Biológica de Doñana-CSIC



Introducción

La fauna de odonatos de Doñana no ha sido prospectada hasta ahora con intensidad, pero sí ha recibido esporádicas visitas de expertos que han dado lugar a citas de interés desde 1959.

Entre las 43 especies inventariadas, destacan algunas de gran importancia por su estado de conservación. En conjunto, este área es uno de los espacios con más datos de odonatos de Andalucía (c. 10% de las citas). En este estudio se pretende actualizar la lista de especies de Doñana.

Métodos

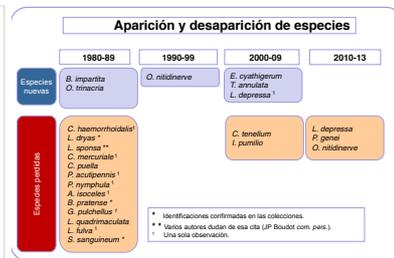
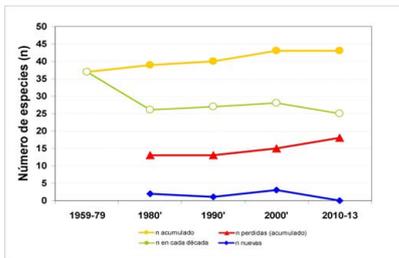
Se han recopilado todas las citas bibliográficas sobre odonatos de Doñana y se ha revisado el material depositado en el Museo Nacional de Ciencias Naturales y en la colección de la Estación Biológica de Doñana (CSIC). Todos los datos se han asociado al año en que fueron observados. En 2012 y 2013 se han realizado censos mensuales de individuos en vuelo en los alrededores de lagunas temporales de la Reserva Biológica y en el Puntal de Doñana. Asimismo, se han usado datos de observaciones ocasionales registradas durante muestreos en lagunas temporales de la zona arenosa del Parque Nacional en 2011, 2012 y 2013 y en el resto del Espacio Natural, especialmente en Abalarío, de 2009 a 2013.

Variación del número de especies (1959-2013)

Hasta los años 80, el número de especies registradas era de 37. Desde entonces, no se han vuelto a observar 16 de ellas. Posteriormente se han detectado 6 especies adicionales, de las que dos de ellas solo se han visto ocasionalmente.

Inventario de odonatos de (1959-2013)

Suborden	Lista de especies	citas	cuadrículas UTM (10x10km)	
ZYGOPTERA	<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	1	1	
	<i>Cenagrion tenellum</i>	4	2	
	<i>Coenagrion mercuriale</i>	1	1	
	<i>Coenagrion puella</i>	2	2	
	<i>Coenagrion scitulum</i>	13	6	
	<i>Enallagma cyathigerum</i>	10	5	
	<i>Erythronma lindeni</i>	4	3	
	<i>Erythronma viridulum</i>	4	4	
	<i>Ischnura graellsii</i>	240	24	
	<i>Ischnura pumilio</i>	8	5	
	<i>Pyrhosoma nymphula</i>	1	1	
	<i>Lestes viridis</i>	15	7	
	<i>Lestes barbarus</i>	48	10	
	<i>Lestes dryas</i>	30	5	
	<i>Lestes sponsa</i> **	2	1	
	<i>Lestes macrostigma</i>	61	10	
	<i>Lestes virens</i>	104	16	
	<i>Sympetma fusca</i>	41	11	
	<i>Platycnemis acutipennis</i>	1	1	
	ANISOPTERA	<i>Aeshna isocetes</i>	1	1
		<i>Aeshna mixta</i>	53	13
		<i>Anax ephippiger</i>	25	10
		<i>Anax imperator</i>	29	10
		<i>Anax parthenope</i>	47	13
		<i>Brachytron pratense</i>	3	1
		<i>Gomphus pulchellus</i>	1	1
		<i>Paragomphus genei</i>	5	3
<i>Brachythemis impartita</i>		7	6	
<i>Crocothemis erythraea</i>		145	21	
<i>Diplacodes lefebvrii</i>		26	10	
<i>Libellula depressa</i>		1	1	
<i>Libellula fulva</i>		1	1	
<i>Libellula quadrimaculata</i>		2	2	
<i>Orthetrum cancellatum</i>		82	15	
<i>Orthetrum chrysostigma</i>		28	11	
<i>Orthetrum coerulescens</i>		3	3	
<i>Orthetrum nitidinerve</i>		2	2	
<i>Orthetrum trinacia</i>		37	7	
<i>Sympetrum fonscolombii</i>		245	22	
<i>Sympetrum meridionale</i>		26	11	
<i>Sympetrum sanguineum</i>		8	4	
<i>Sympetrum striolatum</i>		33	12	
<i>Trithemis annulata</i>		5	5	



Abundancia de las especies según las observaciones realizadas en 2013

Especies amenazadas de Doñana

De las 43 especies citadas, hay que destacar las que actualmente están incluidas en alguna clasificación de amenaza:

- Coenagrion mercuriale* **VU**
- Coenagrion puella* **VU**
- Coenagrion scitulum* **VU**
- Lestes dryas* **VU**
- Lestes macrostigma* **VU**
- Aeshna isocetes* **VU**
- Orthetrum nitidinerve* **VU**
- Brachytron pratense* **EN**



De estas, solo *Lestes macrostigma* se puede considerar en la actualidad abundante, mientras que de las demás, solo *Coenagrion scitulum* tiene observaciones recientes.

Especies escasas



Especies frecuentes



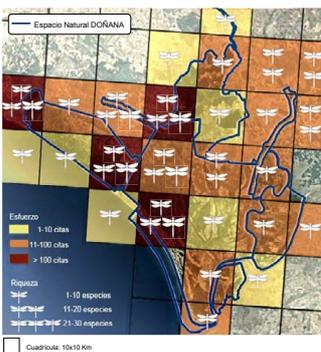
Especies abundantes



Especies numerosas



Distribución de las observaciones (1959-2013) en función de la riqueza y el esfuerzo de muestreo



Las zonas donde se ha observado mayor riqueza de especies se sitúan en las áreas más occidentales del Parque y corresponden, también, a las cuadrículas más prospectadas.

Agradecimientos: A Rita Laffite, del Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales de la Reserva Biológica de Doñana (CSIC), y al Espacio Natural Doñana. Proyecto financiado por GADIR, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (158/2010).

Conclusiones

La importancia de Doñana, como área de especial interés (*hotspot*), para la conservación de los odonatos se basa en la abundancia de sus hábitats acuáticos que, en este espacio, son principalmente las lagunas temporales y las marismas.

En la actualidad, *Lestes macrostigma* es la especie más relevante de Doñana por ser la única de las amenazadas que mantiene poblaciones abundantes, aunque fluctuantes. La escasa o nula información de las demás especies amenazadas hace necesario intensificar las prospecciones para evaluar su estado de conservación.

Determinadas especies requieren para su reproducción cuerpos de aguas de mayor permanencia y tamaño, como las grandes lagunas o los zacayones. La reducción del número de especies que se ha observado en las últimas décadas podría relacionarse con el deterioro de este tipo de hábitats, causado tanto por la sobreexplotación del acuífero como por la introducción del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*).

El mantenimiento del buen estado de conservación de esta importante red de hábitats acuáticos garantizaría la riqueza de odonatos en Doñana.

Nº19. PLAN DE GESTIÓN DE LA ANGUILA EN ANDALUCÍA

Redondo, Isabel¹ ; Fernández-Delgado, Carlos² ; Rubio, Silvia³ ; Bustamante, Francisco¹

1 Instituto Andaluz de Caza y Pesca Continental, Dirección General de Gestión del Medio Natural, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 2 Departamento de Zoología de la Universidad de Córdoba.

3 Agencia de Medio Ambiente y Agua.

Desde 1980 la anguila europea (*Anguilla anguilla*) ha sufrido un extraordinario y rápido declive que alcanzó un mínimo histórico en el año 2000 con valores de entre 1% y 5% de los existentes antes de aquella fecha (Dekker, 2003). Los últimos datos confirman estas cifras y aseguran que la especie se encuentra fuera de los límites de seguridad biológica (ICES, 2007). En Europa se han desarrollado dos grandes medidas para intentar revertir la situación de la especie. La primera ha sido la entrada en vigor del Reglamento del Consejo Europeo de la Unión Europea Nº 1100/2007 de 18 de septiembre de 2007 por el que se establecen medidas para la recuperación de la población de anguila europea. Dicho reglamento obliga a todos los estados miembros de la Unión Europea que tengan hábitats naturales de la especie a que establezcan un plan de manejo de la especie. La segunda gran medida de conservación a nivel internacional ha sido la inclusión de la especie en el Apéndice II del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) y que entró en vigor el 13 de marzo de 2009. Como respuesta a este requerimiento por parte de la Unión Europea, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio pone en marcha el Plan de Gestión de la Anguila Europea y publica el Decreto 396/2010, de 2 de noviembre, por el que se establecen medidas para la recuperación de la especie, conteniendo entre otras medidas una moratoria de 10 años en la captura de anguila europea en cualquiera de sus fases de desarrollo, tanto en las aguas marítimas interiores como en aguas continentales, así como instrumentos de colaboración con instalaciones de acuicultura. El ámbito de aplicación del Plan de Gestión comprende 3 Unidades de Gestión de la Anguila (UGAs): UGA Atlántica, UGA mediterránea y UGA del Guadalquivir. Con las actuaciones siguientes: • Muestreos en las tres ugás; • Estudios del estado epidemiológico de la población andaluza de anguila (estudios de pcbs, pbdes , ddt's y parásitos y virus); • Estudio de reclutamiento de anguila en las tres ugás; • Repoblaciones de cuencas; • Estudio de mejora del flujo de la anguila en cauces con propuestas de permeabilización de obstáculos; • Estudios de productividad de las tres ugás; • Seguimiento técnico de las repoblaciones; • Establecimiento de convenios con piscifactoría (convenio firmado actualmente con Veta La Palma); • Actuaciones de información y divulgación.

Día 6 de febrero



Plan de Gestión de la Anguila en Andalucía

Redondo Isabel¹, Fernández-Delgado Carlos², Rubio Sílvia³, Bustamante Francisco¹

¹ Instituto Andaluz de Caza y Pesca Continental, Dirección General de Gestión del Medio Natural, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
² Departamento de Zoología de la Universidad de Córdoba.
³ Agencia de Medio Ambiente y Agua.

ANTECEDENTES

Desde 1980 la anguila europea (*Anguilla anguilla*) ha sufrido un extraordinario y rápido declive. En Europa se han desarrollado dos grandes medidas para intentar revertir la situación: El Reglamento (CE) nº 1100/2007 del Consejo de 18 de septiembre de 2007 por el que se establecen medidas para la recuperación de la anguila europea.

Como respuesta a este requerimiento por parte de la Unión Europea, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha puesto en marcha el Plan de Gestión de la Anguila, aprobó el Decreto 396/2010, de 2 de noviembre, en el que establece una moratoria de 10 años para la captura de anguila europea en cualquiera de sus fases de desarrollo y ha establecido instrumentos de colaboración con instalaciones de acuicultura para contribuir a su cumplimiento.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

El Plan de Gestión comprende 3 Unidades de Gestión de la Anguila (UGAs): UGA Atlántica, UGA Mediterránea y UGA del Guadalquivir



MUESTREOS EN LA UGA ATLÁNTICA Y MEDITERRÁNEA

Muestreo mediante nasas de 121 puntos repartidos entre la UGA Atlántica (76 puntos) y la UGA Mediterránea (45 puntos)

ESTADO EPIDEMIOLÓGICO

Se pretende determinar el grado de prevalencia de diversos organodorados y el grado de infección por herpesvirus y por el nematodo *Anguillicoloides crassus*.

ESTUDIO DE RECLUTAMIENTO DE ANGULAS

Mensualmente se llevan a cabo muestreos en el Río Guadalquivir (Bonanza) con el objetivo de capturar angulas cuando éstas entran desde el mar hacia el río.

REPOBLACIÓN DE CUENCAS

Desde el inicio del Plan de Gestión se han liberado en diversos ríos andaluces un total de 106 kg de angulones y 70 kg de anguila plateada.

ESTUDIO DE PERCEPCIÓN SOCIAL

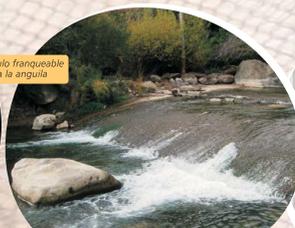
Se han analizado los factores económicos, sociales y ambientales entre la población de las marismas del Guadalquivir a raíz de la moratoria de pesca de la anguila.

PERMEABILIDAD DE CUENCAS

Se han desarrollado propuestas de permeabilización de los obstáculos presentes en el Río Guadiaro, Rivera de Huelva, Arroyo Salado de Morón y Río Guadaira.

Durante el presente año se van a realizar una serie de actuaciones:

- Estudios de productividad de anguila planteada en las tres UGAs
- Seguimiento de las repoblaciones efectuadas
- Establecimiento de convenios con piscifactoría



Unión Europea

Fondo Europeo de Pesca

Invertimos en la pesca sostenible



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Nº21. LAS COLECCIONES CIENTÍFICAS DE LA EBD: UNA HERRAMIENTA PARA LA INVESTIGACIÓN Y LA CONSERVACIÓN EN EL ESPACIO NATURAL DOÑANA

García-Díez, Teresa; Sempere, Mara; Cabot, Pepe; Javier Juste; Ibáñez, Carlos

Estación Biológica de Doñana-CSIC, Avda Américo Vespucio s/n, Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla.

Las colecciones zoológicas forman parte del patrimonio natural de un país o región y constituyen un archivo histórico tanto de especímenes como de datos asociados a éstos. Son la base de muchos estudios en taxonomía, sistemática, genética de poblaciones, ecología, distribución y muchas otras disciplinas, contribuyendo al conocimiento y a la conservación de las especies. Así, las Colecciones de Vertebrados de la Estación Biológica de Doñana se pueden considerar una herramienta de valiosa utilidad para la ciencia y la conservación, ya que albergan y preservan una gran colección de fauna ibérica y una importante representación de la fauna de Doñana, tanto por el número de ejemplares como por la variedad de especies y la serie temporal que contiene. Del área de Doñana se conservan más de 7500 ejemplares colectados desde los años 60 hasta la actualidad, pertenecientes a unas 100 familias y 300 especies diferentes. Caben destacar algunas series completas pertenecientes a tesis doctorales, la colección de huevos recogidos tras los vertidos de las minas de Aznalcóllar (1998) y una colección de pieles y esqueletos de lince ibérico (*Lynx pardinus*) única en el mundo que cuenta con 348 especímenes, de los cuales 158 proceden del entorno de Doñana. También destacan la representación de otras especies amenazadas como el águila imperial (*Aquila adalberti*), las diversas especies de cetáceos que aparecen varados en las playas andaluzas o especies que se consideran extinguidas en Andalucía como el esturión (*Acipenser sturio*) o el torillo andaluz (*Turnix sylvaticus*). Parte de este material ha sido utilizado en proyectos de investigación de muy diversa índole y de gran importancia desde el punto de vista de la conservación. Entre estos se pueden citar la pérdida de diversidad genética de las poblaciones de lince, la contaminación por pesticidas en huevos de distintas especies de aves, la identificación de la especie de esturión autóctona con vistas a aprobar proyectos de reintroducción en el Guadalquivir, etc. El objetivo de esta comunicación es dar a conocer el valor de la colección como herramienta de trabajo para estudios de conservación en el área de Doñana, aportando información sobre los fondos disponibles y recopilando proyectos de este tipo en los que ha sido utilizada.

Día 7 de febrero

LAS COLECCIONES CIENTÍFICAS DE LA EBD: UNA HERRAMIENTA PARA LA INVESTIGACIÓN Y LA CONSERVACIÓN EN EL ESPACIO NATURAL DOÑANA

García-Díez, T., Sempere, M.R. Cabot, J., Juste, J. & Ibáñez, C. Estación Biológica de Doñana (CSIC). Sevilla.

LA COLECCIÓN DE VERTEBRADOS DE LA EBD

Las colecciones zoológicas constituyen una herramienta de valiosa utilidad para la ciencia y la conservación. Son la base de muchos estudios en taxonomía, sistemática, genética de poblaciones, ecología, distribución y muchas otras disciplinas.

Alberga unos **100.000 especímenes** registrados y están representadas más de **2.500 especies** diferentes.

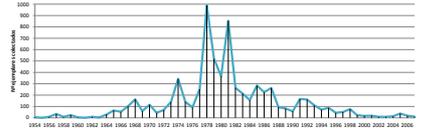


De mamíferos y aves se conservan pieles y esqueletos, mientras que los anfibios, reptiles y peces se conservan en etanol al 70%.



La mayoría pertenecen a la fauna ibérica, norte y oeste de África y América del Sur.

Del Espacio Natural de Doñana (END) se conservan más de **7500 ejemplares** recogidos desde los años 60 hasta la actualidad, que representan unas **100 familias** y **300 especies** diferentes.



Alberga series completas de tesis doctorales, huevos recogidos tras los vertidos de Aznalcóllar (1998), especies amenazadas, gran variedad de cetáceos y especies extinguidas en Andalucía, como el esturión o el torillo andaluz.



Hay una serie de pieles y esqueletos de **lince ibérico** única en el mundo: 348 especímenes, de los cuales 158 proceden del entorno de Doñana.

COLECCIONES, INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN EN EL ESPACIO NATURAL DOÑANA

REINTRODUCCIÓN DE ESPECIES EXTINTAS

El uso de material del END de especies extintas en la Península Ibérica, como el torillo andaluz y el esturión, permite tomar decisiones sobre la viabilidad de su reintroducción.



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 & Conservation*, 15(12), 3895-3908.

Gasent-Ramírez, J. M., Godoy, J. A., & Jordano, P. (2001). Identificación de esturiones procedentes del Guadalquivir mediante análisis de ADN en especímenes de museo. *Publicaciones de la Consejería de medio Ambiente de la Junta de Andalucía*, 36, 44-49.

Parte de este material ha sido utilizado en proyectos de investigación de muy diversa índole y de gran importancia desde el punto de vista de la conservación. Entre estos se pueden citar:

MEJORAR EL CONOCIMIENTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD

Material del END en la colección de la EBD ha contribuido a separar pares de especies como *Lynx lynx/pardina*, *Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus* o *Pelodytes punctatus/ibericus*.



Barratt, E. M., Deaville, R., Burland, T. M., Bruford, M. W., Jones, G., Racey, P. A., & Wayne, R. K. (1997). DNA answers the call of pipistrelle bat species. *Nature*, 387(6599), 138.

Sánchez-Herráiz, M. J., Barbadillo, L. J., Machordom, A., & Sanchez, B. (2000). A new species of pelodytid frog from the Iberian Peninsula. *Herpetologica*, 105-118.

Beltrán, J. F., Rice, J. E., & Honeycutt, R. L. (1996). Taxonomy of the Iberian lynx. *Nature*, 379(6564), 407-408.

Beltrán, J. F., & Delibes, M. (1993). Physical characteristics of Iberian lynxes (*Lynx pardinus*) from Doñana, southwestern Spain. *Journal of Mammalogy*, 852-862.

González, L.M., Hiraldo, F., Delibes, M. & Calderón, J. (1989). Zoogeographic support for the Spanish Imperial Eagle as a distinct species. *Bull. B.O.C.*, 109(2): 86-93.

CONTAMINACIÓN POR BIOCIDAS

Se han utilizado plumas, huesos y huevos de aves de la colección para determinar el nivel de contaminación de la avifauna del END.



Pain, D. J., Meharg, A. A., Ferrer, M., Taggart, M. & V. Pentierani. (2005). Lead concentrations in bones and feathers of the globally threatened Spanish Imperial eagle. *Biological Conservation*, 121, 603-610.

Hernández, M., González, L. M., Oria, J., Sánchez, R., & Arroyo, B. (2008). Influence of contamination by organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls on the brooding of the Spanish imperial eagle (*Aquila adalberti*). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(2), 433-441.

González, M. J., Hernández, L. M., Rico, M. C., & Baluja, G. (1984). Residues of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and heavy metals in the eggs of predatory birds from Doñana National Park (Spain), 1980-1983. *Journal of Environmental Science & Health Part B*, 19(8-9), 759-772.

González, M. J., Clavero, M. R., Hernández, L. M., & Baluja, G. (1983). Transferencia y bioacumulación de mercurio total y metilmercurio en ecosistemas del Parque Nacional de Doñana [España]. *Doñana. Acta Vertebrata*, 10 (1): 191-202.

PÉRDIDA DE DIVERSIDAD GENÉTICA

El uso de material histórico permite constatar la pérdida de diversidad genética de especies en peligro de extinción como el lince ibérico.



Johnson, Warren E., et al. (2004). Phylogenetic and phylogeographic analysis of Iberian lynx populations. *Journal of Heredity* 95:119-28.

Negro, J. J., & Hiraldo, F. (1994). Lack of allozyme variation in the Spanish Imperial Eagle *Aquila adalberti*. *Ibis*, 138(1), 87-90.

DIETA

La utilización de técnicas de isótopos estables en muestras de cetáceos varados en las playas de Doñana permite ampliar los conocimientos sobre su ecología trófica.



Project: Assessment of trophic ecology of the cetacean community in the gulf of Cádiz
Principal Investigator: Renaud de Stephaens (EBD-CSIC). 2012-2015.

Nº22. LA INFLUENCIA DE LA RÁPIDA URBANIZACIÓN COSTERA EN LAS INVASIONES POR PLANTAS EXÓTICAS

González-Moreno, Pablo¹; Pino, Joan²; Espinar, José Luis¹; Cózar, Andrés³; Vilà, Montserrat¹

1 Estación Biológica De Doñana-CSIC. Departamento De Ecología Integrativa. Av. Américo Vespucio S/N 41092 Sevilla. 2 Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF). 3 Universidad de Cádiz, Puerto Real.

Las invasiones biológicas y los cambios en el paisaje producidos por el ser humano son dos de los mayores determinantes del cambio global, afectando en gran manera a la biodiversidad de forma independiente y sinérgica. Las invasiones por especies exóticas pueden causar enormes impactos en el paisaje ocasionando cambios en el total de la comunidad. Además, determinados tipos de uso de suelo pueden actuar como fuente de propágulos de especies exóticas. Aunque significativos avances han sido realizados en ambas direcciones, algunos aspectos siguen inexplorados. Por ejemplo, todavía no tenemos un completo conocimiento de los efectos del desarrollo urbano como proxy de la existencia de propágulos o de la presencia de áreas protegidas como zonas de amortiguación de la invasión. Intentado conocer estos procesos, nuestro objetivo ha sido entender la importancia relativa del desarrollo urbano, tanto en el ratio como en las características presentes, la presencia de humedales y áreas protegidas en la riqueza de especies de plantas exóticas. Identificamos todas las especies exóticas a lo largo de transectos recorriendo 381 Km de la costa del Sudoeste español incluyendo el Parque Nacional de Doñana. Usando Modelos Lineales Generalizados estudiamos la asociación de riqueza de exóticas con la diversidad y porcentaje de varios tipos de coberturas de suelo en 2007 (i.e. zona urbana de alta y baja densidad, humedales y agrícola), cambio en zonas urbanas desde 1956 a 2007 y porcentaje de área protegida. Encontramos una asociación positiva de área urbana de baja densidad, diversidad de coberturas y cambio temporal en área urbana. En cambio, zonas con humedales o urbanas de alta densidad actuaron como amortiguación para la invasión. La existencia de área protegida no redujo la riqueza de exóticas. Las áreas costeras son un ecosistema único afectado gravemente por la actividad humana. El intenso desarrollo urbano en estas áreas ha aumentado el impacto de las especies exóticas mientras que la protección de ciertas áreas no ha amortiguado su incidencia. Por tanto, un mayor esfuerzo en la gestión se debería dedicar a zonas protegidas y urbanas de baja densidad de forma que se pueda minimizar el impacto de las especies invasoras en los ecosistemas costeros.

Día 7 de febrero



González-Moreno, Pablo^{1*}; Pino, Joan²; Espinar, José Luis¹; Cózar, Andrés³; Vilà, Montserrat¹

1. Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), Sevilla; 2. CREAF, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès. 3. Universidad de Cádiz, Puerto Real. *E-mail: pgonzalez@ebd.csic.es Twitter: @pglezmoreno

Las invasiones por especies exóticas pueden causar enormes impactos en el paisaje. Además, determinados tipos de uso de suelo pueden actuar como fuente de propágulos de especies exóticas. Aunque se ha investigado en ambas direcciones, algunos aspectos siguen inexplorados: ¿El **grado de invasión actual** está **más asociado al paisaje pasado** que al presente (crédito de invasión; Jackson and Sax 2010, Essl et al. 2011)? ¿Los **espacios protegidos ejercen un efecto amortiguador** del grado de invasión?

MÉTODOS



809 celdas costeras con al menos 250 m de transecto muestreado. 25 m a cada lado del transecto se identificaron todas las especies de plantas exóticas

Grado de invasión Riqueza exóticas

Caracterización ambiental actual (2007)

$$\text{Grado de invasión Riqueza exóticas} = \text{Clima} + \% \text{ dunas} + \% \text{ humedal} + \% \text{ área protegida} + \text{Residuos}$$

A) Urbanización $\% \text{ urbano compacto} + \% \text{ urbano laxo} = 1956$

Hacemos modelos diferentes para: 1991

B) Alteración Humana $\% \text{ plantación forestal} + \% \text{ agrícola} + \% \text{ urbano compacto} + \% \text{ urbano laxo} = 2007$

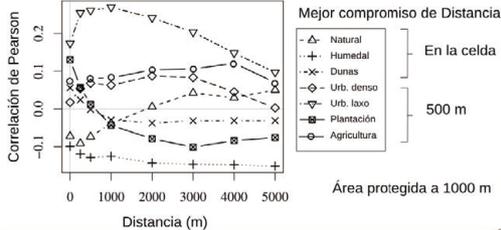
Se caracterizó el paisaje a distintos radios: 0, 250, 500, 1000, 2000...5000 seleccionando la distancia que maximice la correlación con el grado de invasión

Comprobación hipótesis

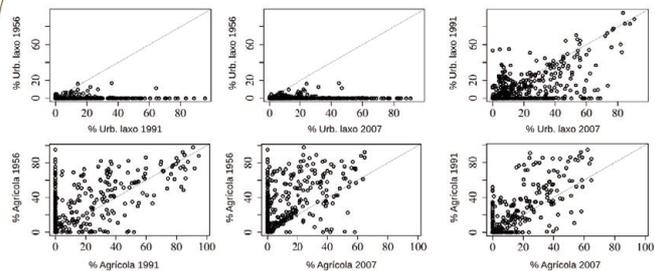
Existe crédito de invasión si ajuste de los modelos es $1956 > 1991 > 2007$
Efecto amortiguador de espacios protegidos si coeficiente es negativo

RESULTADOS

Selección variables



Dinámica del paisaje



Modelos

Riqueza exóticas

Residuos

Modelo Base*

	Coefficiente	SE	
Intercepto	1.214167	0.241453	***
Min. temperature	-0.019281	0.003491	***
% Área protegida	-0.005321	0.001132	***
% Humedal	-0.005032	0.002466	*

La existencia de humedal y área protegida tiene un efecto negativo en la riqueza de plantas exóticas

*Mejores modelos según AIC

Modelo A - Urbanización*

	Coefficiente	SE	
Intercepto	-0.432868	0.046286	***
% Urb. laxo 07	0.011260	0.002213	***

Modelo B - Alteración humana*

	Coefficiente	SE	
Intercepto	-0.451718	0.046171	***
% Plantación 56	0.259616	0.077727	***
% Agrícola 56	0.005995	0.001692	***
% Urb. laxo 56	0.129438	0.027098	***

Comparación de ajuste de modelos

	1956	1991	2007	
A	R2	0.03	0.03	
	AIC	2483.05	2481.42	2478.98
B	R2	0.06	0.03	0.03
	AIC	2457.96	2480.91	2478.98

En recuadro el mejor modelo

El modelo B de alteración humana presenta mejor ajuste para 1956 mientras que el modelo A de urbanización es para 2007

CONCLUSIONES

- No encontramos evidencia de crédito de invasión en relación al proceso de urbanización costera
- El grado de invasión actual (riqueza exóticas) se asocia mas al paisaje pasado que al actual. Sin embargo responde posiblemente a un cambio de zonas agrícolas pasadas a urbanizadas en la actualidad.
- Los espacios protegidos ejercen una labor de amortiguación de la invasión por plantas exóticas



Nº23. SERIE DE IMÁGENES DEL SISTEMA HIPERESPECTRAL AEROPORTADO DEL INTA EN EL MARCO DEL PROYECTO HYDRA

Área de Teledetección del INTA¹; Estación Biológica de Doñana-CSIC²

1 Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. Carretera de Ajalvir Km 4. 28850, Torrejón de Ardoz. 2 Estación Biológica de Doñana-CSIC. Americo Vespucio, s/n, 41092, Isla de la Cartuja, Sevilla.

En el proyecto HYDRA (2006-2013) liderado por el LAST de la Estación Biológica de Doñana (EBD) y financiado por dos proyectos del Plan Nacional de I+D+i, ref: CGL-2006-02247 y CGL-2009-09801, se ha llevado a cabo una reconstrucción histórica (últimos 30 años) de la dinámica hídrica y de las comunidades de vegetación acuática en las marismas de Doñana, utilizando las imágenes de los satélites de la serie Landsat, en la región óptica del espectro electromagnético, y las imágenes del satélite ASAR, en la región del radar. Otro objetivo de este proyecto es estimar la capacidad de la teledetección hiperespectral aeroportada para la cartografía y seguimiento de dos especies de plantas invasoras el helecho flotante *Azolla filliculoides* y la gramínea *Spartina densiflora*, que afectan de manera muy importante a las marismas de Doñana. En este sentido, se han realizado cuatro campañas con el sistema hiperespectral aeroportado del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), en las primaveras de los años 2008, 2010, 2011 y 2013 con los sensores hiperespectrales AHS y CASI 1500. Esta serie de imágenes hiperespectrales supone un conjunto de datos que puedan ser de gran ayuda para la gestión de un espacio dinámico y singular con un alto valor en biodiversidad como es el Parque Nacional de Doñana. En este trabajo se muestra los aspectos en la adquisición de las imágenes que han cubriendo las áreas de interés del proyecto a distintas resoluciones espaciales, y una cobertura completa del Parque en cada vuelo, así como el proceso geométrico y radiométrico que prepara las imágenes para su posterior análisis y generación de la cartografía.

Día 7 de febrero

SERIE DE IMÁGENES DEL SISTEMA HIPERESPECTRAL AEROPORTADO DEL INTA EN EL MARCO DEL PROYECTO HYDRA

Área de Teledetección del INTA y Laboratorio de SIG y Teledetección LAST-EBD

(1) Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Ctra. Ajalvir s/n, Torrejón de Ardoz, 28850 Madrid.
(2) Estación Biológica de Doñana CSIC. Americo Vesputio, s/n, 41092, Isla de la Cartuja, Sevilla



INTRODUCCIÓN

PROYECTO HYDRA

El proyecto HYDRA (2006-2013) ha sido liderado por el Laboratorio de Teledetección y SIG de la Estación Biológica de Doñana (EBD), y financiado por dos proyectos del Plan Nacional de I+D+i, ref. CGL-2006-02247 y CGL-2009-09801. En HYDRA se ha llevado a cabo una reconstrucción histórica (últimos 30 años) de la dinámica hídrica y de las comunidades de vegetación acuática en las marismas de Doñana, utilizando las imágenes de los satélites de la serie Landsat, en la región óptica del espectro electromagnético, y las imágenes del satélite ASAR, en la región del radar. Otro objetivo de este proyecto es estimar la capacidad de la teledetección hiperspectral aeroportada para la cartografía y seguimiento de dos especies de plantas invasoras: el helecho flotante *Azolla filliculoides* y la gramínea *Spartina densiflora*, que afectan de manera muy importante a las marismas de Doñana.

Organismos Integrantes

- Laboratorio de SIG y Teledetección (LAST-EBD) de la Estación Biológica de Doñana, EBD-CSIC
- Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla
- Área de Ecología. Dpto. Biología Ambiental y Salud Pública de la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Sevilla
- Centro Internacional para la Investigación Ambiental (CIECAM)
- Institut Flumen, Universitat Politècnica de Catalunya
- Laboratorio de Teledetección del INTA



LAS MARISMAS DE DOÑANA

El Parque Nacional de Doñana (PND) es una de las áreas protegidas más emblemáticas de España y Europa por la riqueza de su diversidad biológica. Se sitúa en el margen derecho de la desembocadura del río Guadalquivir, en la costa sur-atlántica de la Península Ibérica.



Las marismas de Doñana han recibido un destacado reconocimiento, no solo por su valor biológico, sino por constituir un conjunto irrepetible de gran variedad morfológica, hídrica y edafológica. Su dinámica estacional se caracteriza por un periodo de inundación (octubre-mayo) y periodo seco (julio-septiembre).



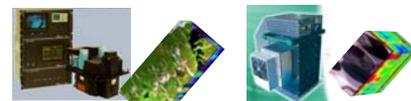
VUELOS HIPERESPECTRALES

Se han realizado cuatro campañas con el sistema hiperspectral aeroportado del INTA, siempre en época de primavera y con el mayor nivel de inundación de la marisma posible. En el año 2008 se voló con el sensor AHS, y en los años 2010, 2011 y 2013 con los sensores hiperspectrales AHS y CASI 1500.



SISTEMA HIPERESPECTRAL AEROPORTADO DEL INTA

El sistema hiperspectral aeroportado del INTA está formado por: la plataforma aérea CASA-212, los sensores hiperspectrales aeroportados AHS y CASI, los sensores de posicionamiento en vuelo GPS/IMU Applanix, equipos de calibración de laboratorio y de radiometría de campo, y la cadena de proceso y metadatos.



El sensor AHS (ArgonST), es un espectrómetro de imagen aeroportado tipo whiskbroom line-scanner. Tiene 40 bandas desde el visible al infrarrojo térmico, con anchos de imagen de 1 a 5 km, y tamaños de píxel de 2.5 a 7 m.

El sensor CASI 1500i (ITRES) es un espectrómetro de imagen aeroportado tipo pushbroom. Tiene hasta 288 bandas desde el visible al infrarrojo cercano, anchos de imagen de 1 a 2.5 km, y tamaños de píxel 0.50 a 1.5 m.

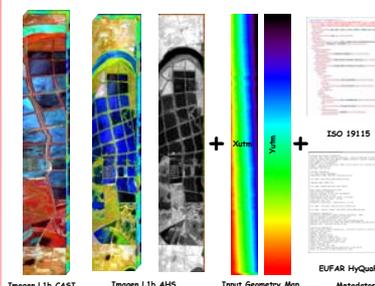
IMÁGENES AEROPORTADAS

MOSAICO DE IMÁGENES



La figura muestra el conjunto de imágenes hiperspectrales adquiridas en la campaña de vuelos de 2013. Se muestra la cobertura global del PND con las imágenes AHS (color real) a 6 m de tamaño de píxel. Superpuesta sobre la cobertura global se ven las imágenes específicas del proyecto del sensor CASI 1500i (falso color) con 1 m de tamaño de píxel.

PROCESO DE IMÁGENES AEROPORTADAS

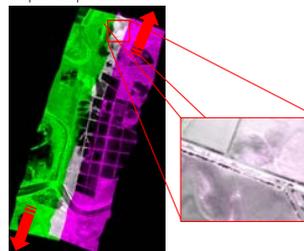


La cadena de proceso de las imágenes aeroportadas, tanto en AHS como CASI, aglutinan desarrollos propios, aplicaciones de los constructores de los sensores, y aplicaciones comerciales (ENVI®, PARIGE®, ATCOR®) para realizar el proceso del conjunto de imágenes adquiridas en una campaña. El tratamiento radiométrico transforma las imágenes a radiancia en el sensor (L1B) y a reflectancia (también temperatura y emisividad en AHS) en el terreno (L2B). La georreferenciación es adjuntada mediante la imagen Input Geometry Map (IGM), que permite una gran flexibilidad en la elección de algoritmos de remuestreo y zona elegida para la salida de la corrección geométrica.

Las imágenes se distribuyen en formato BSQ, con cabeceras ENVI, junto con ficheros de metadatos, generados siguiendo normativa ISO 19115 y EUFAR HyQuaPro.

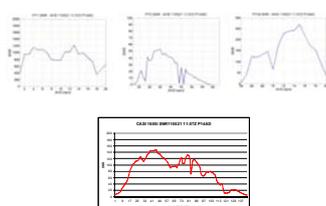
Calidad geométrica

La calidad geométrica se estima mediante comparación con cartografía digital de la zona, pero también cruzando las propias imágenes. En la figura se pueden ver dos imágenes AHS con rumbos opuestos, en la que la zona de solape queda en color gris. Es en este solape donde se chequea (ver sub-imagen de la figura) la bondad de la georreferenciación. El error geométrico de las imágenes de la campaña no supera los 2 píxeles.



Calidad radiométrica

La calidad radiométrica se estima mediante la "señal oscura" que AHS y CASI 1500 miden antes de registrar la imagen. El cociente señal ruido (SNR por Signal to Noise Ratio) evalúa la calidad de la imagen. En la figura se muestran los valores de SNR para AHS (separados en puertos VNIR, SWIR y TIR) y CASI.



SEGUIMIENTO DE ESPECIES VEGETALES INVASORAS

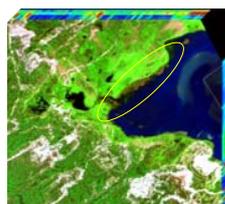
El objetivo principal de las campañas aeroportadas ha sido la cartografía de dos especies de plantas invasoras: el helecho flotante *Azolla filliculoides* y la gramínea *Spartina densiflora*. La *Azolla* resulta un caso paradigmático de la utilidad de la teledetección en cartografía de especies invasoras. Es una especie flotante de pequeño tamaño que se distribuye por 30.000 ha de superficie inundada difícilmente accesible, y cuya distribución varía de año en año.



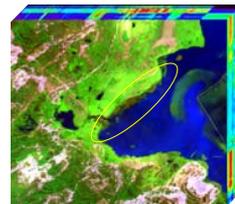
Detalle de imagen hiperspectral aeroportada AHS en los cuatro años de campañas de vuelo. La zona de la imagen es la salida de agua de la Laguna del Sopedón a la marisma, donde se tienen registros de presencia de *Azolla* (zona destacada por el elipse amarilla), y donde el LAST-EBD podrá hacer un seguimiento de su distribución espacial.



AHS 2008



AHS 2010



AHS 2011



AHS 2013

CONCLUSIONES

Esta serie de imágenes hiperspectrales supone un conjunto de datos que puedan ser de gran ayuda para la gestión de un espacio dinámico y singular con un alto valor en biodiversidad como es el Parque Nacional de Doñana. Las cuatro campañas de vuelos hiperspectrales aeroportados han sido procesadas geométrica y radiométricamente, tanto AHS como CASI 1500i y tanto para la cobertura completa como para las pasadas del proyecto.



REFERENCIAS

- J. Bustamante, R. Díaz-Delgado, D. Aragonés, P. García Murillo, E. M. Castellanos, B. Martí-Cardona, R. Fernández Zamudio, C. J. Luque, I. Afán. 2013. PROYECTO HYDRA: APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN AL ESTUDIO DE LA DINÁMICA HÍDRICA Y DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA EN LAS MARISMAS DE DOÑANA. Actas XIV Congreso Nacional de Teledetección: Sistemas Operacionales de Observación de la Tierra, p.p. 278-281. Ed. Alix Fernández-Renu y Eduardo de Miguel.
- Díaz-Delgado, R., Amezcort, I., Aragonés, D., Bustamante, J. 2011. Cartografía histórica del helecho acuático invasor *Azolla filliculoides* en la marisma de Doñana. In Teledetección Bosques y cambio climático. Actas XIV Congreso Asociación Española de Teledetección, pp. 239-250. Ed. C. Recondo González & E. Pendás Molina. Asociación Española de Teledetección, Mieres del Camino.
- Fernández-Renu A, J A Gómez & E de Miguel, 2005. The INTA AHS system. In: SPIE 5378 - Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites IX, edited by R Meynart, S P Necke & H Shimoda (SPIE, Bruges).

Nº24. 40 AÑOS DE CENSOS AÉREOS EN LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR

Máñez, Manuel; García, Luis; Garrido, Héctor; Arroyo, José Luis; Martínez, Antonio; Román, Jacinto

Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales. Estación Biológica de Doñana-CSIC, Avda Américo Vespucio s/n, Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla.

Desde hace 40 años se llevan realizando censos aéreos en las Marismas del Guadalquivir, ya que la enorme extensión de las Marismas, unido a la dificultad de acceso a muchas zonas en periodos de inundación, hace que los métodos terrestres de censo no sean aplicables en este caso. Por todo ello, el censo aéreo se postula como la única alternativa válida para evaluar el tamaño de las poblaciones de las aves acuáticas. Estos censos se refieren a 49 taxones de aves acuáticas, de los que 43 son reconocibles a nivel de especie y 6 constituyen grupos de aves no identificables de forma específica (o al menos no siempre). Son especialmente útiles para 22 de dichas especies, a saber: *Anser Anser*, *Tadorna tadorna*, *Anas penelope*, *Anas strepera*, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos*, *Anas acuta*, *Anas clypeata*, *Netta rufina*, *Aythya ferina*, *Phalacrocorax carbo*, *Egretta alba*, *Ardea cinerea*, *Ciconia nigra*, *Ciconia ciconia*, *Plegadis falcinellus*, *Platalea leucorodia*, *Phoenicopterus roseus*, *Fulica atra*, *Himantopus himantopus*, *Recurvirostra avosetta* y *Limosa limosa*. Se han diferenciado históricamente un total de 58 localidades, que se pueden agrupar en 23 de mayor rango (por fincas o hábitat homogéneo), y éstas a su vez en sólo 4 grandes zonas en función de sus características hidrológicas y de conservación (Parque Nacional, Parque Natural Norte-Arrozales, Veta la Palma y Salinas de Bonanza), lo que permite hacer análisis espaciales a diferentes escalas. Asimismo, estos censos detectan modificaciones en el número de ejemplares de las distintas especies a lo largo del tiempo, así como cambios en la composición específica de la comunidad de aves.

Día 7 de febrero

40 años de censos aéreos en las Marismas del Guadalquivir

Manuel Máñez, Luis García, Héctor Garrido, José Luis Arroyo, Antonio Martínez y Jacinto Román

Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales. Estación Biológica de Doñana-CSIC, Avda Américo Vespucio s/n, Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla



INTRODUCCIÓN

La enorme extensión de las Marismas del Guadalquivir, unido a la dificultad de acceso a muchas zonas en periodos de inundación, hace que no siempre sean aplicables los métodos terrestres de censo. Por todo ello, el censo aéreo se postula como la única alternativa válida para conocer el tamaño de las poblaciones de las aves acuáticas reconocibles desde el aire. Dichos censos fueron iniciados por la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) con la ayuda de la Estación Biológica de la Tour de Valat (Camarga, Francia) a principios de los años setenta. El censo aéreo abarca las grandes lagunas y marismas, en cualquier grado de transformación, de la margen derecha del río Guadalquivir, así como el sector gaditano del Espacio Natural de Doñana (un total de 84.624ha).

OBJETIVO

Obtener una estima absoluta mensual del número total de aves acuáticas identificables desde el aire, presentes en las Marismas del Guadalquivir, diferenciando entre especies o grupos de especies y entre diferentes zonas.

DESARROLLO DEL CENSO

El censo aéreo permite a un censador experto estimar, de un golpe de vista, el número de individuos localizados en una superficie concreta. La velocidad de vuelo oscila entre 150 y 200 km/h, dependiendo de la dirección y velocidad del viento. La altura de vuelo óptima para reconocer las especies es de unos 100 metros. Se realizan durante la mañana y se intenta hacer entre los días 10 y 20 de cada mes. El vuelo suele durar entre 1,5 y 3,5 horas. Para minimizar el sesgo asociado al observador, la inmensa mayoría de los censos han sido realizados sólo por dos censadores consecutivamente, Luis García desde los inicios hasta 1996, y Héctor Garrido desde entonces. A partir de 2007 se ha incorporado José Luis Arroyo como nuevo censador. La unidad de muestreo es el número de individuos de cada especie, o grupo de especies, registrado en cada censo y localidad. Aunque existen censos desde 1973, es desde el año hidrometeorológico 1979/1980 cuando el censo aéreo se desarrolla de forma regular, intentando realizarlo con una frecuencia mensual.



PUESTA AL DÍA DEL CENSO AÉREO

Durante el año 2012 se ha trabajado en la ordenación de las bases de datos del censo aéreo, con el objeto de que mejoren la calidad y cantidad de información que puede extraerse de este muestreo. Para ello se ha trabajado en los siguientes puntos:

1. Comparar entre localidades a diferentes resoluciones: Con el objeto de poder comparar entre localidades y censos a lo largo de toda la serie de datos, hemos elaborado un sistema de definición de localidades en el que éstas se anidan a distintos niveles (Figura 1).
2. Obtener información a nivel específico: Se han actualizado los nombres científicos en función de la última lista de las aves de España. Se han revisado los grupos de especies no distinguibles desde el aire y se ha incluido la información de la Cigüeña negra (*Ciconia nigra*), la Garceta grande (*Egretta alba*) y el Morito común (*Plegadis falcinellus*), como especies censables.
3. Estima del esfuerzo de muestreo: Una vez definidas los límites de las localidades, podemos realizar una estima del esfuerzo desarrollado en cada censo en función de la superficie cubierta en el mismo.
4. Construir series temporales: con este fin se han unido en una sola tabla los registros de número de aves en cada localidad y censo.
5. Inferir los ceros: Para ello se han identificado las localidades visitadas en las que no se registra la especie y se han diferenciado de las localidades no visitadas en un censo dado.

AGRADECIMIENTOS: Los sucesivos directores de la EBD fomentaron y apoyaron la realización de estos censos. Juan Calderón y José Juan Chans los dirigieron y compilaron, con la ayuda de Enrique Collado, hasta 2002; la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía (AMAYA) los cofinancia desde 2004. Nuestro compañero Rubén Rodríguez por cedernos algunas de las fotos, el resto son de Héctor Garrido.

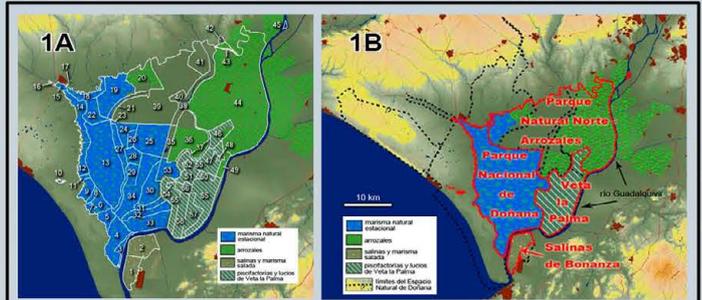


Figura 1A: Distribución espacial de las 58 localidades que se han visitado habitualmente en el censo aéreo.

Figura 1B: Distribución de los 4 grandes sectores contemplados en el censo aéreo:

Parque Nacional de Doñana (30.646 ha): Fundamentalmente marismas naturales estacionales, aunque también incluye las lagunas peridunares. La superficie inundada varía de modo importante en función de las características hídricas del año.

Parque Natural Norte-Arrozales (39.609 ha): Incluye una parte de marismas restauradas y sobre todo marismas cultivadas, principalmente arrozales, aunque la extensión dedicada a este cultivo varía mucho en función de las precipitaciones. Incluye parte del Parque Natural y zonas no protegidas adyacentes.

Salinas de Bonanza (2.770 ha): salinas activas y zonas adyacentes de marisma salada incluidas en el Parque Natural, en la provincia de Cádiz. Las salinas mantienen agua todo el año y la marisma salada suele inundarse durante los meses invernales.

Veta la Palma (11.599 ha): zona de marisma transformada que desde el año 1992 alberga unas 3.600 ha dedicadas a la acuicultura y en mucha menor medida cultivos de arroz. Se encuentra incluida en su mayor parte en el Parque Natural.

A continuación se indican algunos ejemplos de utilidad de los datos para seguimiento, investigación y conservación.

VOLUMEN DE INFORMACIÓN ACUMULADO

Hasta la fecha se han realizado 355 censos considerados válidos, con un total de más de 53 millones de aves acuáticas censadas, pertenecientes fundamentalmente a 49 taxones presentes en más del 5% de los censos realizados. De ellos, 43 son reconocibles a nivel de especie y 6 constituyen grupos de aves no identificables de forma específica (o al menos no siempre). Estos censos son especialmente útiles para 22 especies, que se detallan en la tabla adjunta. Los valores hacen referencia al total acumulado de aves censadas en toda la serie.

ESPECIE	TOTAL AVES CENSADAS
Cuchara común (<i>Anas platyrhynchos</i>)	6.377.158
Fiamenco común (<i>Phoenicopterus roseus</i>)	5.925.579
Cerceta común (<i>Anas crecca</i>)	5.436.769
Anser común (<i>Anser anser</i>)	5.342.442
Sibón europeo (<i>Anas penelope</i>)	4.440.285
Agua collera (<i>Limosa limosa</i>)	3.161.086
Anade realista (<i>Anas castus</i>)	2.378.545
Anade azulón (<i>Anas platyrhynchos</i>)	2.186.638
Focha común (<i>Fulica atra</i>)	2.004.273
Avoceta común (<i>Recurvirostra avocetta</i>)	1.411.418
Cigüeña común (<i>Himantopus himantopus</i>)	559.841
Porrón europeo (<i>Aythya ferina</i>)	397.528
Espátula común (<i>Platania leucorodia</i>)	360.133
Pato salvaje (<i>Nettion nettion</i>)	362.129
Anade friso (<i>Anas strepera</i>)	299.531
Cigüeña blanca (<i>Ciconia ciconia</i>)	289.679
Gara real (<i>Ardea cinerea</i>)	179.379
Tarro blanco (<i>Tadorna tadorna</i>)	132.917
Morito común (<i>Plegadis falcinellus</i>)	74.629
Cormorán grande (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	64.434
Garceta grande (<i>Egretta alba</i>)	1.624
Cigüeña negra (<i>Ciconia nigra</i>)	548

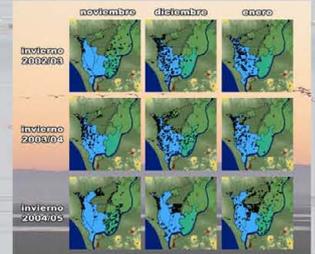
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS POBLACIONES

Actualmente resulta sencillo obtener series temporales de las diferentes especies de aves acuáticas presentes en las Marismas del Guadalquivir. En los ejemplos de abajo vemos el promedio mensual del Anade rabudo (*Anas castus*) en un año hidrometeorológico, calculado con todos los valores de la serie. En la Cerceta común (*Anas crecca*), se muestran los valores máximos anuales, observándose su disminución. Por último, un ejemplo de la evolución de los máximos anuales de una especie aparecida recientemente en la comarca, la Garceta grande (*Egretta alba*).



CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

En el ejemplo se ilustra la distribución en los principales meses de invernada de los ánsares comunes durante tres años consecutivos, con diferente distribución de las precipitaciones. En 2002/03 las precipitaciones no fueron importantes hasta el 20 de noviembre, por lo que los ánsares al llegar se distribuyeron por la vera norte, Veta la Palma y los arrozales, pasando después a ocupar la marisma una vez que ésta se inundó. Al año siguiente se registraron más de 200 mm en octubre, por lo que los ánsares al llegar se distribuyeron principalmente por la marisma natural, que ya se encontraba inundada. Por último el año 2004/05, fue especialmente seco y durante toda la invernada los ánsares se distribuyeron fundamentalmente por las zonas externas a la marisma natural.



Nº25. HACIA LA INCORPORACIÓN DE INFORMACIÓN PALEOECOLÓGICA EN BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN: EL ESTUDIO PALINOLÓGICO DEL LUCIO DE LA CANCELADA DE LA AULAGA

Manzano Rodríguez, Saul²; Fernández Jiménez, Santiago²; Carrión García, José Sebastián²; Munuera Giner, Manuel¹

1 Universidad Politécnica de Cartagena. 2 Universidad de Murcia UM.

Las reconstrucciones paleoecológicas a partir de series de datos largas y continuas constituyen una herramienta de primer orden para la interpretación de la cubierta vegetal presente y la lectura de procesos ecosistémicos. Cuestiones como la naturalidad de las masas forestales, la dinámica a largo plazo y las relaciones entre la geomorfología y la dinámica de la vegetación son especialmente interesantes en el entorno del Parque Nacional de Doñana y sólo pueden ser respondidos a la luz de estudios de esta índole. El estudio palinológico de un testigo procedente del Lucio de la Cancelada de la Aulaga ha permitido la reconstrucción de los cambios de la vegetación desde ca. 8500 BP. Los rasgos principales de los sistemas terrestres son la presencia constante de *Pinus mediterráneos*, *Quercus perennifolios* y *Quercus suber*. Los sistemas acuáticos están controlados por cambios en las características de la desembocadura del Guadalquivir. Se aporta la primera evidencia palinológica de *Pinus nigra*, *Pinus pinaster* y *Castanea sativa* en el suroeste ibérico y nuevas evidencias sobre el carácter autóctono de *Pinus pinea*, así como de la relación entre las masas de *Juniperus* y el dinamismo del sustrato. Los estudios paleoecológicos permiten además explorar la relación entre los pulsos de perturbación y los cambios observables en componentes ecosistémicos, así como la circunscripción temporal y espacial de procesos, lo que los convierte en una herramienta interesante capaz de generar información muy accesible para ser incorporada en biología de la conservación.

Día 7 de febrero

Nº26. EFECTO DE LA PREDACIÓN DE BELLOTAS POR EL CONEJO DE MONTE (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*) SOBRE EL RECLUTAMIENTO DEL ALCORNOQUE (*QUERCUS SUBER*) EN EL PARQUE NATURAL DE DOÑANA. II.- EFECTO DEL DOSEL ARBÓREO.

Perea-Martos, Antonio Jesús; Mancilla-Leytón, Juan Manuel; Cambrollé Silva, Jesús; Figueroa Clemente, Manuel Enrique; Martín Vicente, Ángel.

Dep. Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apdo.1095 Sevilla 41080

En los ecosistemas mediterráneos la regeneración de muchas especies leñosas está influenciada por la modificación microclimática que provoca una planta vecina. Esto puede suponer un beneficio siempre que se superen los costos que conlleva toda proximidad espacial. En este estudio se ha evaluado el efecto del consumo parcial de las bellotas por conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*) en la emergencia, establecimiento, crecimiento y supervivencia de plántulas de alcornoque (*Quercus suber*) bajo dos situaciones microclimáticas diferentes en una dehesa del Parque Natural de Doñana. Se sembraron bellotas bajo dos tipos de microhábitat (bajo dosel de alcornoque y soleado) simulando tres grados de consumo de las bellotas: i) intactas, ii) ligeramente consumidas (30% de pérdida del cotiledón) y iii) fuertemente consumidas (60% de pérdida del cotiledón). Se evaluó la tasa de emergencia, la tasa de supervivencia, las características climáticas (precipitación, temperatura, humedad), y realizaron medidas biométricas (longitud, altura, biomasa radical y aérea), medidas de fluorescencia de la clorofila y contenido en pigmentos fotosintéticos en las plántulas emergidas. La pérdida de cotiledón no afectó la tasa de emergencia pero sí disminuyó la tasa de supervivencia de las plántulas en el microhábitat soleado, detectándose además diferencias en las variables biométricas analizadas y una caída de la función fotosintética.

Día 7 de febrero

Efecto de la predación de bellotas por el conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*) sobre el reclutamiento del alcornoque (*Quercus Suber*) en el Parque Natural de Doñana.

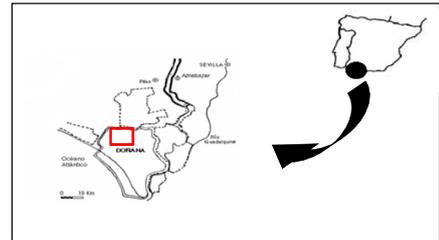
II. Efecto del dosel arbóreo

PEREA-MARTOS A.J., MANCILLA-LEYTÓN J.M., CAMBROLLÉ J., FIGUEROA M.E. y MARTÍN VICENTE A.

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apdo.1095 Sevilla 41080.

email: jmancilla@us.es

En los ecosistemas mediterráneos, la regeneración de muchas especies leñosas está circunscrita a la modificación microclimática que provoca una planta vecina. Esto puede suponer un beneficio siempre que se supere los costos que conlleva toda proximidad espacial. Se evaluó el efecto del consumo parcial de las bellotas por conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*) en la emergencia, establecimiento, crecimiento y supervivencia de plántulas de alcornoque (*Quercus suber*) bajo dos situaciones microclimáticas diferentes en una dehesa del Espacio Natural de Doñana.



Localización del área de estudio.



Detalle del consumo de las bellotas de alcornoque

Para determinar el efecto del dosel arbóreo sobre las plántulas de alcornoque, se simularon tres niveles de predación: i) bellotas intactas, ii) bellotas ligeramente consumidas (30% de pérdida del cotiledón) y iii) bellotas fuertemente consumidas (60% de pérdida del cotiledón). Para determinar la importancia de microhábitat las bellotas fueron sembradas: i) bajo dosel de alcornoque (microhábitat sombreado) y ii) fuera del dosel de alcornoque (microhábitat soleado).

La pérdida de cotiledón no afectó la tasa de emergencia, pero la tasa de emergencia si estuvo afectada por el microhábitat, siendo significativamente menor bajo dosel arbóreo (Tabla 1). Las plántulas emergidas de bellotas fuertemente consumidas presentaron características biométricas significativamente menores que el resto de los tratamientos. En el resto de las plántulas no se encontraron diferencias entre microhábitat y grado de consumo.

La supervivencia de las plántulas disminuyó conforme avanzó el primer periodo de sequía estival, viéndose muy afectada en las plántulas emergidas de bellotas fuertemente consumidas. Solo sobrevivieron en el microhábitat sombreado (Figura 1).

Los resultados mostraron que el efecto del tipo de microhábitat en el establecimiento y supervivencia de las plántulas de alcornoque fueron más importantes que la pérdida de la biomasa del cotiledón. No obstante, la pérdida de biomasa del cotiledón puede ser vital en medios pobres en nutrientes, particularmente en los ecosistemas mediterráneos.

Tratamiento	Bellotas intactas (%)	Bellotas ligeramente consumidas (%)	Bellotas fuertemente consumidas (%)
Microhábitat soleado	93 ± 6 a	96 ± 3 a	93 ± 3 a
Microhábitat sombreado	80 ± 5 b	83 ± 3 b	70 ± 5 b

Tabla 1. Tasa de Emergencia (%) en función del microhábitat y del grado de consumo de las bellotas. Medio ± E.S. En cada columna, las mismas letras indican tratamientos que no son significativamente diferentes (Test de Tukey P<0,005)

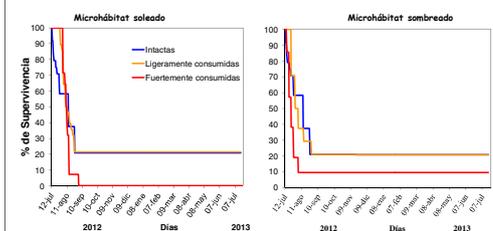


Figura 1. Supervivencia (%) de las bellotas emergidas en el microhábitat soleado y en el microhábitat sombreado durante los años 2012-2013.

Nuestro especial agradecimiento a Dehesa de Gatos S.A. y a Dr. Jose Carlos Muñoz por su ayuda y colaboración.

Nº28. EL CABALLO DE LAS RETUERTAS: ANÁLISIS DEL PEDIGRÍ Y CONSANGUINIDAD

Vega-Pla, José Luis¹; Miro, María²; León, José Manuel³; Brandariz Claudia⁴; Calderón, Juan⁴.

1 Laboratorio de Investigación Aplicada. Cría Caballar de las Fuerzas. Ministerio de Defensa. Córdoba. 2 Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. 3 Centro Agropecuario. Diputación de Córdoba. 4 Estación Biológica de Doñana-CSIC. Sevilla.

Introducción: Desde siglos se conoce la existencia de un caballo asilvestrado dentro del espacio que ocupa actualmente el Parque Nacional de Doñana. A este tipo de caballo se le denomina “Caballo de las Retuertas”. En la actualidad este caballo prácticamente ha desaparecido. El único núcleo que aun se cría en pureza se encuentra en la Reserva Biológica de Doñana. Este núcleo tiene una limitación de espacio y de número de ejemplares lo que obliga a realizar una gestión del colectivo para mantener la población. Tras varios estudios genéticos se pudo determinar que es una raza de caballos muy singular que precisa ser conservada. Uno de los objetivos de los programas de conservación de razas en peligro de extinción es contener, en la medida de lo posible, la tasa de consanguinidad, pues su incremento da lugar a problemas reproductivos y patologías diversas. El objetivo del estudio es reconstruir el pedigrí del Caballo de las Retuertas combinando los datos demográficos disponibles y análisis genéticos. Además se va a estudiar la tasa de consanguinidad que se acumula en la actualidad. **Metodología:** Se toman muestras de sangre o pelo de los caballos y se extrae el DNA. Se amplifican 26 marcadores genéticos y se obtienen la fórmula genética de cada individuo. Con la información demográfica y las fórmulas genéticas se reconstruye el árbol genealógico de la población. Mediante la aplicación ENDOG[®] se calculan los coeficientes de consanguinidad individual y el grado de parentesco entre los caballos de la población, así como el número efectivo de fundadores y las contribuciones genéticas de los mismos al estatus actual de la población. **Resultados:** Se ha podido reconstruir un árbol con cuatro generaciones efectivas a partir de 199 caballos de las Retuertas. Los coeficientes de consanguinidad medios por generación son 0, 0,04, 0,12 y 0,15. Se han detectado 14 fundadores acumulando cuatro de ellos el 81% de la variabilidad genética de la población. **Conclusión:** El número de ejemplares del Caballo de las Retuertas es reducido y el acceso a la reproducción está limitado a unos pocos sementales cada año, esto provoca que el incremento de la consanguinidad vaya creciendo paulatinamente. Ha habido muy pocas introducciones de reproductores ajenos a la población. Es necesario plantear estrategias de retrocruzamiento para conservar el estatus genético de esta singular y valiosa población equina.

Día 7 de febrero



ELCABALLO DE LAS RETUERTAS: ANÁLISIS DEL PEDIGRÍ Y CONSANGUINIDAD



J.L. Vega-Pla¹, M. Miro Arias², J.M. León Jurado³, C. Brandariz⁴ y J. Calderón⁴

1. Laboratorio de Investigación Aplicada. Cría Caballar de las Fuerzas Armadas. Córdoba.
2. Departamento de Genética. Universidad de Córdoba.
3. Centro Agropecuario Provincial. Diputación de Córdoba.
4. Estación Biológica de Doñana. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Sevilla.

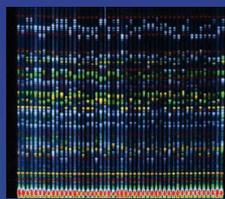


INTRODUCCIÓN

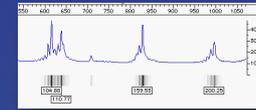
Desde siglos se conoce la existencia de un caballo asilvestrado dentro del espacio que ocupa actualmente el Parque Nacional de Doñana. A este tipo de caballo se le denomina "Caballo de las Retuertas". En la actualidad este caballo prácticamente ha desaparecido. El único núcleo que aún se cría en pureza se encuentra en la Reserva Biológica de Doñana. Este núcleo tiene una limitación de espacio y de número de ejemplares lo que obliga a realizar una gestión del colectivo para mantener la población. Tras varios estudios genéticos se pudo determinar que es una raza de caballos muy singular que precisa ser conservada. Es necesario establecer medidas para contener, en la medida de lo posible, la tasa de consanguinidad, pues su incremento da lugar a problemas reproductivos y patologías diversas. El objetivo del estudio es reconstruir el pedigrí del Caballo de las Retuertas combinando los datos demográficos disponibles y análisis genéticos. Además se va a determinar la tasa de consanguinidad que se acumula en la actualidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se toman muestras de sangre o pelo de los caballos y se extrae el DNA. Se amplifican 26 marcadores genéticos (microsatélites) mediante PCR. Se someten a electroforesis, se identifican las variantes presentes mediante las aplicaciones GENESCAN y GENOTYPER y se obtiene la fórmula genética de cada individuo. Con la información demográfica, las fórmulas genéticas y mediante el programa CERVUS se comprueban las paternidades y maternidades. Se reconstruye el árbol genealógico de la población mediante usando el programa PEDIGRAPH. Mediante la aplicación ENDOG se calculan los coeficientes de consanguinidad individual y el grado de parentesco entre los caballos de la población, así como el número de fundadores y las contribuciones genéticas de los mismos al estatus actual de la población.



Electroforesis en gel de poliacrilamida con Secuenciador ABI 377XL



Análisis de densitometría de las bandas (GENESCAN)

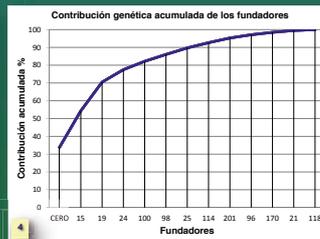
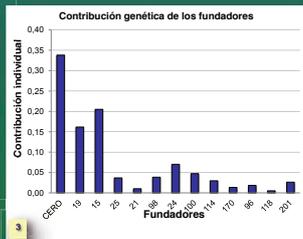
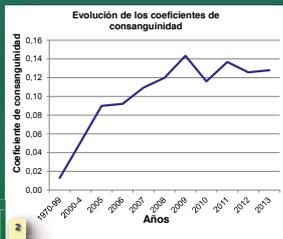
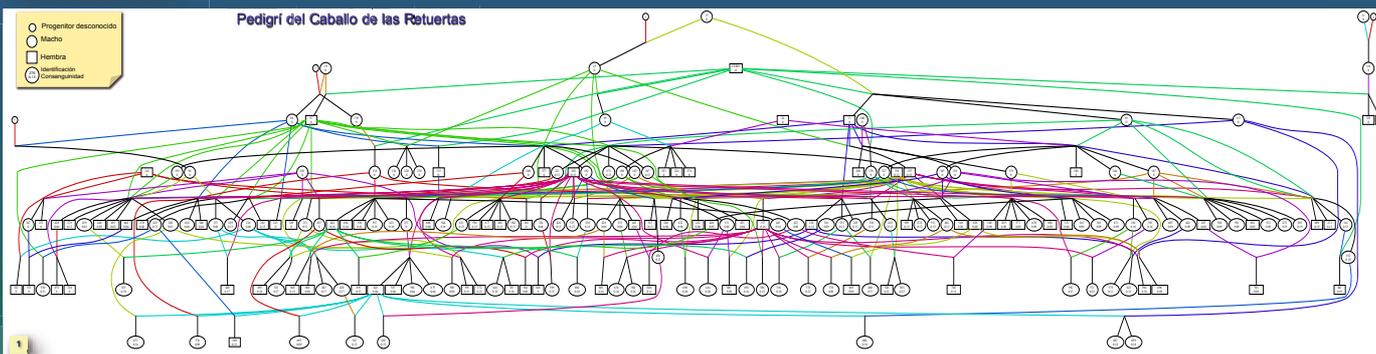


Asignación alélica (GENOTYPER)

Indiv.	BLAP	REAR200	YSL0	YSL1	YSL2	YSL3	YSL4	YSL5	YSL6	YSL7	YSL8	YSL9	YSL10	YSL11	YSL12	YSL13	YSL14	YSL15	YSL16	YSL17	YSL18	YSL19	YSL20	YSL21	YSL22	YSL23	YSL24	YSL25	YSL26	
0275	01204	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613	02613

Fórmulas genéticas y control de filiación con los progenitores candidatos

RESULTADOS



Consanguinidad media por generaciones sucesivas					
Generación	# Individuos	# Machos	% Consanguineos	# Machos de Parentesco	Tamaño Efectivo
1	11	6,00%	25,91%	12,95%	16,20%
2	20	2,25%	31,67%	15,83%	24,66%
3	84	10,27%	37,47%	18,73%	29,04%
4	49	13,46%	49,79%	19,88%	29,87%
5	7	8,57%	100,00%	8,57%	27,81%
6	8	73,75%	100,00%	73,75%	29,82%

Consanguinidad media por generaciones completas					
Generación	# Individuos	# Machos	% Consanguineos	# Machos de Parentesco	Tamaño Efectivo
1	11	6,00%	25,91%	12,95%	16,20%
2	20	2,25%	31,67%	15,83%	24,66%
3	84	10,27%	37,47%	18,73%	29,04%
4	49	13,46%	49,79%	19,88%	29,87%
5	7	8,57%	100,00%	8,57%	27,81%
6	8	73,75%	100,00%	73,75%	29,82%



Estatísticas de consanguinidad					
Individuo	Parentesco	Consanguinidad	Parentesco	Consanguinidad	Parentesco
1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
8	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

1. Se ha podido reconstruir un árbol con cuatro generaciones efectivas a partir de 199 caballos de las Retuertas.
2. Los coeficientes de consanguinidad se han estabilizado alrededor de 0,13 sin embargo, ya se empiezan a encontrar ejemplares con consanguinidades superiores a 0,20.
3. Se han identificado 13 fundadores. El semental denominado CERO contribuye el solo a esta variabilidad en un 34%.
4. Cinco de los 13 fundadores acumulan más del 80% de la variabilidad genética de la población.
5. Cuando se consideran generaciones completas la consanguinidad asciende a 0,17. El tamaño efectivo de la población se ha reducido hasta 9,3.
6. Más del 90% de los individuos tienen padres conocidos y más del 70% abuelos.
7. El intervalo generacional indica que los machos acceden a la reproducción entre los 7 y 10 años existiendo mas variabilidad en el caso de las hembras.

Conclusión

El número de ejemplares del Caballo de las Retuertas es reducido y el acceso a la reproducción está limitado a unos pocos sementales cada año, esto provoca que el incremento de la consanguinidad vaya creciendo paulatinamente reduciéndose el tamaño efectivo de la misma. Ha habido muy pocas introducciones de reproductores ajenos a la población. Ya se han planteado estrategias de retrocruzamiento que se necesitan ejecutar para conservar el estatus genético de esta singular y valiosa población equina.

Referencias

- GENESCAN y GENOTYPER: Applied Biosystems, Foster City, CA, USA.
- CERVUS: Kalinowski, ST, Taper, ML & Marshall, TC (2007) Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Molecular Ecology* 16: 1099-1006. doi: 10.1111/j.1365-294x.2007.03089.x
- ENDOG: Gutiérrez JP, Goyache F (2005) A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information.. *J Anim Breed Genet.* Jun;122(3):172-6.
- PEDIGRAPH: Garbe, J. R. and Y. Da. (2008) Pedigraph: A Software Tool for the Graphing and Analysis of Large Complex Pedigree. User manual Version 2.4. Department of Animal Science, University of Minnesota.

Nº29. BIODIVERSIDAD DE LEPIDÓPTEROS EN RELACIÓN CON SUS HÁBITATS, FORMACIONES VEGETALES Y FLORA DE LAS MARISMILLAS

Viejo Montesinos, José Luis¹; González Granados, José²; Gómez de Aizpurua, Carlos³

1 Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid, C/. Darwin, 2, 28049 Madrid. 2 Concejalía de Medio Ambiente. Ayuntamiento de Aranjuez. 3 Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterología.

Se presentan aquí los primeros resultados del Proyecto de Investigación titulado “Biodiversidad de lepidópteros en relación con sus hábitats, formaciones vegetales y flora de Las Marismillas”, que tiene como objetivo el estudio de los ciclos biológicos y las preferencias alimenticias de las larvas de los lepidópteros de esta zona del Parque Nacional de Doñana (Huelva). Tras los dos primeros años de trabajo, el equipo de investigación ha cerrado el ciclo biológico de al menos 32 taxones (especies y subespecies) de lepidópteros: *Anacamptis scintillella* (Fischer von Röslerstamm, [1841]), *Nothris congressariella* (Bruard, 1858) *Scythris inertella* (Zeller, 1855), *Lobesia littoralis* (Humphreys & Westwood, 1845), *Lobesia artemisiana* (Zeller, 1847), *Lobesia bicinctana* (Duponchel, 1844), *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller, 1775), *Acrolita subsequana* (Herrich-Schäffer, 1851), *Agdistis neglecta* Arenberger, 1976, *Zerynthia rumina isabelae* Sabariego & Huertas, 1975, *Plebejus argus hypochionus* Rambur, 1858, *Itame vincularia* (Hübner, [1813]), *Rhoptria asperaria pityata* (Rambur, 1829), *Menophra abruptaria* (Thunberg, 1792), *Petrophora convergata* (Villers, 1789), *Cyclophora porata* (Linnaeus, 1758), *Glossotrophia rufomixtaria* (Graslin, 1863). *Gymnoscelis rufifasciata* (Haworth, 1809), *Saturnia pavonia josephinae* (Schawerda, [1924]), *Hyles euphorbiae* (Linnaeus, 1758), *Coscinia cribaria chrysocephala* (Hübner, 1804), *Phragmatobia fuliginosa* (Linnaeus, 1758), *Tyria jacobaeae* (Linne, 1758), *Cerocala scapulosa* (Hübner, [1788]), *Eutelia adalatrix* (Hübner, [1813]), *Nola subchlamydula* Staudinger, 1871, *Eublemma candidana* (Fabricius, 1794), *Eublemma ostrina* (Hübner, [1808]), *Mesapamea secalis* (Linne, 1758), *Mythimna loreyi* (Duponchel, 1827), *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775) y *Agrotis spinifera* (Hübner, [1808]). De cada especie se ofrecen datos fenológicos y biológicos, que incluyen la planta nutricia, el hábito alimenticio de las orugas y las preferencias ambientales, así como fotografías y descripciones morfológicas.

Día 7 de febrero

LIFE CYCLES OF LEPIDOPTERA IN LAS MARISMILLAS (DOÑANA NATIONAL PARK, SOUTHERN SPAIN): FIRST RESULTS

José Luis Viejo Montesinos¹, José González Granados & Carlos Gómez de Aizpurúa
 Departamento de Biología (Zoología), Universidad Autónoma de Madrid, C/. Darwin, 2, 28049 Madrid, Spain

¹ joseluis.viejo@uam.es



This paper gives an insight into the results obtained in 2012 in line with the project entitled: 'LAS MARISMILLAS': LEPIDOPTERA BIODIVERSITY IN RELATION TO HABITAT, PLANT ASSOCIATIONS AND FLORA, in which are detailed the species bred out in captivity from those larvae taken on their respective food-plants. With some of these species, we have been able to successfully complete life cycles from female moths captured (*ex ovo*), for this reason, we have been able to document each and every one of the respective stages (ovum, larva, pupa). Larvae have been taken only in those cases where data obtained would be of interest to Science, and in a way that would not harm either the population or the biotope worked in. Criteria in terms of habitat selection and choice of species were based on protocol established *a priori*, taking into account certain botanical and ecological factors, such being rigorously adhered to. Larval samples were taken from plants dealt with on a systematic basis until certain signs of defoliation, mines or other signs of larval attack, which might have been provoked in the leaves, stems, flowers or the fruits, ostensibly by lepidopterous larvae. In many cases, it was considered necessary to obtain larvae using a standard beating tray until larvae should fall on to said tray having been placed beneath the shrub.

Doñana National Park is a natural reserve in Andalusia, southern Spain, in the provinces of Huelva and Seville. It covers 543 km², of which 135 km² are a protected area. The park is an area of marsh, shallow streams, and sand dunes in Las Marismas, the Guadalquivir River Delta region where it flows into the Atlantic Ocean. It was established as a nature reserve in 1963 when the World Wildlife Fund joined with the Spanish government and purchased a section of marshes to protect it. There has been a constant threat to the ecosystem, that of drainage of the marshes, the use of river water to boost agricultural production by irrigating land along the coast, and the expansion of tourist facilities. The study area is a place known as 'Las Marismillas' situated in the extreme south-east of the Doñana National Park (prov. Huelva) near to the mouth of the Guadalquivir river in the far south-west of the Iberian Peninsula. In 'Las Marismillas' one can find several ecosystems and plant associations in this highly-representative National Park, including, for example, dune systems, open, treeless areas, *Pinus pinea* pine groves, oleander groves, brackish lagoons, etc. It can be regarded as an environmentally pristine area, which has suffered little recent anthropogenic influence, despite there having been hunts and pasturing in the past.



<p>GELECHIIDAE <i>Anacampsis scintillella</i> (Fischer von Röslerstamm, [1841]) Larvae on <i>Halimium halimifolium</i> in March</p>	<p>SCYTHRIDAE <i>Scythris inertella</i> (Zeller, 1855) Larvae on <i>Suaeda vera</i> in March and April</p>	<p>SATURNIIDAE <i>Saturnia pavonia josephiniae</i> (Schawerda, [1924]) Eggs in March, larvae in April on <i>Ulmus</i> and <i>Halimium halimifolium</i></p>	<p>EREBIDAE ARCTIINAE <i>Coscinia cribraria chrysocephala</i> (Hübner, 1804) Larvae on <i>Taraxacum officinale</i> in May and June</p>	<p>EUTELIIDAE <i>Eutelia adalatrix</i> (Hübner, [1813]) Larvae on <i>Pistacia lentiscus</i> in June</p>
<p>PTEROPHORIDAE <i>Agdistis neglecta</i> Arenberger, 1976 Larvae on <i>Suaeda vera</i> in March</p>	<p>SPHINGIDAE <i>Hyles euphorbiae</i> (Linnaeus, 1758) Larvae on <i>Euphorbia baetica</i> and other milkweeds in May, June and July</p>	<p>EREBIDAE <i>Phragmatobia fuliginosa</i> (Linnaeus, 1758) Larvae on <i>Taraxacum officinale</i> and <i>Trifolium repens</i>. Adults in April-May and August-September. Caterpillars bred out <i>ex ovo</i></p>	<p>TYRIIDAE <i>Tyria jacobaeae</i> (Linnaeus, 1758) Larvae on <i>Senecio jacobaeae</i> in May-October</p>	<p>NOCTUIDAE <i>Agrotis spinifera</i> (Hübner, [1808]) Larvae on <i>Medicago sativa</i> (but polyphagous). A female laid eggs May 10, hatching May 16; first pupae June 11</p>
<p>NOTHIDAE <i>Nothris congressariella</i> (Braund, 1858) Larvae on <i>Scrophularia</i> sp. in March</p>	<p>PAPILIONIDAE <i>Zerynthia rumina isabellae</i> Sabariego & Huertas, 1975 Larvae on <i>Anistolochia baetica</i> in April to June</p>	<p>GEOMETRIDAE LARENTIINAE <i>Gymnoscelis rufifasciata</i> (Haworth, 1809) Larvae on <i>Armeria pungens</i></p>	<p>EREBIDAE EREBINAE <i>Cerocala scapuloa</i> (Hübner, [1808]) Larvae on <i>Halimium halimifolium</i> in May-June</p>	<p>AGROTIDAE <i>Agrotis segetum</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) Larvae polyphagous; bred on <i>Taraxacum officinale</i> and <i>Trifolium repens</i> in summer</p>
<p>TORTRICIDAE <i>Acroclyta subsequana</i> (Herrich-Schäffer, 1851) Larvae on <i>Euphorbia paralias</i> in April</p>	<p>LYCAENIDAE <i>Plebejus argus hypochionus</i> Rambur, 1858 Larvae on <i>Halimium halimifolium</i> in March</p>	<p>ENOMINAE <i>Petrophora convergata</i> (Villers, 1789) Larvae on <i>Helichrysum picardii</i> in May</p>	<p>EUBLEMMINAE <i>Eublemma candidana</i> (Fabricius, 1794) Larvae on <i>Helichrysum picardii</i> in June</p>	<p>MYTHIMINAE <i>Mythimna loreyi</i> (Duponchel, 1827) Larvae on <i>Lactuca</i> sp. in June</p>
<p>LOBESIIDAE <i>Lobesia littoralis</i> (Humphreys & Westwood, 1845) Larvae on <i>Armeria pungens</i> seeds in March</p>	<p>GEOMETRIDAE STERRHINAE <i>Glossotrophia rufomixtaria</i> (Graslin, 1863) Larvae on <i>Thymus mastichina</i> in May</p>	<p>ITAMIDAE <i>Itame vincularia</i> (Hübner, [1813]) Larvae on <i>Rhamnus lycioides</i> in June</p>	<p>EUBLEMMINAE <i>Eublemma ostrina</i> (Hübner, [1808]) Larvae on <i>Carlina corymbosa</i> in March-June</p>	<p>MESAPAMINAE <i>Mesapamea secalis</i> (Linnaeus, 1758) Larvae on <i>Pelargonium</i> sp. in May</p>
<p>LOBESIIDAE <i>Lobesia artemisiana</i> (Zeller, 1847) Larvae on <i>Echium gaditanum</i> in April</p>	<p>CYCLOPHORIDAE <i>Cyclophora porata</i> (Linnaeus, 1758) Larvae on <i>Quercus suber</i></p>	<p>RHOPTRIDAE <i>Rhoptria asperaria pityata</i> (Rambur, 1829) Larvae on <i>Halimium halimifolium</i> in June</p>	<p>EUBLEMMINAE <i>Eublemma ostrina</i> (Hübner, [1808]) Larvae on <i>Carlina corymbosa</i> in March-June</p>	<p>NOLIDAE <i>Noia subchlamydyla</i> Staudinger, 1871 Larvae on <i>Lavandula stoechas</i> in May</p>
<p>LOBESIIDAE <i>Lobesia bicinctana</i> (Duponchel, 1844) Larvae on <i>Daphne gnidium</i> in March</p>	<p>LOBESIIDAE <i>Lobesia botrana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) Larvae on <i>Daphne gnidium</i> in May</p>	<p>MENOPHIDAE <i>Menopra abruptaria</i> (Thunberg, 1792) Larvae on <i>Pistacia lentiscus</i> in June</p>	<p>EUBLEMMINAE <i>Eublemma ostrina</i> (Hübner, [1808]) Larvae on <i>Carlina corymbosa</i> in March-June</p>	<p>NOLIDAE <i>Noia subchlamydyla</i> Staudinger, 1871 Larvae on <i>Lavandula stoechas</i> in May</p>



Nº30. INVASIÓN DE *AZOLLA FILICULOIDES* EN DOÑANA: RELACIÓN CON VARIABLES CLIMÁTICAS Y EUTROFIZACIÓN DE LA MARISMA

Espinar, José Luis; Díaz-Delgado, Ricardo; Bravo, Miguel Ángel; Vilà, Montserrat

Estación Biológica de Doñana-CSIC, Avda. Américo Vespucio s/n, Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla.

Las invasiones biológicas junto el cambio climático, los cambios de uso de suelo y la eutrofización de los ecosistemas constituyen componentes del cambio global que pueden actuar de forma sinérgica. En Andalucía ha habido un aumento de las temperaturas medias en los meses fríos y una reducción del número de días con temperaturas debajo de los 5 grados. Además, durante la última década, Doñana ha experimentado un aumento de P inorgánico de un orden de magnitud y fluctuaciones muy marcadas en los niveles de NO₃⁻ tanto en las marismas como en los arroyos tributarios. En el año 2001 aparece el helecho exótico *Azolla filiculoides* Lam. en las marismas coincidiendo con el primer pico registrado de P inorgánico. Durante 11 años hemos realizado un seguimiento del recubrimiento de Azola en las aguas libres mediante teledetección y lo hemos relacionado con variables hidrológicas, climáticas y de calidad del agua. Hemos encontrado una relación positiva entre la variación interanual en el recubrimiento de Azola y las temperaturas mínimas. Nuestra hipótesis es que la eutrofización de la marisma junto con el calentamiento influyen en la invasión de Azola en Doñana. La sinergia entre estos tres factores podría conllevar cambios bruscos en la diversidad de las comunidades de macrófitos de la marisma.

Día 7 de febrero

Invasión de *Azolla filiculoides* en Doñana: relación con variables climáticas y eutrofización de la marisma

José L. Espinar, R. Díaz-Delgado, M.A. Bravo-Utrera, M. Vilà*
Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), *e-mail: montse.vila@ebd.csic.es



Objetivos

Las invasiones biológicas junto el cambio climático, los cambios de uso de suelo y la eutrofización de los ecosistemas constituyen componentes del cambio global que pueden actuar de forma sinérgica. En Andalucía ha habido un aumento de las temperaturas medias en los meses fríos y una reducción del número de días con temperaturas debajo de los 5 grados.

En el año 2001, en las marismas de Doñana aparece el helecho exótico *Azolla filiculoides* Lam. Con el objetivo de investigar qué factores ambientales explican las diferencias interanuales en su abundancia, durante varios años hemos realizado un seguimiento del recubrimiento de *Azolla* en las aguas libres.

Métodos

Analizamos una serie temporal de 15 años de la calidad del agua (concentración de nitratos y fósforo inorgánico) tanto de la marisma como de los arroyos tributarios. También analizamos una serie de 11 años del recubrimiento de *Azolla* en las aguas libres de la marisma. El recubrimiento de *Azolla* se estimó a partir de imágenes satélite de resolución media capturadas por sensores Landsat durante los meses de abril y mayo. Se utilizaron modelos GLMs para determinar las variables de la calidad del agua, hidrológicas y climáticas (precipitación, temperatura de los meses más fríos, número de días con heladas) más relacionadas con la variación interanual del recubrimiento de *Azolla*. Se utilizó el criterio de información corregido por muestras pequeñas (AICc) para seleccionar el mejor modelo que explique el recubrimiento de *Azolla*.

Resultados

En la última década ha habido un aumento de un orden de magnitud de la concentración de P inorgánico en la marisma. Este aumento ha ido en paralelo al aumento medio en los arroyos tributarios (Figura 1). Un primer pico de P inorgánico coincidió con la detección de *Azolla* en la marisma (Figura 2). Desde entonces ha habido una relación positiva entre la variación del recubrimiento de *Azolla* y las temperaturas mínimas durante los meses fríos ($r^2=0.52$, $p=0.027$, Figura 3). La temperatura mínima es el componente que mejor explica la variación en el recubrimiento de *Azolla* ($\Delta AICc=0$, $k=1$, $\chi^2=5.918$, $p=0.014$).

Figura 1

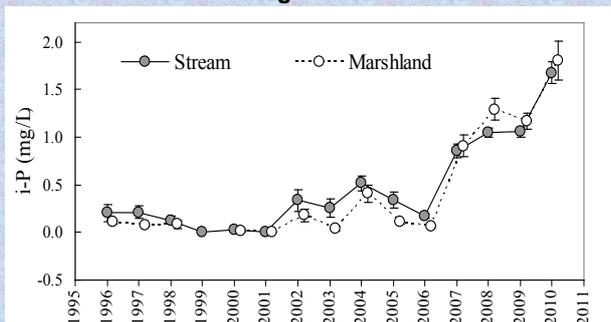


Figura 2

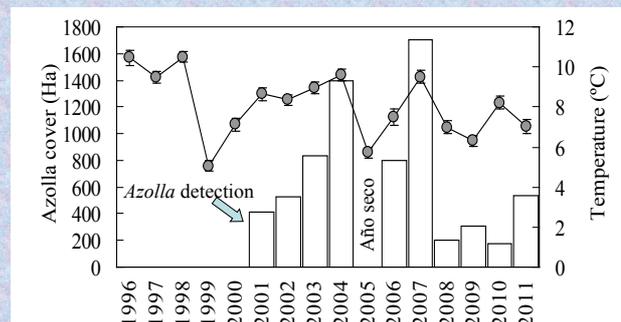
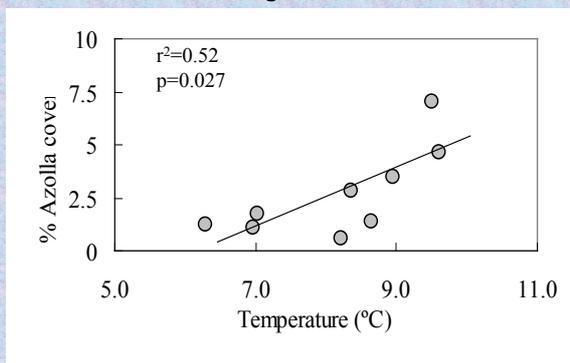


Figura 3



Detalle de *Azolla filiculoides*



Invasión de *Azolla* en la marisma de Doñana (Mayo 2007)

Conclusiones

Nuestra hipótesis es que la eutrofización de la marisma junto con el calentamiento ambiental influyen en la invasión de *Azolla* en Doñana. La sinergia entre estos tres factores podría conllevar cambios bruscos en la diversidad de las comunidades de macrófitos de la marisma.

Agradecimientos

Proyectos RIXFUTUR (CGL2009-7515), HYDRA (#CGL2006-02247/BOS), HYDRA2 (CGL2009-09801/BOS) del Ministerio de Ciencia e Innovación, y RNM-4031 de la Junta de Andalucía.

Nº31. CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS HÚMEDOS DE DOÑANA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO EN ESPAÑA

Gallego, Blanca; Borja, César

Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n. 41004- Sevilla España. cesarborja@us.es, blagaltev@alum.us.es.

En esta investigación se aplican los principios conceptuales y metodológicos de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España con el objetivo de caracterizar el estado de conservación de los ecosistemas húmedos de Doñana: la marisma del Guadalquivir y el complejo palustre del manto eólico litoral de El Abalario-Doñana (MELAD). Esta aproximación metodológica se basa en caracterizar la relación entre el buen funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano, asumiendo que el segundo depende del primero y, que, el mantenimiento del flujo de servicios proporcionados por los humedales depende del buen funcionamiento de los ecosistemas, es decir, del mantenimiento de su integridad ecológica. Tanto la Marisma del Guadalquivir como el Complejo Palustre del MELAD proporcionan un elevado número de servicios a la sociedad, especialmente a los habitantes de su comarca y su entorno. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que el estado actual de los servicios que prestan los humedales de Doñana es alarmante, con una clara tendencia al decaimiento. En este sentido, el 73,6 % de los servicios evaluados para el Complejo Palustre del MELAD, y el 68% de los correspondientes a la Marisma del Guadalquivir se están degradando o no se están utilizando de manera sostenible en la actualidad. Los servicios de abastecimiento son los que se encuentran, en general, en una mala situación, siendo el agua el que presenta un peor estado de conservación y con tendencia a seguir empeorando. Este servicio es especialmente importante puesto que, al ser un elemento esencial del ecosistema, su buen estado ecológico condiciona el resto de servicios, así como el estado de conservación general del humedal. Por su parte, los servicios de regulación, tanto en la marisma como en el complejo palustre, son los que presentan una tendencia mayor al empeoramiento. Estos servicios son los que más están siendo afectados por la intervención antrópica, siendo, para el caso del complejo palustre, la regulación climática, la regulación de la calidad del aire y la formación de suelo, y la regulación morfosedimentaria y el control biológico para la marisma, los servicios que se encuentran en peor situación en la actualidad. Por el contrario, los servicios culturales son los que están en una mejor situación y con previsiones de mejorar en la mayoría de los casos. No obstante, los servicios relacionados con el conocimiento tradicional están empeorando como consecuencia del envejecimiento de la población y el éxodo rural.

Día 7 de febrero

CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS HÚMEDOS DE DOÑANA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO EN ESPAÑA

B. GALLEGO y C. BORJA

Departamento de Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla.
C/ María de Padilla s/n. 41004-Sevilla. biagallego@alum.us.es; cesarborja@us.es



ÁREA DE ESTUDIO



OBJETIVOS

Objetivo principal: determinar el estado de conservación de los ecosistemas de humedales de Doñana (Marisma del Guadalquivir y Complejo Palustre del Abalario-Doñana) aplicando la metodología propuesta por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME, 2011) a una escala de detalle.

Objetivos específicos:

1. Caracterización de los servicios que proporcionan los ecosistemas húmedos de Doñana y evaluación de su estado actual.
2. Determinación de la tendencia a corto-medio plazo de dichos servicios.
3. Identificación y análisis de los principales impulsores de cambio que les afectan.
4. Comparación de los resultados obtenidos con los de Otras Evaluaciones de humedales a distinta escala.

MARCO CONCEPTUAL Y PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

La Evaluación del Milenio (MA, 2003), de la que se nutren otras evaluaciones (EME, 2011; EMAndalucía, 2012), no tiene una metodología formalmente elaborada a modo de un manual científico-técnico, sino que es su marco conceptual el que proporciona el procedimiento metodológico a emplear, según los objetivos y las características socioecológicas propias de la región donde se desarrolla.

La idea fundamental sobre la que se desarrolla dicho marco conceptual y metodológico es que los ecosistemas, considerados como sistemas que se materializan a distintas escalas en la naturaleza, se caracterizan por su funcionamiento. Dicho funcionamiento se basa en la existencia de unos elementos estructurales y funcionales (Funciones) que sustentan una serie de Servicios cuyo uso y disfrute proporciona a la sociedad un determinado nivel de Bienestar. El funcionamiento de los ecosistemas se puede ver afectado por la existencia de impulsores de cambio directos e indirectos. Son los primeros los que tienen una mayor incidencia sobre el flujo de servicios a la sociedad (EME, 2011; Gallego-Tévar, 2013).

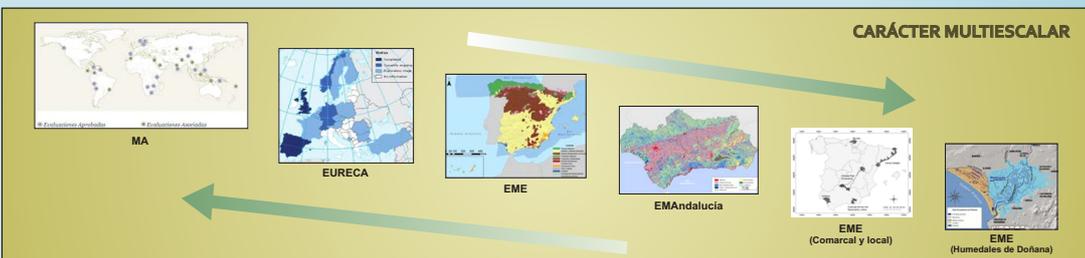
La metodología empleada en este trabajo está basada en la utilizada para la elaboración de los informes subglobales y regionales del programa Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME, 2011). Se trata de una metodología cuya señal de identidad más significativa es su carácter multiescalar. El procedimiento metodológico propio de esta aproximación puede aplicarse a escalas muy diversas, desde el nivel global (mundial), hasta ámbitos locales.

El procedimiento metodológico desplegado específicamente en esta investigación ha consistido de las siguientes fases:

- Selección de los servicios a analizar (un total de 21).
- Realización de una búsqueda exhaustiva de bibliografía relacionada con cada uno de los servicios seleccionados.
- Determinación del estado de conservación de cada servicio.
- Identificación y caracterización de los impulsores de cambio que pueden afectar al funcionamiento de los ecosistemas y, por tanto, al flujo de los servicios.
- Comparación del estado de actual y la tendencia de los servicios proporcionados por los humedales de Doñana con el de los humedales de Andalucía y de España.

SELECCIÓN DE SERVICIOS

TIPOS DE SERVICIOS	Abastecimiento	Regulación	Culturales
	Aquellas contribuciones directas al bienestar humano provenientes de la estructura biótica y geotica de los ecosistemas. (alimentos, aguas, materias primas de origen biótico, materias primas de origen geotico, acervo genético y medicinas naturales y principios activos)	Aquellas contribuciones indirectas al bienestar humano provenientes del funcionamiento de los ecosistemas. (regulación climática, regulación de la calidad del aire, regulación hídrica, regulación de las perturbaciones naturales, control de la erosión, control biológico, fertilidad del suelo y polinización)	Aquellas contribuciones intangibles que la población obtiene a través de su experiencia directa con los ecosistemas y su biodiversidad. (conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute estético de los paisajes, disfrute espiritual y religioso, actividades recreativas y ecoturismo y educación ambiental)



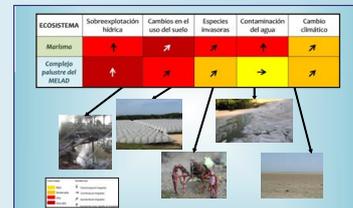
RESULTADOS

ESTADO ACTUAL Y TENDENCIA DE LOS SERVICIOS

TIPO	SERVICIO	ESTADO Y TENDENCIA	
		Complejo palustre del MELAD	Marisma
Abastecimiento	Alimentos	↔	↔
	Agua	↓	↓
	Materias primas de origen geotico	↔	↔
	Materias primas de origen biológico	↘	↘
	Acervo genético	↘	↘
	Medicinas naturales y principios activos	↘	↘
Regulación	Regulación climática	↓	↓
	Regulación de la calidad del aire	↓	↓
	Regulación hídrica	↔	↓
	Regulación morfosedimentaria	↘	↓
	Formación y fertilidad del suelo	↘	↓
	Regulación de las perturbaciones naturales	↔	↔
	Control biológico	↘	↘
Culturales	Polinización	↘	↘
	Conocimiento científico	↑	↑
	Conocimiento ecológico local	↓	↓
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	↔	↔
	Disfrute espiritual y religioso	↔	↔
	Disfrute estético de los paisajes	↗	↗
Culturales	Actividades recreativas y ecoturismo	↗	↗
	Educación ambiental	↑	↑



IMPULSORES DIRECTOS DE CAMBIO



COMPARACIÓN CON OTRAS EVALUACIONES DEL MILENIO

TIPO	SERVICIO	ESTADO Y TENDENCIA			
		Complejo palustre	Marisma	EMAndalucía, 2012*	EME, 2011**
Abastecimiento	Alimentos	↔	↔	↘	↓
	Agua	↓	↓	↘	↓
	Materias primas de origen geotico	↔	↔	↘	↘
	Materias primas de origen biológico	↘	↘	↘	↓
	Acervo genético	↘	↘	↘	↓
	Medicinas naturales y principios activos	↘	↘	↘	↓
Regulación	Regulación climática	↓	↓	↓	↓
	Regulación de la calidad del aire	↓	↓	↓	↓
	Regulación hídrica	↔	↓	↓	↓
	Regulación morfosedimentaria	↘	↓	↓	↓
	Formación y fertilidad del suelo	↘	↓	↓	↓
	Regulación de las perturbaciones naturales	↔	↔	↘	↓
	Control biológico	↘	↘	↘	↓
Culturales	Polinización	↘	↘	↘	↓
	Conocimiento científico	↑	↑	↑	↗
	Conocimiento ecológico local	↓	↓	↓	↓
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	↔	↔	↗	↓
	Disfrute espiritual y religioso	↔	↔	↗	↓
	Disfrute estético de los paisajes	↗	↗	↗	↓
Culturales	Actividades recreativas y ecoturismo	↗	↗	↗	↓
	Educación ambiental	↑	↑	↑	↗

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

- Los dos grandes sistemas húmedos de Doñana proporcionan un elevado número de servicios a la sociedad, especialmente a los habitantes de su comarca.
- El estado de conservación de los humedales de Doñana presenta un nivel de degradación significativo así como una tendencia al empeoramiento a corto y medio plazo.
- El 73,6% de los servicios evaluados para el Complejo Palustre de Doñana, y el 68% de los correspondientes a la Marisma del Guadalquivir se están degradando o no se están utilizando de manera sostenible en la actualidad.
- La determinación del estado de conservación de los servicios se lleva a cabo a partir de un diagnóstico basado en la recopilación y análisis de la información científica disponible para cada uno de los ecosistemas analizados, siendo la información disponible sobre los servicios que presta la marisma mucho más abundante que la disponible para el complejo palustre.

- Los impulsores de cambio con mayores repercusiones sobre el funcionamiento de los humedales de Doñana son la sobreexplotación hídrica, para el caso del Complejo Palustre de Doñana, y los cambios en los usos del suelo, para la Marisma del Guadalquivir.
- La comparación de los resultados obtenidos con los existentes para el conjunto de los humedales andaluces y españoles presenta, a rasgos generales, una correspondencia notable, siendo las diferencias contrastadas poco significativas.
- Los resultados ofrecidos en esta investigación puede ser trasladados fácilmente al plano de la gestión constituyendo una magnífica herramienta para que políticos y gestores adopten las medidas adecuadas que aseguren el mantenimiento de la integridad ecológica de los humedales de Doñana a largo plazo, y con ello, el suministro de servicios a la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borja, C.; Florin, M. y Camacho, A. (2011). *Lagos y humedales de interior. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. Fundación Biodiversidad. Madrid. Inédito, 83 págs.

- Borja, C.; Camacho, A. y Florin, M. (2012). "Lagos y humedales en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España". *Ambiente*, 35: 82-90.

- EMAndalucía (2012). *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en Andalucía: haciendo visibles los vínculos entre la naturaleza y el bienestar humano*. Junta de Andalucía. Sevilla. Inédito, 184 págs.

- EME (2011). *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Informe final*. Fundación Biodiversidad (MIMARM). Madrid. Inédito, 304 págs.

- Gallego-Tévar, B. (2013). *Caracterización del estado de conservación de los ecosistemas húmedos de Doñana desde la perspectiva de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España*. Trabajo de Fin de Máster. Universidad de Sevilla. Inédito, 112 págs.

- MA (2003). *Ecosystems and Human Well-being. A Framework for assessment. Millennium Assessment*. Island Press. Washington. 137 págs.

- Vidal-Abarca, M. R. y Suárez, M. L. (2011). *Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas de lagos y humedales continentales de Andalucía. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en Andalucía*. Junta de Andalucía. Sevilla. Inédito, 101 págs.

AGRADECIMIENTOS

Contrato de Investigación AOs. LOU 68/83 entre la Universidad de Sevilla y la Fundación Biodiversidad (Ref. 0960/0150); Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (II Fase). Ecosistemas de humedales interiores y litorales. Proyecto de Investigación GAPPN 036/2008.

Nº32. CONTROVERSIAS EN LA CONSERVACIÓN: DISPERSIÓN POR ANÁTIDAS DE SEMILLAS DE LA ESPECIE EXÓTICA INVASORA *SPARTINA DENSIFLORA*

García-Álvarez, Alberto¹; Pérez-Vázquez, Andrés¹; Vélez-Martín, Alberto¹; Luque, Carlos Javier^{1,2}; Green, Andy J³; Castellanos, Eloy M.^{1,2}

1. Área de Ecología/RNM 311 Ecología y Medio Ambiente. Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. 21071-Huelva, España. alberto.garcia@dbasp.uhu.es. 2, Centro Internacional de Estudios y Convenciones Ecológicas y Medioambientales (CIECEM). Parque Dunar s/n. Matalascañas, Almonte, 21760-Huelva, España. 3. Departamento Ecología de Humedales. Estación Biológica de Doñana-CSIC. Américo Vespucio s/n. 41092-Sevilla, España.

Cada año, miles de aves acuáticas migratorias llegan a Doñana y este espacio natural juega un papel primordial para su conservación. Algunas de ellas, como las anátidas, incluyen en su dieta semillas de numerosas especies vegetales, autóctonas y alóctonas, éstas últimas, en algunos casos, invasoras. *Spartina densiflora* es una gramínea de origen sudamericano que ha invadido las marismas del SW de la Península Ibérica extendiéndose en el estuario del Guadalquivir por los límites del Parque Nacional de Doñana. Se trata de una especie muy agresiva y generalista, capaz de tolerar amplios rangos ambientales y provocar cambios en la comunidad vegetal. Sus semillas se propagan por hidrocoria, pero la posibilidad de dispersión por aves acuáticas migratorias no ha sido previamente abordada. Para estudiarlo, se seleccionaron 10 patos (*Anas platyrhynchos*) y 10 gansos (*Anser anser*), que fueron alimentados con 215 ± 1 y 195 ± 16.1 semillas de *Spartina* respectivamente. Sus heces fueron recogidas cada hora las primeras 8 h, cada 2 h hasta las 48 h y, finalmente, a las 72 h, para determinar con las semillas recuperadas su tiempo de retención en el tracto digestivo de las aves, su porcentaje de supervivencia y su tasa y tiempo de germinación. Los resultados muestran un tiempo de retención de las semillas de *Spartina* mayor en gansos que en patos. El porcentaje de recuperación y la tasa de germinación fueron bajos, siendo mayor en ambos casos en patos que en gansos. Por el contrario, tanto en gansos como en patos, el tiempo de germinación se vio acelerado en comparación con los valores del control. Así, aunque las probabilidades de dispersión de semillas de *Spartina* por aves acuáticas migratorias son bajas, su paso por el tracto digestivo de ellas parece incrementar su capacidad de invasión. Este trabajo ha sido financiado por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales (ref. OAPN 042/2007) y el Ministerio de Educación (beca FPU ref. AP2008-02542, convocatoria 2008).

Día 7 de febrero

A. García-Álvarez^{1,*}, A. Pérez-Vázquez¹, A. Vélez-Martín¹, C.J. Luque^{1,2}, A.J. Green³, E.M. Castellanos^{1,2}

1. Área de Ecología/RMN 311 Ecología y Medio Ambiente. Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública. Facultad de CC. Experimentales. Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. 21071-Huelva. España
2. Centro Internacional de Estudios y Convenciones Ecológicas y Medioambientales (CIECEM). Parque Dunar s/n. Matalascañas. Almonte. 21760. Huelva. España.
3. Departamento de Ecología de Humedales. Estación Biológica de Doñana - CSIC. Américo Vespucio s/n- 41092- Sevilla. España.

*alberto.garcia@dbasp.uhu.es

INTRODUCCIÓN

Cada año, miles de aves acuáticas migratorias llegan a Doñana y este espacio natural juega un papel primordial para su conservación. Algunas de ellas, como las anátidas, incluyen en su dieta semillas de numerosas especies vegetales, autóctonas y alóctonas, estas últimas, en algunos casos, invasoras.

Spartina densiflora (Fig. 1) es una gramínea de origen sudamericano que ha invadido las marismas del SW de la Península Ibérica extendiéndose en el estuario del Guadalquivir por los límites del Parque Nacional de Doñana. Se trata de una especie muy agresiva y generalista, capaz de tolerar amplios rangos ambientales y provocar cambios en la comunidad vegetal. Sus semillas se propagan por hidrocoria, pero la posibilidad de dispersión por aves acuáticas migratorias no ha sido previamente abordada.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio de la dispersión pasiva de las semillas de *S. densiflora* fue llevada a cabo con dos especies de aves migratorias: ánade real (*Anas platyrhynchos*, Fig. 2), utilizada en otros estudios para conocer su capacidad de dispersar semillas a grandes distancias; y ánsar común (*Anser anser*, Fig. 3), especie menos estudiada. Se emplearon 10 individuos de cada especie.

Las semillas de *Spartina* fueron recogidas en el verano de 2011, secadas y almacenadas a temperatura ambiente hasta el inicio del experimento. Las ánades se alimentaron con 195 ± 16.1 semillas por 215 ± 11.23 de los ánsares. Cada animal fue individualmente enjaulado en un recinto (60 cm x 60 cm x 1 m de altura), con una malla reticular sobre el suelo y poder retirarlas según la necesidad.

Tras la ingestión, sus heces fueron recogidas cada hora durante las primeras 8 h, cada 2 h hasta las 48 h y, finalmente, a las 72 h. Posteriormente las semillas recuperadas se pusieron a germinar durante un periodo de 63 días, con un fotoperiodo de 12/12 h de luz y oscuridad y ciclos de temperatura de 20°C/8°C. Junto a las semillas ingeridas, 100 semillas de *S. densiflora* fueron empleadas como control.

Con las semillas recuperadas se determinó su tiempo de retención en el tracto digestivo de las aves, su porcentaje de supervivencia y sus tasa y tiempo de germinación.

RESULTADOS

Se recuperaron en total 17 semillas de *Spartina* en ánsares, y 43 en ánades, siendo mayor el porcentaje de semillas recuperadas en estas últimas (2.2 % \pm 1.9 por 0.8 % \pm 0.4).

El tiempo de retención resultó ser menor en ánsares (5.61 h \pm 0.9) que en ánades (8.2 h \pm 5.1). Tanto la mediana como la moda del tiempo de retención es menor en ánsares (3 h) que en ánades (5 h) (Fig. 4).

El porcentaje de germinación fue mayor en las semillas empleadas como controles (35 %) que en las semillas que pasaron por los tractos digestivos de los animales. Entre las aves, los ánades poseen valores más altos que los ánsares, 22 % frente a un 7 % (Fig. 5).

En ambas especies migratorias, el tiempo de retención afecta a la germinabilidad de las semillas puestas a germinar, al reducirse conforme aumenta el tiempo de permanencia en el tracto digestivo (Fig. 6).

Por el contrario, el paso por el tracto digestivo de los animales aceleró el tiempo medio de germinación, al pasar de los 29 días en las semillas controles a los 6 y 13 días en los ánades y ánsares respectivamente (Fig. 7).

CONCLUSIONES

Las probabilidades de dispersión de semillas de *Spartina* por aves acuáticas migratorias son bajas, aunque su paso por el tracto digestivo parece incrementar su capacidad de germinación.

De las dos especies de aves migratorias, los ánades reales favorecen más la dispersión de *S. densiflora* por mostrar un mayor tiempo de retención y acelerar el tiempo medio de germinación de sus semillas.



Fig. 1. (A) Envuelta floral de *Spartina densiflora*, (B) vaina con semilla y (C) semilla aislada.



Fig. 2. *Anas platyrhynchos*



Fig. 3. *Anser anser*

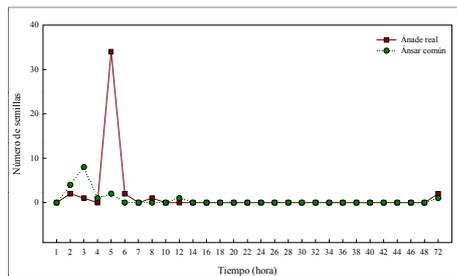


Fig. 4. Tiempo de retención de las semillas de *Spartina densiflora* en el tracto digestivo de ánades y ánsares.

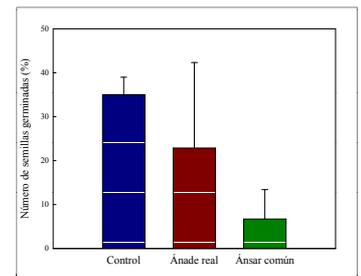


Fig. 5. Porcentaje de germinación de las semillas de *Spartina densiflora*, control y procedentes del tracto digestivo de ánsares y ánades

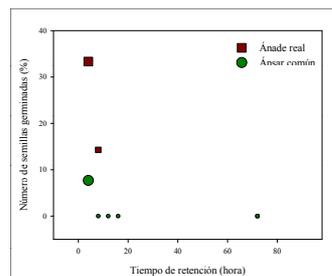


Fig. 6. Proporción de semillas germinadas de *Spartina densiflora* y el tiempo de retención en el tracto digestivo en ánades y ánsares. El tamaño de los puntos son proporcionales al número de semillas puestas a germinar

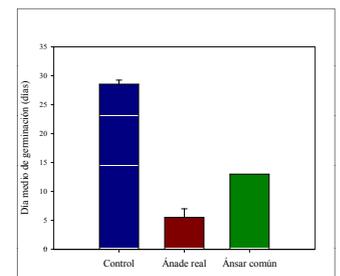


Fig. 7. Día medio de germinación de las semillas de *Spartina densiflora* control y procedentes del tracto digestivo de ánsares y ánades

BIBLIOGRAFÍA

- Bortolus A. 2006. The austral cordgrass *Spartina densiflora* Brong.: its taxonomy, biogeography and natural history. *Journal of Biogeography* 33: 158-168.
- Brochet A.L., Guillemain M., Fritz H., Gauthier-Clerc M., Green A.J. 2009. The role of migratory ducks in the long distance dispersal of native plants and the spread of exotic plants in Europe. *Ecography*, 32, 919-928.
- Brochet A.L., Guillemain M., Gauthier-Clerc M., Fritz H., Green A.J. 2010. Endozoochory of Mediterranean aquatic plant seeds by teal after a period of desiccation: determinants of seed survival and influence of retention time on germinability and viability. *Aquatic Botany*, 93, 99-106.
- Figuerola, J., Santamaría, L., Green, A.J., Luque, I., Alvarez, R., Charalambidou, I., 2005. Endozoochorous dispersal of aquatic plants: does seed gut passage affect plant performance? *Am. J. Bot.* 92, 696-699.
- Sánchez, M. I., Hortas, F., Figuerola, J., Green, A. J. 2012. Comparing the potential for dispersal via waterbirds of a native and an invasive brine shrimp. *Freshwater Biology*, 57: 1896-1903.

Agradecimientos:

- Organismo Autónomo de Parques Nacionales (ref. OAPN 042/2007).
- Ministerio de Educación (beca FPU ref. AP2008-02542, convocatoria 2008).
- Reserva Natural Concertada "Cañada de los Pajaros"

Nº33. COLABORACIÓN PRIVADA EN LA GESTIÓN PÚBLICA DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS: EL PARAJE NATURAL BRAZO DEL ESTE (SEVILLA)

Rodríguez Sierra, Antonio¹; Cordero González, Luis²; Falcón Holgado, Manuel³

1 ARSierra Consultores SRL. 2 Jefe del Servicio de Espacios Naturales Protegidos. Delegación Territorial de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente en Sevilla. Junta de Andalucía. 3 Junta Central de Usuarios Arroceros de la Margen Izquierda del Guadalquivir.

La vinculación de Doñana con el Paraje Natural Brazo del Este está especialmente relacionada con las aves porque comparten hábitat. Es por ello que el Plan de Ordenación del Territorio del Ámbito de Doñana (y recientes iniciativas) contempla el Brazo del Este como límite oriental del ámbito de Doñana. Los sectores agrícola y el medioambiental han estado tradicionalmente enfrentados dado que los puntos de partida de ambos eran aparentemente distintos. Por ello, pocos han pensado en la necesidad de encontrar un punto de equilibrio pudiera reportar beneficios mutuos. Sin embargo, en el invierno de 2007 el Guadalquivir aumentó su salinidad en muchas ocasiones por encima de 4 gramos de sal por litro, valores que el arroz no tolera, provocando que en la margen izquierda del Guadalquivir diseñara la siguiente estrategia: renunciar a la extracción de agua del río sustituyéndola por aportes desde el Canal del Bajo Guadalquivir y el Pantano Torre del Águila; diseñar un sistema de reparto y recirculación de los caudales públicos donde el Encauzamiento del Brazo del Este fue el eje central; demandar el asesoramiento de la Consejería de Medio Ambiente para compatibilizar las actuaciones con la conservación del Brazo del Este. A modo de ensayo de colaboración con el mantenimiento de la biodiversidad del Paraje Natural, los agricultores se comprometieron a mantener las diversas infraestructuras de gestión hídrica que mantienen la Madre Vieja en unos niveles de inundación óptimos. Estos solían sufrir desperfectos a causa de factores meteorológicos y biológicos, deteriorándolos por falta de mantenimiento, provocando que el humedal se mantuviera seco durante épocas especialmente sensibles. El seguimiento del Paraje Natural ha revelado que el actual modelo de gestión hídrica ha mejorado tanto los índices de biodiversidad en aves acuáticas del Brazo del Este como a determinadas masas de plantas acuáticas, caso de la anea (*Typha* sp.), lo que redundará en mayor disponibilidad de alimento, refugio y zona de cría para otras especies. El resultado final de este ensayo de colaboración ha sido satisfactorio para ambas partes. Sería deseable, en beneficio de todos, encontrar la fórmula para plasmar estos intereses en un marco formal donde se desarrollaran iniciativas importantes de colaboración que favorecieran la conservación del Brazo del Este junto al desarrollo de una labor productiva de relevancia como es el cultivo del arroz.

Día 7 de febrero

Nº34. CONSECUENCIAS DE LA INVASIÓN DE *SPARTINA DENSIFLORA* EN LAS AVES ACUÁTICAS DEL ESPACIO NATURAL DE DOÑANA

Pérez-Vázquez, Andrés¹; Vélez-Martín, Alberto¹; García-Álvarez, Alberto¹; Luque, Carlos Javier^{1,2}; Green, Andy J³; Castellanos Eloy M.^{1,2}

1 Área de Ecología/RNM 311 Ecología y Medio Ambiente. Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. Campus El Carmen, 21071 Huelva, España. *2* Centro Internacional de Estudios y Convenciones Ecológicas y Medioambientales (CIECEM). Parque Dunar s/n, Matalascañas, Almonte, 21760 Huelva (España). *3* Estación Biológica de Doñana-CSIC. Av. Américo Vespucio, Sevilla, 41092 Sevilla (España).

Las balsas de acuicultura de la finca Veta la Palma son importantes para numerosas especies de aves acuáticas, sobre todo en la época estival durante la cual las marismas del Espacio Natural de Doñana están mayoritariamente secas. En las orillas de dichas balsas, se ha registrado un abrumador incremento de la superficie invadida por la gramínea exótica *Spartina densiflora* que ha desplazado a especies nativas, como la castañuela (*Scirpus maritimus*) o el candilejo (*Juncus subulatus*), plantas que proporcionan alimento y sitios de nidificación a numerosas aves. Además, la planta exótica también ocupa superficies normalmente desprovistas de vegetación, utilizadas como dormideros y zonas de refugio por la avifauna. Mediante fotointerpretación hemos cuantificado el incremento de la especie invasora en las orillas de 10 balsas de Veta la Palma entre los años 2001 y 2010 y hemos analizado si estos cambios han influido sobre la comunidad de aves acuáticas desde tres aproximaciones: (1) analizando variaciones entre años en los censos históricos de la Estación Biológica de Doñana, (2) estudiando, mediante observaciones de campo, el uso de microhábitats por diferentes especies de estas aves, para conocer su posible preferencia por distintos tipos de orillas, tanto dentro como fuera del agua y (3) estudiando in situ la selección de hábitats de nidificación para anátidas y rálidos. No se ha encontrado un efecto significativo del aumento de *S. densiflora* en la abundancia absoluta o relativa de aves acuáticas entre 2001 y 2010, ni en la temporada de invierno ni en la época de cría. Además, tampoco se ha demostrado selección por ningún tipo de orilla dentro del agua y aunque para anátidas y fochas, en las orillas fuera del agua, se observó una preferencia por las playas y un rechazo por las superficies densamente ocupadas por *Spartina*, el rechazo también lo fue para otros tipos de vegetación. Sin embargo, a la hora de ubicar sus nidos ninguna especie estudiada evita a la planta exótica en su inmediata proximidad, probablemente debido a la alta protección que ofrece la planta invasora, con una mayor altura y densidad media que el resto de la vegetación. Parece que la rápida propagación de *Spartina densiflora* no perjudica ni a la abundancia ni a la nidificación de las aves acuáticas presentes en Veta la Palma, aunque sí causa la reducción de la superficie ocupada por playas, usadas como dormideros por numerosas especies.

Día 7 de febrero

Andrés Pérez Vázquez^{1*}, Alberto García Álvarez¹, Alberto Vélez Martín¹, Carlos J. Luque^{1,2}, Andy J. Green³, Eloy M. Castellanos^{1,2*}

¹Área de Ecología/RNM 311 Ecología y Medio Ambiente. Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. 21071 Huelva. España.

²Centro Internacional de Estudios y Convenciones Ecológicas y Medioambientales (CIECEM). Parque Dunar s/n, Matalascañas. Almonte. 21760 Huelva., España.

³Wetland Ecology Dept. Doñana Biological Station-CSIC. Américo Vespucio s/n. 41092 Sevilla. España.

*Direcciones de contacto: andres.perez@dbasp.uhu.es; verdugo@uhu.es. Teléfono +34 959219887.

INTRODUCCIÓN

Las balsas de acuicultura de la finca Veta la Palma (VLP) (Fig. 1) son importantes para numerosas especies de aves acuáticas, sobre todo en la época estival, cuando el resto de humedales del Espacio Natural de Doñana (END) está mayoritariamente seco.

Durante los últimos años se ha observado en las orillas de dichas balsas un abrumador incremento de la superficie invadida por la gramínea exótica *Spartina densiflora*, que ha desplazado a especies nativas, como la castañuela (*Scirpus maritimus*) o el candilejo (*Juncus subulatus*), plantas que proporcionan alimento y sitios de nidificación a numerosas aves. También, la exótica ocupa superficies normalmente desnudas de vegetación, usadas como dormideros por la avifauna.

OBJETIVOS Y MÉTODOS

Para calcular el incremento de la especie invasora en las orillas de 10 balsas de VLP se fotointerpretaron ortofotos de 2001, 2006 y 2010. Posteriormente, se utilizaron los censos históricos (EBD) de aves acuáticas en las mismas balsas y años, separados por períodos (invierno, cría, postcría), para así buscar una posible relación de las aves con el incremento de la superficie invadida por la planta exótica.

En las mismas balsas, se realizaron observaciones de campo, relativo al uso de microhábitats por parte de la avifauna, con el objetivo de estudiar su preferencia por orillas dominadas por *S. densiflora*, por otro tipo de vegetación o por el suelo desnudo, separando en el estudio las aves observadas en la franja de la orilla (interior) contigua a la lámina de agua, de las presentes en el agua.

Por último, se estudió, en 9 balsas de VLP, la selección del sitio de nidificación por parte de anátidas y rálidos, tanto en los muros perimetrales de dichas balsas como en las islas situadas en el interior de éstas.

RESULTADOS

El análisis comparativo de la fotointerpretación refleja un claro incremento en la superficie invadida por *Spartina densiflora* a lo largo de los años (Fig. 2) y la reducción de la superficie de las otras categorías (Tabla 1).

En cuanto al estudio del uso de microhábitats por parte de las aves, se ha registrado (Tabla 1) que todas las aves muestran una mayor preferencia por el interior de las orillas de las playas (observadas > esperadas), y un rechazo por las superficies densamente ocupadas tanto por *Spartina densiflora* (Fig. 3) como por el resto de vegetación. Los rálidos, también en el interior de las orillas, rechazan en menor medida a la planta invasora que a otro tipo de vegetación.

Por último, la densidad de nidos en las islas existentes dentro de las balsas fue mucho mayor que en los muros perimetrales (Tabla 3), observándose que la distancia a dichos muros resultó tener mayor peso que otras variables (Tabla 4).

Ninguna especie de aves evita a la planta exótica a la hora de ubicar sus nidos en su inmediata proximidad, probablemente debido a la alta protección que ofrece la planta invasora, con una mayor altura y biomasa media que el resto de plantas presentes en la zona. Rálidos y ánades reales son los grupos que mayoritariamente nidificaron en *Spartina densiflora* (Fig. 4), mientras que el ánade friso fue la especie que menos la usó.

CONCLUSIONES

Parece que la rápida propagación de *Spartina densiflora* no perjudica drásticamente ni a la abundancia ni a la nidificación de las aves acuáticas presentes en VLP. La propagación de la planta invasora sí provoca la reducción de la superficie ocupada por playas, usadas como dormideros y comederos por numerosas especies.

En un hábitat altamente transformado como VLP, la distribución de las aves puede estar influenciada por otras variables, como la disposición y distribución del alimento. En el caso de la nidificación, es más importante para las aves alejarse de las frecuentes perturbaciones provocadas por el ser humano en los muros perimetrales de las balsas que la elección de la vegetación que albergará sus nidos.

REFERENCIAS

- Clark R. G., Shuttler D. (1999). Avian Habitat Selection: Pattern from Process in Nest-Site Use by Ducks. *Ecology* 80:1, 272-287.
- Green A.J. 1998. Habitat selection by the marbled teal *Marmaronetta angustirostris*, ferruginous duck *Aythya ferina* and another ducks in the Goksu Delta, Turkey, in summer. *Rev. Ecol. Terre. Vie.* 53: 225-243.
- Ma, Z., Gan, X., Cai, Y., Chen, J., & Li, B. 2011. Effects of exotic *Spartina alterniflora* on the habitat patch associations of breeding saltmarsh birds at Chongming Dongtan in the Yangtze River estuary, China. *Biological Invasions*, 13: 1673-1686.
- Scott Durham R., Afton Alan D. (2003). Nest-Site selection and success of mottled ducks on agricultural lands in Southwest Louisiana. *Wildlife Society Bulletin* 31:2, 433-442.

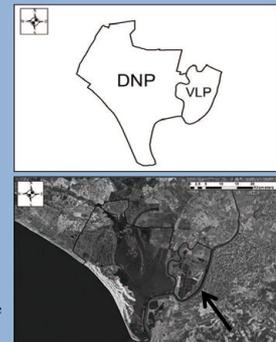


Fig. 1. Mapa situación finca de Veta la Palma (VLP) y del Parque Nacional de Doñana (DNP)

	muros (n=10)		
	2001	2006	2010
<i>Spartina</i>	13.3 (±2.6)	36.9 (±5.1)	84.4 (±3.0)
Resto vegetación	35.3 (±6.2)	35.1 (±4.4)	13.1 (±2.9)
Playas	51.4 (±6.1)	28.0 (±3.0)	2.5 (±0.6)

Tabla 1. Promedio de los porcentajes de superficie para cada una de las categorías fotointerpretadas

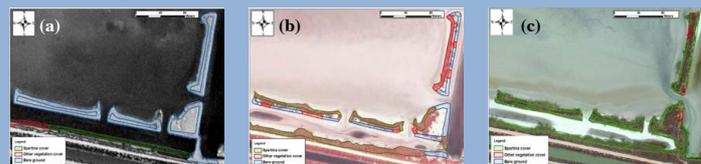


Fig. 2. Detalle del aumento de la superficie de *S. densiflora* en la orilla de una de las balsas, observado en 2001 (a), 2006 (b) y 2010 (c).

	Aves esperadas (%)	Aves observadas (%)					
		Anatidae	Rallidae	Chradriiformes	Ardeidae	Laridae	<i>P. roseus</i>
Agua							
nº balsas con datos		10	9	9	10	9	10
<i>Spartina</i>	47.2 (±6.7)	55.2 (±9.5)	49.8 (±9.5)	56.2 (±11.4)	36.5 (±11.0)	43.7 (±9.3)	42.8 (±8.6)
Otra vegetación	29.3 (±3.6)	25.8 (±6.4)	23.8 (±5.5)	29.5 (±11.8)	41.3 (±12.7)	33.7 (±6.2)	30.7 (±6.9)
Playas	23.5 (±4.5)	19.0 (±6.3)	26.3 (±9.1)	14.3 (±4.5)	22.3 (±9.8)	22.6 (±9.3)	26.5 (±9.3)
Orillas (interior)							
nº balsas con datos		7	5	4	6	6	4
<i>Spartina</i>	47.2 (±6.7)	24.8 (±9.9)*	27.3 (±19.2)	19.6 (±12.2)	29.5 (±16.2)	28.9 (±11.5)	46.4 (±27.0)
Otra vegetación	29.3 (±3.6)	18.4 (±8.0)	13.6 (±8.0)	35.7 (±18.3)	25.3 (±14.5)	8.5 (±3.9)*	0
Playas	23.5 (±4.5)	56.8 (±9.8)*	59.1 (±13.7)	44.6 (±16.3)	45.1 (±15.5)	62.6 (±11.5)	53.6 (±20.9)

Tabla 2. Porcentajes medio de aves observadas y esperadas en las balsas estudiadas. En celdas rojas, aves observadas < esperadas. Diferencias significativas (p<0.05) en celdas con *.

	Muros	Islas	Islas cercanas	Islas lejanas
Rálidos	2	4	3	1
Pato colorado (<i>Netta rufina</i>)	0	4	0	4
Porrón común (<i>Aythya ferina</i>)	0	13	4	9
Ánade friso (<i>Anas strepera</i>)	0	9	0	9
Ánade real (<i>Anas platyrhynchos</i>)	3	15	6	9
Total nidos	5	45	13	32
Puntos aleatorios	8	52	20	32
Densidad (nidos/ha)	5.6	22.1	7.8	86.5

Tabla 3. Número de nidos, nº de puntos aleatorios y densidad (nidos/ha) en los distintos sectores de las balsas.



Fig. 3. Orilla densamente ocupada por *S. densiflora*



Fig. 4. Nido de pato real en el interior de *S. densiflora*

	n	Alt. máx. media vegetación (cm)	Cobertura Total (%)	Cobertura <i>Spartina</i> (%)	Cob. Quenopodiáceas perennes (%)	Cobertura anuales (%)	Cob. Resto vegetación (%)	Distancia muros (m)	Distancia agua (cm)
Azar	60	98±6 a ^{bc}	54.1±4.2	24.2±5	6.6±2.2	19.3±3.5 a ^{bc}	30.1±4.1	258.5±20.8 a ^{bc}	207±29
Rálidos	6	147±14 a ^{bc}	79.2±8.3	72.9±14.6	0	0 b ^{ac}	6.2±6.2	135.0±59.7 b ^{ac}	15±15
Pato colorado	4	84±11 a ^{bc}	62.5±14.4	21.9±21.9	13.9±8.5	32±20.4 a ^{bc}	40.6±17.9	415.0±5.0 c ^{bc}	295±221
Porrón común	13	105±10 a ^{bc}	68.3±5.8	33.6±12.3	10.6±5.8	21.7±6.5 a ^{bc}	34.6±8.7	326.1±35.0 a ^{bc}	183±55
Ánade friso	9	106±10 a ^{bc}	65.3±6.5	19.4±12.9	0	48.6±10.9 c ^{bc}	48.6±10.9	404.4±2.9 c ^{bc}	215±103
Ánade real	18	121±8 b ^{ac}	71.7±6.1	53.5±10.3	2.1±2.1	11.3±5.2 a ^{bc}	18.2±6.7	250.5±38.8 a ^{bc}	124±52

Tabla 4. Valores medios (±SE) de las variables principales en el emplazamiento exacto de los nidos. Letras muestran diferencias significativas; los superíndices indican los grupos con los que hay diferencias y el grado de significación; * p<0.05; ** p<0.01.

AGRADECIMIENTOS

- Organismo Autónomo de Parques Nacionales (ref. OAPN 042/2007).
- Estación Biológica de Doñana (Censos anuales aves acuáticas).
- Ministerio de Educación (beca FPU ref. AP2008-02542, convocatoria 2008).
- Pesquerías Isla Mayor S.A. (finca de Veta la Palma).

Nº35. ESCALAS Y FRONTERAS EN LAS ARENAS ESTABILIZADAS

Muñoz-Reinoso, José Carlos

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla

Las arenas estabilizadas de la Reserva Biológica de Doñana constituyen una amplia transición entre las áreas de recarga y las áreas de descarga del acuífero regional. La geomorfología, a través de la disponibilidad y dinámica de las aguas subterráneas, ejerce el control de la composición de las comunidades vegetales y sus fronteras a distintas escalas espaciales. La importancia de la detección de las fronteras radica en que pueden controlar el flujo de la energía, materiales y organismos entre los sistemas que separa, suelen tener alta diversidad y son lugares apropiados para la detección de los cambios. La cobertura vegetal del matorral de las arenas estabilizadas de la Reserva Biológica fue muestreada a lo largo de gradientes topográficos a distintas escalas espaciales. Estos gradientes topográficos están determinados por la inclinación oeste-este del territorio, la superposición de distintas generaciones dunares y la topografía ondulada de los sistemas dunares estabilizados. Las fronteras fueron identificadas mediante el análisis de ventanas móviles y los factores ambientales que controlan la composición de la vegetación estudiados a lo largo de los gradientes topográficos. La diversidad del matorral fue estimada dentro de las fronteras. A las tres escalas estudiadas se detectaron zonas de transición y, en todos los casos, se observaron diferencias en los factores ambientales controlantes. Las arenas estabilizadas pueden ser consideradas como una jerarquía anidada de sistemas ecológicos, incluyendo los gradientes a lo largo de las laderas de las dunas, las diferentes generaciones dunares y el ecosistema de las arenas estabilizadas en su conjunto. En las distintas escalas estudiadas se produjeron distintos tipos de fronteras (transiciones cambiantes y estacionarias, ecotonos y ecoclinas). Las fronteras a pequeña escala están caracterizadas por gradientes transitorios ligados a intercambios locales. Las fronteras intermedias son simétricas y muy estables a lo largo del tiempo, en tanto que la frontera a mayor escala es asimétrica y tiene fuertes restricciones abióticas fortalecidas por fuertes feedbacks bióticos. Comunidades similares actúan como distinto tipo de fronteras a distintas escalas espaciales. Por otro lado, un cierto paralelismo existe en la composición de las comunidades vegetales a lo largo de las laderas dunares y las distintas generaciones dunares, aunque los procesos a escalas superiores restringen la composición a menor escala resultando en diferentes formaciones maduras.

Día 7 de febrero

Escalas y fronteras en las arenas estabilizadas

José Carlos Muñoz-Reinoso
Departamento de Biología Vegetal y Ecología
Universidad de Sevilla
reinoso@us.es



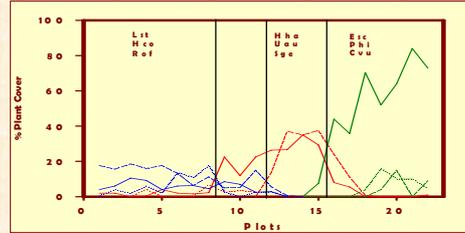
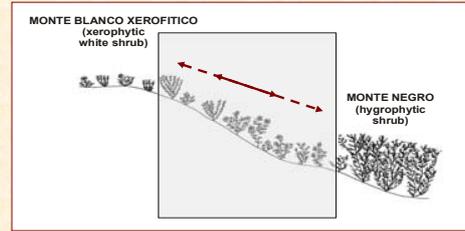
RESUMEN

Las arenas estabilizadas de la Reserva Biológica de Doñana constituyen una amplia transición entre las áreas de recarga y las áreas de descarga del acuífero regional y también un marco adecuado para estudiar las relaciones de las comunidades vegetales y sus fronteras con los factores que controlan su distribución, abundancia y dinámica.

La cobertura del matorral fue muestreada a lo largo de gradientes topográficos en varias escalas espaciales. Estos gradientes están determinados por la inclinación Oeste-este del territorio, el cabalgamiento de varias generaciones dunares y la topografía ondulada de las dunas estabilizadas que constituyen parte de los paisajes de Doñana. Las fronteras en el matorral fueron identificadas usando el método de las ventanas móviles divididas (Split Moving Window Boundary Analysis). Los factores ambientales que controlan la composición de la vegetación fueron estudiados a lo largo de los gradientes topográficos y la diversidad estimada dentro de las fronteras detectadas.

Las arenas estabilizadas de Doñana pueden ser consideradas como un conjunto de sistemas ecológicos anidados jerárquicamente con una estructura de comunidades bióticas que están organizadas a distintas escalas espaciales. En este trabajo la jerarquía de fronteras está caracterizada de acuerdo con el marco teórico de fronteras y ecotonos. Se detectaron zonas de transición en las tres escalas espaciales estudiadas, en una jerarquía de fronteras, con las escalas superiores imponiendo restricciones ambientales a las de menor escala. La geomorfología, a través de la disponibilidad y dinámica del agua subterránea, ejerce un control sobre la composición de las comunidades vegetales y sus fronteras, las cuales tienen distintas escalas espaciales y temporales.

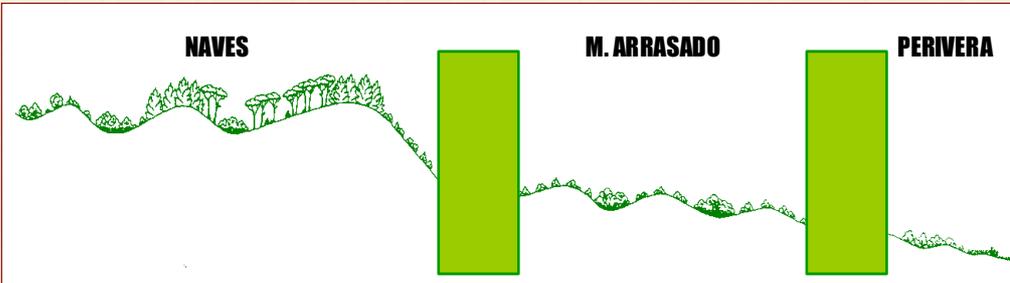
Pequeña escala (longitud del transecto: 110 m)



Distribución típica de las principales especies vegetales en gradientes a pequeña escala (azul: matorral xerofítico, rojo: matorral intermedio, verde: matorral higrofitico).

FRONTERAS A PEQUEÑA ESCALA (10 ² m)
En pendientes dunares
Ecoclina
Interfases simétricas
Localización estable en largos periodos de tiempo
Variaciones a corto plazo debidas a fluctuaciones interanuales en precipitación
Monte intermedio (<i>Halimium halimifolium</i> , <i>Ulex australis</i> + especies de ambos extremos)
Comunidad vegetal establecida sobre gradientes transitorios ligados a intercambios locales
Transición cambiante (shifting) con fuertes factores abióticos

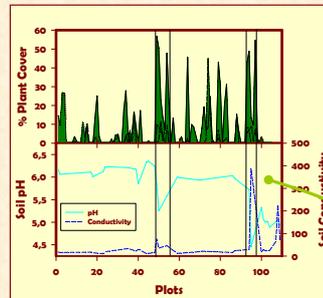
Escala intermedia (longitud del transecto: 10,5 Km)



Cada generación dunar debió tener en el pasado su propia secuencia sucesional (sabinar-almocmal-fresneda). Las transiciones están cubiertas por brezales lo que refleja las descargas de flujos intermedios de aguas subterráneas.



Las tres generaciones dunares separadas por brezales



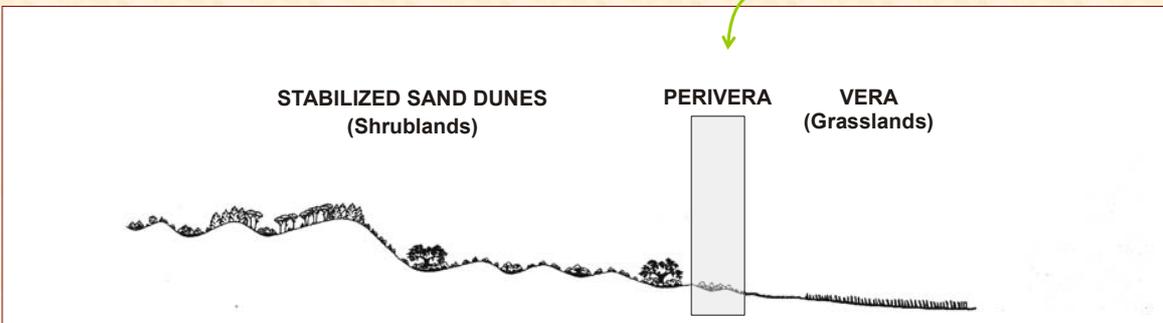
Cobertura de la vegetación higrofitica y pH y conductividad del suelo a lo largo del transecto.

Riqueza y diversidad media en las tres generaciones dunares y sus transiciones

Tramos transecto	Riqueza	H'
Naves	8,7 ± 1,7	1,61 ± 0,35
Brezal 1	10,3 ± 1,3	1,80 ± 0,26
Manto Arrasado	7,1 ± 1,9	1,52 ± 0,27
Brezal 2	8,6 ± 2,0	1,57 ± 0,24
Perivera	4,8 ± 1,3	1,06 ± 0,40

FRONTERAS INTERMEDIAS (10 ⁴ m)
Entre distintas generaciones dunares con diferentes alturas topográficas
Ecotonos
Interfases simétricas
Muy estables en el tiempo y el espacio
Descargas subterráneas intermedias
Brezales (<i>Erica scoparia</i> , <i>Calluna vulgaris</i>)
Comunidad vegetal establecida en una discontinuidad estructural impuesta por eventos de escala superior
Transiciones estacionarias con fuerte competencia interna
Amenazada por la extracción de aguas subterráneas: convirtiéndose en transición direccional

Gran escala (longitud del transecto: >10,5 Km)



La Perivera, alimentada por descargas del acuífero regional, está dominada por especies vegetales tolerantes al estrés biótico y ambiental (fuertes fluctuaciones anuales del nivel freático, bajo pH, mayor disponibilidad de hierro, alta presión de pastoreo).



Referencias

- > Muñoz-Reinoso JC, García Novo F (2005) Multiscale control of vegetation patterns: the case of Doñana (SW Spain). *Landscape Ecology* 20: 51-61.
- > Muñoz-Reinoso JC (2009) Boundaries and scales in shrublands of the Doñana Biological Reserve, southwest Spain. *Landscape Ecology* 24: 509-518.
- > Peters DPC, Gosz JR, Pockman WT, Small EE, Parmenter RR, Collins SL, Muldavin E (2006) Integrating patch and boundary dynamics to understand and predict biotic transitions at multiple scales. *Landscape Ecology* 21: 19-33

Nº36. CAMBIOS TEMPORALES EN LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE MATORRAL DE LA RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA: DIVERSIDAD FUNCIONAL Y RESILIENCIA

Pérez-Ramos, Ignacio M¹; Díaz-Delgado, Ricardo²; De la Riva, Enrique G³; Villar, Rafael³; Lloret, Francisco⁴; Marañón, Teodoro¹

1 IRNAS, CSIC, Av. Reina Mercedes, 10, P.O. Box 1052. 41080 Sevilla, España. 2 Estación Biológica de Doñana, CSIC, c/ Americo Vesputio, s/n, Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla, España. 3 Área de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba. 14071 Córdoba, España; 4 Universitat Autònoma de Barcelona. Plaza Cívica, local 11 Campus Bellaterra. 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona.

En la situación presente de cambio global, alteración de ciclos biogeoquímicos, transformación de los usos del suelo e intensificación del desplazamiento y la extinción de numerosas especies, se necesitan nuevas aproximaciones para predecir las respuestas de las distintas especies y comunidades vegetales a estos cambios tan rápidos. En este contexto, ha cobrado especial relevancia la ecología funcional como herramienta útil en el estudio de ecosistemas, donde las especies se describen por sus características biológicas y rasgos funcionales, que pueden afectar directa o indirectamente a su adecuación evolutiva (fitness) y generalmente reflejan una adaptación a las condiciones del medio. En el presente trabajo, se evalúan los cambios temporales durante un periodo de siete años (desde 2007 hasta 2013) en la abundancia relativa de las principales especies de matorral en 21 parcelas (de 15 x 15 m) localizadas en la Reserva Biológica de Doñana, que forman parte del Programa de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD. Por otro lado, se han seleccionado 6 individuos de cada una de las especies más abundantes en la comunidad para medir una serie de rasgos clave en hojas, tallo y raíz (área específica, contenido en materia seca, densidad del tejido, altura de la planta, etc.). Con la combinación de estos dos conjuntos de datos, se ha caracterizado la estructura y diversidad funcional de las 21 comunidades de matorral y se ha explorado la dinámica temporal y grado de resiliencia en respuesta a la variación inter-anual en las condiciones climatológicas. Se comprueban las hipótesis: (a) que la estructura funcional de la comunidad de especies de matorral está fuertemente condicionada por el régimen anual de precipitaciones; y (b) que la diversidad funcional de las comunidades está relacionada con su grado de resiliencia ante los cambios climáticos.

Día 7 de febrero

INTRODUCCIÓN

Se define la diversidad funcional como el conjunto de componentes de biodiversidad que ejercen alguna influencia sobre algún aspecto determinado del funcionamiento de los ecosistemas (Tilman, 2001). Así, la cuantificación de la diversidad funcional en el espacio multidimensional definido por los rasgos funcionales de las especies puede servir como un buen indicador del funcionamiento y el grado de resiliencia del sistema en cuestión (Villéger *et al.* 2008).

En este trabajo se explora la diversidad funcional de las comunidades de matorral de Doñana y se relaciona con sus cambios inter-anales en abundancia, como medida de su resiliencia. Nuestra hipótesis de partida es que las comunidades de matorral con mayor diversidad funcional son las más estables.

MATERIAL Y MÉTODOS

Composición de las comunidades de matorral

Se evaluaron los cambios temporales durante un periodo de siete años (desde 2007 hasta 2013) en la abundancia relativa de las principales especies de matorral en 21 parcelas (de 15 x 15 m) localizadas en la Reserva Biológica de Doñana (Fig. 1). Se analizaron los cambios interanuales en la composición y abundancia relativa de las especies mediante escalado multidimensional no métrico (NMS).

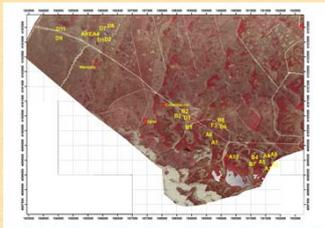


Figura 1. Mapa de la Reserva Biológica de Doñana y localización de las parcelas de matorral. Programa de Seguimiento de Procesos Naturales de la EBD.

Rasgos funcionales de las especies

Se seleccionaron 6 individuos de cada una de las especies más abundantes en la comunidad para medir una serie de rasgos clave en hojas, tallo y raíz (área específica, contenido en materia seca, densidad del tejido, altura de la planta, etc.). Se estudió la variabilidad de rasgos entre especies mediante análisis de componentes principales (PCA).



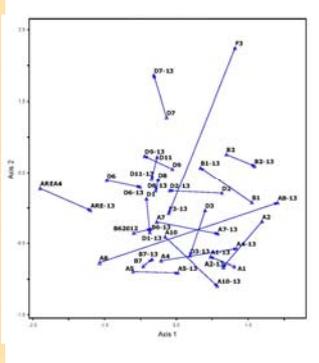
Diversidad funcional de las comunidades de matorral

Con la combinación de estos dos conjuntos de datos, se caracterizó la estructura y diversidad funcional de las 21 comunidades de matorral (FDiv, divergencia funcional, según Villéger *et al.* 2008), y se exploró su dinámica temporal y grado de resiliencia (mediante índice de Sorensen entre años) en respuesta a la variación inter-anual en las condiciones climatológicas.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

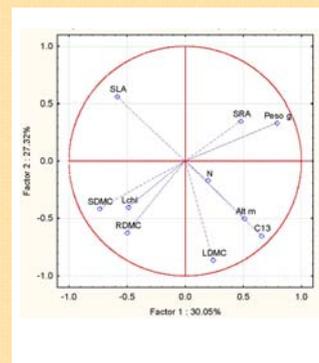
Composición de las comunidades de matorral



La variabilidad interanual en la composición y abundancia de especies fue diferente para las 21 parcelas pero no respondió a ningún patrón claramente definido. En la figura 2 se muestran los valores y las trayectorias de cambios para los años 2007 y 2013

Figura 2. Ordenación de las 21 parcelas de matorral según su composición y abundancia, mediante análisis NMS. Las flechas unen los inventarios de 2007 y 2013 en la misma parcela.

Rasgos funcionales de las especies



Aunque la mayoría de las especies mostraron rasgos relacionados con una buena adaptación a tolerar la sequía, se recogió una cierta variabilidad en sus estrategias, tal y como se muestra en la figura 3. El área foliar específica (SLA) y la fracción isotópica de carbono (δC^{13} , rasgo relacionado con la eficiencia en el uso del agua) están entre los rasgos que definen la principal tendencia de variación, pero con signos opuestos.

Figura 3. Principales tendencias de variación de los rasgos funcionales de 17 especies de matorral de Doñana, según el análisis PCA. El significado de las abreviaturas se puede ver en la tabla 1 del póster 37 (De la Riva *et al.* 2014).

Diversidad funcional de las comunidades de matorral

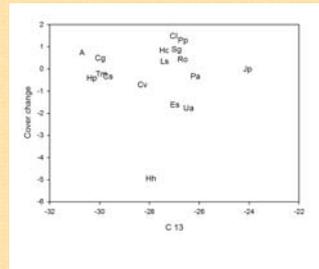


Figura 4. Relación entre el cambio de cobertura total de cada especie (valor de 2013 menos el de 2007) y su rasgo específico de concentración en hojas del isótopo C-13.

Comparando el cambio inter-anual experimentado en la cobertura media de cada especie (en las 21 parcelas) con uno de sus rasgos, la fracción isotópica C-13, no se observó ninguna tendencia definida (Figura 4). En general, los cambios en cobertura total fueron pequeños, es decir las especies fueron relativamente estables. Destaca el *Halimium halimifolium* por su mayor descenso temporal en cobertura, mientras que otras especies como *Cistus libanotis* y *Stauracanthus genistoides* mostraron un notable incremento.

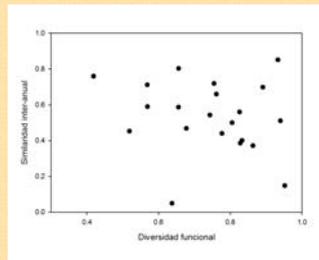


Figura 5. Relación entre la diversidad funcional (basada en los rasgos específicos) de la comunidad de matorral y la similitud entre años (2007 versus 2013) en su composición de especies.

La diversidad funcional de las comunidades de matorral no nos permitió predecir el grado de similitud inter-anual en su composición, es decir su grado de resiliencia. Entre las muestras con mayor diversidad funcional, unas permanecieron con pocos cambios en los 7 años estudiados (i.e., fueron más resilientes a los cambios climáticos), mientras que otras sufrieron grandes cambios en su composición.

Estos resultados preliminares sugieren que existen contingencias ambientales en cada parcela que explican sus cambios temporales en la composición (colonización o extinción local de especies), haciendo difícil una generalización de las relaciones entre diversidad funcional y resiliencia.

Nº37. DIVERSIDAD FUNCIONAL DEL MATORRAL DE DOÑANA: RESPUESTA A EPISODIOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

De la Riva, Enrique G¹; Lloret, Francisco²; Pérez-Ramos, Ignacio M³; Marañón, Teodoro³; Saura-Mas, Sandra²; Díaz-Delgado, Ricardo⁴; Villar, Rafael¹

1 Área de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba. 14071 Córdoba, España. 2 CREAF i Unitat d'Ecologia, Dept. Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia, Universitat Autònoma Barcelona, Edifici C, Campus UAB, 08193, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España. 3 IRNAS, CSIC, Av. Reina Mercedes, 10, P.O. Box 1052. 41080 Sevilla, España. 4 Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales. Estación Biológica de Doñana, CSIC. c/ Américo Vespucio, s/n, Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla, España.

El funcionamiento y sostenibilidad de un ecosistema en parte depende de su diversidad biológica. Según la teoría ecológica, la diversidad funcional de las comunidades puede modular los efectos que tienen los factores abióticos sobre los ecosistemas. Durante el año 2005, dos eventos climáticos extremos acontecieron en el Parque Nacional de Doñana. Por un lado, tuvo lugar la mayor sequía de los últimos 28 años y por otro, aconteció un invierno muy frío con un elevado número de heladas, lo que dio lugar a un importante daño y mortalidad en la vegetación arbustiva del Parque. Estos eventos climáticos extremos ofrecen un marco único para estudiar la dinámica de la vegetación y la capacidad de resiliencia de estas comunidades mediterráneas de matorral usando una aproximación funcional. En el presente trabajo se ha realizado un seguimiento de la vegetación leñosa en 18 parcelas (de 5 x 5 metros) de "monte blanco" (matorral de la parte más seca de Doñana, dominado fundamentalmente por Cistáceas). Se han medido en 6 individuos de cada una de las especies más abundantes de la comunidad, diferentes rasgos funcionales a nivel de hoja, tallo y raíz. Nuestros objetivos son: (i) evaluar los cambios en los rasgos funcionales y en la diversidad funcional de estas comunidades entre los años 2005, 2007 y 2013, lo cual nos permitirá comprender si la estructura funcional de la comunidad explica la resistencia de la comunidad a estos eventos climáticos extremos; y (ii) comprender la contribución de los individuos supervivientes y de los regenerados a la resiliencia de la comunidad en una escala temporal, para lo cual se cuantificó la diversidad funcional de los adultos y juveniles del año 2007 y su contribución a la diversidad funcional de las comunidades actuales (2013). Estos resultados son de interés para conocer cómo el matorral de Doñana responde a los cambios climáticos extremos y qué incidencia tienen éstos en la dinámica de la vegetación futura, además de poder entender el papel de indicador de estos procesos.

Día 7 de febrero

INTRODUCCIÓN

Durante el año 2005, un evento climático extremo aconteció en el Parque Nacional de Doñana combinando la mayor sequía de los últimos 28 años y un invierno muy frío con un elevado número de heladas, dando lugar a un importante daño y mortalidad en la vegetación arbustiva del Parque. Este evento climático extremo ofrece un marco único para estudiar la dinámica de la vegetación y la capacidad de resiliencia de estas comunidades mediterráneas de matorral usando una aproximación funcional.

Objetivos:

- Determinar si las comunidades con determinados rasgos funcionales son más resistentes a estos eventos y si la diversidad funcional está relacionada con el grado de afectación.
- Determinar cuál es la contribución del regenerado al mantenimiento de la diversidad funcional y a la capacidad de resiliencia de estas comunidades.

MÉTODOS

Desde el año 2007 se ha realizado un seguimiento en 18 parcelas de matorral (5x5m) a lo largo de un gradiente de afectación por la sequía, registrándose la composición de especies de la comunidad y la abundancia de las mismas (diferenciando entre adultos y plántulas en el 2007 y entre adultos y juveniles en el 2013). Para el análisis de rasgos funcionales (RFs) se seleccionaron de cada especie presente en las parcelas 6 individuos adultos para la cuantificación de rasgos aéreos y 4 para los rasgos radiculares.

Tabla 1. Lista de los 11 rasgos funcionales (RFs) cuantificados en el año 2013

Rasgo funcional	Abreviatura	Unidades
Area específica foliar	SLA	m ² kg ⁻¹
Contenido de materia seca en hoja	LDMC	mg g ⁻¹
Contenido de materia seca en tallo	SDMC	mg g ⁻¹
Area específica radicular	SRA	m ² kg ⁻¹
Contenido de materia seca en raíz	RDMC	mg g ⁻¹
Concentración de nitrógeno en hoja	LN	%
Contenido de clorofila en hoja	LChl	µg g ⁻¹
Fracción isotópica de carbono	δ ¹³ C	‰
Altura de la planta	Phg	m
Peso de semilla	Smass	mg

Análisis de datos

Para conocer las variaciones funcionales a lo largo del tiempo a nivel de comunidad:

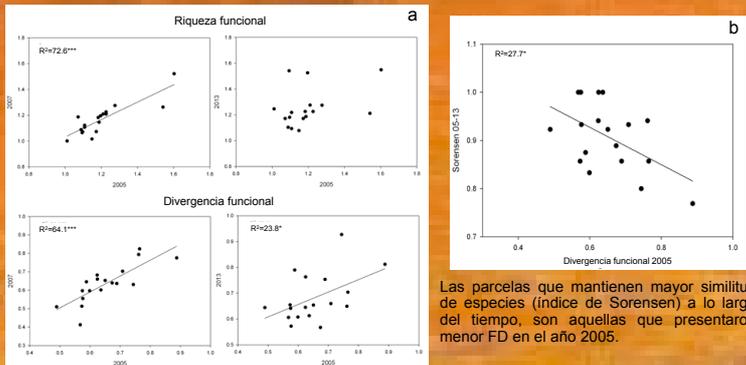
1. Se estimaron los RFs a nivel de comunidad (CWM), calculados a partir de la contribución relativa de cada una de las especies.
2. Se estimaron tres índices independientes y complementarios de diversidad funcional: **Riqueza funcional (FR)**, que es el espacio de nicho potencialmente utilizado y sólo se ve influida por la identidad de las especies (sus abundancias no importan); **Uniformidad funcional (FE)**; que mide si la media de los rasgos de las especies se distribuye regularmente en el espacio; y **Divergencia funcional (FD)**, que mide la variación funcional de las especies en la comunidad (Villéger et al. 2008*).

Para determinar las variaciones de las comunidades a lo largo del tiempo y las aportaciones del reclutamiento a la comunidad se realizaron por separado dos análisis discriminantes en los que se incluyeron todos los índices de diversidad funcional y los CWM:

1. Para las abundancias totales de las comunidades en los diferentes años 2005, 2007 y 2013.
2. Para las comunidades de plántulas del año 2007, juveniles del 2013 y los adultos del 2007 y 2013

RESULTADOS

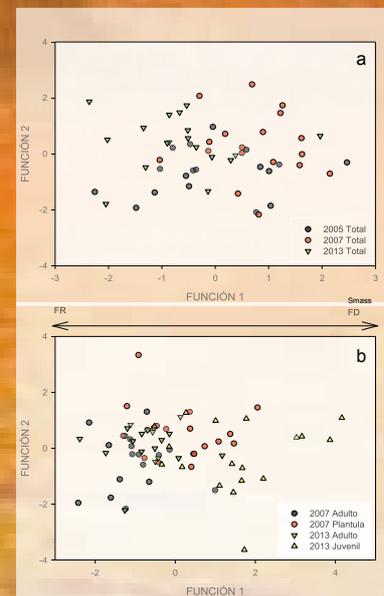
Figura 2. Regresión lineal entre (a) los índices de diversidad funcional del año 2005 frente a los años 2007 y 2013 y (b) entre la divergencia funcional y la similitud de las parcelas del 2005 y 2013 (índice de Sorensen). El nivel de significación se expresa: * P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001.



Las parcelas que mantienen mayor similitud de especies (índice de Sorensen) a lo largo del tiempo, son aquellas que presentaron menor FD en el año 2005.

Se aprecia una relación significativa entre la diversidad funcional (FD y FR) de los años 2005 y 2007, pero esta relación entre los años 2005 y 2013 se mantiene solo para la FD.

Figura 1. Gráfico de las funciones discriminantes (a) entre las abundancias totales y (b) entre las abundancias de plántulas 2007, juveniles 2013 y adultos 2007 y 2013 (Función 1, P < 0.005)



No se obtuvieron funciones discriminantes significativas entre los años 2005, 2007 y 2013 por lo que no se aprecian diferencias a lo largo del tiempo tanto en la diversidad funcional como en los rasgos funcionales a nivel de comunidad (CWM).

La función discriminante del eje 1 muestra diferencias significativas entre los adultos del año 2007 y 2013 respecto a las comunidades de plántulas del 2007 y los juveniles 2013. Estas diferencias se debieron a un aumento en la FD y el peso de la semilla para las comunidades en la parte positiva del eje (plántulas y juveniles) y un aumento de la FR en la parte negativa del eje (adultos)

CONCLUSIONES

- A nivel general se aprecia una gran estabilidad de las comunidades de matorral que no muestran grandes cambios en la diversidad funcional ni en los rasgos funcionales.
- Una mayor diversidad funcional después de la perturbación tiende a mantenerse en el tiempo. Aquellas parcelas que presentan mayor variación funcional (divergencia funcional) después de la perturbación tienden a presentar un mayor recambio de especies (menor similitud) con el tiempo.
- Tras la perturbación las comunidades de plántulas aportan mayor divergencia funcional al sistema, estando dominadas por especies con semillas más grandes (mejor capacidad de establecimiento) respecto a la comunidad de adultos. Las comunidades de juveniles muestran una caída más pronunciada de la riqueza y un aumento de la divergencia funcional. Esto implica que a pesar de presentar un menor número de especies, las especies que aportan a la comunidad no son redundantes respecto a las existentes, presentado combinaciones de rasgos funcionales particulares.

*Villéger, S., Mason, N. & Moullot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. Ecology, 89(8), 2290–301.

Nº38. LA RADIACIÓN SOLAR Y LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE CULTIVOS DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS

Ruiz-Domínguez, María del Carmen; Casal, Carlos; Salguero, Alonso; Gálvez, Ana; Vílchez, Carlos; De la Morena, Benito

Estación de Sondeos Atmosféricos –El Arenosillo. Área de Instrumentación e Investigación Atmosférica. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Mazagón – Huelva.

La Estación de Sondeos Atmosféricos El Arenosillo (ESAT), de INTA, y la Universidad de Huelva, ésta a través del grupo PAIDI denominado Biotecnología de Algas, colaboran desde hace una década en trabajos científicos relacionados con el efecto de la radiación solar sobre la productividad de cultivos vegetales de valor comercial. La mayor parte de la colaboración científica se ha sustentado en el estudio del cultivo de variedades comerciales de fresa, producto de relevancia económica en la provincia de Huelva, y de distintas especies de microalgas eucariotas de valor comercial, con mayor énfasis en *Dunaliella bardawil*, productora de beta-caroteno. La ESAT ha facilitado la obtención continua de datos de radiación PAR y UV y la caracterización de las propiedades ópticas de plásticos experimentales de cobertura en túneles agrícolas, utilizados en la experimentación. La Universidad de Huelva aportó la metodología fisiológica y bioquímica para determinar parámetros agronómicos y de calidad bioquímica de los cultivos estudiados. Los plásticos experimentales utilizados, fabricados específicamente para la experimentación, filtraban diferentes zonas del espectro de la radiación solar, limitando la calidad y el flujo de fotones de radiación UV ó PAR que alcanzaba los cultivos. Los resultados obtenidos en estos años han puesto de manifiesto que la productividad de cultivos vegetales de valor comercial, tanto los agrícolas como los cultivos de microalgas comerciales en medio líquido, puede incrementarse significativamente en función de la zona específica filtrada del espectro de la radiación solar, manteniendo los valores de parámetros relacionados con la calidad nutricional del producto obtenido, como el contenido en carbohidratos, el contenido en proteínas o la capacidad antioxidante. Los trabajos realizados pretenden también mostrar el posible beneficio aplicado que se deriva del uso conjunto de herramientas y conocimientos científicos de índole física y biológica, en este caso a través de la cooperación entre INTA y la Universidad de Huelva.

Día 7 de febrero

La radiación solar y la mejora de la productividad de cultivos de organismos fotosintéticos

María del Carmen Ruiz-Domínguez ^{1,2}, Carlos Casal ¹, Alonso Salguero ¹, Ana Gálvez ¹, Carlos Vilchez ² y Benito de la Morena ¹

MARCO DE ESTUDIO

La Estación de Sondeos Atmosféricos “El Arenosillo” (ESAT) y la Universidad de Huelva colaboran desde hace décadas en trabajos científicos relacionados con el efecto de la radiación solar sobre la productividad de cultivos de:

Microalgas eucariotas
Distintas variedades de fresa



Figura 1. Vistas de la Estación de Sondeos Atmosféricos “El Arenosillo” (ESAT) del INTA

MATERIAL DE ESTUDIO

Microalgas



Figura 2. A. Vista al microscopio de *C. onubensis*. B. Cultivos experimentales de diferentes especies de microalgas en la ESAT. C. Cultivos de microalgas a gran escala (volumen de hasta 6000 L) en la Universidad de Huelva (CIECEM)

Fresas



Figura 3. A. Cultivos experimentales de diferentes especies fresas en la finca experimental de Peguerillas (Carretera Huelva-Gibraleón). B. Experimentación en la ESAT de las propiedades ópticas de los plásticos de macrotúneles.

APLICACIONES

La productividad de los cultivos de microalgas puede incrementarse en función de la zona específica filtrada del espectro de la radiación solar, favoreciendo los valores de parámetros relacionados con la calidad nutricional del producto obtenido, como el **contenido en carbohidratos**, el **contenido en proteínas** o la **capacidad antioxidante**.

La **ESAT** ha facilitado la obtención continua de datos de **radiación PAR y UV**, y la **caracterización** de las propiedades **ópticas de plásticos** experimentales de cobertura en túneles agrícolas, utilizados en la experimentación.

Los plásticos experimentales **filtraban** diferentes zonas del **espectro** de la radiación solar, limitando la calidad y el flujo de fotones de radiación UV ó PAR que alcanzaba los cultivos. Tales trabajos revelaron la posibilidad de mejorar las características bioquímicas del fruto modificando mediante el uso de plásticos modificados.

RESULTADOS

1. Realización de **3 Tesis Doctorales**
2. **Comunicaciones a Congresos** Nacionales e Internacionales
3. **Publicación de Artículos** en Revistas indexadas y **Monografías** especializadas en el Campo de la Biotecnología
4. Participación conjunta en **Convenios y Proyectos** de Investigación desarrollados entre INTA-UHU



¹ Instituto Nacional Tecnológico Aeroespacial (INTA), Estación de Sondeos Atmosférico “El Arenosillo”, Mazagón, Huelva, España.

² Grupo Biotecnología de Algas, CIECEM, Universidad de Huelva, Matalascañas, Almonte, 21760 Huelva, España .

mcarmen.ruiz@ciecema.uhu.es

Nº39. LAS EDIFICACIONES EN ÁREAS PROTEGIDAS, ¿INCREMENTAN LA BIODIVERSIDAD? EL CASO DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

Fernández Alés, Rocío; Muñoz Reinoso, José Carlos

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla.

Las áreas urbanas tienen una biodiversidad muy alta, debido en parte a que el hombre introduce muchas especies intencionada o accidentalmente. Las áreas protegidas tienen áreas urbanas a muy baja densidad (casas de guardas, cortijos, centros de visitantes) en uso o abandonadas. El objetivo de este estudio es ver como afectan estas edificaciones a la biodiversidad vegetal de las áreas protegidas y determinar las características de las especies asociadas a los edificios. Se estudiaron seis casas en el parque Nacional de Doñana. En cada casa se dispuso un transecto de 100 m perpendicular a una de las paredes y otro transecto en zona similar a 1 km de la casa (control). En cada transecto se pusieron regularmente 10 parcelas lineales perpendiculares al transecto en las que se cuantificó la abundancia de las especies mediante cobertura puntual. Se usó el análisis de correspondencias para detectar tendencias de variación en la vegetación asociadas a las casas y determinar que especies se asocian a éstas. Se usó el test de la G para ver si las especies asociadas a las casas tienen una distribución geográfica o características funcionales significativamente diferentes a las especies de la zona. Se analizaron los residuales (test de Haberman) para determinar las categorías responsables de las diferencias. Los resultados mostraron que en todas las casas la principal tendencia de variación (eje I) se relacionaba con la presencia de la casa. Las parcelas cercanas a ésta se situaron en el extremo positivo del eje I y las más alejadas en el negativo junto con las parcelas del transecto control. El número de especies con coordenadas positivas en este eje fue muy numeroso, entre el 38 y el 56% de las especies censadas en cada casa. Las especies de amplia distribución geográfica (cosmopolitas, invasoras) fueron significativamente más abundantes entre las especies con coordenadas positivas en el eje I. Las especies exóticas fueron muy infrecuentes (1,5% del total) y se asociaron a las casas. Las especies ruderales y nitrófilas fueron significativamente más abundantes entre las especies con coordenadas positivas. Las casas incrementan la biodiversidad al llevar asociada una vegetación muy rica en especies ruderales de amplia distribución geográfica y con capacidad invasora, poco frecuentes en el área. Esta vegetación se restringe a los 20-30 m que rodean la casa y es muy persistente, pues persiste en casas abandonadas hace más de 40 años.

Día 7 de febrero

LAS EDIFICACIONES EN ÁREAS PROTEGIDAS, ¿INCREMENTAN LA BIODIVERSIDAD? EL CASO DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

Rocío Fernández Alés (rocio@us.es) y José Carlos Muñoz Reinoso (reinoso@us.es)
Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apartado 1095. 41080 Sevilla



INTRODUCCION

Las áreas urbanas tienen una biodiversidad mayor que la de áreas naturales circundantes. En las áreas protegidas hay pequeñas áreas urbanas (casas aisladas). ¿Cómo afectan a la biodiversidad?

Objetivo: Estudiar como afectan las edificaciones en un área protegida, el Parque nacional de Doñana, a escala local y regional. Determinar las características de las especies que se asocian a las edificaciones

METODO

Seis casas en el parque nacional de Doñana

Casa	Habitat	Tamaño (m ²)	Año edificada	Año abandonada
Gate	Arenas estab.	90	1970	En uso
S Olalla	Arenas estab.	125	1910	2012
Palacio	Vera	1950	1585	En uso
Martinazo	Vera	92	1910	2012
Algaida	Vera	90	1910	1970
H Barrera	Vera	100	1910	1970

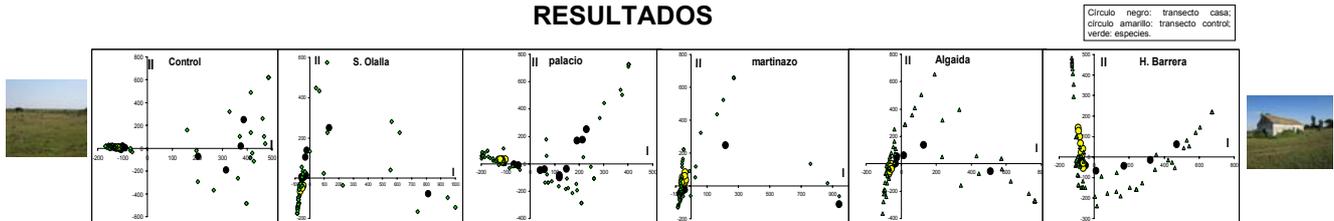
En cada casa 2 transectos de 100 m con 10 parcelas de 10 m.
Abundancia de especies por cobertura puntual



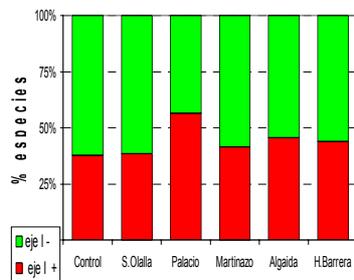
Casa

Control

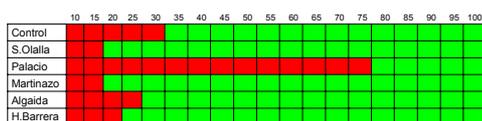
RESULTADOS



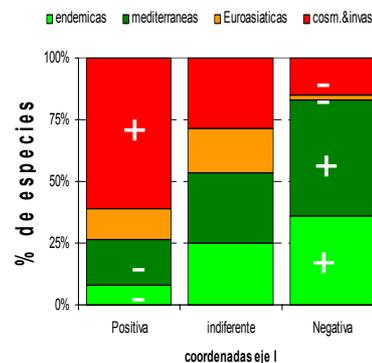
Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias de las matrices de inventarios de cada casa. En todos los casos las parcelas se ordenan a lo largo del eje I según su distancia a la casa, con la más cercana a ella en el extremo positivo del eje y la más lejana en el extremo negativo junto con las parcelas del transecto control.



El número de especies con coordenadas positivas en el eje I (asociadas a las casas) fue muy alto, entre el 38 y 56% de las especies censadas en los dos transectos de cada casa.

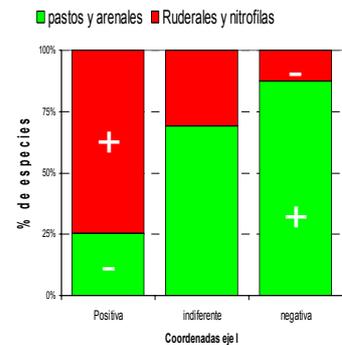


Hay pocas parcelas con coordenadas positivas: la influencia de la casa se restringe a 15 – 30 m alrededor de éstas en las casas pequeñas y llega a 80 m en la mayor, el palacio. Esta influencia es muy persistente, ya que se detecta en casas abandonadas hace 40 años.



Hay significativamente más especies de amplia distribución geográfica (cosmopolitas y euro asiáticas que han invadido otros continentes) entre las especies con coordenadas positivas en el eje I de todos los análisis que entre las que tienen coordenadas negativas, donde son más abundantes las endémicas y mediterráneas. Las especies con coordenadas positivas en unos análisis y negativas en otros (indiferentes) presentan características intermedias.

Las especies exóticas son muy poco frecuentes, solo 2 de 130 especies censadas en todas las casas, y aparecen asociadas a las mismas.



Hay significativamente más especies adaptadas a perturbaciones fuertes (ruderales y nitrófilas) entre las especies con coordenadas positivas en el eje I que entre las que tienen coordenadas negativas, donde son significativamente más abundantes las especies de arenales y pastizales, adaptadas a menores niveles de perturbación.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La vegetación asociada a las casas tiene características en común con la vegetación de zonas urbanas como una alta biodiversidad, alta frecuencia de especies de amplia distribución geográfica y alta frecuencia de especies ruderales, pero a diferencia de la vegetación urbana las especies exóticas son muy poco frecuentes.

La presencia de edificaciones incrementa la biodiversidad de las áreas protegidas a nivel local debido a que llevan asociada una flora muy rica en especies, y a nivel regional porque las especies asociadas a las casas presentan características funcionales diferentes a las que dominan en el área. Estos cambios son muy persistentes.

LISTA DE PARTICIPANTES

Apellido	Nombre	Centro	Email
Adame Carnero	José Antonio	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Estación De Sondeos Atmosféricos – El Arenosillo	adamecj@inta.es
Afán Asencio	Isabel	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	isabelafan@ebd.csic.es
Aguado Martín	Luis Oscar	Autónomo	oscaraguado@lepidopteros.com
Aguilar Amat	Juan Aguilar	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	amat@ebd.csic.es
Aguilar Clapes	Virginia		
Alcorlo Pagés	Paloma	Universidad Autónoma de Madrid	paloma.alcorlo@uam.es
Alonso Miura	Regla	Universidad de Sevilla	
Álvarez Blanco	Paloma	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	palomaalvarez@ebd.csic.es
Álvarez Cansino	Leonor	Universidad de Wisconsin-Milwaukee	lalvarezcansino@gmail.com
Álvarez Garrido	Lucía	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS- CSIC	lag_lucia@hotmail.com
Amaya Castaño	Gloria Clemencia		
Amengual Ramis	Pep	Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	pamengual@oapn.es
Andreu Rubio	Ana Cristina	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	acandreu@ebd.csic.es
Angulo Aguado	Elena	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	angulo@ebd.csic.es
Aragón Borrego	David	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	daragones@ebd.csic.es
Arribas Ramos	M. Rosa	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	rosa.arribas@ebd.csic.es
Arrizabalaga	Begoña	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	bego@ebd.csic.es
Arrizabalaga			
Arroyo Matos	José Luis	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	joseluis@ebd.csic.es
Asencio	Lola	Estación Biológica de Doñana, CSIC	
Astasio López	Rocío	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	astasio@ebd.csic.es
Astasio López	Alicia	Universidad de Granada	sittaeuropea@hotmail.es
Bejarano Bella	Juan Francisco	Universidad de Sevilla	jbejarano@us.es
Biedma Aguilera	Luis Eduardo	Universidad de Huelva	setebiedma@hotmail.com
Bilbao	Daniel	Universidad de Sevilla	
Blazquez	Diego	Universidad de Sevilla	
Borja Barrera	Francisco	Universidad de Huelva	fborja@uhu.es
Borja Barrera	César	Universidad de Sevilla	cesarborja@us.es
Bravo Utrera	Miguel Ángel	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	mabravo@ebd.csic.es
Burraco	Pablo	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Bustamante Díaz	Javier	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	jbustamante@ebd.csic.es
Cabrera	Eloisa	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	

Apellido	Nombre	Centro	Email
Calvo García	Gemma	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	gemma.calvo@gmail.com
Camacho Olmedo	Carlos	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	ccamacho@ebd.csic.es
Cámara Artigas	Rafael	Universidad de Sevilla	rcamara@us.es
Cambrollé Silva	Jesús	Universidad de Sevilla	cambrolle@us.es
Carmona Moreno	Juan José		
Carro Mariño	Francisco	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	pcarro@ebd.csic.es
Castellanos Verdugo	Eloy M.	Universidad de Huelva	verdugo@uhu.es
Castrillo	M ^a Carmen	Fundación Doñana 21	castrillo@donana.es;
Celestino Pérez	Sebastián	Instituto de Arqueología IAM-CSIC	scelestino@iam.csic.es
Cerdá Sureda	Xim	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	xim@ebd.csic.es
Chaves	Jesús	Agencia de Medio Ambiente y Agua	
Cobo	Dolores	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio Espacio Natural de Doñana	marriad.cobo@juntadeandalucia.es
Cobo López	Manuel Pedro	Mancomunidad de Desarrollo y Fomento del Aljarafe	manuelpedrocobo@gmail.com
Coccia	Cristina	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	coccia@ebd.csic.es
Correia	Otilia	Universidad de Lisboa	odgato@fc.ul.pt
Correia De Albuquerque	Antonio José	Universidad de Lisboa	aalbuquerque@isa.ulisboa.pt
Cortes Avizanda	Ainara	Universidad de Lisboa	ainara@ebd.csic.es
Costa	Catarina	Universidad de Lisboa	tarina.ca@gmail.com
Cuadrado	Mariano	Zoobotánico de Jerez	macuagu@cica.es
Cumbreras	Carlos	Grufesa	
Custodio Gimena	Emilio	Universidad Politécnica de Cataluña	emilio.custodio@upc.edu
D'Amico	Marcello	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Dávila Fernández	Carlos	SEO/BIRDLIFE - Andalucía	donyana@seo.org
De la Morena	Benito	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Estación De Sondeos Atmosféricos – El Arenosillo	morenacb@inta.es
de los Reyes Lara	Leónidas	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Espacio Natural de Doñana.	leonidas.reyes.ext@juntadeandalucia.es
Delibes	Miguel	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	mdelibes@ebd.csic.es
Díaz Antunes- Barradas	María Cruz	Universidad de Sevilla	diaz@us.es
Díaz Del Olmo	Fernando	Universidad de Sevilla	delolmo@us.es
Díaz Paniagua	Carmen	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	poli@ebd.csic.es
Díaz-Delgado Hernández	Ricardo	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	rdiaz@ebd.csic.es
Dolz Ripollés	José	Universidad Politécnica de Cataluña	j.dolz@upc.edu
Domínguez Begines	Jara	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	jara@irnas.csic.es
Domínguez Núñez	M ^a Teresa	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	
Dugo Cota	Álvaro	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	dugocota@ebd.csic.es

Apellido	Nombre	Centro	Email
Eljarrat Esebag	Ethel	Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua IDAEA-CSIC	eeeqam@cid.csic.es
Espinar	José L.		espinar.ecology@gmail.com
Fedriani Laffitte	José María	Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH - UFZ	fedriani@ebd.csic.es
Fernández Alés	Rocío	Universidad de Sevilla	rocio@us.es
Fernández Ayuso	Ana	Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)	anafdezayuso@gmail.com
Fernández De Los Santos	Natalia	Instituto Geológico y Minero de España IGME	n.fernandez@igme.es
Fernández Requena	Néstor	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	nestor@ebd.csic.es
Fernández Zamudio	María Del Rocío	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	rzamudio@ebd.csic.es
Ferraguti	Martina	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	mferraguti@ebd.csic.es
Florencio Díaz	Margarita	Researcher Universidade dos Açores	margarita@ebd.csic.es
Franco Ruiz	Antonio	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. DGGMN	antonio.franco.ruiz@juntadeandalucia.es
Galán Marín	Carmen	Universidad de Sevilla	cgalan@us.es
Gallego Tévar	Blanca	Universidad de Sevilla	blagaltev@alum.us.es
García Álvarez	Alberto	Universidad de Huelva	alberto.garcia@dbasp.uhu.es
García De La Riva	Enrique	Universidad de Córdoba	enga70@gmail.com
García Díez	Teresa	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	teresag@ebd.csic.es
García Fernández	Luis Ventura	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	ventura@cica.es
García González	Francisco	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	paco.garcia@ebd.csic.es
García Murillo	Pablo	Universidad de Sevilla	pgarcia@us.es
García Ruíz	Olaya	Estación Biológica de Doñana, CSIC	
Garrido	José Rafael	Agencia de Medio Ambiente y Agua	
Garrido Sánchez	Ana	Instituto Andaluz de Caza y Pesca	ana.garrido.sanchez@juntadeandalucia.es
Gil	Esperanza	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	espegil@gmail.com
Giménez Verdugo	Joan	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	joan.gimenez@csic.es
Godoy	Oscar	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	
Godoy López	José Antonio	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	godoy@ebd.csic.es
Gómez Esteban	Jesús	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	j.gomez@ebd.csic.es
Gómez Palacios	José M.	Biomasa Peninsular S.A.	jmgomez@bpeninsular.com
Gómez Rodríguez	Rocío	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
González	Inmaculada	Biomasa Peninsular S.A.	igonzalez@bpeninsular.com
González	Manuela	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
González	Noa	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
González Forero	Manuela	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	gforero@ebd.csic.es
González Lucena	María de Las Mercedes	Universidad de Granada	lucename@hotmail.com
González Manga	M ^a Dolores	Agencia de Medio Ambiente y Agua	

Apellido	Nombre	Centro	Email
González Moreno	Pablo	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	pgonzalez@ebd.csic.es
González Salomone	Mónica	Periodista	mgsalomone1@gmail.com
González-Solís Bou	Jacob	Universidad de Barcelona	jgsolis@ub.edu
Green	Andy	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	ajgreen@ebd.csic.es
Grillas	Patrick	Fondation Tour du Valat	grillas@tourduvalat.org
Guardiola Albert	Carolina	Instituto Geológico y Minero de España IGME	c.guardiola@igme.es
Gutiérrez Expósito	Carlos	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	carlines@ebd.csic.es
Gutiérrez Hernández	Oliver	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	ogutierrez@irnas.csic.es,
Gutiérrez López	Rafael	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	rafgutlop@gmail.com
Hernández	Eva	Adena/WWF	ehernandez@wwf.es
Hernández	Jesús		
Huelin Rueda	Pablo	Universidad Politécnica de Madrid	pablo.huelin@upm.es
Ibáñez	Carlos	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	ibanez@ebd.csic.es
Janss	Guyonne	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	guyonne@ebd.csic.es
Jauregui	Juan		
Jiménez Michavila	Marcos	Instituto Geológico y Minero de España IGME	jimenezmm@inta.es
Jurado	Vicente	Partido los Verdes	
Juste Ballesta	Javier	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	juste@ebd.csic.es
Kohfahl	Claus	Instituto Geológico y Minero de España IGME	c.kohfahl@igme.es
Lama Sánchez	Álvaro	Universidad C.E.S. CARDENAL SPINOLA C.E.U.	alama@ceuandalucia.com
León Conde	Angel		
Leonard	Jennifer	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Llácer	Rafael	Universidad de Sevilla	
Lloret Maya	Francisco	Universidad Autónoma de Barcelona/CREAF	Francisco.Lloret@uab.cat
López	Diego	Grufesa	dlopezv@grufesa.com
López Gómez	César		
López Ribera	Manuel	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Luque Palomo	Carlos Javier	Universidad de Huelva	carlos.luque@dbasp.uhu.es
Madrid Rojo	Francisco Javier	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. DGGMN	dggmn.secretaria.capma@juntadeandalucia.es
Malagón Perianez	Antonio	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Mancilla Leytón	Juan Manuel	Universidad de Sevilla	jmancilla@us.es
Manzano Arellano	Marisol	Universidad Politécnica de Cartagena	Marisol.manzano@upct.es
Manzano Rodríguez	Saúl	Universidad de Murcia	saul.manzano.rodriguez@gmail.com
Máñez Rodríguez	Manuel	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	mmanez@ebd.csic.es
Marañón Arana	Teodoro	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	teodoro@irnase.csic.es

Apellido	Nombre	Centro	Email
Marco Llorente	Adolfo	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	amarco@ebd.csic.es
Márquez Ferrando	Rocío	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	rociomarquez@ebd.csic.es
Martí Cardona	Belén	FLUMEN/Universidad Politécnica de Cataluña	belen.marti@upc.edu
Martín	Berta	Universidad Autónoma de Madrid	berta.martin@uam.es
Martín	Manuel	Universidad de Córdoba	o02maarm@uco.es
Martín Franquelo	Rosalía		
Martínez	Ezequiel	Periodista	ezemartinezjimenez@gmail.com
Martínez Blanco	Antonio	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	antonio.martinez@ebd.csic.es
Martínez De La Puente	Josué	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	jmp@ebd.csic.es
Martínez Faraco	Francisca Rocío	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio Espacio Natural de Doñana	franciscar.martinez.ext@juntadeandalucia.es
Martínez Pérez	José María	AMAYA. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio	jmmartinez@agenciamedioambienteyagua.es
Mateos	Jesús	Fundación Doñana 21	
Meana Mañes	Aránzazu	Universidad Complutense de Madrid	ameana@ucm.es
Mediavilla Laso	Carlos	Instituto Geológico y Minero de España IGME	c.mediavilla@igme.es
Medina Sánchez	Juan Manuel	Universidad de Granada	jmmolina@ugr.es
Mestre Cuesta	Irene	Universidad de Sevilla	irex_3@hotmail.com
Mintegui Aguirre	Juan Ángel	Universidad Politécnica de Madrid	juanangel.mintegui@upm.es
Miranda Alejo	Judith Carmen	Universidad de Córdoba	judith_miranda09@yahoo.com
Molina Angulo	Carlos	Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) - Andalucía	cmolina@seo.org
Moreno Garrido	Sacramento	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	smoreno@ebd.csic.es
Movilla Romero	Esther		marmaronetta@hotmail.com
Munuera Giner	Manuel	Universidad Politécnica de Cartagena	Manuel.Munuera@upct.es
Muñoz Reinoso	José Carlos	Universidad de Sevilla	reinoso@us.es
Negro Balmaseda	Juan José	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	negro@ebd.csic.es
Notario Molina	Alberto	Universidad de Castilla La Mancha	alberto.notario@uclm.es
Oficialdegui	Fran	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	fran_oficialdegui@usal.es
Ojeda Rivera	Juan Francisco	Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)	jfojeriv@upo.es
Olías Álvarez	Manuel	Universidad de Huelva	manuel.olias@dgyp.uhu.es
Padilla	Caridad		
Padilla Díaz	Carmen M ^a	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	cmpadilla@irnas.csic.es
Palacios Ojeda	Sebastián	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	palaciosojeda@ebd.csic.es
Palomares de la Hoz	Cristina		
Pastoriza Barreiro	Alberto	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	albertopastoriza@ebd.csic.es
Paz Sánchez	David	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	davidpaz@ebd.csic.es
Perea Martos	Antonio Jesús	Universidad de Sevilla	antonio_jesus_perea_martos@hotmail.com

Apellido	Nombre	Centro	Email
Pérez	Cristina	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Pérez Báñez	Isabel María		xena1100xx@gmail.com
Pérez Ramos	Ignacio Manuel	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	imperez@irnase.csic.es
Pérez Rico	Almudena	Laboratorio de Investigación Aplicada de Cría Caballar de las Fuerzas Armadas	aperioc@oc.mde.es
Pérez Vázquez	Andrés	Universidad de Huelva	andres.perez@dbasp.uhu.es
Petit	Cathelinee	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Pineda García	Miguel Ángel	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Espacio Natural de Doñana.	miguel.pineda@juntadeandalucia.es
Pino	Joan	Ecología Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals CREA	Joan.Pino@uab.es
Pizarro Inostroza	M ^a Gabriela	Universidad de Córdoba	kalufour@yahoo.es
Potti Sánchez	Jaime	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	jpotti@ebd.csic.es
Poulin	Brigitte	Fondation Tour du Valat	poulin@tourduvalat.org
Prunier	Florent	Asociación de Educación Ambiental El Bosque Animado	aeaelbosqueanimado.info@gmail.com
Quintero Martín	M ^a Carmen	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	quin@ebd.csic.es
Quirós Herruzo	Francisco	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio Espacio Natural de Doñana	francisco.quirós@juntadeandalucia.es
Ramírez González	Alfonso Luis	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	luisramirez@ebd.csic.es
Ramo Herrero	Cristina	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	cristina@ebd.csic.es
Ramos Fuertes	Anaïs	FLUMEN/Universidad Politécnica de Cataluña	anaïs.ramos@upc.edu
Ramos Munell	Carlos		carlosramosmunell@gmail.com
Recio Espejo	José Manuel	Universidad de Córdoba	bv1reesj@uco.es
Redondo Morales	Isabel	Instituto Andaluz de Caza y Pesca. Cons MAYOT	isabelm.redondo@juntadeandalucia.es
Rendón Martos	Manuel	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio RN Laguna de Fuente de Piedra	manuel.rendon@juntadeandalucia.es
Rendón Martos	Miguel Ángel	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	ma_rendon@ebd.csic.es
Riesco Malho	María	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	riescomalho@gmail.com
Rincón Calderón	José María	Universidad de Sevilla	joserinconcalderon@gmail.com
Rios Pena	Laura	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Robredo Sánchez	José Carlos	Universidad Politécnica de Madrid	josecarlos.robredo@upm.es
Rodríguez Expósito	Eduardo	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Rodríguez González	Patricia María	Universidad de Lisboa	patri@isa.utl.pt
Rodríguez Manzano	Rosa	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	rosa@ebd.csic.es
Rodríguez Olivares	Rubén	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	rrolivares@ebd.csic.es
Rodríguez Ramírez	Antonio	Universidad de Huelva	arodri@uhu.es
Rodríguez Rodríguez	Miguel	Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)	mrodrod@upo.es
Rodríguez Sierra	Antonio	ARSierra Consultores SRL.	contacto@arsierra.es
Rojo Vázquez	Francisco	Facultad de Veterinaria de León	
Román Sancho	Jacinto	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	jroman@ebd.csic.es

Apellido	Nombre	Centro	Email
Rubio García	Juan Carlos	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio	juanc.rubio@juntadeandalucia.es
Rubio Tenor	Marta	Universidad de Sevilla	
Ruiz Bermudo	Fernando	Instituto Geológico y Minero de España IGME	f.ruiz@igme.es
Ruiz Domínguez	María Del Carmen	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)/Universidad de Huelva	mcarmen.ruiz@ciecema.uhu.es
Ruiz Valdepeñas Montaña	Elena	Universidad de Sevilla	
Sánchez Hernández	María Esperanza	Universidad de Córdoba	ag1sahem@uco.es
Sánchez Medina	María		mariasme@hotmail.com
Sánchez Oms	Cristela	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Sánchez Ordóñez	Marta	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Sanmartín Sánchez	Lourdes	Laboratorio de Investigación Aplicada de Cría Caballar de las Fuerzas Armadas	msans32@oc.mde.es
Saura Mas	Sandra	Universidad Autónoma de Barcelona/CREAF	s.sauramas@creaf.uab.cat
Segura Muñoz	Isabel	Biomasa del Guadalquivir S. A.	isegura.bgu@bpeninsular.com
Sempere Rodríguez	M ^a Rosario		
Serrano	Laura	Universidad de Sevilla	serrano@us.es
Serveto i Aguiló	Patxi	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Espacio Natural de Doñana.	patxi.serveto.ext@juntadeandalucia.es
Silgeström Ribed	Virginia	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC	
Sobrino Rodríguez	José Antonio	Universidad de Valencia	sobrino@uv.es
Terceño Solozano	Rosario	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Toja	Julia	Universidad de Sevilla	
Torres Rodríguez	Adolfo José	Universidad de Granada	atorresr@ugr.es
Torres Sanjuán	Luis	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	luis.torres@ebd.csic.es
Tosar López	Javier		amanitas100@hotmail.com
Tripodi Baum	Sara María	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Urdiales	Carlos	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Espacio Natural de Doñana.	carlos.urdiales@juntadeandalucia.es
Vázquez Hidalgo	Daniel		dvazhid@gmail.com
Vega-Pla	José Luis	Laboratorio de investigación Aplicada. Cría Caballar de las Fuerzas Armadas. Ministerio de Defensa	jvegpla@oc.mde.es
Vélez Martín	Alberto	Universidad de Huelva	alberto.velez@dbasp.uhu.es
Viejo Montesinos	José Luis	Universidad Autónoma de Madrid	joseluis.viejo@uam.es
Vila Arbonés	Carles	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	carles.vila@ebd.csic.es
Vilà Planella	Montserrat	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	montse.vila@ebd.csic.es
Vilches Lara	Francisco Gabriel	Estación Biológica de Doñana EBD-CSIC	
Villa	Agueda	Universidad Pablo Olavide	
Villar Montero	Rafael	Universidad de Córdoba	bv1vimor@uco.es
Villarías Robles	Juan José		

Apellido	Nombre	Centro	Email
Vozmediano Gómez- Feu	Jesús		
Zamora	Regino	Universidad de Granada	rzamora@ugr.es
Zunzunegui González	María	Universidad de Sevilla	zunzu@us.es



The background of the page is a warm, orange-toned image showing the silhouettes of trees and branches. The branches are dark and intricate, creating a complex pattern against the lighter, hazy background. The overall mood is serene and natural.

El Espacio Natural de Doñana posee una larga historia en materia de conservación de la Naturaleza. En Doñana se han llevado a cabo investigaciones y actuaciones medioambientales que han sido pioneras en Europa. La Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) coordina la investigación en este espacio natural que ha pasado de la docena de proyectos de investigación en los años setenta a más de 80 en la última década, dando lugar a más de 2300 publicaciones científicas. Con el motivo del 50 aniversario de la EBD nos gustaría reunir al mayor número posible de investigadores y gestores que trabajan o han trabajado en Doñana para compartir y discutir trabajos de investigación y actuaciones de conservación realizados hasta la fecha y propuestas futuras.