

Proyecto Humedales Sostenibles

La apuesta por una alianza natural

Balance de ejecución del proyecto LIFE Gestión Integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de Importancia Comunitaria



Proyecto **Humedales Sostenibles**

La apuesta por una alianza natural

Balance de ejecución del proyecto LIFE Gestión Integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de Importancia Comunitaria

PRÓLOGO



Cuando en el año 2003 pusimos en marcha la idea que dio lugar al proyecto Humedales Sostenibles, eran muchos los retos e incertidumbres que se cernían sobre el futuro de la Agricultura.

Tras una reforma sin precedente en la historia de la Europa comunitaria, comenzaba a aplicarse a partir de ese momento un modelo de Política Agrícola Común, en la que, junto al revolucionario sistema de pago único por explotación, se establecía otro elemento fundamental: la condicionalidad de las ayudas agrarias obligatoria para todos los agricultores europeos.

Se sellaba con esta reforma el papel estratégico de los agricultores en la conservación del medio ambiente, al tiempo que se confirmaba uno de los principios orientadores de las actuales políticas europeas de Agricultura y Medio Ambiente: una conservación eficiente de los recursos naturales requiere la cooperación de los agricultores y ganaderos en su calidad de principales gestores del territorio.

Dicho enfoque ha reforzado la función social de los agricultores con nuevas formas de legitimación ante la sociedad, reconociendo el papel fundamental de la Agricultura en la viabilidad de las áreas rurales y la conservación de la biodiversidad, así como en la promoción de impactos medioambientales positivos, tales como su crucial protagonismo en la lucha contra el cambio climático o en evitar el abandono y despoblamiento de ingentes superficies del territorio.

Todas estas razones permiten afirmar sin lugar a dudas, que el medio ambiente de los ciudadanos europeos ha encontrado en la agricultura a su principal aliada.

En este contexto, el proyecto LIFE Humedales Sostenibles, que desde 2004 a 2007 ASAJA-Sevilla ha desarrollado en el entorno de humedales de importancia comunitaria, ha defendido la necesidad de desarrollar estrategias que garanticen de forma conjunta la continuidad de la actividad agraria y la conservación de los espacios naturales.

Quiero ser optimista ante este futuro lleno de desafíos, en el que con inteligencia y asumiendo el importante papel que agricultores y ganaderos, administraciones, sector conservacionista y sociedad civil están llamados a desempeñar, contribuiremos a fortalecer la relación entre Agricultura y Medio Ambiente.

El proyecto LIFE Humedales Sostenibles, cuyo eje central ha sido la sostenibilidad de la Agricultura europea en beneficio del conjunto de la sociedad, representa una modesta contribución a este proceso de cambio y ha pretendido, tal y como viene haciendo ASAJA-Sevilla en los últimos 30 años, forjar una alianza natural entre Agricultura y Medio Ambiente.

Ricardo Serra Arias
Presidente de ASAJA-Sevilla

Presentación



En el escenario actual de globalización, son muchos los retos a los que ha de hacer frente nuestra sociedad en los próximos años.

Garantizar el abastecimiento de alimentos de calidad a una población mundial creciente, asegurar la oferta y la gestión racional de los recursos hídricos, combatir el cambio climático, reducir nuestra dependencia de las energías de origen fósil en favor de energías renovables y mantener al mismo tiempo la biodiversidad y el medio rural, son algunos de los principales desafíos a los que hemos de dar respuesta en el futuro más inmediato.

A nadie puede escapar, por tanto, que la Agricultura desempeña un papel primordial para la superación con éxito de estos desafíos de dimensión mundial, representando hoy más que nunca un sector estratégico e indispensable para la sociedad europea.

Testimonio inequívoco de la implicación del sector agrícola en la consecución de estos objetivos ha sido la puesta en marcha y ejecución del proyecto LIFE Humedales Sostenibles.

Entre sus principales logros pueden citarse la reducción de la erosión de origen agrícola en las cuencas de humedales incluidos en la Red Natura 2000, la mejora de su estado conservación y, en general, una gestión más eficiente del suelo y del agua en la Agricultura.

Pero junto a estos resultados de indudable valor, quiero resaltar la importancia de otro factor clave para la continuación del proceso de consolidación de una Agricultura sostenible. Me refiero a la participación social, gracias a la cual, no sólo miles de agricultores y ciudadanos han tenido la posibilidad de conocer e implicarse en el proyecto, sino que también ha hecho posible que el proyecto cobre pleno sentido como acción de demostración y haya desplegado todo su efecto multiplicador.

La culminación de esta iniciativa promovida por ASAJA-Sevilla no hubiera sido posible sin el apoyo del sólido partenariado público y privado sobre el que se han sentado las bases del proyecto. Quiero pues agradecer, en primer lugar, la colaboración de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, de Syngenta Agro y de la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAAF), así como la contribución del Instrumento Financiero para el Medio Ambiente de la Unión Europea (LIFE).

No menos importante ha sido el papel de los Ayuntamientos de las áreas de actuación del proyecto y un largo elenco de entidades y personas que también han colaborado en la ejecución del proyecto. A ellos también va dedicado nuestro más sincero agradecimiento.

Por último, quiero hacer especial mención a todos los agricultores participantes en el proyecto y a aquellos productores que desarrollan su actividad dentro de la Red Natura 2000, en tanto que actores fundamentales y garantes de la conservación y mejora de estos espacios. Gracias a su incondicional apoyo hemos llevado a buen puerto esta iniciativa y su entusiasmo nos anima a seguir trabajando día a día.

Vaya dedicada a todos ellos la publicación de este trabajo, que pretende dar a conocer los resultados del proyecto, al tiempo que aportar soluciones a los trascendentales retos medioambientales de la Agricultura europea.

Miguel Afán de Ribera Ibarra
Presidente del Grupo Consultivo
de Desarrollo Rural de la Unión
Europea
Secretario General Técnico de
ASAJA-Sevilla

Índice

010	1 Introducción
	El Proyecto Humedales Sostenibles
	- Justificación del proyecto - Ámbito de actuación y contexto Los Humedales
	- Problemática ambiental
	- Solución Técnica
	- Metodología, objetivos y fases del proyecto
	- Evaluación del estado inicial e Implantación de parcelas demostrativas
020	2 La Agricultura de Conservación
030	3 Sistemas de Información Geográfica para la Gestión del suelo agrícola y la conservación de Humedales
040	4 Balance de aplicación de técnicas de conservación de suelo
058	4b Estudio de las parcelas demostrativas
074	5 Efectos de las técnicas de conservación de suelo sobre la diversidad biológica
096	6 Sistemas de Gestión Medioambiental
106	7 Divulgación y transferencia de tecnología en el marco del proyecto Humedales Sostenibles
124	Anejo 1 Análisis de las muestras de suelo realizadas en las parcelas demostrativas
132	Anejo 2 Análisis de las muestras de suelo y agua obtenidas en los tanques de sedimentación
156	Bibliografía y agradecimientos

1.Introducción: El Proyecto Humedales Sostenibles

Capítulo 1. El proyecto Humedales Sostenibles, una alianza natural entre la Agricultura y el Medio Ambiente

Introducción

La integración de las consideraciones medioambientales en la actividad agrícola, lejos de ser un fenómeno reciente, es una realidad plenamente consolidada. Las últimas reformas de la Política Agrícola europea no sólo han potenciado este enfoque, sino que también han contribuido a reforzar la función de los agricultores, reconociendo su papel fundamental en la viabilidad de las áreas rurales y la conservación de la biodiversidad, así como en la promoción de impactos medioambientales positivos.

La condicionalidad de las ayudas agrarias, obligatoria para todos los agricultores europeos, y los programas agroambientales puestos en marcha en el marco de la política de Desarrollo Rural confirman uno de los principios orientadores de las actuales políticas europeas de Agricultura y Medio Ambiente: una conservación eficiente de los recursos naturales requiere la cooperación de los agricultores en su calidad de principales gestores de la tierra.

La Asociación Agraria Jóvenes Agricultores de Sevilla, ASAJA-Sevilla, no ha permanecido ajena a este proceso y ha impulsado en las últimas décadas diversas iniciativas tendentes a favorecer esta relación y la permanente mejora del medio ambiente. El proyecto LIFE Doñana Sostenible, desarrollado entre 2001 y 2004 en el entorno de Doñana, es un buen ejemplo de ello.

En este contexto, y como continuación de un ya largo camino, surge el proyecto *Gestión Integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de importancia comunitaria* -LIFE04 ENV/E/269-, proyecto Humedales Sostenibles.

Promovido por ASAJA-Sevilla, el proyecto se ha cimentado sobre un partenariado público y privado, que ha contado con la colaboración



Laguna de la Galiana (Lebrija)



Laguna del Charroao (Las Cabezas de San Juan)

de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Syngenta Agro y la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAAF), y ha contado el apoyo del Instrumento Financiero para el Medio Ambiente de la Unión Europea (Programa LIFE).

Justificación del proyecto - Ámbito de actuación y contexto

Los Humedales

Andalucía posee uno de los patrimonios más ricos de España y Europa en lo que a cantidad y heterogeneidad de humedales se refiere. Así lo evidencia el hecho de que sólo Andalucía posee el 17% de los humedales españoles, que representan a su vez el 56% de la extensión total de zonas inundables de nuestro país.



Laguna de Zóñar (Aguilar de la Frontera)

Ficha Técnica- Proyecto LIFE04 ENV/E/000269

Nombre del proyecto:

Gestión Integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de Importancia Comunitaria

Nombre abreviado:

Humedales Sostenibles

Promueve:

Asaja-Sevilla

Colaboran:

- > Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía
- > Syngenta Agro.
- > Federación Europea de Agricultura de Conservación.

Duración:

1 de octubre de 2004 a 30 de septiembre de 2007

Coste total del proyecto:

1.087.450 euros

Aportación de LIFE:

541.255 euros (49,77%)





Laguna de Zarracatín (Utrera)

Aunque las Marismas del Guadalquivir, y Doñana en definitiva, sean el principal exponente de estos ecosistemas, Andalucía cuenta con muchas otras áreas húmedas de menor superficie pero que, por su diversidad y valor ecológico, se han hecho merecedoras de especial protección. De este modo, la Comunidad Autónoma andaluza tiene en su haber el de otorgar una de protección jurídica a la mayor parte de sus humedales, ya sea bajo la figura legal de Parque Nacional, Parque Natural, Reserva Natural o Paraje Natural.

Humedales continentales, litorales y de alta montaña, conforman por tanto un elemento fundamental del paisaje andaluz, que a su vez se ha sido objeto de reconocimiento europeo mediante la inclusión de las principales zonas húmedas andaluzas en la Red de Espacios protegidos de la Unión Europea, la Red Natura 2000.

Los esfuerzos a favor de la protección de las zonas húmedas confirman la superación de etapas anteriores que, merced al contexto socioeconómico o legislativo, podían ver estos espacios como un obstáculo al desarrollo, antes que un elemento del patrimonio natural digno de conservación.

Como hito lógico posterior al de la protección de los humedales, Andalucía ha acompañado este proceso con la puesta en marcha del Plan Andaluz de Humedales. Este instrumento de programación tiene como finalidad *conservar la integridad ecológica de los humedales andaluces, fomentando su uso racional para mantener, ahora y en el futuro, sus funciones ecológicas, socioeconómicas e histórico-culturales.*

Entre los objetivos básicos para alcanzar dicha finalidad, se hace necesario, según el Plan, promover modelos participativos de gestión



Siembra directa en la cuenca de la Laguna de Zarracatín

que potencien, mediante incentivos, el uso racional de los humedales andaluces, así como difundir el valor social de sus funciones.

Se da paso así a un enfoque integrador en la gestión de estos ecosistemas, en el que cobran especial protagonismo como el principio de cooperación entre los diferentes agentes sociales y económicos que permita, a su vez, alcanzar un compromiso de responsabilidad compartida para lograr los objetivos del Plan.

Problemática ambiental

En la misma línea del Plan Andaluz de Humedales, el proyecto Humedales Sostenibles pretende mejorar el estado de conservación de los espacios protegidos, mediante la apuesta por soluciones innovadoras que permitan conciliar intereses medioambientales y productivos, al tiempo que dar una respuesta al principal problema medioambiental de la cuenca mediterránea: la erosión del suelo.

Aunque en buena medida se trate de un fenómeno natural característico del clima mediterráneo, no cabe duda que la erosión y, como consecuencia, la colmatación de las cubetas, constituyen el principal problema de conservación a medio y largo plazo de los humedales continentales de Andalucía.

El citado Plan Andaluz de Humedales reconoce la incidencia directa de este fenómeno en la paulatina degradación de los humedales andaluces, al catalogar la colmatación de las cubetas como una de las principales amenazas que se ciernen sobre las zonas húmedas andaluzas y, especialmente, sobre los humedales de campiña.

Nombre	Término Municipal	Altitud	Superficie cubeta	Superficie cuenca	Figura de Protección
Hoya de la Ballestera	Osuna	150 m	25 ha	155,63 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico de La Lantejuela. LIC. ZEPA
Laguna de Calderón Chica	Osuna	160 m	6 ha	190,21 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico de La Lantejuela. LIC. ZEPA
Laguna de la Alcaparrosa	Utrera	20 m	5,00 ha	148,27 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico de Utrera. LIC. ZEPA
Laguna de Zarracatín	Utrera	40 m	55 ha	305,13 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico de Utrera. LIC. ZEPA
Laguna de Arjona	Utrera	40 m	5 ha	116,89 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico de Utrera. LIC. ZEPA
Laguna del Charroao	Las Cabezas de San Juan	60 m	4 ha	68,42 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico Lebrija-Las Cabezas. ZEPA
Laguna del Taraje	Las Cabezas de San Juan	130 m	7,50 ha	148,39 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico Lebrija-Las Cabezas. ZEPA
Laguna del Pilón	Lebrija	80 m	4 ha	104,48 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico Lebrija-Las Cabezas. ZEPA
Laguna de la Cigarrera	Lebrija	70 m	5 ha	99,54 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico Lebrija-Las Cabezas. ZEPA
Laguna de la Galiana	Lebrija	60 m	2 ha	32,36 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico Lebrija-Las Cabezas. ZEPA
Laguna de la Peña	Lebrija	60 m	4 ha	109,25 ha	Reserva Natural Complejo Endorreico Lebrija-Las Cabezas. ZEPA
Laguna del Gosque	Martín de la Jara	440 m	43 ha	1328,25 ha	Reserva Natural Laguna del Gosque. LIC. ZEPA.

Humedales objeto de actuación en el marco del proyecto Humedales Sostenibles. Fuente: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Estos humedales de interior, espacios singulares de la depresión del río Guadalquivir que salpican el paisaje de campiña andaluz, son ecosistemas muy dinámicos cuyo funcionamiento ecológico está relacionado con el ciclo de la lluvia, pero que, sin embargo, son especialmente frágiles y sensibles respecto a lo que ocurre en sus cuencas vertientes.

El proceso natural de colmatación se ve además favorecido por causas de origen humano, como son la pérdida de la cobertura vegetal asociada a un excesivo laboreo del suelo agrícola.

Solución Técnica

Como respuesta a esta problemática y conscientes del decisivo papel que puede desempeñar la agricultura en aras de la conservación, se plantea desde el propio sector agrícola el proyecto Humedales Sostenibles. Esta iniciativa se centra en el fomento de técnicas de Agricultura Sostenible en los cultivos situados en las cuencas vertientes de los humedales andaluces y, prioritariamente, en los humedales de campiña, en tanto que son los espacios que presentan una mayor vulnerabilidad a la erosión.

En concreto, el ámbito de actuación del proyecto se circunscribe al entorno de los siguientes humedales endorreicos de importancia comunitaria de la provincia de Sevilla:

- > Complejo Endorreico de Lebrija – Las Cabezas
- > Complejo Endorreico de Utrera
- > Complejo Endorreico de Osuna – Lantejuela
- > Laguna del Gosque (Martín de la Jara)

Estos enclaves de alto valor natural y social, como lo confirma su inclusión en la Red Natura 2000, representan además un aliado de suma importancia para humedales tan emblemáticos como las marismas de Doñana o la Laguna de Fuente de Piedra, puesto que contribuyen a asegurar tanto la viabilidad de las rutas migratorias que atraviesan el Sur de la Península Ibérica como la invernada de numerosas aves que crían en el Centro y Norte de Europa.



Áreas de actuación del proyecto Humedales Sostenibles

Metodología, objetivos y fases del proyecto

El proyecto Humedales Sostenibles propone de manera específica la demostración y aplicación de técnicas de Agricultura de Conservación de suelo en los cultivos situados en las cuencas vertientes de los humedales andaluces

Este modelo de agricultura sostenible incluye todo un elenco de prácticas que reducen, cambian o eliminan el laboreo del suelo y evitan la quema de rastrojos con objeto de mantener una suficiente cobertura de residuos vegetales en el suelo a lo largo de todo el año. El suelo, no sólo queda protegido de la erosión, sino que además se reduce su compactación, aumenta de forma natural la estabilidad de sus agregados y su contenido en materia orgánica y, en definitiva, mejora su fertilidad.

Junto a estas mejoras agronómicas, la agricultura de conservación contribuye a generar beneficios de índole medioambiental, como



La siembra directa contribuye a reducir la erosión y la colmatación de las zonas húmedas.

son el aumento de la calidad de las aguas, la disminución de emisiones de CO₂ a la atmósfera, así como el incremento de la biodiversidad.

Con la implantación de estas técnicas a gran escala, se aseguraba, por tanto, toda una serie de beneficios medioambientales y agronómicos que, llevadas al entorno de los humedales, debían garantizar una clara incidencia en la ralentización de los procesos erosivos, en una mejora de la calidad de las aguas del humedal y, por tanto, en la conservación a largo plazo del espacio.

Más en concreto, el proyecto se propuso los siguientes objetivos específicos:

- > Reducción de las pérdidas de suelo por erosión, en comparación con las técnicas convencionales;
- > Reducción de la colmatación de humedales por sedimentos;
- > Incremento de la productividad primaria y secundaria de los humedales como consecuencia del incremento de la transparencia de las aguas;
- > Actividades de formación en las técnicas de agricultura de conservación y producción integrada dirigidas a los agricultores del ámbito del proyecto;
- > Sensibilización de los agricultores sobre el significado y la importancia de la Red Natura 2000;



Laguna del Gosque (Martín de la Jara)

- > Información acerca del proyecto a todas las organizaciones sectoriales del ámbito de actuación del proyecto;
- > Recuperación no cuantificada de los niveles freáticos;
- > Investigar la posibilidad de aplicación de una agricultura ecológica.

Con la finalidad de alcanzar estos objetivos iniciales, y en tanto que proyecto de demostración que sirviera de catalizador para la adopción de técnicas de gestión sostenible del suelo, el proyecto Humedales Sostenibles ha basado su metodología fundamentalmente en la implantación de parcelas demostrativas y en la formación y divulgación de técnicas óptimas de gestión del suelo y de producción sostenible.

Evaluación del estado inicial e Implantación de parcelas demostrativas

En una primera fase, a fin de realizar una óptima ubicación de las parcelas demostrativas, se ha realizado una evaluación y caracterización de las zonas de actuación mediante el apoyo en sistemas de información geográfica. Este trabajo ha servido, además, para crear una herramienta tecnológica de ayuda a la toma de decisiones, que facilita al agricultor la elección del mejor sistema de manejo de suelo y de rotación de cultivos, en función de las características físicas de su explotación.

Posteriormente, en el entorno de cada uno de los humedales incluidos en el proyecto se han puesto en marcha parcelas demostrativas con una superficie total de 60 hectáreas, en las



Reserva natural Complejo endorreico de Utrera



Flamencos en la Laguna de Zarracatín (Utrera)

que durante tres años se han implantado técnicas de conservación de suelo.

Esta labor ha permitido que todos los agricultores que desarrollan su actividad en el entorno de estos humedales tengan un conocimiento cercano, real y adaptado a sus condiciones de cultivo de las técnicas desarrolladas desde el proyecto.

Seguimiento agronómico

Asimismo, el equipo técnico del proyecto ha llevado a cabo una tarea de seguimiento periódico en cada una de las parcelas demostrativas, con el objetivo de confirmar la validez agronómica de las técnicas de conservación de suelo, mediante su comparación con parcelas testigo en las que se aplican técnicas convencionales de manejo de suelo.

Los análisis que han sido objeto de seguimiento se han centrado en la biomasa, en la calidad del agua de escorrentía y la erosión, llevándose a cabo en estos dos casos mediciones diferenciales tras cada episodio de precipitación.

Igualmente, se han recogido periódicamente muestras de suelo que han servido para determinar los niveles de fertilidad según la práctica de cultivo empleada en las parcelas demostrativas. Mediante el análisis de dichas muestras, se ha constatado además la mejora en la estructura del suelo y el aumento de materia orgánica.

Por lo que a la gestión del agua se refiere, el proyecto en colaboración con el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica



Reunión del Comité de Seguimiento del proyecto

de la Consejería de Innovación Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía (IFAPA), ha registrado los contenidos de humedad del suelo en distintas parcelas demostrativas.

Gracias a este trabajo, se ha observado la mejor gestión del agua asociada a los sistemas de agricultura de conservación, que se ha hecho patente en una mayor infiltración de agua y una mayor retención de humedad en el suelo, aspectos estos de suma importancia en períodos de sequía característicos del clima mediterráneo.

Seguimiento biológico

Junto al seguimiento de los parámetros agronómicos, se ha prestado especial dedicación al estudio de la biodiversidad asociada a las técnicas de Agricultura de Conservación.

Pese a que este trabajo ha estado profundamente condicionado por la escasa pluviometría del período 2004-2006, se ha podido constatar la mayor diversidad biológica existente en las parcelas demostrativas implantadas en el marco del proyecto, observándose cómo las técnicas de siembra directa y de cubiertas vegetales presentan unos niveles de biodiversidad superiores en todos los casos a los de las parcelas cultivadas de manera convencional. Estos datos han posibilitado al equipo del proyecto, concluir la bondad de las técnicas desarrolladas respecto a la flora y la fauna, y su idoneidad en espacios de alto valor ecológico como los humedales.

Sistemas de Gestión Ambiental

Finalmente, otro aspecto innovador del proyecto y que ha servido para constatar y evaluar la metodología llevada a cabo, lo ha supuesto



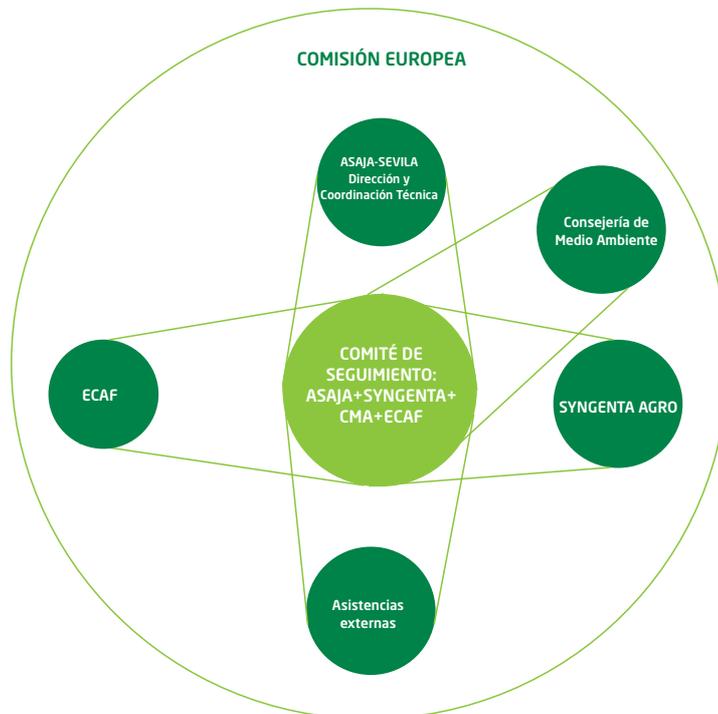
Flamencos sobrevolando la Laguna de Calderón Chica (Osuna)

la demostración en parcelas agrícolas del Sistema Europeo de Gestión Medioambiental y Ecoauditoría (EMAS), a fin de certificar y formalizar el comportamiento ambiental de estas explotaciones y su contribución a la mejora en el estado de sus humedales.

Para ello, tras una evaluación medioambiental inicial que ha permitido obtener un Diagnóstico Ambiental de la explotación, se ha preparado a las explotaciones para la implantación del Sistema de Gestión Medioambiental mediante la realización de una declaración Medioambiental y se han realizado auditorías internas de EMAS. Este proceso, no sólo ha servido para una mejor gestión medioambiental de las explotaciones, sino que también ha servido

para incrementar la eficiencia en los costes de producción y, en definitiva, mejorar la economía de la explotación.

Las páginas que siguen a continuación se ocupan de la descripción de las tareas hasta aquí brevemente apuntadas. En ellas se pormenoriza la labor iniciada en octubre de 2004 por un extenso equipo de personas que han dedicado buena parte de sus esfuerzos a hacer intentar hacer realidad esta experiencia en favor de una agricultura más competitiva y más respetuosa con el medio ambiente y, en definitiva, a demostrar que es posible la complementariedad entre actividad productiva y conservación de la naturaleza.



Organigrama del proyecto Humedales Sostenibles

2. La Agricultura de Conservación, un sistema de producción sostenible en el marco de la Red Natura 2000 y la Política Agrícola Común

Capítulo 2. La Agricultura de Conservación, un sistema de producción sostenible en el marco de la Red Natura 2000 y la Política Agrícola Común.

Un sistema de producción sostenible en el marco de la Red Natura 2000 y la Política Agrícola Común

El suelo es un recurso natural limitado, cuya función vital resulta indubitada y en el que se llevan a cabo todas las actividades agrarias. No debemos olvidar que se encuentra interconectado con otros recursos naturales que también son esenciales para la vida humana tales como el aire, el agua, la flora o la fauna. El suelo actúa como un factor regulador de los procesos agrícolas y, por extensión, de los efectos medioambientales de la agricultura. Podemos decir, por lo tanto, que si el suelo es bien gestionado, los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente serán aceptables y, por el contrario, un mal manejo del suelo producirá una degradación del mismo y deteriorará otros recursos necesarios para el hombre.

Es trascendental, por lo tanto, que los sistemas de cultivo protejan el medio ambiente sin olvidar que la actividad agrícola es la forma de vida de las personas que la realizan, por lo que el sistema empleado debe ser también viable desde el punto de vista económico. Estaremos ante un modelo de agricultura sostenible cuando estos dos factores, protección del medio ambiente y viabilidad económica, se aúnen.

La agricultura de conservación consiste en una serie de técnicas, como el mínimo laboreo, la siembra directa o el establecimiento de

cultivos cubierta entre cultivos anuales sucesivos o en las calles de cultivos leñosos que, como se detalla a continuación, aventajan a la agricultura convencional tanto agronómica como medioambientalmente.

Agricultura de Conservación: ventajas agronómicas y medioambientales

Tan importante como producir y ser rentable, resulta el hecho de producir de manera sostenible. Más allá de las ventajas económicas asociadas a la Agricultura de Conservación y de las que se hablará en páginas sucesivas, el beneficio directo de las técnicas de conservación radica no sólo en las menores inversiones en combustible y mano de obra sino también en el entendimiento y adopción del concepto ético que conlleva usar los recursos productivos (suelo, agua, biodiversidad) de mejor forma y dejarlos en mejores condiciones para las generaciones futuras.

Fertilización

Un claro exponente de ello puede encontrarse en la fertilización. Dejar los restos de cosecha sobre la superficie del suelo y no labrarlo durante varios años se traduce en un incremento considerable en el contenido de material orgánica de la capa superficial, lo que

Profundidad cm	Carbono (%)		Nitrogeno (%)		Fosforo (ppm)	
	NL	L	NL	L	NL	L
0-5	2.5	1.0	0.3	0.1	100	20
10-15	1.3	1.0	0.2	0.1	10	40

Tabla 1. Movilización de nutrientes en agricultura de conservación (no laboreo, NL) en comparación con la agricultura convencional (laboreo, L). Fuente: Conservation Technology Information, CTIC Partners, 2000, no 1, p. 7, University of Purdue, Indiana, USA.

posibilita una movilización de nutrientes mucho mayor (tabla 1), permitiendo en gran medida una reducción en las dosis de fertilizante a medio/ largo plazo (3-5 años) desde la puesta en práctica de estas técnicas. Debemos indicar que la fertilización es uno de los costes de cultivo más importantes en los sistemas agrarios.

Desde una perspectiva de Agricultura Sostenible, el elenco de ventajas medioambientales asociadas a los sistemas conservacionistas resulta tan importante como el descrito en términos estrictamente agronómicos.

Las agresivas labores de inversión realizadas en agricultura convencional son perjudiciales para el medio ambiente porque incrementan considerablemente la erosión y la compactación del suelo, a la vez que contaminan las aguas superficiales con sedimentos, fertilizantes y pesticidas. Además, se disminuye el contenido en materia orgánica y la fertilidad del suelo, y se aumenta la emisión de CO₂ a la atmósfera, contribuyendo así al calentamiento global del planeta, entre otros graves efectos (por ejemplo, disminución de la biodiversidad). Con las técnicas conservacionistas todos estos perjuicios al medio ambiente quedan resueltos o, al menos, minimizados.

a) Suelo

Al aplicar técnicas de agricultura de conservación, logramos evitar problemas y mejorar diversas propiedades del suelo:

> Erosión

La erosión es un problema cada vez más evidente en los suelos agrícolas en los que se utilizan las prácticas convencionales. La forma de erosión más frecuente consiste en la pérdida de la capa superficial del suelo, que a menudo no la percibimos aunque es, sin embargo, muy perjudicial potencialmente. Los procesos erosivos, si

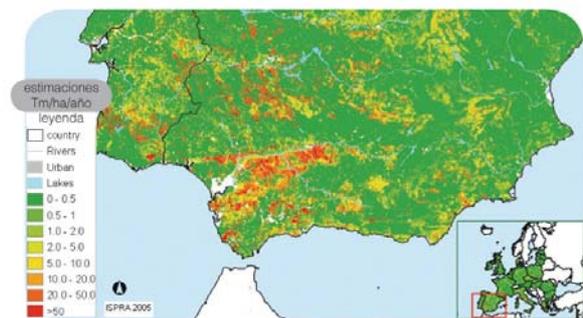


Figura 1: Estimaciones de tasas de erosión por hectárea y año realizadas en el marco del proyecto "Mapa Paneuropeo de cálculo de erosión del suelo" (PESERA)

no se detienen a tiempo, desembocan en la desertificación de las zonas erosionadas.

En Europa, la erosión es un problema muy grave en muchas áreas y afecta a todos los países de la UE en mayor o menor medida. Hay 25 millones de hectáreas que están seriamente amenazadas por la erosión en Europa Occidental y Central, siendo el área Mediterránea, la zona donde la erosión y consiguiente degradación del suelo es más severa. En dicha área Mediterránea se han estimado pérdidas de entre 20 y 40 toneladas de suelo por hectárea después de una tormenta, e incluso de hasta más de 100 toneladas por hectárea en eventos extremos. En España, más de un 50% del suelo agrícola está clasificado con un riesgo medio-alto de erosión, y en Andalucía esta cifra alcanza el 70%. Estos datos quedan de manifiesto en el mapa representado en la figura 1.

La pérdida media de suelo por hectárea debida a la erosión se estima en unas 17 toneladas por año, la cual supera dramáticamente la tasa media de formación de suelo (aproximadamente 1 tonelada por hectárea y año). Además, el problema de erosión en Europa va en aumento, así como el riesgo de desertificación de sus áreas más vulnerables. La intensificación de la agricultura convencional en los últimos 50 años, caracterizada por una mayor mecanización y laboreo

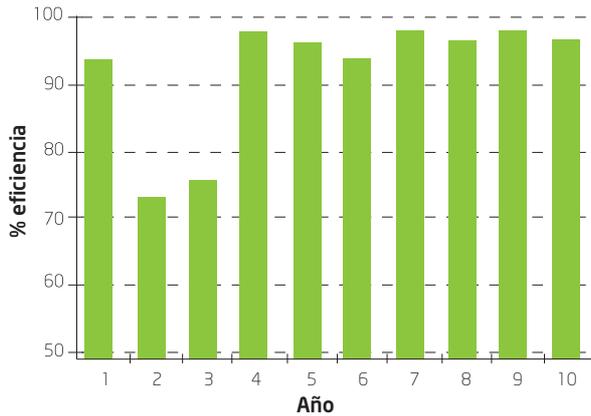


Figura 2. Eficacia (%) de la agricultura de conservación (modalidad siembra directa/ no laboreo) en la reducción de la erosión en comparación con el laboreo tradicional en Indiana, EE.UU.

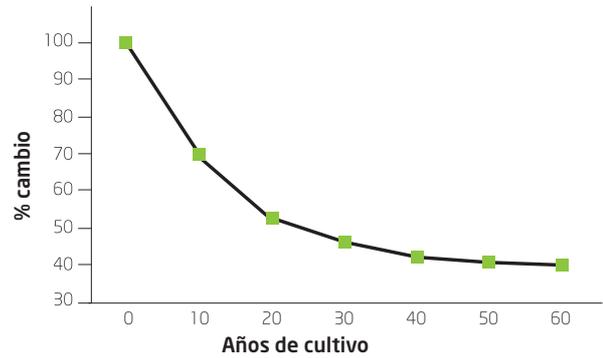


Figura 3. Evolución del contenido de materia orgánica del suelo según años de cultivo convencional (laboreo).

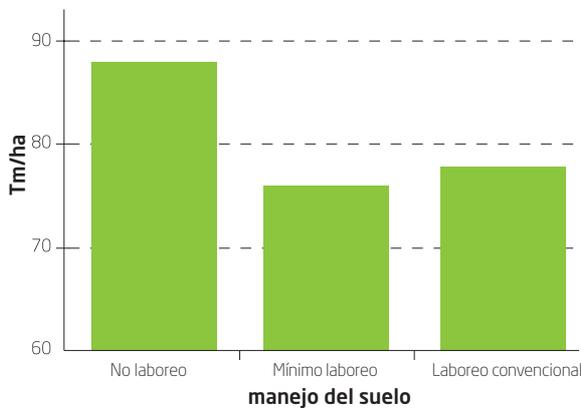


Figura 4a. Efecto a largo plazo de diferentes técnicas de manejo de suelo (siembra directa/ no laboreo, mínimo laboreo y laboreo tradicional) sobre el contenido de materia orgánica en la capa superficial -50 cm- (Tomejil, Carmona, Sevilla).

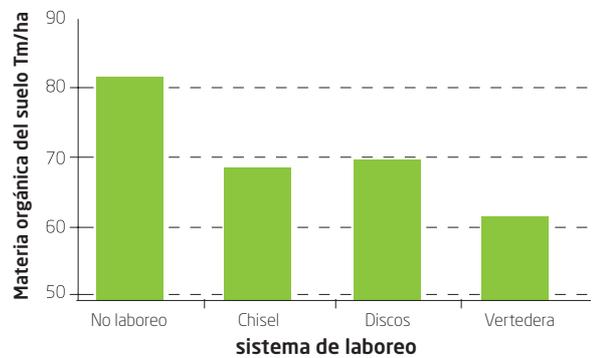


Figura 4b. Contenido en materia orgánica a dos profundidades después de 18 años de cultivo de maíz bajo diversos regímenes de cultivo (no laboreo, cincel, grada de disco y vertedera (Ontario, Canadá).

CAUSA	EFEECTO	CONSECUENCIA	RESULTADO
Rastrojo en superficie	Mayor albedo	Menor calor latente	Menor evaporación
	Menor acción del viento	Menor presión de vapor	Menor evaporación
	Menor energía de impacto de gota de lluvia	Menor encostramiento	Mayor Infiltración Menor escurrimiento
	Mayor tiempo de permanencia del agua en superficie	Mayor oportunidad de entrada de agua al perfil del suelo	Mayor infiltración Menor escurrimiento
No realización de labores de volteo	Estabilidad del sistema poroso e incremento de bioporos	Mayor conductividad hidráulica saturada Mayor retención de agua	Mayor Infiltración Menor escurrimiento Mayor disponibilidad de agua

Tabla 4. Efecto de la agricultura de conservación sobre la disponibilidad de agua para los cultivos y sobre la erosión.

del suelo, ha contribuido en gran medida a agravar los procesos erosivos, especialmente en Europa Occidental.

Las técnicas conservacionistas son muy efectivas en el control de la erosión, reduciéndola hasta en un 90-95% (Figura 2), pero en muchas ocasiones no se ponen en práctica hasta que el problema se ha agravado. La situación ideal sería la adopción de estas técnicas de forma preventiva.

> Contenido en materia orgánica

La calidad de un suelo está determinada principalmente por su contenido en materia orgánica, si bien éste es variable y muy sensible a los sistemas de manejo del suelo. Al margen de ciertas áreas geográficas que reciben elevadas cantidades de abonos orgánicos, la materia orgánica de los suelos de muchas zonas agrícolas de Europa está disminuyendo como consecuencia de agricultura moderna intensiva.

Según estudios realizados en varios centros de investigación, la mayoría de los suelos agrícolas después de 20 años de laboreo intensivo han perdido el 50% del carbono del suelo (Figura 3). Es bien conocido que la disminución de la materia orgánica del suelo deteriora su estructura, estabilidad de agregados, actividad biológica, y capacidad de retención de agua y nutrientes. Además, a medio y largo plazo se hacen más vulnerables a la erosión, compactación, acidificación, salinización, carencia de nutrientes y sequía. Por otro lado, está ampliamente contrastado que cuando se cambia de la agricultura convencional (laboreo intenso) a la de conservación (siembra directa/ no laboreo) el contenido en materia orgánica del suelo aumenta con el tiempo (Figuras 4a y 4b).

> Balance de agua, capacidad de infiltración y conservación de la humedad

El contenido de agua del suelo es con frecuencia un factor limitante de la productividad agrícola, especialmente en zonas de secano. Numerosos informes científicos ponen de manifiesto que las técnicas conservacionistas, y en particular la siembra directa, aumentan el contenido hídrico del perfil del suelo en comparación con las técnicas convencionales (laboreo), sobre todo en años de baja pluviometría. El rastrojo sobre la superficie del suelo disminuye la evaporación del mismo, mientras que el laboreo la incrementa.



El suelo, principal capital para la agricultura

El impacto más significativo de la agricultura de conservación sobre la producción de cultivos, es la modificación favorable del balance de agua del suelo (Tabla 4). Los componentes más afectados de este balance son las pérdidas por evaporación y escurrimiento, y la ganancia por mayor infiltración.

Normalmente se observa una disminución de la evaporación a causa de la reducción de la temperatura del suelo y del efecto moderador del rastrojo sobre la acción del viento.

Una mayor cantidad de agua infiltrada es la consecuencia de:

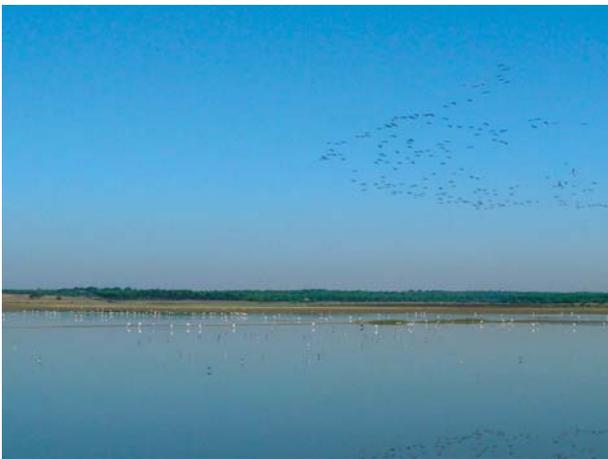
- el efecto protector de los rastrojos que contrarrestan la energía de impacto de la gota de lluvia, frenando la desagregación de partículas y por lo tanto la formación de costras superficiales,
- mayor tiempo de permanencia del agua pluvial sobre la superficie, por acción de los residuos, y
- la presencia de bioporos continuos y estables que incrementan la conductividad saturada del suelo.

Al mismo tiempo, se produce una importante disminución de la escorrentía superficial, en primer lugar porque al infiltrarse el agua más rápidamente, queda menos agua en la superficie que pueda escurrir; y en segundo lugar, porque la presencia de rastrojo dificulta el movimiento del agua.

En resumen, las consecuencias inmediatas más destacables para el balance de agua son el aumento de las entradas de agua y la disminución de las pérdidas en el sistema, resultando en una ganancia neta de agua disponible para las plantas.



La Agricultura de Conservación contribuye a mejorar la calidad del agua



Conservando el suelo agrícola, aumentando la biodiversidad

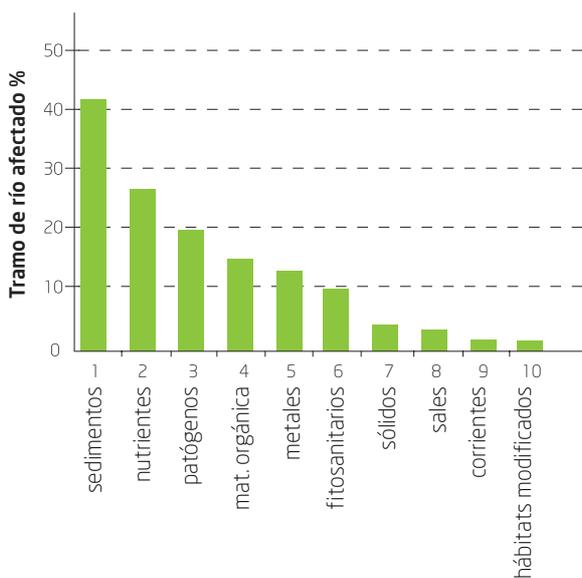


Fig. 5. Contaminantes de las aguas superficiales en orden decreciente.

b) Agua

Las partículas de suelo que llegan a las aguas superficiales son los contaminantes más importantes de las mismas y de los ecosistemas acuáticos, ya que dificultan la penetración en el agua de la luz que las plantas acuáticas necesitan para la fotosíntesis y deterioran los hábitats de peces y otros organismos. Otros contaminantes de ecosistemas acuáticos son en orden decreciente los siguientes: nutrientes, patógenos, materia orgánica, metales pesados y pesticidas (Fig. 5).

Las técnicas conservacionistas de siembra directa/ no laboreo y laboreo mínimo reducen la erosión del suelo en más de un 90% y 60%, respectivamente, en comparación con el laboreo convencional. De este modo, se mejora muy considerablemente la calidad de las aguas superficiales debido a la reducción de los sedimentos de suelo en las mismas.

Los fertilizantes y pesticidas que provienen de zonas agrícolas pueden llegar a contaminar las aguas superficiales al ser arrastrados por las aguas de escorrentía fuera de las zonas agrícolas en donde se aplicaron. Incluso, a veces los nitratos y los pesticidas transportados en las aguas superficiales pueden sobrepasar las concentraciones límites de las aguas potables. Es obvio que a altas concentraciones, los pesticidas pueden ser perjudiciales para los peces, plantas y otros organismos acuáticos. El nitrógeno en forma de amonio puede ser tóxico para los peces y los nitratos y fosfatos intensifican el crecimiento de plantas y algas, acelerando la eutrofización de lagos y embalses.

El rastrojo, o restos vegetales de la cosecha anterior sobre el suelo que caracteriza a la agricultura de conservación, retienen en gran medida los fertilizantes y pesticidas en la zona agrícola en que fueron aplicados, hasta que son utilizados por el cultivo o descompuestos en otros componentes inactivos. Así, las técnicas conservacionistas no sólo reducen muy considerablemente la escorrentía sino que también propician una fuerte adsorción de pesticidas, amonio y fosfatos por los sedimentos. En consecuencia con lo anterior, se ha estimado que mediante el no laboreo o laboreo mínimo (superficial, de no inversión/ volteo) el arrastre de herbicidas en las aguas se reduce sustancialmente, y de forma similar los nitratos (> 85%) y fosfatos solubles (> 65%). A este respecto, si se comparan diversos métodos de laboreo se puede concluir que

mediante la siembra directa/ no laboreo se reduce en las aguas superficiales el transporte de herbicidas en un 70%, los sedimentos en un 93% y la escorrentía en un 69%, en comparación con el laboreo convencional de volteo. Se concluye, pues, que las técnicas conservacionistas mejoran sustancialmente la calidad del agua.

En la agricultura de conservación se usan diferentes métodos de aplicación de agroquímicos y en términos generales se puede reducir la cantidad total de los mismos que se aplica. Así, por ejemplo, los fertilizantes en lugar de aplicarlos a voleo se suelen localizar en bandas o surcos, a una cierta distancia de la semilla de siembra, o bien se inyectan directamente en suelo; de esta forma se minimiza el riesgo de ser dispersados por la lluvia o el viento fuera de la zona en la que se aplicaron. De forma similar, el control de malas hierbas no suele requerir en muchas situaciones una mayor cantidad de herbicida que en la agricultura convencional. Además, las aplicaciones específicas de herbicidas en la agricultura de conservación son tratamientos en post-emergencia de las malas hierbas y de vida media muy corta, sin actividad o con muy poca actividad a través del suelo, y en definitiva, en la mayoría de los casos de muy baja ecotoxicología. Por otro lado, diversos sistemas de manejo de malezas, tales como el estrechamiento de las hileras de siembra y/o aumento de la densidad de plantas por unidad de superficie, y el establecimiento de cultivos cubierta se adaptan muy bien a las técnicas conservacionistas.

c) Aire

La temperatura media anual de Europa ha aumentado entre 0,3 y 0,6 C desde 1990, y se espera que siga aumentando. Las elevadas emisiones de CO₂ a la atmósfera debido al uso de combustibles fósiles es la principal causa del referido calentamiento global. Al parecer, el factor clave para controlar este fenómeno sería la estabilización de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

La agricultura convencional es una actividad con gran influencia en el efecto invernadero, dado que el 10% de las emisiones de los gases que producen el mencionado efecto de la Unión Europea son originados por ella. La práctica de laboreo de inversión/ volteo del suelo en sí mismo es la causa principal de las emisiones de CO₂ en las áreas cultivadas. Hay evidencias científicas de que el laboreo es un factor determinante en el incremento del CO₂ atmosférico que se ha detectado en las últimas décadas.

Históricamente, el laboreo intensivo de las tierras agrícolas ha causado pérdidas sustanciales (desde un 30% al 50%) del carbono del suelo. Estas pérdidas de CO₂ se deben a la fragmentación del suelo que ocasiona el laboreo y que facilita el intercambio de CO₂ y O₂ desde el suelo a la atmósfera y viceversa. Las operaciones que se efectúan en la agricultura convencional (laboreo de inversión, con arado de volteo, grada de discos o rotavator) entierran los restos vegetales y dejan el suelo en condiciones óptimas para que se produzcan pérdidas de CO₂, a la vez que se reduce el efecto sumidero de CO₂ del suelo.

Por el contrario, en la agricultura de conservación (siembra directa/ no laboreo) el contenido de carbono del suelo se incrementa anualmente en una cantidad de una ó mas toneladas por hectárea y año.



La Agricultura de Conservación incrementa la eliminación de CO₂



Paisaje agrícola en el complejo endorreico de Lebrija - Las Cabezas

Conforme menos se laboree el suelo, éste adsorbe y almacena más carbono y, por consiguiente, sintetiza más materia orgánica, lo que a largo plazo aumenta su capacidad productiva y disminuye la cantidad de CO₂ que se libera a la atmósfera.

Agricultura de Conservación: aspectos económicos

Las técnicas puestas en marcha en el marco del proyecto suponen un importante incremento en la eficiencia de los costes de producción en relación a la agricultura convencional debido a la no utilización de maquinaria de volteo (arado de vertedera, arado de discos,...), la menor necesidad de mano de obra, la reducción en el consumo de combustible y la realización de menos pases de maquinaria.

En la agricultura convencional se requieren inversiones en combustible y mano de obra considerablemente mayores que las de la agricultura de conservación, especialmente en la modalidad siembra directa/ no laboreo. Por ejemplo, en olivares en régimen de no laboreo se ahorra entre 60 y 80 litros de gas-oil y unas 3 a 5 horas de trabajo por hectárea y año, en comparación con olivares labrados de la forma convencional. En general, con la agricultura de conservación se reduce el consumo de energía y se aumenta la productividad energética esto es la proporción entre rendimiento energético obtenido y energía invertida en un rango del 15%-50% y 25%-100%, respectivamente.

La siembra directa/ no laboreo requiere solamente una única operación o pase de maquinaria para la siembra, en lugar de las 2

ó 3 operaciones necesarias para la preparación del suelo y la siembra propiamente dicha que se requieren en la siembra convencional. Esta técnica permite también un ahorro de combustible de 31.5 litros de gas-oil por hectárea y año en comparación con la convencional. En cultivos anuales en las condiciones del sur de Europa, se estima un ahorro entre 40 y 60 euros por hectárea y año a favor de la siembra directa. Este ahorro de costes de la agricultura de conservación normalmente compensa los gastos propios de las técnicas conservacionistas (por ejemplo, aplicaciones específicas de herbicidas y/o la adquisición de sembradoras de «siembra directa»).

Por lo anterior, en muchas regiones el principal motivo que conduce a los agricultores a adoptar las técnicas conservacionistas son los menores costes de producción, o lo que es lo mismo, el conseguir una mayor rentabilidad económica. Así ocurre en zonas geográficas donde el suelo no tiene problemas de erosión y/o en países donde la agricultura no está subsidiada por los gobiernos, como es el caso de Argentina y Brasil.

Ahorro de energía. Gran parte de las ventajas económicas de la agricultura de conservación frente a la convencional se deben al ahorro energético a consecuencia de la ausencia de labores del suelo como queda reflejado en la tabla 2. La tabla 3 muestra, para diferentes cultivos, el ahorro medio de energía, tiempo o dinero del sistema conservacionista en comparación con el convencional, conforme a las estimaciones realizadas por Hernanz y Sánchez-Girón (1997, Universidad Politécnica, Madrid).



Tabla 2. Consumo medio de energía para algunas operaciones agrícolas (John Nalewaja, 2001)

Operación	Operación Consumo de gas-oil(l/ha)	Consumo de energía (kcal/ ha)
Arado de vertedera	16,81	156.669
Cultivador	5,61	52.285
Grada de discos	6,55	61.046
Arado "Chisel"	8,89	82.855
Rastra	3,37	30.476
Pase sin labrar	0,94	8.761

Tabla 3. Ahorro medio de energía, tiempo o dinero del sistema conservacionista en comparación con el convencional (Hernanz y Sánchez-Girón, 1997, Universidad Politécnica, Madrid).

Ahorro medio de energía	15-50% 31.5 litros gas-oil/año
Plantaciones de olivar	60-80 litros gas-oil/año
Ahorro económico medio en cultivos anuales	40-60 €/año
Ahorro económico medio en mantenimiento de maquinaria	97 €/año

3. Sistemas de Información Geográfica para la Gestión del suelo agrícola y la conservación de Humedales

Capítulo 3. Sistemas de Información Geográfica para la Gestión del suelo agrícola y la conservación de Humedales

Consideraciones generales

Junto a las técnicas propias del sistema de Agricultura de Conservación, eje central del proyecto Humedales Sostenibles, hay que destacar entre los principales aspectos tecnológicos llevados a cabo en el marco del proyecto, la utilización de tecnología basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El uso de tecnología SIG ha tenido como principales funcionalidades:

- Caracterizar territorialmente desde distintos puntos de vista la zona objeto del proyecto;
- Diagnosticar las sostenibilidad de las distintas prácticas agrícolas en función de la caracterización medioambiental del territorio;
- Apoyar la toma de decisiones sobre el tipo de prácticas agrícolas preferentes;
- Facilitar la difusión de los resultados del proyecto.

Constantemente, el SIG realizado ha servido de herramienta de apoyo fundamental para una mejor y más rápida gestión de las tareas de implantación de la técnica y de seguimiento.

Por otro lado, también se ha desarrollado un sistema para la toma de decisiones (SVD), que basado en el SIG, permite comparar a través de un simulador, tasas erosivas en diferentes situaciones agronómicas. De estos análisis se debe desprender la valoración sobre la conveniencia de aplicar prácticas conservacionistas que protejan el suelo en las épocas críticas.

Una versión simplificada en español e inglés de las aplicaciones prácticas de este trabajo se han incluido en la web del proyecto,

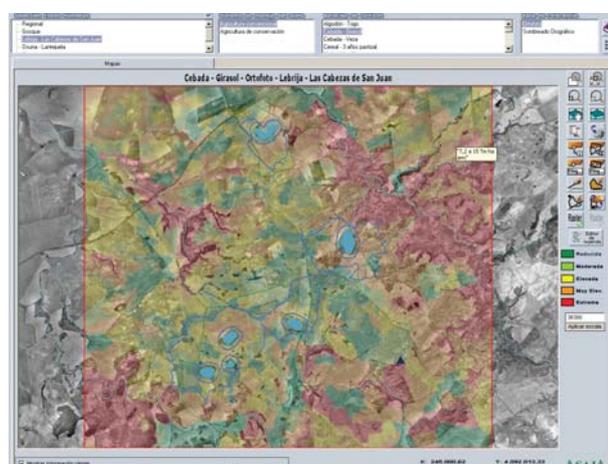
permitiendo que cualquier usuario pueda realizar consultas sobre la idoneidad de sistemas de rotación de cultivos y de manejo de suelo con relación a una mejor gestión del suelo en su explotación.

Metodología

Para el desarrollo de este proyecto toda la información ha sido generada y tratada mediante un Sistema de Información Geográfica basado en la herramienta ArcInfo 9.1. Se ha recopilado la información a mayor detalle posible disponible y se ha manipulado para obtener las capas que conforman el Sistema Virtual de Decisión.

Los formatos empleados para la información vectorial son shapfiles de ESRI o geodatabases, mientras que la información ráster ha sido tratada mediante grids.

Las fuentes empleadas son el Instituto de Cartografía de Andalucía, la Consejería de Agricultura y Pesca, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, el Instituto Nacional de Meteorología y el Ministerio de Agricultura.

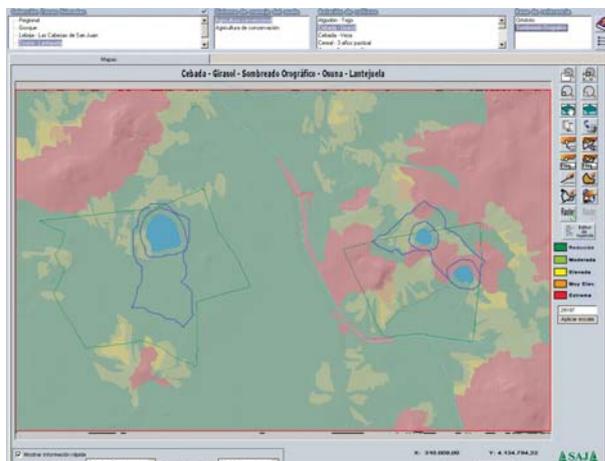


Tasas de erosión del complejo endorreico de Lebrija - Las Cabezas

Especial referencia merece la colaboración de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Gracias a ella y a través de la Dirección General de Participación e Información Ambiental, ha sido posible la inclusión en la aplicación de la ortofoto digital de la provincia de Sevilla, lo que sin duda enriquece aún más el contenido de la aplicación.

Cálculo del modelo digital del terreno

Tanto para el cálculo de algunos de los factores de la ecuación universal de pérdida de suelo como para el cálculo de las cuencas vertientes a las lagunas, es necesario el uso de un Modelo Digital del Terreno con suficiente detalle. Al no existir un Modelo Digital del Terreno (MDT) con el suficiente detalle para este proyecto se ha recurrido a interpolar uno a partir de la información disponible. El cálculo se ha desarrollado con la herramienta Topogrid, ésta implementa un método de interpolación específicamente diseñado para la creación de MDT's hidrológicamente correctos a partir de capas vectoriales del relieve y la red hidrográfica. Está basado en el programa ANUDEM desarrollado por Michael Hutchinson (1988, 1989).



Tasas de erosión del complejo endorreico de Osuna - Lantejuela

La información vectorial empleada para la interpolación procede del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 editado por la Junta de Andalucía siendo las siguientes capas:

- > RI1: Puntos acotados y vértices geodésicos
- > RI3: Curvas de nivel
- > Hs1: Red hidrográfica digitalizada en el sentido de las aguas
- > Hs2: Láminas de agua horizontales

Se obtuvo un primer Modelo Digital del Terreno que ante la aparición de elementos extraños tales como cumbres con conos invertidos en su interior, líneas inusualmente elevadas, etc. Se procedió a corregir los datos originales en los valores de las cotas, obteniéndose un Modelo Digital del Terreno válido con 5 metros de resolución.

A partir del Modelo Digital del Terreno se obtienen las siguientes capas de información:

- > Sombreado orográfico como capa de información ráster con objeto de mejorar la expresión gráfica de las salidas.
- > Mapa de pendientes
- > Longitud de pendiente
- > Cuenca vertiente para cada una de las lagunas

Cálculo de los distintos factores de la ecuación

El SVD se basa en tener los factores de la USLE representados mediante capas ráster en formato grid, se realizan operaciones aritméticas (el producto en este caso) entre todas las capas permitiendo como variable independiente el factor correspondiente al cultivo. Las cuencas vertientes calculadas sirven como máscaras de los resultados, pues solo son en estas zonas donde la pérdida de suelo afectan a los humedales.

Factor R

Representa la erosividad debido a la lluvia, para su cálculo se ha interpolado los valores medidos en la red de estaciones agroclimáticas y servidos por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Mediante la localización de estas estaciones y los valores medidos se ha interpolado una capa raster en formato grid mediante el método IDW y con una factor 3, esto es el valor para cada una de las celdas se obtiene a partir de los puntos conocidos más cercanos siendo su influencia inversamente proporcional a la distancia en un factor 3. Este método es el que se viene empleando para la interpolación de superficies para datos sobre precipitaciones, al ser R directamente relacionada con las precipitaciones se considera este como el mejor método.

Factor K

Se ha generado una capa ráster con la erodibilidad que toma valores constantes en cada zona según el tipo de suelo.

Factor LS

Obtenida a partir del MDT se representa mediante un grid a su misma resolución.

Factor C

Es el factor variante en el SVD, según el cultivo elegido se implementa como un grid de valor constante que se multiplica al resto obteniendo el resultado de la ecuación.

Factor P

Se calcula como una capa grid a partir de valores clasificados de la pendiente, que a su vez es obtenida a partir del MDT.

Información complementaria

La herramienta desarrollada incluye como información complementaria para la comprensión de los resultados las siguientes capas:

- > Ortofoto color 1999 1 metro de resolución
- > Tabla con los datos de precipitación mensual en los últimos 50 años de todas las estaciones meteorológicas de la zona
- > Capa ráster interpolada a partir de la tabla anterior mediante método IDW factor 3 sobre la precipitación media anual
- > Límites de los Espacios Naturales Protegidos en formato vectorial
- > Delimitación de las lagunas
- > Mapa de suelos

- > Usos y cobertura vegetal del suelo en 2.001 procedente del proyecto Land Cover
- > Mapa de cultivos
- > Serie Magna del ITGME en formato ráster

Elaboración del Sistema de Decisión Virtual

El SDV se basa en que conocidos todos los factores menos uno de la USLE, se pueden obtener simulaciones de la pérdida del suelo según la elección del cultivo.

Para ello se ha desarrollado en Visual C++ y las librerías de tratamiento de capas de información espacial Map Objects LT una

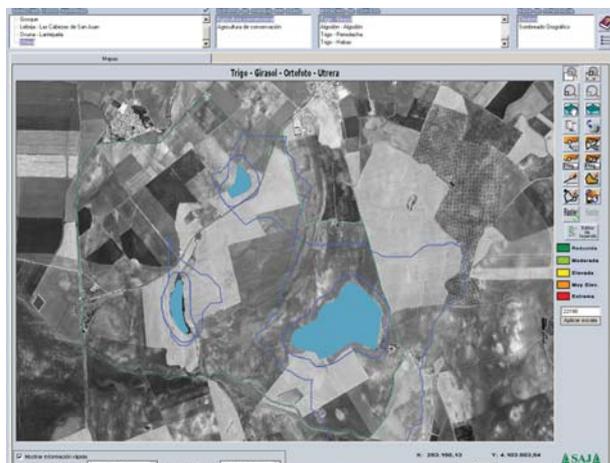
aplicación de difusión, libre de royalties por run-time, en la que se ha implementado las funciones básicas de consulta propias de un Sistema de Información Geográfica.

La aplicación permite desplegar cada una de las capas de representación del territorio, y el usuario identificando una zona del proyecto y seleccionando los distintos cultivos puede obtener una valoración del más adecuado en función del resto de los factores de la USLE, ya conocidos e integrados en la aplicación soporte

Resultado y utilidad de la aplicación: Conservando el suelo agrícola, conservando la biodiversidad

Los datos que se obtienen mediante la utilización de la aplicación reflejan la importancia de implantar técnicas de Agricultura de Conservación, así como de una adecuada rotación de cultivos adaptada a las condiciones físicas de cada explotación (tipo de suelo, orografía, pluviosidad, ...).

Un laboreo excesivo incide negativamente sobre el estado de conservación de los Humedales, puesto que las cantidades de sedimentos que llegan arrastrados al Humedal son muy superiores si se comparan con las pérdidas de suelo que se producirían de emplear técnicas de Agricultura de Conservación. Además, otro dato avala la implantación de técnicas conservadoras de suelo: los sedimentos arrastrados por la erosión se corresponden con los primeros estratos del suelo, que son precisamente los más fértiles. Por lo tanto, conviene tener presente la disminución de materia orgánica que implica dicha pérdida de suelo, además de los arrastres de fertilizantes y herbicidas adheridos a ese suelo.



Ortofoto digital del complejo endorreico de Utrera

En definitiva, la progresiva aplicación de prácticas conservacionistas, no sólo mejora el estado de conservación y la calidad de las aguas de las cuencas vertientes de los Humedales andaluces, sino que además conlleva una paulatina disminución de los insumos agrícola, ralentiza los procesos de colmatación y asegura a largo plazo el valor ecológico de estos espacios ricos en biodiversidad.

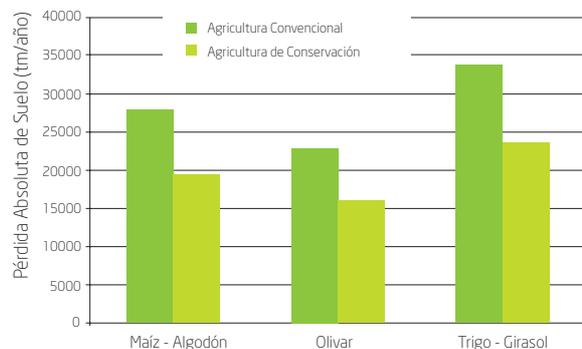
Pérdidas de suelo según sistema de manejo de suelo y rotación de cultivo

A continuación, y como resultado de la aplicación descrita, se presenta un cálculo estimado de las pérdidas de suelo que se producirían en las cuencas vertientes de los humedales objeto del proyecto, según el sistema de manejo de suelo y en función de las distintas rotaciones de cultivo que se lleven a cabo.

La cuenca vertiente del **Complejo Endorreico de Utrera** tiene una superficie de 982ha, hemos tomado como ejemplo los siguientes supuestos:

> Rotación Maíz-Algodón: Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 27.642Tm frente a 19.350Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 8.292Tm en la cuenca del Complejo Endorreico de Utrera. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $8.292\text{Tm/año} / 982\text{ha} = 8.44\text{Tm/ha año}$.

Pérdida de Suelo en el Complejo Endorreico de Utrera (982 ha)





Laguna de Zarracatín (Utrera)

> **Olivar:** Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional (labrando las calles) se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 22.842Tm frente a 15.989Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 6.852Tm en la cuenca del Complejo Endorreico de Utrera. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían 6.852Tm/año / 982ha = 6.98Tm/ ha año.

> **Rotación Trigo-Girasol:** Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 33.586Tm frente a 23.510Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 10.076Tm en la cuenca del Complejo Endorreico de Utrera. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al

cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $10.076\text{Tm/año} / 982\text{ha} = 10.26\text{Tm/ ha año}$.

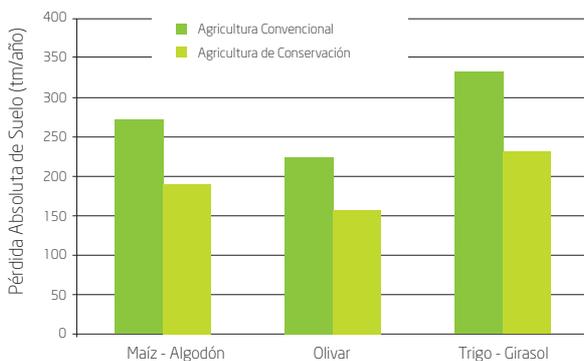
La cuenca vertiente del **Complejo Endorreico de Osuna - Lantejuela** tiene una superficie de 170ha, hemos tomado como ejemplo los siguientes supuestos:

> **Rotación Maíz-Algodón:** Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 273Tm frente a 191Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 82Tm en la cuenca vertiente del Complejo Endorreico Osuna - Lantejuela. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $82\text{Tm/año} / 170\text{ha} = 0.482\text{Tm/ ha año}$.

> **Olivar:** Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional (labrando las calles) se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 225Tm frente a 158Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 67Tm en la cuenca vertiente del Complejo Endorreico Osuna - Lantejuela. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $67\text{Tm/año} / 170\text{ha} = 0.398\text{Tm/ ha año}$.

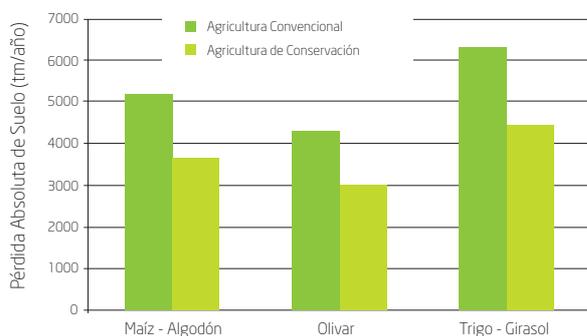
> **Rotación Trigo-Girasol:** Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 333Tm frente a 233Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder

Pérdida de Suelo en el Complejo Endorreico Osuna-Lantejuela (170 ha)



Laguna de Calderón Chica (Osuna)

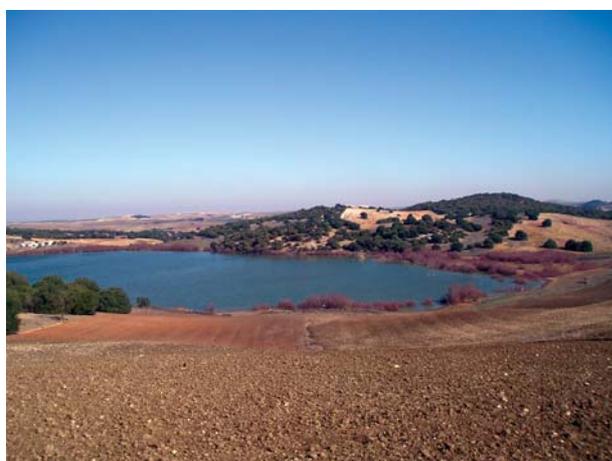
Pérdida de Suelo en el Complejo Endorreico Lebrija - Las cabezas (410 ha)



anualmente 100Tm en la cuenca vertiente del Complejo Endorreico Osuna - Lantejuela. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $100\text{Tm/año} / 170\text{ha} = 0.587\text{Tm/ha año}$.

La cuenca vertiente del **Complejo Endorreico de Lebrija - Las Cabezas** tiene una superficie de 410ha, hemos tomado como ejemplo los siguientes supuestos:

> Rotación Maíz-Algodón: Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 5.208Tm frente a 3.646Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 1.562,63Tm en la cuenca vertiente del Complejo Endorreico Lebrija- Las Cabezas. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $1.562\text{Tm/año} / 410\text{ha} = 3.805\text{Tm/ha año}$.



Laguna del Taraje (Las Cabezas de San Juan)

> Olivar: Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional (labrando las calles) se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 4.303Tm frente a 3.012Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 1.291 Tm en la cuenca vertiente del Complejo Endorreico Lebrija- Las Cabezas. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $1.291\text{Tm/año} / 410\text{ha} = 3.144\text{Tm/ha año}$.

> Rotación Trigo-Girasol: Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 6329Tm frente a 4430Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 1.898Tm en la cuenca vertiente del Complejo Endorreico Lebrija- Las Cabezas. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $1.898\text{Tm/año} / 410\text{ha} = 4.624\text{Tm/ha año}$.

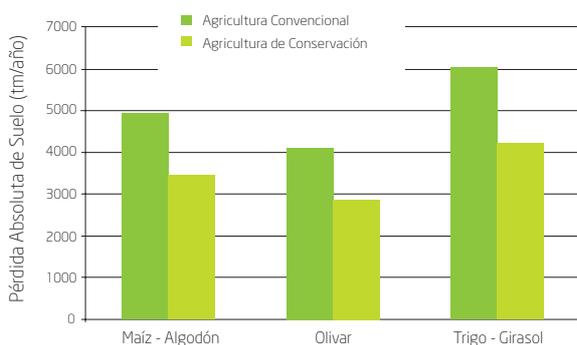
La cuenca vertiente de la **Laguna del Gosque** (Martín de la Jara) tiene una superficie de 1.022ha, hemos tomado como ejemplo los siguientes supuestos:

> Rotación Maíz-Algodón: Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 4.966Tm frente a 3.476Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 1.490 Tm en la cuenca vertiente del Gosque. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían $1.490\text{Tm/año} / 1.022\text{ha} = 1.46\text{Tm/ha año}$.



Laguna del Gosque (Martín de la Jara)

Pérdida de Suelo en la Laguna de Gosque(1022 ha)



> Olivar: Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional (labrando las calles) se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 4.101Tm frente a 2.870Tm que se perderían si se aplicaran

prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 1.230Tm en la cuenca vertiente del Gosque. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían 1230Tm/año / 1022ha = 1,203Tm/ ha año.

> Rotación Trigo-Girasol: Tomando como sistema de cultivo la agricultura tradicional se producirían unas pérdidas de suelo anuales de 6.037Tm frente a 4.226Tm que se perderían si se aplicaran prácticas de agricultura de conservación. En resumen dejaríamos de perder anualmente 1.811Tm en la cuenca vertiente del Gosque. También podemos hacer referencia a las pérdidas de suelo por hectárea y año que dejaríamos de perder al cambiar de sistema de cultivo, que en este caso serían 1.811Tm/año / 1.022ha = 1.772Tm/ ha año.

Pérdida de suelo según sistema de manejo de suelo y rotación de cultivos

Ámbito	Superficie (hectáreas)	Manejo de suelo	Pérdida absoluta de suelo en Tm / año		
			Maíz - Algodón	Olivar	Trigo - Girasol
Laguna del Gosque	1.022,12	Convencional	4.966,33	4.101,02	6.037,69
		Conservación	3.476,43	2.870,71	4.226,38
Complejo endorreico Lebrija - Las Cabezas	410,62	Convencional	5.208,78	4.303,45	6.329,68
		Conservación	3.646,15	3.012,42	4.430,77
Complejo endorreico de Osuna -Lantejuela	170,41	Convencional	273,97	225,86	333,55
		Conservación	191,78	158,10	233,48
Complejo endorreico de Utrera	981,95	Convencional	276.42,93	22.842,18	33.586,79
		Conservación	19.350,05	15.989,53	23.510,75



4. Balance de Aplicación de Técnicas de Conservación de Suelo

Capítulo 4. Balance de Aplicación de Técnicas de Conservación de Suelo

Desarrollo Agronómico

Implantación de técnicas de conservación de suelo.

Como ya se ha dicho en páginas anteriores, el proyecto Humedales Sostenible ha sido un proyecto de demostración. Habida cuenta de este carácter marcadamente práctico, la implantación de parcelas demostrativas diseminadas por toda el área del proyecto ha constituido un pilar fundamental en su ejecución.

La metodología inicialmente diseñada se ha basado en un paulatino desarrollo de técnicas conservadoras de suelo, coincidente con el período de una campaña agrícola. De este modo, el proyecto se ha dividido en tres campañas agrícolas, comenzando en la 2004-2005 y finalizando en la 2006-2007 y que, a su vez, han ido implicando un progresivo aumento de la superficie directamente gestionadas por los técnicos del proyecto. Así, se marcó un objetivo inicial muy ambicioso para intentar ubicar al menos una parcela demostrativa en cada uno de los complejos endorreicos que contempló el proyecto.

Selección de parcelas demostrativas

La elección de las parcelas demostrativas se realizó en la medida de lo posible dentro de la cuenca vertiente previamente calculada, procurando que quedasen representados los cultivos predominantes de dichas cuencas. Durante la primera campaña, la elección de las parcelas demostrativas se realizó fundamentalmente, sobre la base de criterios agronómicos y edafológicos, procurando ubicarlas de tal modo que quedase representada la gran diversidad de suelos existentes y que incluyese el mayor número de sistemas productivos posibles, además de subsanar alguna carencia observada en años anteriores. Además, y en la medida de lo posible, se buscó que su ubicación estuviese en zonas visibles y de paso que sirviera como escaparate

de las técnicas conservacionistas que allí se demostraron. Una vez seleccionada la parcela demostrativa, se caracterizaba la plantación y se georreferenciaba en la cartografía correspondiente. Posteriormente, en función de las características edafológicas y fisiográficas, se elegían los diferentes sistemas de mantenimiento de suelo que se incluirían en cada parcela (Tabla N°1).

Sistemas de mantenimiento de suelo: Implantación Metodología

Una vez seleccionada la ubicación de la parcela demostrativa dentro de la explotación, se establecieron los diferentes sistemas de mantenimiento de suelo apropiados a las características de la explotación, siempre manteniendo como testigo el sistema que el agricultor viene practicando tradicionalmente en ella, que en todos los casos fue un laboreo convencional. Nuestro principal objetivo fue demostrarles a los propietarios de los terrenos agrícolas de las cuencas vertientes las bondades de la Agricultura de Conservación, así como su viabilidad técnica y agronómica.



En esta foto se puede observar el aspecto de la parcela demostrativa, a la izquierda la Siembra Directa, y a la derecha el Laboreo Convencional

Tabla N°1 Sistemas de manejo de suelo incluidos en las parcelas demostrativas

Cultivos Arbóreos	Cultivos Herbáceos
Suelo desnudo sin vegetación > Laboreo > Semilaboreo	Suelo desnudo sin vegetación > Laboreo Convencional
Suelos cubiertos > Cubiertas inertes (restos de poda triturados). > Cubiertas vegetales vivas	Suelos cubiertos > Siembra Directa > Mínimo Laboreo
Vegetación espontánea	
Cubiertas sembradas	

En las parcelas el objetivo primordial buscado fue proteger el suelo durante todo el año para disminuir la erosión potencial en los periodos lluviosos. Para poder comparar los diferentes sistemas de mantenimiento de suelo, en la medida de lo posible, todos los factores implicados se mantuvieron constantes, para así poder valorar el sistema de mantenimiento de suelo aisladamente.

Parametros Técnicos

A pesar su carácter eminentemente demostrativo, el despliegue de parcelas demostrativas llevado a cabo en el marco del proyecto Humedales Sostenibles ha ofrecido, en la medida de los recursos



Parcela Demostrativa ubicada en la finca Zarracatín (Utrera)

disponibles, un escenario propicio para confirmar la viabilidad de las técnicas de mantenimiento de suelo en cultivos arbóreos mediante la realización de toda una serie de estudios técnicos. En ningún caso el objetivo de estos estudios técnicos fue el de realizar un trabajo de investigación, sino mas bien confirmar lo ya investigado por aquellos organismos dedicados a tales menesteres.

De este modo, se ha analizado la información hídrica disponible, complementándose con la colocación en determinadas parcelas del proyecto de sondas, para poder determinar con una frecuencia horaria la humedad del suelo.

Mediante la colocación de tanques de sedimentación se determinó la erosión y escorrentía producida en cada uno de los sistemas de mantenimiento de suelo.

Se realizaron, además, análisis de suelo de las parcelas demostrativas, caracterizando el tipo de suelo presente en cada una de ellas.

Se intentó realizar una aproximación a la denominada Agricultura de Precisión, usando para la cosecha de los cereales una máquina de rendimiento, que nos permitió analizar las diferencias existentes entre los diferentes sistemas de mantenimiento de suelo y ayudar a la posterior toma de decisiones.

Estudio del balance hídrico

Al realizar este estudio, se pretendió analizar la información hídrica disponible, a fin de determinar el balance hídrico resultante de los diferentes sistemas de mantenimiento de suelo incluidos en las

parcelas demostrativas. La humedad es un parámetro vital y determinante para la agricultura en nuestras condiciones y con nuestra climatología. Por ello se quiso analizar la humedad en las parcelas, usado para ello unas sondas tipo ECH2O Utility, empleadas en todo el mundo para medir la humedad del suelo. En estas sondas se unen los avances de las nuevas tecnologías y el empleo de materiales resistentes para poder monitorizar a largo plazo y con precisión el contenido de humedad, por este motivo y por su bajo coste se pueden obtener medidas en varios puntos dentro de una parcela y a diferentes profundidades. Las sondas de contenido de humedad ECH2O son sensores de tipo capacitivo que miden la constante dieléctrica o permisividad del material para determinar su contenido volumétrico de agua. Se les denomina sensores tipo FDR (Frequency Domain Reflectometry, Reflectometría en el dominio de la frecuencia) ya que determinan la permisividad del medio midiendo el tiempo de carga de un condensador que emplea el suelo como un dieléctrico. Cuando se aplica un voltaje, se puede medir una frecuencia que variará con el dieléctrico. El agua tiene una permisividad cercana a 80, mientras que la de los suelos minerales suele ser de 4, y la del aire es de 1. El valor elevado del agua da lugar a cambios en la permisividad del suelo al variar su contenido.

La temperatura y salinidad son los factores que más afectan a las medidas de humedad del suelo. El circuito de las sondas ECH2O minimiza el efecto debido a la variación de la temperatura, y a que el recubrimiento de las mismas minimiza los efectos de la salinidad. La textura del suelo también afecta a la calibración de las sondas en la misma medida que lo hace en cualquier otro sensor dieléctrico.



Sondas de humedad instaladas a un Data Logger



Estación meteorológica instalada en la finca Malduenda

Las sondas ECH2O de 10 y 20 cm, EC funcionan correctamente en la mayoría de suelos con bajas condiciones de CE, y tienen una precisión de $\pm 1\%$ con calibración específica.

Para poder analizar la información de la humedad y poder explicar los resultados obtenidos se instalaron estaciones meteorológicas dentro de las parcelas.

Se instalaron dos estaciones meteorológicas, una en la finca Zarracatín (Utrera) y otra en la finca Malduenda (Lebrija). Estas estaciones son de la marca HOBOWare en su versión 2.2 y fueron colocadas de forma estratégica de modo que ningún parámetro resultara distorsionado. Los parámetros medidos de forma horaria desde Noviembre de 2006 hasta Junio de 2007 fueron; pluviometría, velocidad y dirección del viento, radiación solar, temperatura y humedad relativa.

Una vez recopilados los datos anuales de las estaciones, fueron estudiados y se obtuvieron conclusiones de los mismos, relacionándolos con los datos de las sondas de humedad.

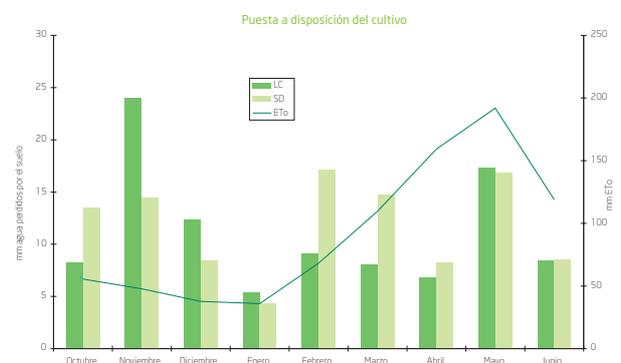
Los datos recogidos por las estaciones meteorológicas y las sondas de humedad enterradas en el suelo, los cuales se trataran conjuntamente, analizando de manera paralela para poder llegar a las conclusiones.

Como podemos observar en la gráfica de precipitación, en los meses de octubre y noviembre llovió entre 50 y 65 mm de media, cantidad bastante importante teniendo en cuenta que lo normal es que predomine la escasez de agua de la zona durante gran parte del año. La ETo fue más bien baja; y como consecuencia de lo anterior, las sondas de humedad registraron una subida bastante importante en dichos meses. Ambas sondas, las colocadas en la parcela demostrativa y en la testigo, registraron unos valores muy similares, aunque si nos fijamos más detenidamente podemos ver que en el caso de la siembra directa, las fluctuaciones fueron menores, al igual que las pérdidas de agua del suelo reflejadas en la gráfica 1. Las pérdidas de agua del suelo en el caso del laboreo convencional son mayores cuando las lluvias son mas abundantes que en el caso de la siembra directa. Esto viene a demostrar que cuanto más llueve, más agua se pierde por percolación en los suelos que han sido labrados que en los que el laboreo ha sido nulo. El agua que va a disponer el cultivo es mayor en estos últimos debido a que los poros

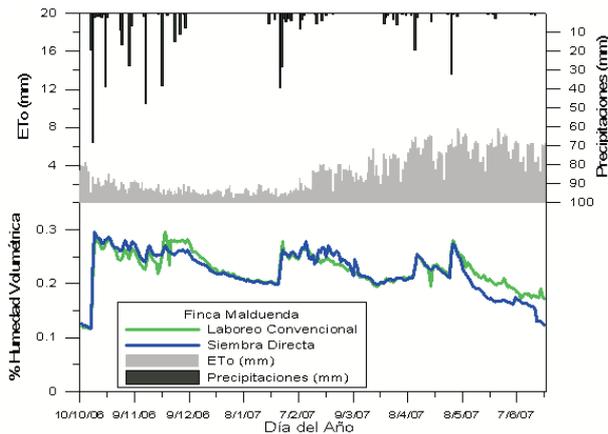
van a ser más pequeños y el agua queda retenida en los mismos, de manera que asciende por capilaridad y es puesta a disposición del cultivo poco a poco.

Observando la gráfica, vemos que se produjo un periodo de sequía importante entre los meses de diciembre y enero, momento en el que se ve reflejado una brusca disminución de la humedad del suelo en ambos ensayos, para después volverse a recuperar casi como al principio en el mes de febrero. Pero a pesar de que existe este periodo de sequía, en el caso del laboreo convencional sigue perdiéndose más cantidad de agua del suelo que en el caso de la siembra directa (gráfica 1). Esto indica que la capacidad de almacenamiento de agua en los suelos labrados es menor que los en que se practica el no laboreo. Esto es muy importante si tenemos en cuenta que en los periodos de sequía, momento en el que el cultivo necesita más agua, los suelos que no han sido labrados ponen a disposición del cultivo más agua que los labrados, puesto que las pérdidas son menores. También hay que tener en cuenta que a medida que pasan los meses más secos, aumenta paralelamente la ETo del cultivo, de manera que no sólo el suelo no labrado retiene más agua en los periodos secos, si no que también retiene más agua cuanto mayor es la ETo.

Podemos observar cómo en la gráfica 1, a partir del mes de febrero hasta abril, se invierte la gráfica, de manera que es el suelo labrado es el que pierde más cantidad de agua, debido a lo explicado anteriormente. Esto indica que los suelos en los que se practica el no laboreo junto con cubierta vegetal, el agua es retenida más en los periodos secos, momento en que el cultivo lo necesita más.



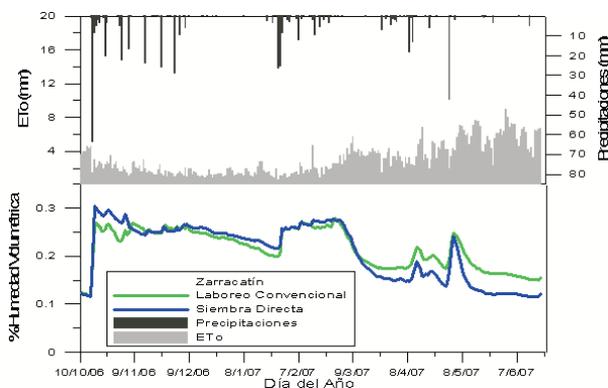
Gráfica 1. Evolución de la ETo en relación a la cantidad de agua perdida en el suelo, en cada uno de los sistemas de siembra, en la finca Malduenda.



Gráfica 2. Representación de la precipitación junto con la ETo del cultivo y los datos registrados en las sondas de humedad colocadas a lo largo de las parcelas demostrativas de la finca Maldueda.



Gráfica 3. Evolución de la ETo en relación a la cantidad de agua perdida en el suelo, en cada uno de los sistemas de siembra, en la finca Zarracatín.



Gráfica 4. Representación de la precipitación junto con la ETo del cultivo y los datos registrados en las sondas de humedad colocadas a lo largo de las parcelas demostrativas de la finca Zarracatín.

Además, si nos fijamos en la gráfica 2, donde se representan las sondas de humedad, observamos una brusca disminución de la humedad del suelo en siembra directa, debido a que es el momento en que el cultivo, al necesitar más agua, absorbe mayor cantidad de la misma y es en este caso cuando verdaderamente podemos observar la influencia tan decisiva de utilizar cubiertas vegetales entre líneas de cultivo, de olivar en este caso.

Como conclusión podemos terminar destacando la enorme ayuda que supone para el cultivo el hecho de contar con una cubierta vegetal, ya que mantiene el suelo con la humedad necesaria en cada momento, sobre todo en los momentos críticos de mayores necesidades hídricas, así como la positiva influencia que tiene el hecho de no realizar ningún tipo de labor en el suelo con lo que evitamos problemas mayores como la erosión progresiva y continuada del perfil del suelo, pérdida de las capas fértiles, rotura de la estructura del suelo, lavado y pérdida de los macro y micronutrientes del suelo.

En la gráfica 3 se relacionan los datos obtenidos de ETo y pérdidas de agua en el suelo (mm) de Zarracatín

Si nos detenemos en la gráfica 4 y nos fijamos en la precipitación registrada en el mes de octubre, se puede ver que fue un mes bastante lluvioso, llegando a los 65 mm aproximadamente. Al mismo tiempo, si nos fijamos en la gráfica de las sondas de humedad, podemos ver que la cantidad de agua registrada en ese mes es proporcional a la cantidad de lluvia recogida, y a su vez se puede ver que la sonda colocada en la parcela de la siembra directa registra unos valores un poco por encima de los registrados en el laboreo convencional. Aunque en un principio parece ser que la parcela en SD recoge más agua, vemos cómo a mediados del mes de noviembre se igualan ambos registros hasta que llega un momento en el que la sonda de SD empieza a estar por encima de la de LC. Y si nos fijamos en la gráfica de las precipitaciones se puede observar que coincide con un periodo seco que va desde diciembre hasta finales de enero. En la gráfica 3, se ve que las pérdidas de agua en la SD son menores que en el LC. Con esto se comprueba de nuevo, que en el caso de SD, la cantidad de agua que se pone a disposición del cultivo es mayor en las épocas de sequía, momento en que las necesidades de agua de las plantas son mayores, que en el caso del LC. En la parcela de LC, se puede ver cómo el agua se pierde más rápido a medida que avanza el periodo de seco.

Si seguimos observando desde mediados de marzo hasta junio, cada vez se producen menos precipitaciones y como consecuencia el agua del suelo es cada vez menor, sobre todo en el caso de la SD, donde se producen más pérdidas hacia el cultivo en las épocas de mayor sequía.

Estudio de la Erosión:

Para la toma de muestras de suelo y agua se ha elegido el sistema de trampas de sedimentos (ver foto 5), usando una trampa que es un recinto cerrado, con una superficie de 1 m². Se decidió colocar en determinadas fincas trampas cerradas, gradualmente repartidas por la pendiente, con dos tratamientos (cubierta y laboreo convencional).

El canal colector, con forma de V, es una pieza metálica –con una chapa metálica a modo de cobertura para evitar la caída directa de agua sobre ella- a la cual se conecta un tubo flexible de goma, que dirige la escorrentía y los sedimentos al sistema de almacenamiento de agua, un bidón cilíndrico de polietileno de 50 l de capacidad. Debido a que algunos de los suelos del estudio son arcillosos, y por lo tanto el terreno sufrirá un cierto grado de expansión cuando se humedezca, pudiendo abrazar al bidón y no permitiendo así sacarlo tras un evento importante de lluvia para poder tomar las muestras, se ha dispuesto un depósito hueco de plástico, en cuyo interior se coloca el bidón cilíndrico para que sirva de pantalla protectora del mismo, de forma que el bidón sea fácilmente extraíble.

Cada vez que tenía lugar un episodio de lluvia, en la medida de lo posible; se visitaban las parcelas, midiendo la cantidad de agua precipitada –en cada una se ha instalado un pluviómetro con capacidad de 250 mm, además de las estaciones meteorológicas- y el volumen de agua de escorrentía recogido en cada garrafa. Tanto al agua como a los sedimentos recogidos en los diferentes tanques de sedimentación se le realizaron diferentes análisis químicos que se adjuntan en el anejo 2.



Foto 5. Detalle de los tanques, en el de la izquierda se observa el rastrojo (A. Conservación) y en el de la derecha, el suelo desnudo (A. Convencional)



Recogida de muestras de agua y sedimentos de escorrentía en la finca Malduenda



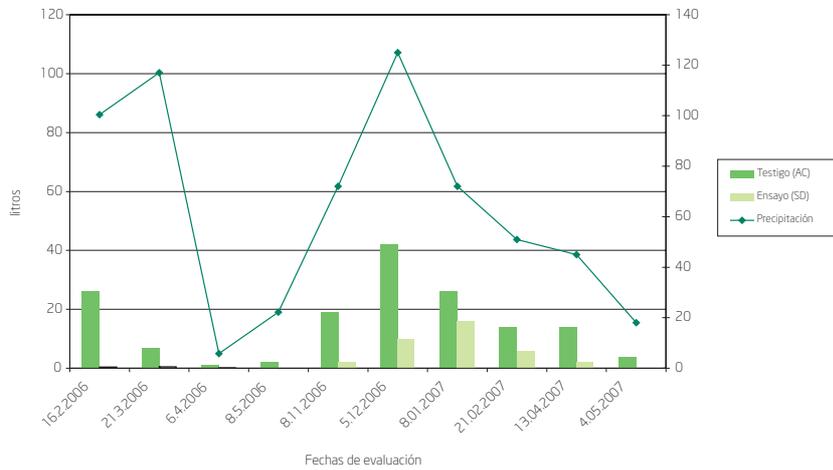
Efectos de la erosión hídrica en un olivar

Los datos de escorrentía y erosión obtenidos hasta la realización del presente informe en la parcela demostrativa de la finca Zarracatín son los siguientes:

Finca Zarracatín - Laguna de Zarracatín (Utrera).

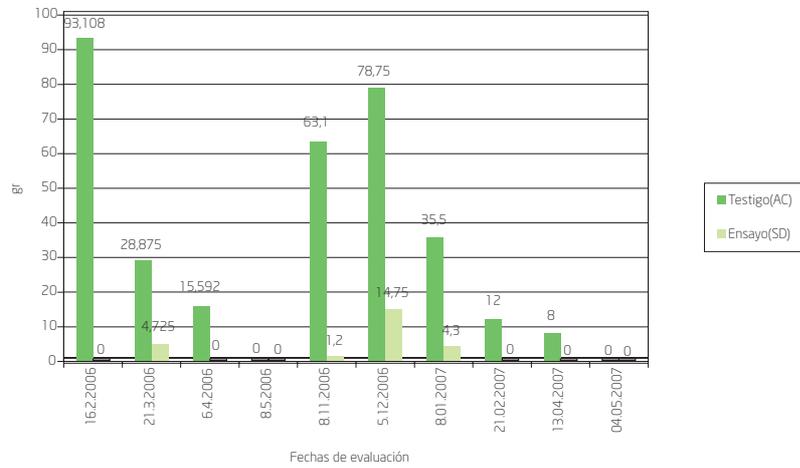
FECHA	PLUVIOMETRÍA	TANQUE	ESCORRENTÍA(Litros)	EROSIÓN(gr)
26/01/06	100,4 mm	Laboreo Convencional	26,5	93,108
16/02/06		Siembra Directa	0,4	0
21/03/06	117 mm	Laboreo Convencional	7	28,875
		Siembra Directa	0,45	4,725
6/04/06	5,8 mm	Laboreo Convencional	1,2	15,592
		Siembra Directa	0,05	0
8/05/06	22,2 mm	Laboreo Convencional	2	0
		Siembra Directa	0,22	0
8/11/06	72 mm	Laboreo Convencional	19	63,1
		Siembra Directa	2	1,2
5/12/06	125mm	Laboreo Convencional	42	78,75
		Siembra Directa	10	14,75
8/01/07	72mm	Laboreo Convencional	26	35,5
		Siembra Directa	16	4,3
21/02/07	51 mm	Laboreo Convencional	14	12
		Siembra Directa	6	0
13/04/07	45 mm	Laboreo Convencional	14	8
		Siembra Directa	2	0
4/05/07	18 mm	Laboreo Convencional	4	0
		Siembra Directa	0	0

Finca de Zarracatín. Escorrentía (mm)



AC = Agricultura de Conservación
SD = Siembra Directa

Finca de Zarracatín. Suelo erosionado en 1 m² (gr)

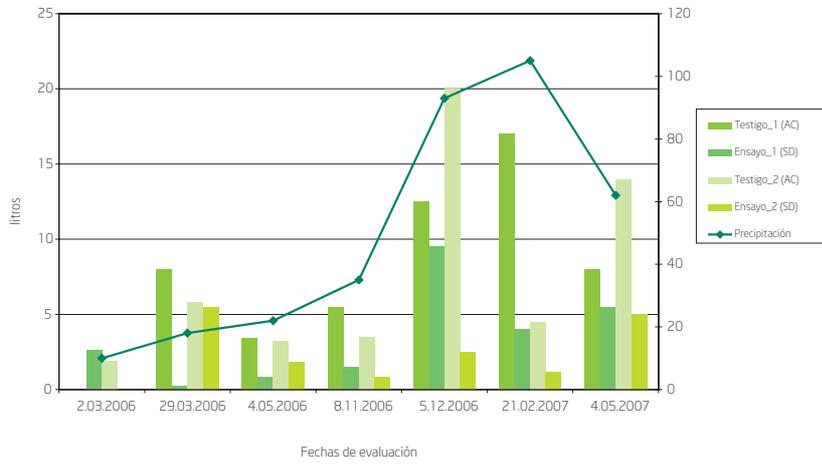


Los datos de escorrentía y erosión obtenidos hasta la realización del presente informe en la parcela demostrativa de la finca Malduenda son los siguientes:

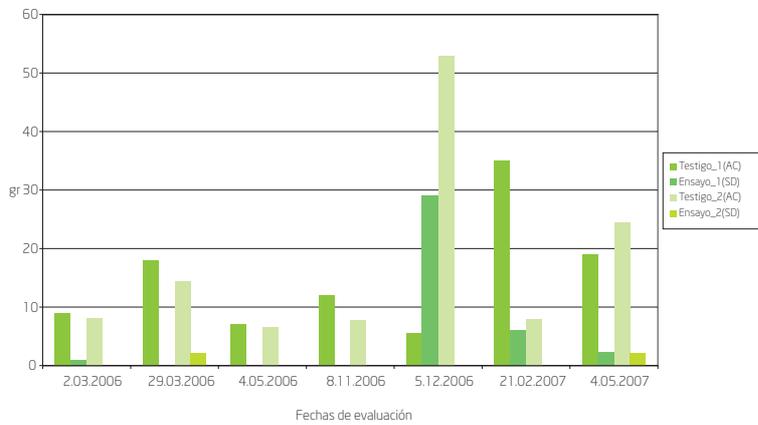
Finca Malduenda (Lebrija).

FECHA	PLUVIOMETRÍA	TANQUE	ESCORRENTÍA(Litros)	EROSIÓN(gr)
02/03/06	10 mm	Laboreo Convencional	0	9
		Siembra Directa	2,6	1
		Laboreo Convencional	1,9	8,1
		Siembra Directa	0	0
29/03/06	18 mm	Laboreo Convencional	8	18
		Siembra Directa	0,25	0
		Laboreo Convencional	5,8	14,5
		Siembra Directa	5,5	2,2
04/05/06	22 mm	Laboreo Convencional	3,45	7
		Siembra Directa	0,84	0
		Laboreo Convencional	3,22	6,5
		Siembra Directa	1,8	0
08/11/06	35 mm	Laboreo Convencional	5,5	12
		Siembra Directa	1,5	0
		Laboreo Convencional	3,5	7,8
		Siembra Directa	0,85	0
05/12/06	93 mm	Laboreo Convencional	12,5	5,5
		Siembra Directa	9,5	29
		Laboreo Convencional	20	53
		Siembra Directa	2,5	0
21/02/07	105 mm	Laboreo Convencional	17	35
		Siembra Directa	4	6
		Laboreo Convencional	4,5	8
		Siembra Directa	1,2	0
04/05/07	62 mm	Laboreo Convencional	8	19
		Siembra Directa	5,5	2,3
		Laboreo Convencional	14	24,5
		Siembra Directa	5	2,2

Finca Malduenda. Escorrentía (mm)



Finca Malduenda. Suelo erosionado en 1 m² (gr)

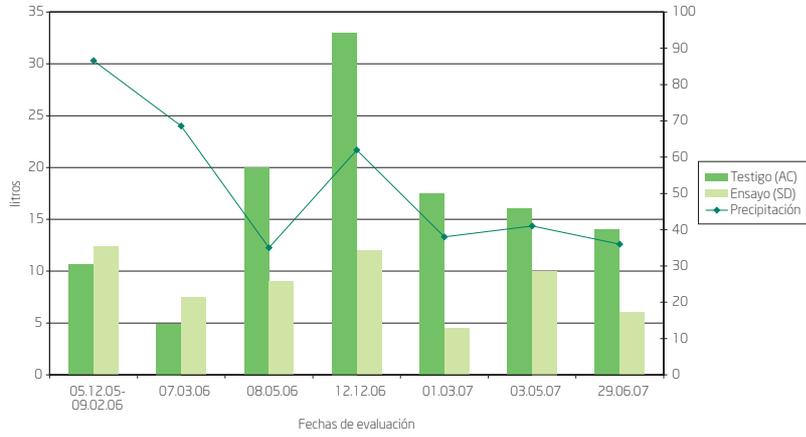


Los datos de escorrentía y erosión obtenidos hasta la realización del presente informe en la parcela demostrativa de la finca Turquillas son los siguientes:

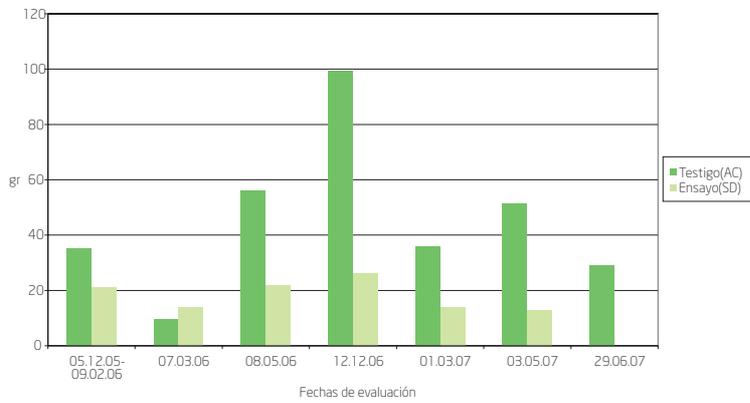
Finca Turquillas (Osuna).

FECHA	PLUVIOMETRÍA	TANQUE	ESCORRENTÍA(Litros)	EROSIÓN(gr)
5/12/05	86,6 mm	1: Testigo	10,68	35
9/02/06		2: Ensayo	12,36	21
07/03/06	68,6 mm	1: Testigo	4,9	9,5
		2: Ensayo	7,5	14
08/05/06	35 mm	1: Testigo	20	56,2
		2: Ensayo	9	21,8
12/12/06	62 mm	1: Testigo	33	99,3
		2: Ensayo	12	26
01/03/07	38 mm	1: Testigo	17,5	36
		2: Ensayo	4,5	14
03/05/07	41 mm	1: Testigo	16	51,2
		2: Ensayo	10	12,8
29/06/07	36 mm	1: Testigo	14	29,1
		2: Ensayo	6	0

Finca Turquillas. Escorrentía (mm)



Finca Turquillas. Suelo erosionado en 1 m² (gr)



Control de la fertilidad en las parcelas demostrativas

En las parcelas demostrativas se realizó una analítica de los suelos. No obstante, esta analítica no pretendió efectuar una recomendación a la finca en cuestión, sino que su objetivo fue comprobar que la implantación de una cubierta vegetal y/o el cambio del manejo agronómico de las tierras no influyen negativamente en la fertilidad de los suelos. Los resultados analíticos sólo reflejan la fertilidad de la parcela demostrativa y, en ningún caso, reflejan el estado nutricional del conjunto de la explotación agrícola donde se ubican las parcelas demostrativas (Ver Anejos).

La zona del proyecto, al ser muy amplia, nos encontramos con gran diversidad en cuanto a la morfología y características físicas y químicas de dichos suelos.

Los suelos más representativos de las diferentes parcelas demostrativas son los siguientes (Roca Ramírez, M):



1º.- Albarizas: Se denominan así a los suelos que tienen tonalidades amarillentas claras, proporcionadas por las calizas miocénicas. Poseen un perfil poco desarrollado, del tipo Ap, Ck, donde el horizonte de labor, Ap, suele tener de 10 a 30 centímetros de profundidad.

Estos suelos ocupan lomas, cerros y sus laderas correspondientes, por lo que están sometidos a erosiones hídricas importantes, siendo frecuente ver cárcavas erosivas. Por esta razón se consideran suelos de especial atención para un manejo agronómico y sostenible con el medio ambiente.

2º.- Suelos rojos mediterráneos: Son suelos que presentan tonalidades rojas en superficie y que se han desarrollado sobre una caliza. Presentan un perfil muy desarrollado Ap, Bt, Ck, donde el horizonte argílico Bt es rojo y esta descarbonatado.

Son suelos muy fértiles, donde la riqueza de nutrientes se ubica en los horizontes rojos, Ap y Br. Por consiguiente, mientras más



Cosechadora de rendimiento cosechando las parcelas demostrativas del proyecto



Suelo en Complejo Endorreico de Utrera

potentes sean estos horizontes, mayor será la capacidad productiva de estos suelos.

Ocupan zonas llanas o con poca pendiente pero, a pesar de ello, son suelos que se erosionan muy fácilmente. Es por esta razón por la que estos suelos pierden profundidad útil al degradarse, debido a que su erosibilidad edáfica es muy alta.

3°.- Suelos pardos arenosos hidromorfos. Este tipo de suelo se caracteriza por presentar en los primeros horizontes una matriz arenosa, suelta y no calcárea y, en el subsuelo, unos sedimentos arcillosos con una edafogénesis predominante por un hidromorfismo. Esto da origen a una discontinuidad litológica provocada por la presencia de una capa freática colgante y que suele perdurar al menos durante los meses de invierno, con un perfil tipo Ap, Bg IICg. La profundidad útil para las raíces viene determinada por la profundidad de la capa freática.

Estos suelos suelen ocupar zonas llanas o con poca pendiente. La capacidad productiva de los suelos arenosos hidromorfos radica en el horizonte arenoso, por lo que debe evitarse su erosión hídrica. Si los encharcamientos invernales son superficiales, la mejora del suelo pasa por evitar las capas freáticas, bien drenándolos, bien mejorando su permeabilidad o evitando que reciba las aguas de escorrentía.

5°.- Vertisoles. Son suelos cuya matriz posee más del 40% de arcilla, siendo la fracción arenosa muy poco importante. Por tanto, son arcillosos y/o arcillo limosos en toda su profundidad. Con un perfil Ap, C a Ap, Bw, C. Sus tonalidades grisáceas oscuras, le dieron el nombre común de tierras negras.

Agricultura de Precisión:

La agricultura de precisión se define como un grupo de tecnologías que incluyen Sistemas de Información Geográfica



(SIG), Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), computadores, sensores, controladores y maquinaria que permitan la aplicación de insumos de una manera controlada y exacta dentro de una explotación agrícola.

Como ya sabemos, cada día se hace más necesario el uso racional y exacto de los recursos naturales, debido entre otras cosas, al progresivo aumento de la demanda de alimentos y productos agrícolas, y a que los recursos para obtener dichos bienes son cada vez más escasos.

El potencial de la agricultura de precisión es el de reducir los costos en la producción de granos, aumentar la productividad y hacer un uso más eficiente de los insumos. Los monitores de rendimiento también se usan como herramienta para diagnosticar malezas, plagas, enfermedades, problemas de drenaje y fertilidad, diferencias en sistemas de labranza, y por lo tanto, como una herramienta para la toma de decisiones en la elección de híbridos, variedades o pesticidas.

Con la agricultura de precisión obtenemos un manejo de la tierra y de los cultivos más exacto, de manera que el gasto económico es inferior que en el caso de la agricultura tradicional.

Con dicho sistema de manejo conseguimos dar al campo cultivado el tratamiento agronómico más apropiado, tanto desde punto de vista económico-productivo como del ambiental, permitiendo entre otras cosas:

- > reducir los costes de producción
- > aumentar la productividad
- > hacer un uso más eficiente de los insumos

La agricultura de precisión consiste en la utilización de un conjunto de tecnologías altamente desarrolladas, que comprenden aspectos tan diferentes como son el sistema de satélites y la maquinaria agrícola. Los sistemas que se utilizan son los siguientes:

- > Sistemas de información geográfica (SIG)
- > Sistemas de posicionamiento global (GPS)
- > Computadores, sensores y controladores
- > Maquinaria especializada

Un SIG es un conjunto de programas que tienen la capacidad de almacenar, organizar, analizar y presentar datos espaciales para después ser utilizados en la confección de mapas, entre otras cosas, que permitan la visualización y análisis de forma integrada de los datos originales. En el caso del GPS, consiste en un sistema de navegación basado en satélites, creado y operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Es un sistema, cuyo servicio está disponible en forma gratuita, las 24 horas del día y bajo cualquier condición meteorológica.

Toda esta tecnología utilizada en la Agricultura de Precisión permiten al agricultor ahorrar recursos e insumos escasos, aplicar las dosis justas de herbicidas, funguicidas y fertilizantes en cada momento de desarrollo del cultivo, así como crear una base de datos que permita establecer con relativa exactitud lo que se siembra y lo que se cosecha.

En el marco del proyecto, en parcelas sembradas con cereales, usando una cosechadora de rendimiento, se pudo observar la gran variabilidad que existe en cuanto al rendimiento, en una parcela que no superó las 10 ha. En la Foto a1 se representa la parcela de Siembra Directa en el centro, flanqueada por los testigos en Laboreo Convencional.

En la foto b y c, se representan los testigos en Laboreo Convencional, frente a la foto d? en Siembra Directa. Se puede observar, cómo en el sistema de SD se dan mayores rendimientos que en las parcelas en Laboreo Convencional.

Estos sistemas, más que para comparar valores absolutos de rendimientos, nos sirven para la futura toma de decisiones, como por ejemplo en el abonado. Si vemos año tras año que el patrón de rendimientos de una misma parcela se mantiene, es absurdo e insostenible, abonar toda la parcela por igual, ya que si lo hacemos así estamos abonando en exceso zonas cuyo potencial productivo nunca nos dará respuesta a ese abonado. Por tanto, usando estos sistemas, se puede realizar un ahorro de costes a la vez que se evitan tratamientos y abonados innecesarios, que lo único que hacen es daño al medio y a nuestro bolsillo.

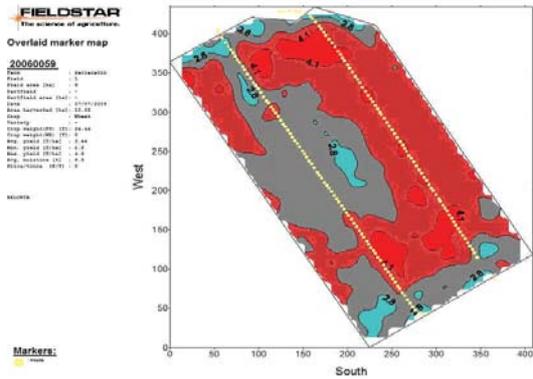


Foto a1. Mapas de rendimiento de la parcela Zarracatin (Campaña 2005/2006).

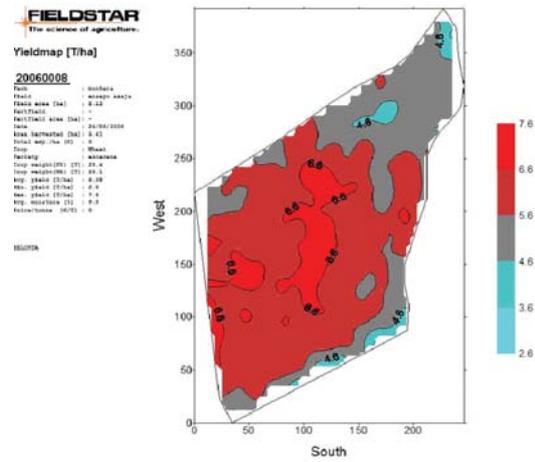


Foto a2. Mapas de rendimiento de la parcela demostrativa Montera (Campaña 2005/2006).

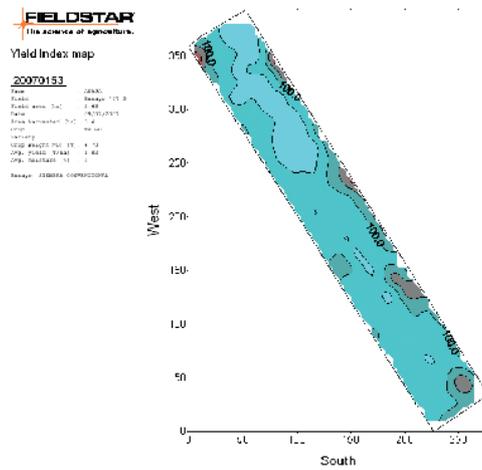
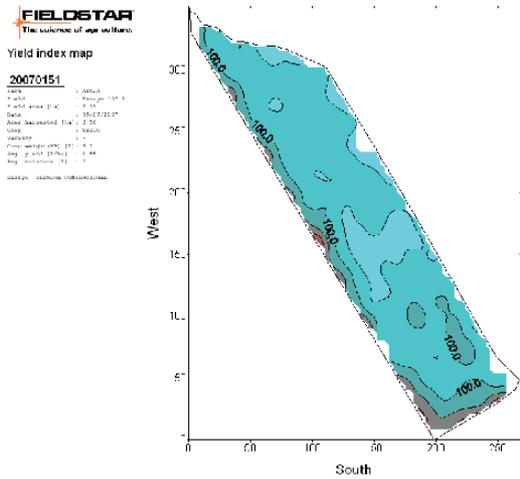


Foto b y c. Mapas de rendimiento de la parcela Zarracatin (Campaña 2006/2007). Laboreo Convencional

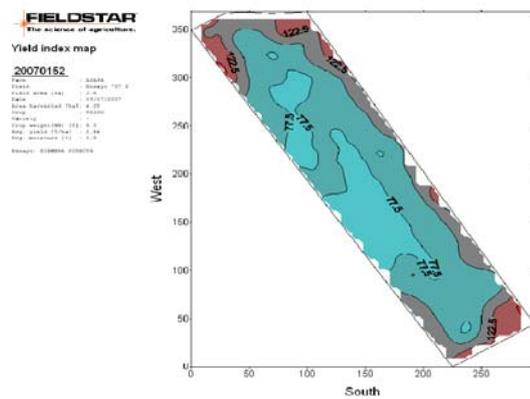


Foto D. Mapas de rendimiento de la parcela Zarracatin (Campaña 2006/2007). Siembra Directa

4b. Estudio de las Parcelas Demostrativas

CONSUEGRA



■ Parcela Demostrativa ■ Espacio Natural Protegido ■ Cuenca Vertiente

Esta finca se encuentra localizada en el municipio de Osuna (Sevilla). La parcela objeto de ensayo tiene una extensión de 4,5 ha y está situada en la zona de influencia de la Laguna Hoya de la Ballestera. Parte de la superficie de la parcela demostrativa se ha transformado de herbáceos de secano a olivar de secano.

La pendiente de la parcela es prácticamente nula, pero tiene importancia ya que vierte sus aguas de escorrentía directamente en la laguna. La cuenca vertiente del Complejo Endorreico de Osuna – Lantejuela tiene una superficie de 170ha.

El suelo de esta parcela es franco-arcilloso con unas buenas propiedades. Tanto el contenido en M.O. como la relación C/N son adecuadas y no producen condiciones desfavorables. El pH tiene un valor alto, por lo que es probable que algunos nutrientes no estén a disposición del cultivo, como puede ocurrir con el Fe.



En la primera campaña del proyecto la parcela se encontraba en barbecho blanco, el segundo año fue sembrada con trigo blando (Galeón) dando unos rendimientos bastante buenos. Sin embargo, en la tercera campaña en la que se volvió a sembrar trigo, el cultivo no pudo establecerse debido a la devastadora acción de los conejos. Al estar la laguna protegida y con abundante vegetación perilagunar, ésta sirve de protección para los conejos creando serios daños a las parcelas que la rodean. Este daño, no fue un hecho aislado observándose en la mayoría de los humedales del proyecto.

En la tabla 1 se observan las actuaciones más importantes realizadas en el mantenimiento del suelo de la parcela demostrativa.

Tabla 1. Actuaciones realizadas en la finca Consuegra

Fecha	Actuaciones	Observaciones
23/11/05	Tratamiento herbicida	Presiembra Materia activa: Glifosato (Touchdown) Dosis: 1,6 l/ha Volumen: 100 l/ha
9/12/05	Siembra	Especie: Trigo blando Variedad: Galeón Dosis: 200Kg/ha Sembradora: Semeato
9/12/05 12/01/06	Abonado	Siembra: 40 Kg Starter 1ª Cobertera (Ahijado): 160 Kg Urea
8/03/06	Tratamiento herbicida	Pre-emergencia Materia activa: Amadeus + Topik (clodinafop propargyl + cloquintocet-mexyl)+ Agral (nonilfenol polietilenglicol eter) Dosis: 35 gr/ha + 200 cc/ha + 1 l/ha Volumen: 200 l/ha
27/06/06	Cosecha	Producción: 16040 Kg Rendimiento: 3556,5 Kg/ha

Las Turquillas



■ Parcela Demostrativa ■ Espacio Natural Protegido ■ Cuenca Vertiente

Esta finca está situada en el término municipal de Osuna (Sevilla), propiedad del ministerio de defensa cuya actividad principal es la cría de ganado caballar y asnal, compaginado con tierras de labor en régimen de secano. Pertenece al Complejo Endorreico de Osuna – Lantejuela y su cuenca vertiente tiene una superficie de 170 ha.

La parcela demostrativa de esta finca tiene una superficie de 4,61 ha y esta salpicada con encinas al igual que el resto de la finca. Todo ello le hace ser una finca muy particular con un alto valor ecológico y paisajístico.

Sus pendientes son suaves, pero podrían darse problemas de erosión al ser grandes las longitudes de esas pendientes, lo que hace necesario tener especial atención a la escorrentía y su consecuente erosión. Según el análisis de suelo realizado nos encontramos ante un suelo de textura que oscila entre arcillosa y arcillo-limosa. También se realizaron análisis de agua que en líneas generales dieron parámetros normales exceptuando el RAS (Relación

de Sodio Intercambiable) con valores inferiores a 0,1, hay que prestar especial atención a este parámetro que se asocia directamente a problemas de infiltración.

La rotación llevada a cabo en la finca estos últimos años ha sido cereal con girasol. Los rendimientos medios de las tres campañas si comparamos los ensayos y los testigos son muy parecidos en esta finca, obteniéndose en líneas generales mejores resultado en trigo que en girasol.

En la tabla 2 se observan las actuaciones más importantes realizadas en el mantenimiento del suelo de la parcela demostrativa.



Tabla 2. Actuaciones realizadas en la finca Las Turquillas

Fecha	Actuaciones	Observaciones
23/02/05	Tratamiento herbicida	Presiembra Materia activa: Trifluralina Dosis: 1,25 l/ha
8/03/05	Siembra	Especie: Girasol Variedad: Coban Dosis: 75.000 semillas/ha Sembradora: Monosen Neumática
	Abonado	No necesitó abonado
08/03/05	Tratamiento herbicida	Pre-emergencia Materia activa: Linurón Dosis: 1,5 l/ha
20/05/05	Control de plagas	Mesurool 10 kg/ha Clorpirifos 15 kg/ha
	Control enfermedades	No hubo problemas
6/08/05	Cosecha	Producción: 27.976 Kg Rendimiento: 719 Kg/ha Cosechadora de cereal John Deere

12,3 ha dañadas por roedores y aves.

38,91 ha productivas. TOTAL ha: 57,21.

Tabla 2. Actuaciones realizadas en la finca Las Turquillas

Campaña 2005/06

Fecha	Actuaciones	Observaciones
23/11/05	Tratamiento herbicida	Presiembra Materia activa: Glifosato (Touchdown) Dosis: 1,6 l/ha Volumen: 100 l/ha
13/12/05	Siembra	Especie: Trigo duro Variedad: D. Rafael Dosis: 190 Kg/ha Sembradora: Semeato
13/12/05	Abonado	Siembra: 40 Kg/ha Starter
16/02/06	Abonado	1ª Cobertera (Ahijado): 200 Kg/ha de Nitrato amónico NO ₃ NH ₄
8/03/06	Tratamiento herbicida	Pre-emergencia Materia activa: Amadeus+ Topik (clodinafop propargyl + cloquintocet-mexyl)+ Brioxil (bromoxinil 7,5% + ioxinil 7,5% (éster octanóico) + mecoprop 37,5% (éster isocitílico y éster octanóico) [ec] p/p) + Agral(nonilfenol polietilenglicol eter) Dosis: 35 gr/ha + 250 cc/ha + 2 l/ha + 1l/ha Volumen: 200 l/ha
	Control de plagas	No hubo problemas de plagas
10/04/06	Control enfermedades	Septoria: Ortiva (azoxystrobin) 0,5 l/ha + Alto Combi (ciproconazol + carbendazima) 250 cc/ha
27/06/06	Cosecha	Producción: 17390Kg Rendimiento: 3772Kg/ha Cosechadora de cereal John Deere

Tabla 2. Actuaciones realizadas en la finca Las Turquillas

Campaña 2006/07

Fecha	Actuaciones	Observaciones
28/02/07	Tratamiento herbicida	Presiembra Materia activa: Trifluralina Dosis: 1,25 l/ha
8/03/07	Siembra	Especie: Girasol Variedad: Coban Dosis: 75.000 semillas/ha Sembradora: Monosen Neumática
	Abonado	No necesitó abonado
08/03/07	Tratamiento herbicida	Siembra Materia activa: Linurón Dosis: 1,5 l/ha
	Control de plagas	No hubo problemas
	Control enfermedades	No hubo problemas
08/08/07	Cosecha	Producción: 5090 Kg Rendimiento: 1 104 Kg/ha Cosechadora de cereal John Deere

Malduenda



■ Parcela Demostrativa ■ Espacio Natural Protegido ■ Cuenca Vertiente

Finca perteneciente al término municipal de Lebrija (Sevilla), con cultivos en régimen de secano. Esta finca está sufriendo una importante transformación en los últimos años, ya que hasta hace poco tiempo se dedicaba casi en su totalidad a la siembra de cultivos herbáceos como trigo, girasol y leguminosas, y en la actualidad parte de esa superficie se está transformando paulatinamente en olivar. El último cultivo sembrado en la parcela demostrativa antes de plantar olivos fue girasol. La cuenca vertiente del Complejo Endorreico de Lebrija – Las Cabezas tiene una superficie de 410ha.

Aunque la pendiente media de la parcela es suave, como el resto de la finca, podrían darse problemas de erosión al ser grandes las longitudes de esas pendientes. Por ello, el objetivo fundamental buscado es implantar una cubierta vegetal que disminuya el daño ocasionado por la escorrentía superficial y su consecuente erosión.

Los olivos plantados son de la variedad arbequina, en secano, con un marco 7x5 y dos años de edad. La

plantación presenta un aspecto general vigoroso y sano. En la campaña 2005/06, se sembraron tres especies distintas, mientras que en la campaña 2006/07 se sembró toda la parcela con una sola especie (*Lolium multiflorum*), exceptuando dos calles que se labraron, para hacer las funciones de testigo y poder hacer los estudios comparativos.

La cubierta vegetal en las dos campañas alcanzó un desarrollo importante, provocando una elevada protección al suelo. Teniendo en cuenta la juventud de los olivos la anchura de la cubierta se realizó mas ancha de lo normal, buscando con ello un buen semillado para las campañas venideras. La finalización de la cubierta se hizo mediante un desbroce mecánico para provocar una buena dispersión de las semillas.

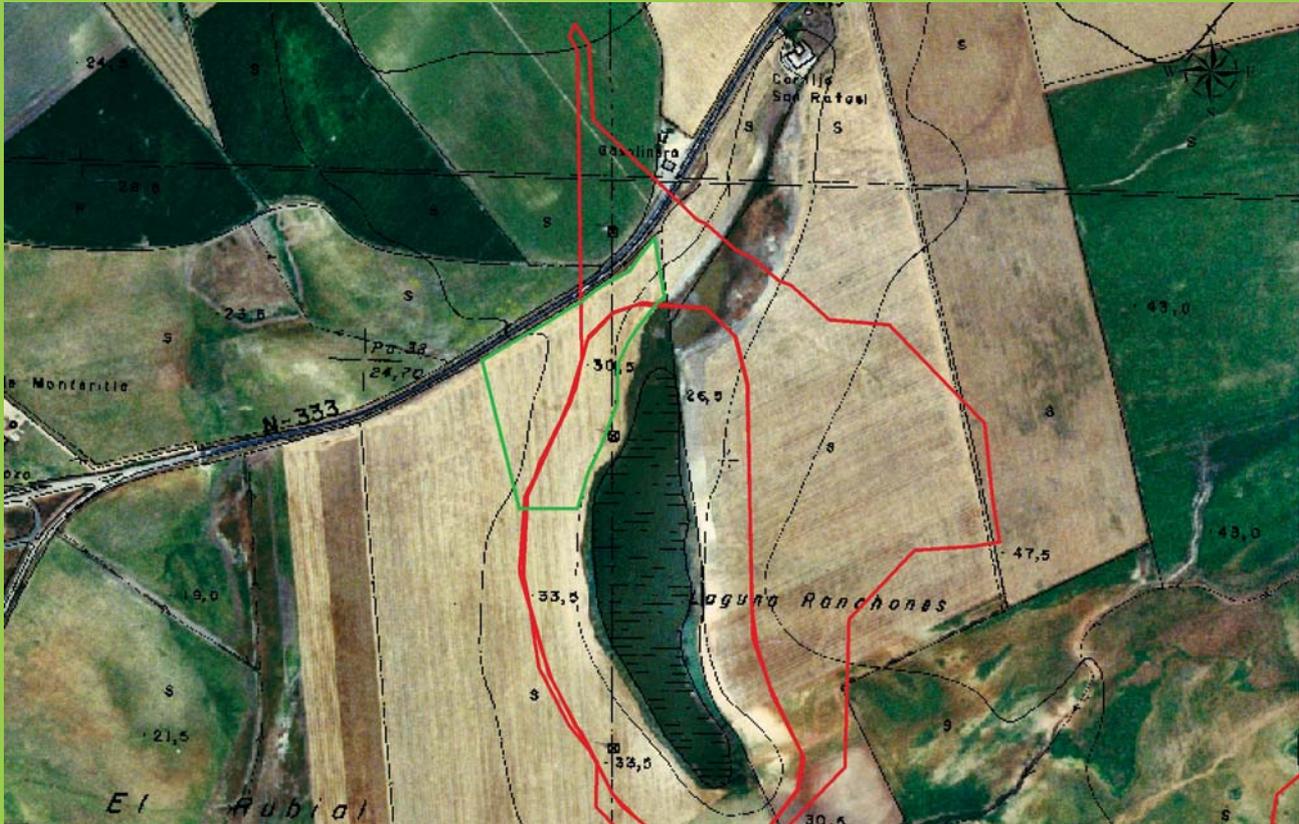
En la tabla 3 se observan las actuaciones más importantes realizadas en el mantenimiento del suelo de la parcela demostrativa.



Tabla 3. Actuaciones realizadas en la finca Malduenda

Fecha	Actuaciones	Observaciones
Campaña 2005/2006		
		Especie: Vallico (<i>Lolium multiflorum</i>) Dosis: 25 Kg/ha Superficie: 2,94 ha (5 + 9 calles) Sembradora: Pendular
16/12/05	Siembra	Especie: Avena Dosis: 80 Kg/ha Superficie: 0,42 ha (2 calles) Sembradora: Pendular
		Especie: Veza- Cebada Variedad: Corina Dosis: 40 Kg/ha + 40 Kg/ha Superficie: 0,84 ha (4 calles) Sembradora: Pendular
13/03/06	Tratamiento herbicida en liños	Materia activa: Granstar, (Tribenurón) Dosis: 20 gr/ha Volumen: 200 l/ha
19/03/06	Finalización de la cubierta	Materia activa: Glifosato (Touchdown) Dosis: 5 l/ha Volumen: 170 l/ha
Campaña 2006/2007		
21/11/06	Siembra	Especie: Vallico (<i>Lolium multiflorum</i>) Dosis: 30 Kg/ha Superficie: 4,62 ha Sembradora: Pendular
21/11/06	Tratamiento herbicida en liños	Materia activa: Touchdown Premium (glifosato) Dosis: 3,75 l/ha Volumen: 150 l/ha
01/03/07	Tratamiento herbicida en liños	Materia activa: Touchdown Premium (glifosato) Dosis: 2 l/ha Volumen: 100 l/ha
29/03/07	Finalización de la cubierta	Desbroce mecánico.

Montera



Parcela Demostrativa Espacio Natural Protegido Cuenca Vertiente

Finca perteneciente al término municipal de Utrera (Sevilla) con una superficie de ensayo de 5,22 ha. La parcela está situada junto a la Laguna Arjona-Barreches, por lo que se encuentran dentro de la zona de influencia de la misma, viéndose los suelos del ensayo afectados de alguna manera por su cercanía (mayor humedad). La finca está dedicada a cultivos herbáceos en régimen de secano.

La pendiente media de la parcela es prácticamente nula, pero tiene importancia al verter sus aguas de escorrentía directamente en la laguna. La cuenca vertiente del Complejo Endorreico de Utrera tiene una superficie de 982ha.

Según los análisis de suelo realizados nos encontramos con un suelo arcilloso, este tipo de suelo retiene más la humedad presentando problemas a la hora de realizar las labores. El excesivo tráfico de vehículos provoca la compactación del suelo, problema que tiene una repercusión económica y que podría reducirse aplicando técnicas de

agricultura de conservación.

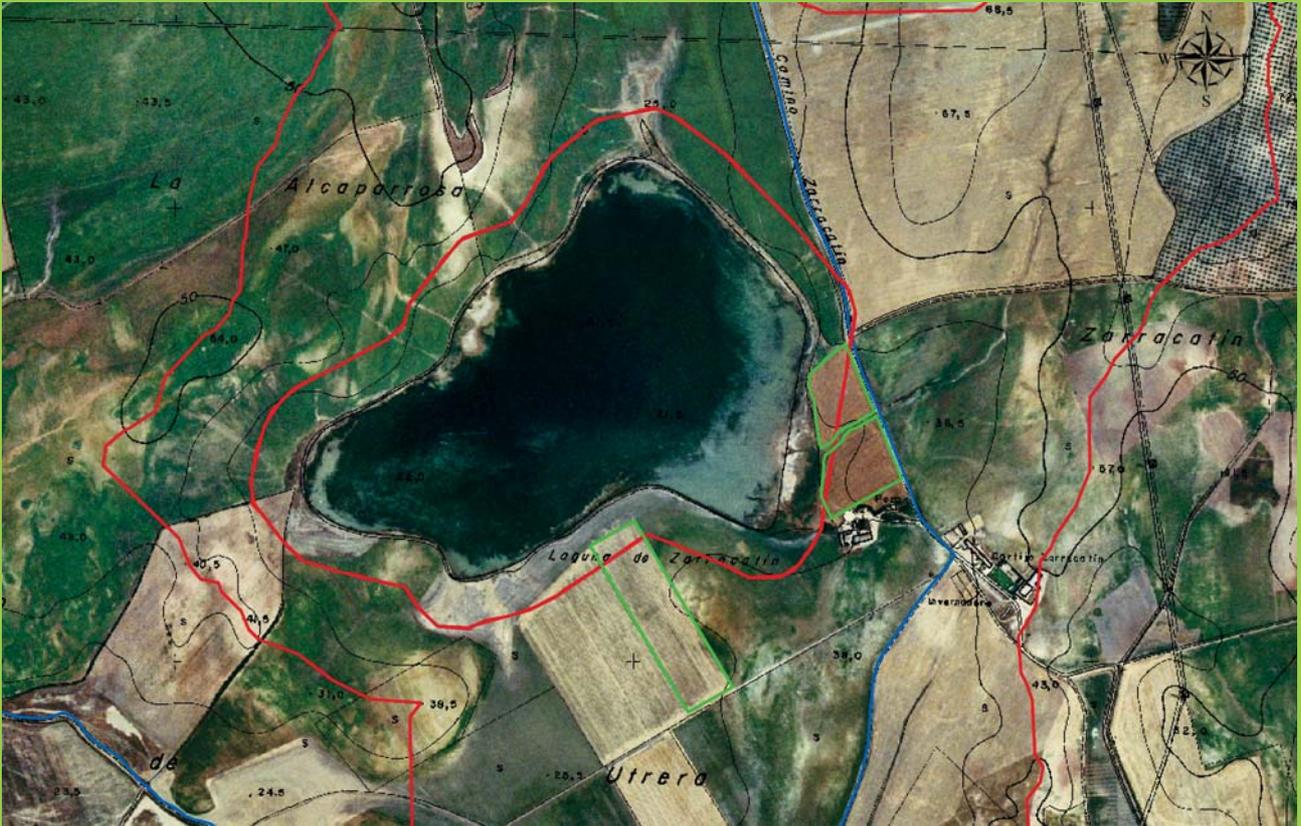
La rotación habitual en esta finca es cereales-girasol, sembrándose en la primera campaña trigo con unos resultados en lo que a rendimientos se refiere bastante buenos. En ésta última campaña se sembró girasol, pero el cultivo no pudo establecerse debido a la devastadora acción de los conejos, que al estar protegido un radio alrededor de la laguna campan a sus anchas y crean irreparables daños para los agricultores

En la tabla 4 se observan las actuaciones más importantes realizadas en el mantenimiento del suelo de la parcela demostrativa.

Tabla 4. Actuaciones realizadas en la finca Montero

Fecha	Actuaciones	Observaciones
23/11/05	Tratamiento de herbicida	Presiembra Materia activa: Touchdown, (Glifosato) Dosis: 1,6 l/ha Volumen: 100 l/ha
9/12/05	Siembra	Especie: Trigo blando Variedad: Galeón Dosis: 200Kg/ha Sembradora: Semeato
9/12/05	Abonado	Siembra: 40 Kg Starter (Umostart).
12/01/06	Abonado	1° Cobertera (Ahijado): 160 Kg Urea
8/03/06	Tratamiento de herbicida	Pre-emergencia Materia activa: Amadeus + Topik (clodinafop propargyl + cloquintocet-mexyl)+ Agral (nonilfenol polietilenglicol eter) Dosis: 35 gr/ha + 200 cc/ha + 1 l/ha Volumen: 200 l/ha
27/06/06	Cosecha	Producción: 16040Kg Rendimiento: 3556,5Kg/ha

Zarracatín



 Parcela Demostrativa  Espacio Natural Protegido  Cuenca Vertiente

La finca Zarracatín se encuentra ubicada en el término municipal de Utrera (Sevilla), muy cerca del Palmar de Troya. En ella se encuentran dos parcelas demostrativas del proyecto, una con 4,2 ha y otra con 4 ha, ésta última está dividida en dos partes aproximadamente iguales por una enorme cárcava creada por la erosión. Tanto las parcelas como el resto de la finca están dedicadas a cultivos herbáceos en régimen de secano.

La pendiente de estas parcelas no es muy pronunciada, pero vierten sus aguas de escorrentía directamente en la laguna de Zarracatín, la más grande del proyecto. La cuenca vertiente del Complejo Endorreico de Utrera tiene una superficie de 982ha por ello la importancia de la aplicación de técnicas de agricultura de conservación.

Con respecto a la textura del suelo nos encontramos ante una clase textural Franco-arcillo-arenosa cuya estructura en bloques angulares fina y media de moderada a fuerte; duro en seco en todas las capas y friable en mojado en

los primeros 25 cm y a partir de ahí va creciendo en dureza de forma exponencial.

La rotación habitual en esta finca es trigo-girasol, coincidiendo estos dos años de proyecto con el cultivo de trigo blando por cuestiones del mercado. Los resultados obtenidos en las diferentes parcelas mejoran a los de los testigos en lo que se refiere a rendimientos.

En la tabla 5 se observan las actuaciones más importantes realizadas en el mantenimiento del suelo de la parcela demostrativa



Tabla 5. Actuaciones realizadas en la finca Zarracatín

Fecha	Actuaciones	Observaciones
16/11/05	Tratamiento herbicida	Presiembra Materia activa: Glifosato (Touchdown) + 20% p/p de Triasulfuron (Logran) Dosis: 1,5l/ha + 15 gr/ha Volumen: 100 - 120 l/ha
25/11/05	Siembra	Especie: Trigo blando Variedad: Citrón Dosis: 220Kg/ha Sembradora: Metasa Siembra directa
25/11/05	Abonado	Siembra: Starter Dosis: 40 Kg/ha
11/01/06	Abonado	1ª Cobertera (Ahijado): 200Kg/ha Sulfato Amónico SO4NO4 21%
30/03/06	Control enfermedades	Septoria: Materia activa: 25% p/v de Azoxystrobin (Amistar Ortiva) 0,5 l/ha + 16% p/v de Ciproconazol + 30% p/v de Carbendazima (Alto Combi) 250 cc/ha.
07/07/06	Cosecha	Producción: 16440 Kg Rendimiento: 3910 kg/ha Cosechadora: Massey Ferguson de rendimiento.

Tabla 5. Actuaciones realizadas en la finca Zarracatín

Campaña 2006/07

Fecha	Actuaciones	Observaciones
15/11/06	Tratamiento herbicida	Presiembra Materia activa: Glifosato (Touchdown) Dosis: 4 l/ha Volumen: 100 - 120 l/ha
5/12/06	Siembra	Especie: Trigo blando Variedad: Citrón Dosis: 225Kg/ha Sembradora: Metasa Siembra directa
5/12/06	Abonado	Siembra: Starter Dosis: 44Kg/ha
30/01/07	Abonado	1ª Cobertera (Ahijado): 265Kg/ha Sulfato Amónico SO4N04 21%
01/03/07	Abonado	2ª Cobertera (encañado): 306 kg/ha Nitrato Amónico Cálcico (NAC) 27%
23/04/07	Control enfermedades	Punch (Fungicida) 0,8 l/ha 25% p/v de Azoxystrobin (Amistar Ortiva) 0,5 l/ha + 16% p/v de Ciproconazol + 30% p/v de Carbendazima (Alto Combi) 0,3 l/ha
09/07/07	Cosecha	Producción: 9500 kg Rendimiento: 2317 kg/ha Cosechadora: Massey Ferguson de rendimiento.



5. Efectos de las técnicas de conservación del suelo sobre la diversidad biológica

Capítulo 5. Efectos de las técnicas de conservación del suelo sobre la diversidad biológica

Introducción

El proyecto LIFE-Medio Ambiente "Gestión Integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de Importancia Comunitaria -HUMEDALES SOSTENIBLES-" propone un escenario de "agricultura blanda" para las cuencas vertientes de los humedales endorreicos de la provincia de Sevilla. Este resultado esperado, tan simple en su planteamiento y aparentemente poco ambicioso, resume, sin embargo, gran parte de la historia reciente de la Política Agrícola Comunitaria y, sin duda, el espíritu con que la Comisión Europea pretende impregnar todas las políticas comunitarias. En otras palabras, el Medio Ambiente sustituye como principio rector al beneficio económico, para convertirse en la auténtica política transversal comunitaria. La competitividad debe pasar, para ser aceptada, por el tamiz de la sostenibilidad, es decir, integrar las consideraciones socioeconómicas y ambientales en sus tareas periódicas de gestión, estrategias y balances contables. Con este marco, no es de extrañar que la agricultura que se practica en espacios especialmente sensibles desde un punto de vista ambiental, aquélla cuyos impactos presentan incrementos exponenciales debido a la fragilidad del medio en el que se desarrolla, deba "hacerse verde" a un ritmo que, en términos agrícolas, podría calificarse de vertiginoso.

Asimismo, aquellos espacios que poseen un alto valor ecológico deben ser conservados, mediante instrumentos de integración, en sus entornos socioeconómicos. Esta conclusión se encuentra lejos del planteamiento aislacionista y extraordinariamente intervencionista con que los Espacios Naturales Protegidos eran declarados en el pasado y que, por suerte, constituye un vestigio (entendida esta palabra en su acepción "resto o ruina de una civilización anterior") claramente superado por el conocimiento

científico. La aprobación, por parte de la Comisión Europea, del listado de Lugares de Importancia Comunitaria (LICs) propuestos por el Estado Español¹ supone, en la práctica, que la mayor parte de la Red Natura 2000 andaluza se encuentra a la espera de que la Junta de Andalucía la dote de instrumentos de ordenación y planificación. Importante reto, sin duda, habida cuenta de los 2.590.181 hectáreas de nuestro suelo, repartidas en 191 espacios, que pasarán a estar protegidas por esa figura derivada de la Directiva Hábitats. La magnitud de esta cifra, y el hecho diferencial andaluz, queda reflejado cuando se compara con la Lista Nacional de Lugares de Importancia Comunitaria: Andalucía aporta el 21,85 % de la superficie LIC de todo el Estado y el 5,7 % de la superficie total de la Red europea.

Los humedales endorreicos de la provincia de Sevilla constituyen un excelente paradigma de la situación en que se encuentran estos ecosistemas en la cuenca mediterránea europea. Con un marco normativo que les garantiza un alto grado de protección, requieren de la complicidad de los habitantes de las zonas rurales para su pervivencia a largo plazo. Esta filosofía ha inspirado el proyecto "Humedales Sostenibles", de manera que, a las técnicas agrícolas, se suman herramientas de difusión y concienciación que permitan la integración de los valores naturales en la malla de relaciones culturales y socio-económicas de las zonas rurales. Los beneficios ambientales, en forma de indicadores medibles y cuantificables, que conlleva la aplicación de técnicas agrícolas de conservación del suelo se encuentran bien estudiados y demostrados. No lo están tanto, sin embargo, las actuaciones globales que incluyen, además de la aplicación de las técnicas, labores de concienciación y sensibilización. Los resultados de esta forma de "hacer agricultura" se irán viendo a largo plazo, aunque ya puedan ir atisbándose algunos indicios.

¹Decisión Comunitaria de 16 de julio de 2006, notificada con el número C(2006)3261-2006/613/CE

En efecto, el proyecto "Doñana Sostenible" (LIFE00 ENV/E/000547), liderado por ASAJA-Sevilla y ejecutado durante el período 2001-2004, proponía la aplicación de técnicas de agricultura de conservación en cultivos arbóreos del entorno de Doñana. Como el presente proyecto, fue dotado de un seguimiento ecológico, aunque menos ambicioso, centrado exclusivamente en las poblaciones de invertebrados. Los resultados finales fueron, a pesar de la dificultad que entraña llegar a conclusiones en seguimientos temporalmente tan reducidos, esperanzadores por cuanto se atisbaba una mayor riqueza biológica en los olivares con cubiertas vegetales vivas frente a los cultivados de manera convencional.

A ello habría que añadir el extraordinario efecto "imitación" que se produjo entre los habitantes del entorno del proyecto, bien recogido por las imágenes del satélite Landsat 7 ETM+ durante los años 1998 (referencia), 2003 y 2004. Sin duda, el problema inicial de las pequeñas parcelas de agricultura de conservación insertas en grandes matrices de cultivo convencional fue, en un corto período de tiempo (de menos de tres años), revertido, generándose un espacio continuo de cultivos arbóreos con el suelo cubierto de vegetación herbácea. El enorme número de invertebrados que aprovecha esta vegetación para completar sus ciclos biológicos (no sólo es utilizado como área de campeo) nos aporta una idea, aunque sea intuitiva, del flujo energético "extra" que se introduce en sus redes tróficas.

Asimismo, y aunque no fue formalmente estudiado, la experiencia cotidiana con los habitantes locales de esta zona rural sevillana nos mostró un efecto del proyecto no menos interesante desde un punto de vista medioambiental: mejoró la integración del Corredor Verde del Guadiamar en su entorno socioeconómico. Este Espacio Natural Protegido de reciente creación (declarado por Decreto Paisaje Protegido en abril de 2003), en una situación de un conflicto de intereses por las expropiaciones agrícolas ocurridas como

consecuencia del vertido tóxico de Aznalcóllar en 1998, tenía, como una de sus principales debilidades, su aceptación por parte de los agricultores de la zona, y en general, de la población local. En el momento de escribir estas líneas, cuatro años después de su Declaración, este Espacio Protegido se encuentra entre los mejor aceptados por su entorno socioeconómico.

En los siguientes apartados se resumirán las líneas de seguimiento ecológico de que fue dotado el proyecto "Humedales Sostenibles" y sus principales resultados y conclusiones, no sin antes advertir que, debido a la reestructuración de las líneas de seguimiento, no han sido concluidos los muestreos en la fecha de redacción del presente documento.

Período 2004-2006: el impredecible clima mediterráneo

El año hidrológico 2004-2005 fue, según fuentes del Instituto Nacional de Meteorología, el más seco de los últimos 60 años. Dicha sequía se mantuvo durante el siguiente año hidrológico, provocando que, en la totalidad de las lagunas del ámbito de estudio, se redujese drásticamente su hidroperíodo. A ello ha contribuido, con toda probabilidad, el lamentable estado de colmatación que presentan muchas de ellas, habiéndose producido invasiones de macrófitos emergentes (v.gr. *Phragmites australis*) en las cubetas de algunas de estas lagunas. Este avance de la orla riparia dificulta, aún más si cabe, la recuperación de la lámina de agua libre, característica de estos complejos endorreicos. No sabemos si éste es un indicio más del cambio climático que estamos sufriendo a nivel global o un ejemplo del impredecible clima mediterráneo, pero lo cierto es que este tipo de fluctuaciones dificulta sobremanera la realización de estudios ecológicos y el acierto en la elección de parámetros para un adecuado seguimiento de los efectos ambientales de determinados proyectos.



Imagen de la laguna de Charrodo, en el complejo endorreico de Lebrija-Las Cabezas, con una cubeta totalmente invadida por el macrófito emergente *Phragmites australis*. A pesar de ser invierno, la laguna se encontraba completamente seca (© archivo del autor, 19.01.06).



Asimismo, los suelos de las parcelas demostrativas identificadas como idóneas para el seguimiento pertenecen, según la clasificación de la Soil Taxonomy, al orden de los Vertisoles, siendo la asociación más frecuente la formada por los tipos Tipyc Chromoxererts y Vertisol Xererts. Son suelos desarrollados a partir del sustrato geológico formado por margas triásicas y estratos margocalizos terciarios, dando lugar a suelos ricos en arcillas y, por tanto, muy impermeables y deficientemente drenados en profundidad. Suelen ser conocidos popularmente como «granulajes» por la presencia frecuente de elementos gruesos. Poseen una escasa profundidad y fuerte apariencia geológica por su moderada evolución edáfica. El perfil característico es del tipo Ap C. En condiciones de extrema sequía, estos suelos aparecen extraordinariamente compactados y poco aireados, presentando un cuarteado característico.

Teniendo en cuenta que las principales líneas de seguimiento de que estaba dotado el proyecto Humedales Sostenibles tenían como objetivo las biocenosis acuática (vegetación sumergida y artrópodos

acuáticos) y edáfica (anélidos oligoquetos), fue necesario modificar el seguimiento medioambiental y confiar en una climatología más benigna para el último año de proyecto, 2006-2007. La reestructuración de las líneas de seguimiento del proyecto tuvo como resultado la elección de la biocenosis silvestre directamente vinculada a las parcelas demostrativas como objetivo, desechando, como ha sido comentado, el seguimiento de especies acuáticas e hipogeas.

Así, la línea de seguimiento de la diversidad vegetal se centró en el estudio de las fanerógamas angiospermas terrestres, taxa al que pertenece la inmensa mayoría de la flora presente en los cultivos demostrativos de Zarracatín-1 (complejo endorreico de Utrera) y Malduenda (complejo endorreico de Lebrija-Las Cabezas). Dado que ninguna de las dos fincas demostrativas presentaba lindes o setos de importancia, los muestreos se realizaron exclusivamente en las superficies cultivadas. En el primer caso, Zarracatín-1, entre el trigo, mientras que en Malduenda, en las calles sembradas con cubierta vegetal viva y en bajo las copas de los jóvenes olivos.

La diversidad artropodiana de las lagunas fue sustituida por la terrestre “de paso” presente en la parcela demostrativa de Zarracatín-1 respecto a parcelas testigo situadas a una distancia intermedia (de manera que no se produzca un “efecto borde” que dificultase el análisis estadístico). Dada la escasez de grupos faunísticos en este tipo de agrosistemas, se consideró que la meso y macrofauna epígea era la más adecuada para realizar el seguimiento. Ya fue probado con éxito este esquema de trabajo en el proyecto LIFE “Doñana Sostenible”. Por último, se propuso es estudio comparado de la diversidad de micromamíferos roedores (fam. Muridae),



Dos imágenes de la laguna de Zarracatín, tomadas en las mismas fechas pero con un año de diferencia. La costra salina que se puede apreciar en la de 2006, formada por evaporación del agua salada de la laguna (evaporitas), se formó a principios de mayo. Sin duda, se trata de una esclarecedora representación visual del impredecible clima mediterráneo y del radical cambio que tuvimos que introducir en las líneas de seguimiento ecológico inicialmente planteadas (© *archivo del autor*)

lagomorfos e insectívoros (las tres familias del orden Insectivora) en Malduenda y de lagomorfos en Zarracatín-1.

Fanerógamas

Se han realizado censos mensuales de las fanerógamas silvestres presentes en las parcelas demostrativas de las fincas Zarracatín-1 y Malduenda. Ambas fincas se habían adherido al proyecto desde el principio, por lo que se encontraban en segundo año de cultivo cuando se iniciaron los muestreos; Zarracatín-1 adoptó técnicas de siembra directa de trigo blando mientras que en el olivar de Malduenda se han implantado cubiertas vegetales vivas sembradas.

Estos censos mensuales han supuesto, por una parte, identificar la diversidad total de antófitos presentes en las parcelas demostrativas y en parcelas testigo de superficie similar. Por otra, se han censado los ejemplares presentes en ambos espacios, con la idea de obtener una aproximación a la distribución de frecuencias o abundancias a lo largo de los ciclos fenológicos de las diferentes especies. Cada uno de estos censos por separado nos ofrecería una imagen fragmentada de la composición biocenótica de la comunidad investigada, por lo que consideramos necesario abordar los dos tipos de censos dado su carácter complementario.

En efecto, al realizar sólo el primero de los muestreos, obviamos la importancia numérica de las especies, perdiendo la información de las abundancias relativas y su contribución diferencial a los flujos energéticos, las consiguientes dificultades a la hora de calibrar la bondad de los ajustes a modelos estadísticos de abundancia específica, así como la identificación de especies banales, de significado crucial para la evaluación de las sucesiones vegetales en comunidades pioneras. Un ejemplo ilustrativo de esta situación nos la puede ofrecer el muestreo efectuado en el mes de mayo de 2007 en las cubiertas vegetales vivas de *Lolium multiflorum* sembradas en la finca Malduenda: el 91,5 % de los ejemplares silvestres censados correspondían a la especie *Reseda luteola*. Este extraordinario ejemplo de dominancia no hubiera podido ser esclarecido si no se hubiera procedido a contar, uno por uno, todos los ejemplares de las especies presentes en los cuadros de muestreo distribuidos al azar por las parcelas en estudio.

Si sólo abordásemos el segundo tipo de muestreo, muchas de las especies raras pasarían inadvertidas, con la correspondiente complicación a la hora de confeccionar los estadísticos de riqueza

específica. El censo citado anteriormente también nos ofrece un espectacular ejemplo de esta última aseveración: de las 18 especies de fanerógamas identificadas en las calles demostrativas, 10 no fueron encontradas en los cuadros de muestreo; si no se hubiese efectuado un censo total de especies previo, casi el 60 % de éstas habrían pasado inadvertidas. En las calles control, por su parte, de las 19 especies encontradas, 9 tampoco fueron localizadas en los cuadros de muestreo.

En el caso de la finca Zarracatín-1, el primer censo se realizó en diciembre de 2006, casi un mes después del primer tratamiento con herbicida del ciclo de cultivo. Asimismo, se abordó un censo idéntico en una parcela de trigo blando, cultivada con la misma variedad que la parcela demostrativa, y a una distancia de 100 metros. Previamente, se había realizado la identificación mensual de las especies presentes lo que permitía realizar los censos sin necesidad de arrancar las plantas, afectando lo mínimo posible a la sucesión natural de la flora arvense. Dichos censos de periodicidad mensual se extendieron hasta un mes después de recogido el trigo. El objeto de este último censo, una vez cosechado el cereal, no era otro que evaluar el comportamiento de las poblaciones silvestres sin la extraordinaria competencia que supone la especie cultivada.

Los resultados obtenidos antes de la siega no ofrecen dudas en cuanto a la mayor diversidad asociada a la parcela con siembra directa que fue bastante superior en la práctica totalidad de los meses muestreados (con excepción de marzo, siendo el índice de diversidad de las series de distribución logarítmica, **a**, similar en ambas parcelas). Los índices de diversidad de las distribuciones de frecuencia acumuladas fueron superiores en todos los casos en la parcela demostrativa. La riqueza específica también fue superior todos los meses muestreados en la parcela de trigo con siembra directa. Ello, además, teniendo en cuenta que la parcela demostrativa ocupaba una ladera mientras que la parcela testigo elegida se encontraba en una zona plana y baja del perfil por lo que la humedad edáfica era superior. Esta cuestión es especialmente importante en nuestra zona por los condicionantes edafoclimáticos, ampliamente comentados en el apartado anterior "Período 2004-2006: el impredecible clima mediterráneo". Un bioindicador que muestra esta circunstancia con claridad lo podemos encontrar en los censos de mayo, justo cuando el agua comienza a ser factor limitante en estos suelos; especies como *Lythrum acutangulum* o *Heliotropium supinum*, ocupaban extensas zonas del suelo, bajo las espigas, en la parcela testigo, algo que no sucedía en la demostrativa



Espectacular imagen primaveral de la finca Malduenda. A la izquierda, calle demostrativa sembrada con *Lolium multiflorum*. A la derecha, calle demostrativa sembrada con *Phacelia tanacetifolia* que fue colonizada por *Reseda luteola* (características inflorescencias en racimo), representando el 91,5% de los ejemplares censados (© *archivo del autor*)



Ejemplo de especie rara que, a no ser por los censos totales de biodiversidad, hubiese pasado desapercibida: *Plantago afra*. En efecto, durante el mes de mayo de 2007 fue localizado un solo ejemplar en la parcela demostrativa Zarracatín-1, no habiéndose detectado su presencia en más ocasiones. En la foto, rodeada de *Phalaris paradoxa* y algunas espigas ya secas de trigo blando (© *archivo del autor*)



Imagen de la finca Zarracatín-1 tomada durante el último censo antes de la recolección. A la izquierda, parcela demostrativa y a la derecha, parcela convencional. En primer plano, *Chrysanthemum segetum* y *Centaurea diluta* en plena floración (© archivo del autor)

La riqueza específica acumulada en la parcela demostrativa fue, en mayo de 2007, de 42 especies mientras que en la testigo de 34; de esas 42 especies, 25 se encontraban en ambas parcelas, 16 eran exclusivas de la parcela demostrativa (*Chamaemelum fuscatum*, *Gnaphalium luteo-album*, *Mercurialis annua*, *Arisarum simorhinum*, *Glaucium corniculatum*, *Heliotropium supinum*, *Linaria latifolia*, *Lavatera cretica*, *Ridolfia segetum*, *Urtica urens*, *Centaurium pulchellum*, *Mentha suaveolens*, *Plantago afra*, *Phalaris minor* y *Lolium rigidum*), mientras que 8 lo eran de la testigo (*Arenaria hispanica*, *Phalaris brachystachys*, *Phalaris paradoxa*, *Silybum marianum*, *Echium plantagineum*, *Brassica oleracea*, *Parentucellia viscosa* y *Ecballium elaterium*).

De las 49 especies de fanerógamas encontradas durante los muestreos, 38 pertenecen al tipo biológico terófito anual. 40 de las especies, según la obra Flora Vasculare de Andalucía Occidental, presentarían una distribución generalizada en nuestra región y son calificadas como muy frecuentes. 34 especies serían nitrófilas, ruderales y/o arvenses. Es evidente que estamos tratando con una comunidad pionera, con especies de distribución generalizada, ruderales, arvenses, banales, en gran parte nitrófilas, con escaso interés en términos de conservación de la diversidad biológica.

En cuanto a la flora muestreada en las cubiertas vegetales sembradas de Malduenda, el primer censo se realizó en noviembre de 2006, poco después de la siembra y el tratamiento herbicida en liños con sulfosato. El testigo estaba constituido por un número de calles idéntico al censado en la parcela demostrativa, en las que la propiedad mantiene una cubierta de espontáneas mejorada. Dado que esta siembra invernal no tuvo éxito, en febrero de 2007 fue realizada de nuevo. En este caso, todas las calles se sembraron con *Lolium multiflorum* excepto dos en las que la especie elegida fue *Phacelia tanacetifolia*, planta ya utilizada durante el proyecto "Doñana Sostenible" pero todavía no experimentada en las cuencas vertientes de los humedales sevillanos. Las calles con vallico germinaron sin problemas, dado lugar a plantas de excepcional vigor, mientras las calles experimentales de *Phacelia* no germinaron, produciéndose una rápida colonización de éstas por aquellas especies que, durante todo el ciclo fenológico, demostraron encontrarse mejor adaptadas a las condiciones edafoclimáticas y culturales de la zona, a saber, *Reseda luteola* y, en menor medida, *Diplotaxis virgata* y *Chrysanthemum coronarium*.

Antes de proceder a la discusión de los resultados obtenidos, consideramos importante tratar una cuestión previa acerca de los

COMPARATIVA DE ALGUNOS ESTADÍSTICOS RELATIVOS A LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LA FINCA ZARRACATÍN-1 TOMANDO COMO REFERENCIA LAS DISTRIBUCIONES MENSUALES ACUMULADAS

		DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
S	D	5	6	10	13	35	41
	T	3	4	7	12	28	34
N	D	29	62	122	196	374	565
	T	19	45	84	127	246	449
E	D	0,92160	0,85949	0,81445	0,81842	0,82608	0,81387
	T	0,85806	0,76646	0,77242	0,75003	0,76941	0,73888
H'	D	1,48326	1,67248	1,87535	2,09921	2,93699	3,02238
	T	0,94267	1,06254	1,50305	1,86376	2,56383	2,60557
$\sigma^2 H'$	D	0,00715	0,00581	0,00480	0,00336	0,00224	0,00151
	T	0,01067	0,00989	0,00875	0,00808	0,00427	0,00290
DMg	D	1,18790	1,45379	1,87343	2,27354	5,73912	6,31231
	T	0,67925	0,78809	1,35415	2,27076	4,90434	5,40361
D _{Sp}	D	0,22660	0,20571	0,18710	0,15578	0,07107	0,06332
	T	0,39181	0,39091	0,28342	0,21835	0,10562	0,11136
1/D _{Sp}	D	4,41306	4,86118	5,34468	6,41921	14,07121	15,79401
	T	2,55226	2,55814	3,52834	4,57985	9,46748	8,98000
d	D	0,37931	0,35484	0,33607	0,30612	0,17914	0,12212
	T	0,52632	0,53333	0,44048	0,37795	0,21545	0,22717
1/d	D	2,63637	2,81818	2,97561	3,26667	5,58209	8,18841
	T	1,90000	1,87500	2,27027	2,64583	4,64151	4,40196
α	D	1,74170	2,02748	2,57908	3,13040	9,45082	10,15848
	T	1,00207	1,06075	1,81521	3,25203	8,13563	8,54013

D = Parcela demostrativa; T: Parcela convencional; S = Riqueza; N = Número de individuos; E = Uniformidad; H' = Índice de Shannon; $\sigma^2 H'$ = varianza Índice de Shannon; DMg = Índice de Margaleff; D_{Sp} = Índice de Simpson; d = Índice de Berger-Parker; α = índice de diversidad series de distribución logarítmica

muestreos realizados en esta finca. El hecho de que tanto la parcela demostrativa como la testigo presentasen cubiertas vegetales vivas podría llevar a confusión sobre los objetivos perseguidos. Si de lo que se trata es de demostrar que las cubiertas vegetales vivas son más interesantes para incrementar la diversidad biológica local frente a las técnicas convencionales, podría parecer más lógico haber buscado una finca testigo (dado que en Malduenda todas las calles están ocupadas por su correspondiente cubierta) con técnicas de olivicultura convencional en cuanto a la gestión del suelo.

Sin embargo, existen dos razones fundamentales para no haberlo hecho: una es que, por suerte, cada vez son más frecuentes los olivares que han adoptado técnicas de agricultura de conservación; otra no menos importante, y que consideramos consecuencia de la anterior, es que si cada vez están más extendidas las cubiertas vegetales vivas y tanto Administración como agricultores han tomado la determinación de fomentarlas y apoyarlas, parece del todo punto interesante evaluar la contribución al incremento de la diversidad biológica local tanto de las cubiertas de espontáneas mejoradas como de las cubiertas sembradas. De esta manera, tendríamos más argumentos para apoyar la generalización de una u otra. Otra cuestión sería la sostenibilidad de las técnicas de agricultura de conservación adoptadas, lo que implicaría integrar consideraciones socioeconómicas y edafoclimáticas en la ecuación, objetivo claramente inabordable en el presente trabajo.

Al igual que en Zarracatín-1, y quizás con muchas más razones para ello, se ejecutaba un muestreo de diversidad total en la zona que iba a ser censada, al objeto de que no fuese necesario arrancar la vegetación incluida en los cuadros de muestreo, aspecto éste no poco importante puesto que podría haber alterado los sensibles controles de humedad en el perfil y cuantificación de erosión que se estaban llevando a cabo en Malduenda. Debido a lo tardío de la siembra de vallico, y gracias a las lluvias de finales de primavera, la eliminación de las cubiertas no se produjo hasta el mes de junio.

A diferencia de lo ocurrido en Zarracatín-1, y aunque en conjunto los estadísticos que miden la riqueza específica se mostraban favorables a la cubierta vegetal sembrada, los resultados eran bastante similares. Un ejemplo de esta semejanza podría ser que el índice de diversidad h' para la distribución acumulada de frecuencias era de 3,71 en la parcela testigo y de 3,86 en la demostrativa (en Zarracatín-1, en cambio, el índice de diversidad h' para la distribución acumulada de frecuencias el mismo mes -mayo 2007- era de 8,54

para la parcela testigo y de 10,16 para la demostrativa). La flora de la finca Malduenda se encuentra altamente adaptada a un medio modificado por la mano del hombre (arado, herbicidas para control de cubiertas, erosión, alteración de las termoclinas en profundidad y en los primeros centímetros de la superficie con la consiguiente variación de los gradientes de humedad, etc.). Recordemos la definición de mala hierba que proponían Pujadas y Hernández-Bermejo (1988): "*Planta que crece siempre, o de forma predominante, en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resulta no deseable por él en un lugar y momento determinados*". En esta definición, siguiendo a Saavedra y Pastor (2002), queda reflejada, perfectamente, la flora ruderal (de los caminos, cunetas, taludes, etc.) y arvense (de los cultivos). Implícitamente en esta definición encontramos la característica ecológica de tratar con especies oportunistas y pioneras, muchas veces nitrófilas, así como un aspecto antropocéntrico cual es el perjuicio económico y/o beneficio estético que provocan en los campos cultivados.

La distribución de frecuencias, a juzgar por las condiciones del hábitat, coincide con la que podría esperarse, es decir, la de una dominancia clara por parte de unas pocas especies. Éstas proliferan y se reparten los recursos existentes, estableciéndose una colonización similar a la observada en medios sometidos a intensa perturbación (humana y/o natural) por los estrategias de la r , término que la ciencia de la Ecología asigna a aquellas especies con gran capacidad reproductiva y ciclos de vida cortos, que se convierten en dominantes. En consecuencia, su estrategia competitiva se ve favorecida por este tipo de perturbaciones frente a otras especies, más propias de ecosistemas estables, denominadas "estrategias de la k " (Granado-Lorencio, 2000; Castro, 2004).

El innovador modelo de reparto de nicho propuesto por Tokeshi (Tokeshi, 1990; en Magurran, 2003), concretamente el denominado "modelo de fraccionamiento al azar", coincide en gran medida con la distribución de frecuencias acumuladas obtenida en los muestreos. Según este modelo, el nicho disponible es inicialmente dividido, al azar, en dos fragmentos. Uno de ellos es seleccionado, también al azar, para una segunda división y así continúa el proceso hasta que todas las especies se han acomodado. El modelo representa una situación en la cual nuevos colonizadores compiten por el nicho de especies que ya se encuentran en la comunidad, tomando posesión de una fracción al azar del nicho existente previamente. Consideremos la situación en que se encuentra un determinado

COMPARATIVA DE ALGUNOS ESTADÍSTICOS RELATIVOS A LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LA FINCA MALDUENDA TOMANDO COMO REFERENCIA LAS DISTRIBUCIONES MENSUALES ACUMULADAS

		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
S	D	3	4	5	5	8	14	23
	T	2	3	4	4	5	12	22
N	D	24	64	84	151	317	920	1.484
	T	43	77	94	137	302	873	1.391
E	D	0,78011	0,71428	0,67195	0,60872	0,63929	0,73273	0,51138
	T	0,74015	0,56831	0,52831	0,58013	0,70703	0,63530	0,49257
H'	D	0,85704	0,99020	1,08146	0,97969	1,32936	1,98426	1,60344
	T	0,51303	0,62435	0,73239	0,80423	1,13792	1,57866	1,52257
$\sigma^2 H'$	D	0,01697	0,00982	0,00907	0,00490	0,00296	0,00127	0,00140
	T	0,00666	0,00518	0,00663	0,00469	0,00126	0,00101	0,00109
DMg	D	0,62932	0,72135	0,90277	0,79724	1,21551	2,05147	3,01267
	T	0,26587	0,46043	0,66031	0,60976	0,70047	1,62435	2,90144
D _{Sp}	D	0,48188	0,45982	0,43144	0,46358	0,35309	0,20812	0,36995
	T	0,66113	0,60390	0,57470	0,54090	0,35801	0,26522	0,32891
1/D _{Sp}	D	2,07520	2,17476	2,31782	2,15714	2,83212	4,80485	2,70310
	T	1,51256	1,65591	1,74005	1,84878	2,79320	3,77042	3,04033
d	D	0,66667	0,64063	0,60714	0,61589	0,52681	0,38370	0,58558
	T	0,79070	0,74026	0,72340	0,69343	0,49007	0,39977	0,51474
1/d	D	1,49999	1,56098	1,64706	1,62366	1,89820	2,60623	1,70771
	T	1,26470	1,35088	1,38235	1,44211	2,04054	2,50143	1,94274
α	D	0,90502	0,94578	1,16502	0,99410	1,49196	2,54440	3,86234
	T	0,43427	0,62137	0,84792	0,77152	0,85145	1,96927	3,71098

D = Parcela demostrativa; T: Parcela convencional; S = Riqueza; N = Número de individuos; E = Uniformidad; H' = Índice de Shannon; $\sigma^2 H'$ = varianza Índice de Shannon; DMg = Índice de Margaleff; D_{Sp} = Índice de Simpson; d = Índice de Berger-Parker; α = índice de diversidad series de distribución logarítmica



Imagen del suelo correspondiente a la parcela demostrativa, tomada a principios de diciembre de 2006, en la que se puede observar cómo *Reseda luteola* (todas las rosetas basales de la imagen corresponden a esta especie de resedácea) se apropia del nicho libre (© archivo del autor)

biotopo tras un arado y la aplicación de un herbicida de pre-emergencia: podría considerarse similar, salvando las distancias,

a la de un arroyo torrencial del sureste peninsular tras una avenida con un período de retorno medio. Nos encontramos con la mayor parte de los nichos libres por “remoción” de gran parte de las especies que conformaban la comunidad. En estas condiciones, la nueva colonización es liderada por los estrategas de la r, tomando *Reseda luteola* el nicho recién perturbado y convirtiéndose en la especie dominante durante el período inter-perturbaciones (en nuestro caso, noviembre – mayo). Por orden de llegada, *Diplotaxis virgata*, *Chrysanthemum coronarium*, *Phalaris minor*, *Fumaria officinalis* y *Anagallis arvensis* se hacen con las siguientes porciones de nicho, en orden de importancia. Esta es una de las premisas de este tipo de modelos para explicar la estructura de una comunidad, que las proporciones de las especies abundantes están determinadas por reparto de nichos. Las especies raras, según el modelo de fraccionamiento, se encontrarían en proporciones determinadas por diversidad al azar; en nuestro caso, serían, por orden cronológico de aparición en los muestreos, *Chenopodium album*, *Ecballium elaterium*, *Sonchus oleraceus*, *Silybum marianum*, *Brassica nigra*, *Malva parviflora*, *Papaver rhoeas* y *Avena sterilis*.

En nuestro caso, todas las especies observadas podrían incluirse en este grupo, aunque la dominancia es clara a favor de tres especies: *Reseda luteola*, *Chrysanthemum coronarium* y *Diplotaxis virgata*. Es evidente que se trata de tres especies banales, desde un punto de vista ecológico, extraordinariamente frecuentes en todos aquellos medios que han sido gravemente alterados por el hombre. La aportación de estas especies a la diversidad biológica local es insignificante (un metro cuadrado de linde no alterada puede contener –y, en este caso, contiene- más especies que una hectárea de cubierta vegetal sembrada), pero no por eso puede obviarse el importantísimo papel como canalizadores del flujo de energía de estos ecosistemas.

De las 21 especies identificadas en la finca Malduenda, 20 se distribuyen por toda Andalucía Occidental (ámbito que hemos tomado como referencia para el estudio), siendo muy frecuentes de encontrar. 16 especies serían ruderales, 4 especies nitrófilas, 7 arvenses, 3 especies características de herbazales y pastizales y, por último, una especie que se localiza preferentemente en suelos básicos (concretamente, *Ecballium elaterium*). Asimismo, la inmensa mayoría, 19 especies, son anuales y, como era de esperar, terófitos. Las únicas especies cuyo tipo biológico es diferente², a saber, *Arum italicum* (Geófito con rizoma), *Silybum marianum*, *Onopordum*



Banda de vegetación paralela al camino de acceso a Malduenda. Ecológicamente no se comporta como linde puesto que se haya sometida a la misma gestión que el resto de calles. En primer plano, floración de *Phacelia tanacetifolia*. (© archivo del autor)

nervosum y *Echium plantagineum* (Hemicriptófitos bianuales) y *Ecballium elaterium* (Geófito bulboso) tienen una representación de escasa a muy escasa (*Arum italicum* 3 ejemplares, *Onopordum nervosum* 2 ejemplares) y, mayormente, localizados en una banda de vegetación paralela al camino de acceso (no se comporta como calle aunque recibe casi la misma gestión en términos de arado y tratamiento herbicida).

La escasez de especies perennes (géneros *Arum*, *Ecballium* y *Reseda*) y perennizantes (género *Lolium*) y, sobre todo, la escasez de individuos perennes (ya ha sido comentado el caso de *Reseda*) y perennizantes (*Lolium*, al ser especie plantada, mantiene un ciclo anual), está estrictamente relacionado con los objetivos que el agricultor persigue al mantener cubiertas vegetales vivas en sus cultivos.

Otra importante conclusión que se obtiene de los muestreos realizados es que una parcela que no utilice herbicidas, controlando las cubiertas exclusivamente por medios mecánicos y retrasando al máximo la fecha de eliminación de la cubierta en primavera, proporciona un medio mucho más atractivo para la diversificación

de los autófitos. En algún caso, como el olivar muestreado en Aznalcázar, con riego por goteo y cubiertas aradas a principios de junio, su diversidad se acerca a la existente en olivares no gestionados. Por tanto, en nuestra opinión, es necesario clarificar el objetivo buscado con la implantación de una cubierta vegetal, para posteriormente decidir qué tipo de gestión ha de hacerse. Cuando la erosión constituya un elemento crítico a controlar, la cubierta ha de gestionarse mediante aquellos medios que incrementen su cobertura y su permanencia en el tiempo. En estos casos, el mantenimiento de lindes puede suplir, con toda eficacia, el posible “sumidero” de diversidad autófitica que suponga la utilización de herbicidas (u otras labores de gestión periódica de impacto significativo). Cuando la erosión no sea crítica, quizás el control mecánico sería deseable y, por este orden, las cubiertas de espontáneas y las sembradas.

Artrópodos terrestres

Las particulares condiciones en que se desarrolla este proyecto, a saber, pequeñas parcelas aplicando técnicas de agricultura de

² La especie *Reseda luteola* presenta individuos que se incluirían en el grupo de los hemicriptófitos perennes (floración otoño-invierno), pero la inmensa mayoría se comportan como terófitos anuales.



Trampa "pit-fall" situada en la parcela demostrativa de trigo blando en Zarracatín-1. La tapadera, clavada al suelo y fijada mediante terrones, tiene dos misiones fundamentales: evitar la predación desde el borde de la trampa e impedir que los micromamíferos (sobre todo insectívoros) caigan en la trampa y se ahogen. (© archivo del autor, 08.03.07)

conservación insertas en grandes matrices del mismo cultivo siguiendo técnicas convencionales, provocan que las especies biológicas sean capturadas con un componente de azar directamente proporcional a su capacidad de desplazamiento. Cuanto mayor sea el valor de dicho componente, menor será la capacidad de un grupo faunístico concreto para comportarse como un bioindicador de las mejoras sobre la diversidad biológica introducidas por las técnicas agrícolas de conservación de suelos. Todo ello exigió la elección de determinados taxa para confirmar las bondades medioambientales de las técnicas agrícolas empleadas. Solo de esta manera, la aparición de biocenosis más variadas y de poblaciones más numerosas podría considerarse el resultado de la agricultura de conservación.

Cuanto más reducida sea el área vital de una especie con tanta mayor facilidad podrá asociarse su presencia en una pequeña explotación a las técnicas de gestión que en ella se practiquen. En otras palabras, cuanto más restringida sea el área vital de una especie, tanto mayor será su carácter bioindicador de nuestras parcelas demostrativas y más significativa su correlación con las técnicas de gestión que en ella se practiquen. En consecuencia, uniendo lo las características baja capacidad de desplazamiento y

reducida área vital como claves para obtener un buen bioindicador, se eligieron los invertebrados como uno de nuestros grupos zoológicos objetivo, seleccionando aquellos taxa con mayor vinculación a la textura, estructura y composición del suelo. Con la experiencia que nos brindó el proyecto "Doñana Sostenible", escogimos los artrópodos terrestres debido a su excelente comportamiento como bioindicadores.

En las cuencas vertientes de los humedales endorreicos sevillanos son escasos los estudios dedicados a describir la composición biocenótica invertebrada asociada a cultivos, siendo los únicos trabajos encontrados aquéllos dirigidos a la población invertebrada acuática. Las líneas de investigación asociadas al Plan Andaluz de Humedales, aprobado mientras se desarrollaba el proyecto "Humedales Sostenibles", solucionarán, en parte, estas carencias de conocimiento. También son escasos, y no sólo en este particular ecosistema, los estudios de diversidad biológica comparada entre diferentes sistemas de cultivo, mientras que son muy numerosos aquéllos dedicados a los parámetros del medio físico que introducen mejoras ambientales, especialmente los que describen fenómenos erosivos, evolución de la materia orgánica e infiltración, tanto superficial como profunda.



Sin duda, uno de los coleópteros más frecuentes y llamativos en las zonas cultivadas de la campiña sevillana. Se trata del meloïdo *Meloë proscarabeus*. Producen una secreción oleosa cuando se les perturba que, en realidad, se trata de sangre del insecto en un ejemplo de sangría refleja. Los adultos son los únicos representantes terrícolas de la familia. (© archivo del autor)

Por tanto, se ha llevado a cabo un muestreo de artrópodos terrestres en las parcelas demostrativas durante el período comprendido entre noviembre de 2006 y mayo de 2007. Este muestreo ha sido de tipo pasivo y la técnica de captura consistió en la colocación de trampas "pit-fall", con el mismo esquema que el utilizado en el proyecto LIFE "Doñana Sostenible" pero con un contenido en las trampas no atrayente. Estas trampas son recipientes de plástico, de unos 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad, que se disponen a ras de suelo cubiertos por una tapadera que se encuentra a unos 4 cm de la superficie del suelo. En su interior se vertió una mezcla compuesta de cuatro partes de agua, una parte de etilén glicol y unas gotas de detergente neutro para reducir la tensión superficial; esta composición, utilizada con éxito para muestrear carábidos terrestres por Bhriain et al (2002) en los turloughs irlandeses (Co. Galway), permite unos excelentes resultados puesto que no ejerce ningún poder de atracción sobre los distintos grupos artropodanos.

En el proyecto antes mencionado, se utilizó una mezcla de cerveza, sal y vinagre en cada pit-fall; en teoría, esta mezcla no ejercía ningún poder de atracción sobre los artrópodos terrestres pero, en la práctica y una vez comprobado el número total de individuos capturados en función del esfuerzo de muestreo, llegamos a la

conclusión que, en efecto, se comportaba como atrayente en comparación con la mezcla de agua, etilén glicol y detergente neutro.

El tratamiento diferenciado de la fauna de paso y la fauna estática no sólo ha tenido un carácter estructural, por cuanto diferente capacidad locomotora, y práctico, dadas las grandes diferencias entre la taxonomía de un tipo de fauna y otra (extraordinariamente más complicada y compleja la fauna estática). En efecto, la mayor "dependencia" que la fauna estática presenta respecto a las características físico-químicas y biológicas del suelo implica, a priori, un claro carácter bioindicador y, quizás, un comportamiento representativo de otros grupos taxonómicos ("*surrogate taxa*").

Con los datos obtenidos en las trampas de caída, en referencia a la fauna estática, podemos decir que los colémbolos, principalmente aquellos que pertenecen al *SubOrden Arthropleona*, junto con representantes de la *SubClase Acari*, son los artrópodos dominantes del suelo en cuanto a número de ejemplares. Las diversas especies de escarabajos pertenecientes al Orden *Coleoptera* conformarían el grupo que supone más biomasa del espectro taxonómico analizado mientras que la máxima diversidad a nivel de familia ha correspondido al Orden *Coleoptera* seguido del Orden *Araneae*.



Especie de la Clase Collembola, Suborden Arthropleona. Son, junto a los ácaros, los grupos faunísticos más abundantes del suelo. (© Agustina Plno)

Se comprueba la diferencia entre la abundancia de ácaros y colémbolos en la parcela demostrativa de trigo blando con siembra directa frente a la parcela testigo bajo cultivo convencional: 4.369 individuos de 8 especies en las primeras frente a 4.347 individuos de 7 especies en las segundas. Los estadísticos de diversidad para el conjunto de la fauna estática son bastante similares en ambas parcelas, aunque todos ellos coinciden en asignar una mayor diversidad a la parcela con siembra directa; algunos estadísticos presentan valores más abultados en cuanto a la diversidad de la parcela demostrativa, como es el caso del índice de Margaleff (0,83 frente a 0,72) o el índice de diversidad (0,95 frente a 0,82), mientras que otros cuestionan esa tendencia, como el inverso del índice de Simpson (3,80 frente a 3,68) o el índice de Berger-Parker (2,39 frente a 2,38). Estos dos últimos índices enfatizan la abundancia de las especies comunes y usualmente están referidos a medidas de dominancia y uniformidad poblacional, siendo poco sensibles a la riqueza específica.

La fauna artropodiana estática, es decir, colémbolos y ácaros, se comporta como bioindicadora de los beneficios ambientales que conlleva la agricultura de conservación en aquellos casos en los que las explotaciones que aplican este tipo de técnicas son de reducidas dimensiones y están insertas en amplias matrices del mismo tipo de cultivo. En el proyecto "Doñana Sostenible" mostraron mayor capacidad bioindicadora que en el presente, lo cual puede ser debido a que se estudiaban las diferencias entre fauna artropodiana estática en calles con cubierta vegetal y calles aradas sin cubierta. Cuando se trata de comparar parcelas demostrativas de trigo blando con y sin siembra directa, las condiciones ambientales son muy diferentes. En efecto, el proyecto "Humedales Sostenibles" trabaja en el corto



Especie de la Clase Collembola, Suborden Arthropleona. Son, junto a los ácaros, los grupos faunísticos más abundantes del suelo. (© Agustina Plno)

plazo por lo que las diferencias en materia orgánica edáfica pueden no ser tan determinantes para este tipo de fauna como la presencia – ausencia de cobertura vegetal. Quizás por ese motivo los índices de diversidad sean tan similares y, en estos momentos, el hábitat de ácaros y colémbolos en ambas parcelas todavía sea demasiado parecido para que se refleje en este tipo de medidas estadísticas. Siguiendo este argumento, puede ser que una vez cosechado el trigo y cuando la vegetación silvestre imponga una notable diferencia de cobertura entre ambas parcelas (resultado teórico de la gestión que supone la siembra directa), las poblaciones de ácaros y colémbolos se comportarían como mejores bioindicadores de las bondades de estas técnicas agrícolas.

En lo que se refiere a la fauna artropodiana de paso, se han recolectado e identificado un total de 4.564 ejemplares de 80 especies: 37 del Orden *Coleoptera* (Familias *Carabidae*, *Cantharidae*, *Elaterridae*, *Dascillidae*, *Dermiesticidae*, *Meloidae*, *Nitulidae*, *Scarabaeidae*, *Silphidae*, *Staphylinidae*, *Tenebrionidae*); 7 del Orden *Hymenoptera* (Familia *Formicidae*); 26 del Orden *Araneae* (Familias *Oxyopidae*, *Uroctidae*, *Theraphosidae*, *Lycosidae*, *Linyphiidae*, *Salticidae*, *Dermestidae*, *Gnaphosidae*, *Atypidae*); 1 del Orden *Opinionos* (Familia *Phalangidae*), 1 del Orden *Polydesmida* (Familia *Polydesmida*); 2 del Orden *Lithobiomorpha* (Familia *Lithobiidae*); 1 del Orden *Zygentoma* (Familia *Ateluridae*); 2 del Orden *Orthoptera* (Familia *Gryllidae*); 1 del Orden *Isopoda* (Familia *Porcellionidae*) y 2 del Orden *Dermaptera* (Familia *Forficulidae*). De ellos, 2.481 ejemplares pertenecientes a 74 especies fueron capturados en la parcela demostrativa frente a 2.083 ejemplares de 71 especies en la parcela de cultivo convencional, mostrando un solapamiento específico muy alto.



Dos especies de coleópteros frecuentes en Zarracatín-1: a la derecha, carábido del género *Broscus*; a la izquierda, sílfido del género *Sylpha* (© Agustina Pino)

Las especies correspondientes a la fauna de paso más abundantes encontradas en las trampas de caída han sido las pertenecientes a la Familia *Formicidae* (Orden *Hymenoptera*), representado el 42,53 % (886 ejemplares) en la parcela convencional y el 44,34 % (1.100 ejemplares) del total capturado en la parcela demostrativa. Diversos trabajos sobre mejoras ambientales debidas a determinadas prácticas agrícolas o de gestión periódica del biotopo coinciden con nuestros resultados en cuanto a la importancia numérica de esta familia. Su carácter bioindicador de la recuperación de ecosistemas degradados, ampliamente reconocido en la bibliografía específica, no ha podido ser comprobado de manera significativa en el presente estudio puesto que, como se puede comprobar, los porcentajes de frecuencia son casi idénticos. Consideramos que este caso no es más que un representativo ejemplo de la dificultad que encontramos a la hora de asociar abundancia poblacional de especies con alta capacidad de desplazamiento a unos determinados microhábitats creados por las prácticas agrícolas.

Los coleópteros, por su parte, presentan la máxima diversidad específica, con casi la mitad de las especies totales. Las diferencias en las poblaciones de coleópteros entre la parcela demostrativa y la convencional son escasamente significativas, presentando la primera 772 ejemplares de 33 especies por 728 de 32 de la segunda. En cuanto al resto de grupos, concluimos que todas las familias encontradas en la parcela demostrativa presentan alguna especie en la parcela convencional, siendo las familias *Polydesmida*, *Gryllidae*, *Lycosidae* y *Tenebrionidae* las que presentan mayores diferencias en cuanto a número de ejemplares capturados, claramente a favor de la parcela demostrativa.

En el proyecto antes mencionado, "Doñana Sostenible", las poblaciones de coleópteros tampoco eran buenas indicadoras (al igual que las hormigas) de este tipo de proyectos demostrativos. Una de las conclusiones de "Doñana Sostenible" era que "la fauna artropodiana de paso, fundamentalmente, coléopteros, himenópteros y arácnidos no proporcionan buenos resultados puesto que el azar constituye un importante componente que altera los patrones de distribución, riqueza específica y abundancia esperados". Salvando las distancias en cuanto a las técnicas empleadas (cubiertas vegetales vivas frente a siembra directa), tanto los beneficios ambientales como los propios seguimientos específicos presentan un componente de azar e incertidumbre más alto cuanto menor sea el período temporal que abarcan.

Por tanto, y teniendo muy en cuenta las observaciones realizadas más arriba, los resultados obtenidos de las trampas de caída, en un principio, nos permiten concluir que la parcela demostrativa sembrada con trigo blando utilizando la técnica de siembra directa presenta una mayor diversidad biológica total frente a la parcela cultivada de manera convencional, si bien la diferencia es escasamente significativa.

Fauna vertebrada

Como colofón al seguimiento de los efectos sobre la diversidad biológica generados por el proyecto "Humedales Sostenibles", se planteó la posibilidad de tantear algunas especies de vertebrados. Ya hemos visto, al analizar el papel como bioindicadores que podían desempeñar los diferentes grupos zoológicos, que cuanto mayor es la capacidad de desplazamiento de una especie tanto menor será la posibilidad de asignar su presencia en la parcela demostrativa a las técnicas de gestión del suelo implantadas. Es por ello que, a priori, desconfiábamos de que algún grupo de vertebrados pudiese funcionar como bioindicador, habida cuenta del pequeño tamaño de las parcelas demostrativas y del escaso período temporal del proyecto. Aún así, optamos por monitorizar las únicas poblaciones de vertebrados existentes en las fincas Zarracatín-1 y Malduenda, a saber, micromamíferos y lagomorfos. Por supuesto que las aves son vertebrados y se encuentran presentes en ambas fincas, pero su enorme capacidad de desplazamiento junto con las elevadas áreas de campeo que poseen desaconsejó totalmente su elección.

Aún cuando los micromamíferos roedores e insectívoros son muy numerosos, debido a sus hábitos nocturnos y a su pequeño tamaño,

son animales que raramente pueden ser observados en el campo. La alternativa más apropiada para su estudio consiste, por tanto, en su captura o en la identificación de sus restos (excrementos, egagrópilas, etc.). El seguimiento de micromamíferos se planteó en la finca Malduenda por constituir, a priori, un lugar ideal: cubiertas vegetales bajo olivos, escaso movimiento de personas.

En nuestro caso, los micromamíferos fueron muestreados empleando trampas de foseta ("*pit-falls*"), semejantes en su estructura y funcionamiento a las utilizadas para la captura de artrópodos terrestres, pero más voluminosas y "en seco". Las trampas de caída están consideradas como las más apropiadas para la captura *in vivo* en climas cálidos. Las trampas se distribuyeron en tres elementos del hábitat diferenciables presentes en la finca Malduenda que constituyen el paisaje del área de estudio: olivar con cubierta vegetal sembrada, olivar con cubierta vegetal espontánea diversa y con cubierta vegetal espontánea de *Diploaxis virgata*. El esfuerzo temporal de muestreo fue de cuatro campañas mensuales de doce horas (noviembre a febrero) y tres campañas mensuales de setenta y dos horas (marzo a mayo).

Excepto por una captura del sorícido *Crocidura russula* y otra del múrido *Apodemus sylvaticus*, ambas en el mes de mayo de 2007 en olivar con cubierta sembrada de *Lolium multiflorum*, las trampas de caída no tuvieron éxito. Ello se puede deber tanto a la viabilidad de las trampas para este tipo de estudio como a la ausencia real de micromamíferos en el área de estudio (o a su presencia a unas densidades difícilmente detectables).

Respecto a la primera de las posibilidades, nos planteamos serias dudas debido a que se trata de la trampa más habitualmente usada en este tipo de estudios y, de hecho, se adoptó este trampeo a recomendación de los técnicos de la Consejería de Medio Ambiente. A ello habría que añadir que, dado el escaso éxito de las capturas, decidimos abordar el estudio indirecto de las poblaciones mediante el análisis de egagrópilas de rapaces nocturnas. La sorpresa fue que, con la excepción del mochuelo común (*Athene noctua*), no pudo ser detectada la presencia de ninguna rapaz nocturna (a las prospecciones de campo realizadas por el autor, se añaden las fuentes consultadas, a saber, habitantes locales, técnicos de la Consejería de Medio Ambiente y la Delegación Regional en Andalucía de SEO/BirdLife). Dado que el mochuelo no preda sobre micromamíferos, parecía, más bien, que la escasa densidad de micromamíferos se encontraba en el origen del escaso éxito.

Por tanto, y para nuestra sorpresa, habida cuenta de que considerábamos que esta explotación era un lugar idóneo para la vida de estos pequeños insectívoros, nos planteamos la pregunta de por qué no era así. Aunque no se trata de una certeza científica, nos aventuramos a proponer como explicación la ausencia de lindes y setos de vegetación espontánea y al tratamiento contra las ratas que la propiedad abordó un año antes de iniciarse el estudio (incluyendo dicho tratamiento la eliminación total de unos setos con la especie *Opuntia ficus-indica*). A pesar de existir una mancha de vegetación silvestre a unos 500 metros de la parcela demostrativa, creemos que debe tratarse de una distancia demasiado grande para influir en la densidad de micromamíferos en ésta (el área de campeo media de *Apodemus sylvaticus* es de 1.000 m², con un desplazamiento medio diario de 17 m).

En consecuencia, constatamos, una vez más, que las lindes y los setos tienen un indudable efecto potenciador de la diversidad biológica y que su carencia provoca una reacción en cascada cuyo resultado son "gaps" en la composición biocenótica local. Estas carencias en el espectro taxonómico, difícilmente explicables atendiendo a factores clásicos de distribución de las especies biológicas, incrementan, aun más si cabe, el carácter de pioneras y ruderales que presentan las comunidades asociadas a esos agrosistemas.

Los lagomorfos, en cambio, son fácilmente observables, siendo sus censos habituales mediante transectos e identificación *de visu*. En este caso, la densidad de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) y liebres (*Lepus granatensis*) en la finca Malduenda fue significativamente mayor que en Zarracatín-1, donde solo pudieron ser censadas liebres. Los lagomorfos se muestran activos durante todo el año y su ritmo circadiano concentra los períodos de máxima actividad al amanecer y en el crepúsculo.

El conejo presenta un período reproductor que se extiende, en nuestra región, de octubre a junio, con un máximo entre febrero y abril. Este año, con abundantes lluvias primaverales y relativamente bajas temperaturas invernales, este máximo se ha producido entre los meses de marzo y mayo y ha coincidido con las mayores densidades detectadas en los censos mensuales. No obstante, es necesario destacar que precisamente durante estos meses primaverales es cuando las cubiertas vegetales se encuentran más altas y densas, lo que introduce un factor que reduce la densidad observada respecto a la real. Durante los meses invernales, cuando



Imagen del camino perimetral de la finca Malduenda que era utilizado como transecto para realizar los conteos de lagomorfos. En el centro se observan cuatro conejos en las proximidades de una madriguera (© archivo del autor)



Liebre (*Lepus granatensis*) corriendo entre los olivos con cubierta vegetal de *Diplotaxis virgata*. La proporción de liebres respecto a los conejos variaba con la distancia al majano con monte mediterráneo: en sus proximidades era de 1:20 mientras, conforme nos alejábamos, llegaba hasta un mínimo de 1:3 (© archivo del autor)



no hay ningún obstáculo para la observación, todos los lagomorfos activos en el momento del censo son anotados. Ello dificulta hacer estimas de densidad real de conejos, por otra parte, extremadamente variables en función de la aparición de alguna de las mortíferas enfermedades virales asociadas a este lagomorfo, mixomatosis y neumonía hemorrágico-vírica. En Doñana, por ejemplo, la densidad de conejos en 1988 era de 20 - 25 conejos/ha, mientras que en 1995 se cifraba en 6 -7; según todos los indicios, las enfermedades mencionadas han sido las principales responsables de este descenso, junto a causas menores como factores meteorológicos, caza y predación.

En nuestro estudio no hemos encontrado diferencias significativas en la abundancia de conejos entre ambas parcelas puesto que el efecto del majano natural existente (fotografía superior, mancha de matorral mediterráneo), núcleo reproductor del que parten todos los conejos de la finca, actúa como centro desde el que desplazan los conejos. Dado que la finca presenta cubiertas vegetales vivas en todas las calles, la densidad observada disminuye conforme nos

alejamos del majano. Dado que la cubierta de *Diplotaxis virgata*, la más cercana al majano, sufrió tratamientos invernales con herbicida, podría haberse producido una diferencia significativa si las cubiertas vegetales vivas de la parcela demostrativa hubiesen germinado con normalidad. Pero dado que no se produjo tal germinación y fue necesaria una nueva siembra, la realidad es que las máximas densidades a finales de invierno y comienzos de la primavera se detectaron en las cubiertas de espontáneas. Tampoco ha podido ser probada la relación entre la composición de las cubiertas vegetales y la densidad poblacional de conejos.

En cuanto a la liebre, tanto los resultados de Malduenda como los de Zarracatín-1 no permiten realizar ninguna aseveración, con base científica, sobre la relación entre la densidad poblacional de este lagomorfo y la agricultura practicada en las parcelas demostrativas del proyecto "Humedales Sostenibles". Las observaciones son extremadamente fragmentarias, debido, sobre todo, a los hábitos de esta especie y al área de campeo, bastante mayor que la del conejo, con densidades calculadas de 0,13 individuos/ha.



En estas dos imágenes del transecto utilizado para contar lagomorfos podemos observar el curioso fenómeno de un mismo ecosistema en momentos opuestos del año (principio de invierno y final de primavera) que, prácticamente, son idénticas en cuanto a la estructura de la vegetación (© archivo del autor)



6. Implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental

Capítulo 6. Implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental según la norma UNE EN ISO 14001: 2004 y el Registro EMAS

El proyecto LIFE-Medio Ambiente *Gestión integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de Importancia Comunitaria*, "Humedales Sostenibles" (LIFE04 ENV/E/000269), liderado por ASAJA-Sevilla, tiene como objetivo demostrar que la implantación de sistemas antierosivos en los cultivos situados en las cuencas vertientes de los humedales sevillanos de importancia comunitaria es viable. Siendo éste su objetivo principal, el proyecto "Humedales Sostenibles" propuso, entre otros objetivos específicos, el análisis y la mejora del comportamiento de las explotaciones agrarias del ámbito de estudio ante la implantación del sistema de gestión medioambiental y ecoauditoría europeo (en adelante, EMAS). Dicho análisis ha sido realizado por la consultora NOVOTEC, especializada en certificaciones de calidad y medioambientales.

La implantación del sistema EMAS implica, que la explotación cumple con todos los requisitos legales relacionados con el medio ambiente. Por tanto, y dada la extraordinariamente profusa normativa relacionada con el medio ambiente, esta implantación supone, en la práctica, la comprobación de interminables listas de aspectos ambientales directos e indirectos y su relación con las tareas de gestión periódica de la explotación. Conseguir la certificación para quedar inscrito en el registro EMAS impone, pues, una elevada inversión económica, tanto en recursos materiales como humanos, difícil de justificar en las contabilidades clásicas, que no incluyen conceptos como "tranquilidad del propietario de la explotación", "contribución al desarrollo sostenible", "diversidad biológica" o una mayor eficiencia en la utilización de los costes de producción.

A fin de llevar a cabo esta acción y ante la imposibilidad organizativa que hubiera supuesto la extensión del sistema EMAS al conjunto de explotaciones participantes el proyecto, se optó por concentrar los esfuerzos en alguna de las explotaciones agrícolas más representativas.

La explotación agrícola seleccionada para hacer el estudio de viabilidad ha sido la finca Consuegra, situada en la carretera Écija-

La Lantejuela, km. 16 (T.M. Osuna, Sevilla). Esta explotación agraria se ubica en la cuenca vertiente del complejo endorreico de La Lantejuela y se dedica al cultivo de cereales, girasol y olivar. Su extensión es de, aproximadamente, 267 hectáreas, estando dedicada a olivar de la variedad arbequina poco más del 10 % de esta superficie. Este dato tiene importancia, como después veremos, puesto que sólo el olivar se encuentra en regadío, por lo que podríamos considerar que casi el 90 % de la finca Consuegra se dedica a la rotación cereales-girasol en secano.

El desarrollo documental y la implantación de EMAS en la finca Consuegra se ha desarrollado siguiendo las siguientes siete fases:

1. Evaluación medioambiental inicial que permite obtener un Diagnóstico Ambiental de la explotación.
2. Elaboración de la documentación del sistema que incluiría los Procedimientos, el Manual de gestión medioambiental y la documentación técnica (Instrucciones Técnicas del sistema). Toda esta documentación sirve de base para la elaboración del Manual de gestión medioambiental de la finca Consuegra y las Instrucciones Técnicas para la gestión de diversos aspectos ambientales (residuos urbanos, residuos peligrosos, situaciones de emergencia, emisiones,





ruidos, control de los consumos y manipulación / almacenamiento de productos peligrosos).

3. Apoyo a la implantación del Sistema de Gestión Medioambiental. Esta fase ha sido de importancia decisiva para el éxito de la implantación pues en ella radica la aceptación, por parte del propietario, de todas las modificaciones a incluir en su gestión habitual. En la práctica consiste en visitas de campo para analizar la documentación elaborada y supervisar el desarrollo de los proyectos parciales de implantación del Sistema. El hecho de que se hayan detectado no conformidades durante la auditoría interna no implica que se hayan producido errores durante esta fase, tal y como queda patente tras el análisis detenido de dichas no conformidades.

4. Formación. Esta fase se puede dividir en dos subfases claramente diferenciadas: la formación interna del personal encargado de implantar los procedimientos del Sistema de Gestión Ambiental y la formación general de los agricultores sobre los sistemas de

certificación medioambiental (y EMAS, en particular). La primera de las subfases mencionadas ha consistido, fundamentalmente, en una labor de formación práctica continuada sobre el funcionamiento de las herramientas de gestión del sistema, conforme se iba avanzando en la implantación del EMAS.

5. Elaboración de la Declaración Medioambiental. La adhesión al EMAS supone la elaboración de la Declaración Medioambiental cuya misión es facilitar a las partes interesadas externas información medioambiental sobre el impacto y el comportamiento medioambiental de las explotaciones agrícolas objetivo (en este caso, la finca Consuegra).

6. Auditoría Interna del Sistema de Gestión implantado. La auditoría tiene como finalidad comprobar el grado de implantación del sistema, reflejando las desviaciones que se detecten. El informe emanado de esta auditoría permitió comprobar que la implantación se había realizado con éxito.

7. Asesoría en el establecimiento del Plan de Acciones Correctoras. Para que la implantación sea un éxito y la explotación se encuentre preparada para afrontar una auditoría externa es necesario corregir las no conformidades detectadas. Por ello, se procedió a su análisis y propuesta de acciones correctoras que fueron consensuadas.

Antecedentes

La implantación de sistemas de gestión medioambiental en explotaciones agrícolas situadas en la cuenca vertiente de humedales endorreicos mediterráneos se presenta como un proceso novedoso y, por tanto, carente de antecedentes. Si bien es cierto que, desde que entró en vigor el Reglamento 761/2001 que desarrolla el Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Ambientales (EMAS), son diversas las explotaciones agrícolas que han conseguido la certificación, no lo es menos que se trata de grandes explotaciones cuyo producto final tiene alto valor añadido. En cambio, en la agricultura de secano, que constituye una altísima proporción del territorio calificado como de labor en la cuenca mediterránea, la escasa rentabilidad y valor añadido de sus producciones no ha favorecido la implantación de sistemas de gestión medioambientales.

Ya hemos visto en la introducción a este capítulo que estas microeconomías agrarias no pueden, en la mayor parte de los casos, hacer frente al gasto extra que supone el proceso de certificación. Cuando la explotación practica una agricultura poco rentable, como es el caso de los herbáceos en secano, difícilmente se puede aplicar el concepto de incremento en el valor añadido del producto puesto que la certificación EMAS no exige la práctica de agricultura integrada ni ecológica; tampoco exige que el control de plagas y enfermedades se realice por métodos distintos a los convencionales, ni que el abonado sea natural o químico de síntesis. Es por ello que no se tiene constancia de que alguna explotación agrícola no intensiva haya implantado el EMAS, teniendo la experiencia de la finca Consuegra un extraordinario valor por constituir un excelente banco de pruebas para examinar la aplicabilidad del actual Reglamento EMAS a las explotaciones agrícolas mediterráneas.

El proyecto LIFE-Medio Ambiente "Gestión Integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de Importancia Comunitaria -HUMEDALES SOSTENIBLES-", por su parte, constituye la continuación de un camino iniciado por ASAJA-Sevilla en 2001 con la ejecución del proyecto LIFE-Medio Ambiente "Diseño y aplicación de un modelo de gestión sostenible del suelo en cultivos arbóreos

en el entorno del Parque Nacional de Doñana -DOÑANA SOSTENIBLE-" (LIFE00 ENV/E/000547). Tanto el entorno del Parque Nacional de Doñana como los humedales endorreicos son los más importantes componentes del sistema de humedales existentes en la provincia de Sevilla. Los agricultores, conscientes del problema de colmatación y pérdida de diversidad biológica que estaban sufriendo estos humedales, decidieron tomar la iniciativa y proponer a las autoridades medioambientales comunitarias la realización de técnicas agrícolas tendentes a disminuir la erosión del suelo y, con ello, mejorar el estado de conservación de nuestros humedales.

Diagnóstico Ambiental

El Diagnóstico Ambiental abordó una descripción general de la explotación, la situación de las principales tareas de gestión e infraestructuras en relación a la norma aplicable y unas propuestas de mejora para su adecuación a la Norma UNE:EN ISO 14001:2004 y el Registro EMAS.

La propiedad de la finca fue informada del contenido de este documento, así como de las no conformidades que su explotación mantiene respecto de la Norma mencionada. En este sentido, se detectaron aspectos mejorables, siendo los más reseñables en las siguientes áreas:

- > Mejoras en los trámites administrativos relacionados con el uso de recursos naturales y la gestión de los residuos;
- > Mejoras en los procedimientos internos de gestión de residuos;
- > Mejoras en la gestión interna y uso de productos fitosanitarios;
- > Mejoras en la prevención de situaciones de emergencia.

Las propuestas de mejora para la correcta implantación del Sistema de Gestión Medioambiental van encaminadas a solucionar estas deficiencias. Dichas propuestas han sido comunicadas a la propiedad, habiendo sido abordadas para adecuar las tareas de gestión, infraestructuras y servicios a la legislación medioambiental vigente.

En cuanto a la adecuación de la explotación a los requisitos que impone la Norma UNE: EN ISO 14001:2004 y al Reglamento EMAS, se detectaron las siguientes necesidades:

- > Elaborar una Política Medioambiental firmada por la Dirección y a disposición del público.
- > Sistematizar el proceso de identificación, actualización y archivo



de los requisitos aplicables a todos los aspectos medioambientales generados en el desarrollo de su actividad.

- > Establecimiento de objetivos y metas medioambientales.
- > No están definidas las responsabilidades medioambientales.
- > No se dispone de procedimientos relativos a la formación y sensibilización del personal en aspectos medioambientales.
- > No está establecido un procedimiento sistemático de respuesta de comunicaciones medioambientales externas que sean de relevancia.
- > Identificar todas y cada una de las actividades sobre las que se debe llevar un control medioambiental.
- > Elaborar un sistema documental concreto de seguridad e higiene en el trabajo.
- > Elaborar un Plan de Emergencia.
- > Establecer procedimientos de medición y seguimiento de aquellos parámetros ambientales que requieran un control.
- > Procedimiento para tratar las no conformidades, acciones preventivas y correctoras.
- > No se ha establecido un procedimiento para identificar, conservar y eliminar los procedimientos ambientales.
- > Desarrollar un procedimiento de realización de auditorías.
- > Revisión periódica por la alta Dirección de la explotación del Sistema de Gestión Medio ambiental.

- > Elaborar un Declaración Medioambiental pública de acuerdo a los requisitos impuestos por el Reglamento EMAS.

Aunque puedan parecer muchas no conformidades y requerimientos de mejora, lo cierto es que esta es la situación en que se encuentran la mayor parte de las explotaciones de secano mediterráneas. Teniendo en cuenta estos hechos y la inexistencia de ayudas para abordar el proceso de mejora, lo habitual es que una explotación que haya llegado hasta esta fase decida no proseguir con la certificación.

Documentación del Sistema

La documentación incluye Manual, Procedimientos, e Instrucciones Técnicas. En cuanto a la documentación de carácter estratégico, se incluye la elaboración del "Manual de Gestión Medioambiental en la finca Consuegra según Reglamento EMAS". Dicho Manual fue dotado de un proceso de retroalimentación con los resultados de la implantación de la técnica. El Manual recoge todos los procedimientos para abordar las mejoras y propuesta de solución a las no conformidades detectadas en Diagnóstico Ambiental (apartado anterior), haciendo viable la correcta implantación del Sistema de Gestión Medioambiental de acuerdo con la Norma de referencia.

En cuanto a la documentación de carácter operativo, han sido elaborados tanto los Procedimientos del Sistema como las Instrucciones Técnicas de Gestión Medioambiental. Los Procedimientos del Sistema son documentos que describen cómo deben realizarse las actividades y funciones previstas en el Manual de Gestión Medioambiental. Estos procedimientos operativos se han elaborado en base a la Norma de referencia y han sido convenientemente complementados tanto con la información aportada por la propiedad como por la de los técnicos de campo de ASAJA. Los Procedimientos del Sistema, dado el pequeño tamaño de la explotación y la escasa entidad de sus no conformidades, se encuentran incluidos en el Manual de Gestión Medioambiental. Las Instrucciones Técnicas de Gestión Medioambiental (en adelante, ITs) describen las actuaciones para el control operacional del Sistema, así como aquéllas vinculadas al seguimiento y medición de los aspectos medioambientales generados. Las ITs están estructuradas en siete apartados que serían los siguientes:

- > ITs para la gestión de los residuos urbanos y residuos de envases no peligrosos.

- > ITs para la gestión de los residuos peligrosos.
- > ITs de actuación ante emergencias medioambientales.
- > ITs para el control de las emisiones atmosféricas.
- > ITs para el control de las emisiones de ruido al exterior.
- > ITs para el control de los consumos.
- > ITs para la manipulación y almacenamiento de productos peligrosos.

Implantación de la Técnica

Antes de proceder a la auditoría interna, se verificó que el Sistema de Gestión Ambiental se había implantado de acuerdo a lo contenido en el Manual de Gestión Medioambiental. Para verificar el comportamiento del Sistema era absolutamente necesario haber implantado todos los procedimientos identificados en el Manual de Gestión Medioambiental, así como las ITs y las actividades de formación relacionadas exclusivamente con la implantación del Sistema de Gestión Medioambiental, de manera que pudiesen ser detectadas, por parte del auditor, el máximo número de disconformidades posibles. De esta manera, el SGA superaría cualquier proceso de certificación ambiental, por estricta que fuese tanto la norma como el auditor.

Formación

Como parte de las actividades de implantación del Sistema de Gestión Ambiental realizadas en Finca Consuegra se incluyen las referidas a la formación y sensibilización ambiental de los trabajadores. Estas actividades se dirigen a dar cumplimiento al requisito correspondiente a la cualificación del personal cuyo trabajo puede influir en los aspectos ambientales de la empresa. De esta manera, el sistema asegura que estos trabajadores disponen del conocimiento necesario para desarrollar las actividades de forma controlada desde el punto de vista ambiental. Además del requisito legal, con las actividades formativas se pretendía, por una parte, asegurar que la comprensión y aplicación de los Procedimientos Operativos fuese adecuada y, por otra, asegurar una mayor participación e involucración de la empresa en cuestiones de gestión medioambiental. Las actividades formativas realizadas en la finca Consuegra, dirigidas tanto al personal de la explotación como a los técnicos responsables, se dividen en dos:

- > Sensibilización Ambiental dirigida al personal de la finca. Esta actividad consistió en la exposición de las diferentes implicaciones

que, para el trabajo diario, tenía la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental.

- > Formación respecto de la operativa del Sistema y conocimiento de la norma UNE-EN ISO 14.001:2004 y Reglamento EMAS. Esta acción formativa estaba dirigida al Gerente de la finca Consuegra, principalmente, ya que es la persona con la responsabilidad final del mantenimiento del Sistema de Gestión implantado.

Hay que añadir, dentro del apartado de formación, la información y explicaciones impartidas al responsable del Sistema de Gestión durante todas las visitas realizadas para la evaluación ambiental inicial, la elaboración de la documentación y la implantación del Sistema.

Por otra parte y como complemento a la implantación del Sistema de Gestión Ambiental, se celebró un Curso de Formación, dirigido a empresarios y responsables de producción de explotaciones agrícolas. La finalidad principal de este Curso consistió en facilitar la implantación del Sistema de Gestión Ambiental según el Reglamento EMAS o la Norma UNE-EN-ISO 14001 en aquellas empresas agrícolas interesadas. Además, participaron empresarios agrícolas y técnicos de explotaciones que, no habiendo comenzado la implantación de uno de estos Sistemas, tenían previsto bien realizarla a corto plazo bien evaluar la conveniencia de esta herramienta de gestión en su empresa.

Declaración Medioambiental

La Declaración Medioambiental es un documento que facilita a las partes interesadas externas información medioambiental sobre el impacto y el comportamiento medioambiental de la explotación agrícola objeto de certificación, debiendo estar a disposición del público y de cualquier otra parte interesada. La Declaración Medioambiental debe ser actualizada anualmente y ser validada por un verificador medioambiental caso de que se produzcan cambios en su contenido. Técnicamente, se trataría de un documento que trata de informar de todos los parámetros ambientales registrados, así como de la repercusión ambiental de las actividades realizadas en la finca Consuegra desde la implantación del Sistema, a mediados del 2006.

En la Declaración Medioambiental de la finca Consuegra se recoge que el objetivo principal de la finca es *“realizar sus actividades con los mayores niveles de respeto por el medio ambiente, de modo que*

DECLARACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE FINCA CONSUEGRA



Declaración Medioambiental según Reglamento EMAS realizado en el marco del proyecto "Gestión integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de importancia comunitaria (LIFE04 ENV/E/269)"

MANUAL DE IMPLANTACIÓN DEL REGLAMENTO EMAS EN EL SECTOR AGRARIO



Manual realizado en el marco del proyecto "Gestión integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de importancia comunitaria (LIFE04 ENV/E/269)"



se desarrollen permitiendo no sólo cumplir con los requisitos legales y los compromisos adquiridos con las partes interesadas de una forma rigurosa sino también llevar a cabo una correcta gestión ambiental en una dinámica de mejora continua". Para ello, la gerencia de la finca Consuegra ha establecido, y así viene recogido en la Declaración, un Plan de Acción de 10 puntos que constituyen los principios directores para la implantación del Sistema de Gestión Ambiental. Este Plan se basa en el compromiso de la empresa por una prevención de los efectos ambientales perjudiciales, una mejora continua, la formación y la sensibilización medioambiental de los trabajadores.

Auditoría Interna del Sistema de Gestión

La auditoría interna del Sistema de Gestión tiene como finalidad comprobar el grado de implantación de éste, reflejando las desviaciones que se detecten y proponiendo las medidas correctoras que se consideren convenientes para cumplir con los requisitos establecidos en el Sistema de Gestión.

La auditoría interna de la finca Consuegra fue realizada el 27 de noviembre de 2006 por una auditora que no había participado en las fases anteriores, de manera que se aseguraba la objetividad e

independencia necesaria de dicha verificación. Se utilizó una metodología y criterios similares a los de las entidades de certificación, con el fin de poder subsanar las desviaciones existentes antes de una eventual certificación definitiva, caso de que así lo considerase la propiedad. Se detectaron varias no conformidades relacionadas con aspectos de normalización jurídica cuya resolución, en términos temporales, hubiera excedido al cronograma del proyecto "Humedales Sostenibles".

No obstante, se realizó con éxito la experiencia de implantación real de un Sistema de Gestión Medioambiental según la norma ISO 14001:2004 y el Reglamento EMAS.

Manual de Implantación del Reglamento EMAS en el sector agrario

Ya ha sido comentada la necesidad de que la Administración Ambiental apoye decididamente la adopción de Sistemas de Gestión Medioambiental en las explotaciones agrarias mediterráneas, incrementando los recursos que destina a ello tanto en la cuantía de las subvenciones como en los programas de formación y sensibilización del sector. De esta manera, se proporciona al agricultor

una herramienta de gestión que facilita el cumplimiento de los requisitos de Condicionalidad que la CE impone a la concesión de ayudas a la Agricultura, además de proporcionarle una evaluación sistemática, objetiva y periódica del funcionamiento de su explotación.

Anticipándonos en el objetivo de conseguir ese cumplimiento y avanzar por el camino de una agricultura cada vez más sostenible, ASAJA-Sevilla, en el marco del proyecto "Humedales Sostenibles", decidió abordar la redacción de un Manual que aclarase las dudas que se les pudieran presentar a los agricultores a la hora de abordar la implantación real de un Sistema de Gestión Medioambiental. En conjunto, se ha realizado un documento de fácil lectura, debido al público al que va destinado, aunque no se ha descuidado ni el nivel técnico ni la generosidad de contenidos. Consideramos este Manual como una excelente herramienta para afrontar nuevos retos en la gestión ambiental de las explotaciones agrícolas mediterráneas.





7. Divulgación y transferencia de tecnología en el marco del proyecto Humedales Sostenibles

Capítulo 7. Divulgación y transferencia de tecnología en el marco del proyecto Humedales Sostenibles

El papel de la difusión en el programa LIFE

El medio ambiente, como elemento horizontal de la política de la Unión Europea, está presente en la mayoría de los instrumentos financieros comunitarios. Sin embargo, el Instrumento Financiero para el Medio Ambiente (LIFE) ha venido siendo el único instrumento financiero comunitario destinado a apoyar, de forma específica, la política y legislación de la Unión Europea en materia de Medio Ambiente.

Desde 1992, LIFE viene prestando su apoyo de manera concreta y específica a la aplicación de la política ambiental comunitaria. Primordialmente esta labor se lleva a cabo mediante la financiación de acciones que por su carácter de innovación y demostración, se conviertan en propuestas piloto que, una vez desarrolladas, sean puestas al servicio de los ciudadanos de la Unión Europea como modelos prácticos de más largo alcance. En otras palabras, el programa LIFE Medio Ambiente, ha servido de catalizador de acciones y sinergias de largo alcance para la conservación y mejora del medio ambiente de los europeos.



La demostración, pilar fundamental de LIFE

El proyecto Humedales Sostenibles, iniciado en 2004, coincide con la tercera etapa del programa (LIFE III), que se ha vinculado estrechamente al VI Programa de Acción en Medio Ambiente (2001-2010) adoptado por la Comisión Europea en el año 2000.

Dentro del instrumento LIFE III, LIFE Medio Ambiente financia acciones experimentales y de demostración de carácter innovador. En ese sentido, los proyectos tienen como objetivo poner a prueba soluciones novedosas para resolver problemas ambientales concretos. La transparencia, unida a la solidez técnica y financiera de los beneficiarios, debe ir unida a actividades de divulgación y difusión de los resultados prácticos y científicos obtenidos por cada proyecto.

Es por ello por lo que el mencionado programa comunitario da especial importancia a todas las acciones de divulgación encaminadas a la promoción y difusión de las acciones innovadoras en las que se basan los proyectos.

2007-2013: LIFE+

En la primavera de 2007 se publicó el Reglamento (CE) N° 614/2007 del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 mayo de 2007, relativo al instrumento financiero para el medio ambiente (LIFE+), que sucede al Programa LIFE como principal instrumento para la financiación de acciones en el ámbito del medio ambiente de la Unión Europea. El objetivo general de LIFE+, en vigor hasta 31 de diciembre de 2013, es contribuir a la aplicación, actualización y desarrollo de la política y la legislación comunitarias en materia de medio ambiente, incluida la integración del medio ambiente en otras políticas, con lo cual contribuirá al desarrollo sostenible.

En particular, LIFE+ respalda la aplicación del 6º Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, incluidas las estrategias temáticas

y financia medidas y proyectos con valor añadido europeo en los Estados miembros.

Plan de difusión del proyecto

Con el objetivo de dar cumplimiento al mandato de difusión exigido por el programa Life, ASAJA-Sevilla viene haciendo grandes esfuerzos por llevar a buen término este objetivo en sus proyectos en materia de medio ambiente, como quedó de manifiesto con la ejecución entre los años 2001 y 2004 del proyecto LIFE Doñana Sostenible (LIFE00 ENV/E/547).

Idéntico espíritu ha presidido la realización del proyecto Humedales Sostenibles, no sólo por tratarse de unas premisas elementales del programa LIFE, sino también desde el convencimiento de que esta manera se multiplican los beneficios agronómicos y medioambientales para todos los agricultores y el conjunto de la sociedad.

El proyecto Humedales Sostenibles, en tanto que proyecto de demostración, ha puesto especial empeño en la difusión y divulgación de la técnica y de los trabajos llevados a cabo. Para ello, al comienzo del proyecto se diseñó un plan de divulgación del proyecto que permitiera cumplir con los siguientes objetivos específicos:

> Dar a conocer los pormenores de la ejecución del proyecto tanto dentro de su área de actuación como fuera de ella, a fin de lograr un efecto imitación o multiplicador de los objetivos generales del proyecto;



LIFE +: Criterios de elegibilidad

> Los proyectos financiados con cargo a LIFE+ deben cumplir los siguientes criterios:

- revestir interés comunitario por su contribución significativa a la consecución del objetivo general de LIFE+;
- ser técnica y financieramente coherentes, viables y rentables.

En la medida de lo posible, los proyectos financiados por LIFE+ deben fomentar sinergias entre las distintas prioridades del 6º PMA, así como la integración.

> Además, para garantizar el valor añadido europeo y evitar que se financien actividades repetidas, los proyectos deben cumplir al menos uno de los siguientes criterios:

- ser proyectos de mejores prácticas o proyectos de demostración para la ejecución de las Directivas de Aves y Hábitats;
- ser proyectos innovadores o proyectos de demostración relativos a objetivos medioambientales comunitarios, incluidos el desarrollo o la difusión de técnicas, conocimientos prácticos o tecnologías de mejores prácticas;
- ser campañas de sensibilización y formación especial de los agentes encargados de la prevención de incendios forestales;
- ser proyectos para el desarrollo y la ejecución de objetivos comunitarios relativos al seguimiento de los bosques y de las interacciones medioambientales sobre una amplia base, armonizados, globales y a largo plazo.



Parcela demostrativa en la cuenca de la Laguna de Arjona (Utrera)

- > Facilitar a los agricultores del área de ejecución del proyecto y de otras comarcas una información y aprendizaje acerca de las técnicas de agricultura de conservación propuestas y sus beneficios agronómicos y ambientales, que contribuya a mejorar la eficiencia en la gestión de los recursos agrícolas y a incidir positivamente en la conservación de las zonas húmedas;
- > Difusión entre los agricultores de los valores de la Red Natura 2000 y del papel de la actividad agraria como conservadora de estos espacios, a fin de mejorar la comprensión y la importancia de actividad agrícola en la conservación de los espacios incluidos en la Red;
- > Fomento del intercambio de experiencias entre agricultores mediante el uso de tecnología de la información, de canales de comunicación convencionales y mediante la celebración de actos divulgativos;
- > Transparencia en la información y posibilidad de hacer accesible el proyecto a cualquier agricultor o persona interesada.

Actividades de divulgación

Jornadas, seminarios, ferias de muestras, cursos y una presencia activa en foros agrícolas y medioambientales nacionales, han contribuido a que miles de agricultores y ciudadanos hayan podido conocer el proyecto Humedales Sostenibles.

Entre los principales actos divulgativos directamente organizados por el proyecto hay que destacar la presentación institucional del mismo a los medios de comunicación que se celebró el 2 de febrero de 2005 con motivo del Día Internacional de los Humedales y que sirvió para anunciar los trabajos y objetivos previstos a lo largo del proyecto. A este acto, con gran repercusión en la prensa escrita y audiovisual, asistieron representantes de todos los socios y entidades participantes, así como responsables municipales del área de actuación del proyecto.

Pero hay que hacer especial mención al esfuerzo realizado por ASAJA-Sevilla por llevar el proyecto al mundo rural, auténtico protagonista del mismo. Tanto es así, que puede decirse que la práctica totalidad de las áreas de actuación del proyecto han acogido alguno de los actos divulgativos previstos en inicialmente en el plan de divulgación.

En esta labor, ha resultado indispensable la colaboración con los ayuntamientos. Fruto de la colaboración solicitada a los Ayuntamientos implicados en el proyecto, se organizaron *Jornadas Locales sobre Agricultura Sostenible en el entorno de Humedales*, celebrándose en Martín de la Jara y Utrera en abril de 2005 con presencia de agricultores, técnicos y responsables agrícolas y medioambientales de cada comarca.

Asimismo, el proyecto organizó en Osuna en mayo de 2005 las Jornadas sobre Agricultura en el entorno de la Red Natura 2000.



Presentación del proyecto con ocasión del Día Mundial de los Humedales. 2 de febrero de 2005



Jornada sobre Agricultura en el entorno de Humedales de la Red Natura 2000. Osuna, mayo de 2005.

Acciones comunes a toda la duración del proyecto

Materiales divulgativos; Creación de una sección específica del proyecto en la revista de ASAJA-Sevilla; WEB del proyecto y enlaces a ella en otras páginas; Creación de un logotipo del proyecto; señalización áreas de actuación; inclusión de reportajes, entrevistas y artículos sobre el proyecto tanto en los principales programas de radio y televisión del sector, como en prensa escrita de alcance local, regional y nacional; Elaboración de un Vídeo documental del proyecto; Elaboración de un manual práctico de agricultura de conservación en humedales; Participación de miembros del proyecto en actos divulgativos de otros organismos y entidades; participación en Ferias; Participación en la red de entidades nacionales integrantes de ECAF para asegurar una difusión de los resultados del proyecto en todo el territorio de la UE; Participación en Green Week y presentaciones en foros europeos e internacionales.

Acciones específicas

2004-2005	2005-2006	2006-2007
Encuentros con agricultores y ayuntamientos del área del proyecto y jornadas informativas locales	Jornadas de carácter supralocal; seminarios agricultura de Conservación	Congreso Europeo sobre Agricultura y Medio Ambiente

Este encuentro, que concitó gran interés, contó junto con la participación de los miembros del equipo del proyecto, con la colaboración de otros técnicos y responsables de otros proyectos LIFE desarrollados en Andalucía. En concreto, sirvió para dar a conocer también la experiencia de los proyectos LIFE sobre Restauración de la cuenca del río Corbones y LIFE Naturaleza sobre Conservación y restauración de Humedales andaluces.

La segunda jornada de carácter supralocal prevista en el plan de divulgación se celebró en mayo de 2006 en Las Cabezas de San

Juan (Sevilla), bajo el título Jornadas sobre Agricultura en el entorno de Humedales Andaluces. En el acto participaron responsables regionales de la Consejería de Agricultura y de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Igualmente, el equipo del proyecto organizó en septiembre de 2006 unas jornadas sobre la *Agricultura de Conservación como modelo de producción sostenible para la campiña sevillana*, en el marco de la Feria Agrícola y Ganadera de Carmona (AGROPORC).



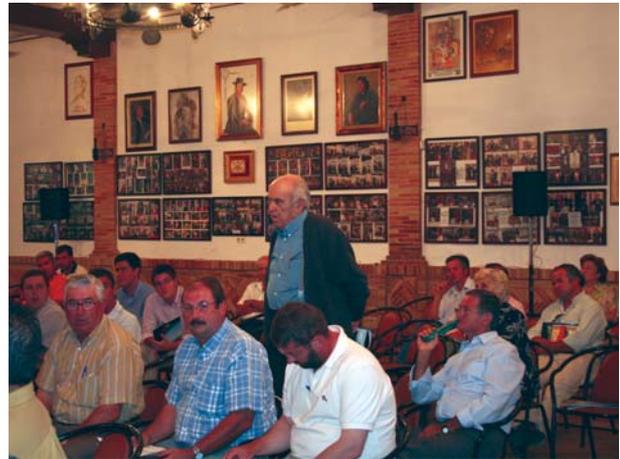
Jornada celebrada en Las Cabezas de San Juan.



Jornada sobre Agricultura de Conservación. Carmona, septiembre de 2006.



Jornada de campo y visita a la parcela demostrativa en la cuenca de la Hoya de la Ballestera (Osuna)



Intervención de los asistentes en la jornada celebrada en AGROPORC 2006



Visita a la parcela demostrativa sita en la finca Malduenda (Lebrija)



Acto de inauguración de la jornada sobre Agricultura de Conservación en el Bajo Guadalquivir. Lebrija, mayo de 2007

En el transcurso de estas jornadas, que contaron con más un centenar de agricultores, técnicos y responsables de administraciones y entidades públicas y privadas del sector agrario, se celebró una mesa redonda bajo la denominación de Siembra directa en cereal: aspectos agronómicos, económicos y medioambientales, experiencias en el marco del proyecto LIFE Humedales Sostenibles. Además de abordarse las particularidades técnicas de la Agricultura de Conservación, se pusieron de manifiesto las similitudes existentes con las áreas de ejecución del proyecto en la campiña de Osuna, de Lebrija y de Utrera y cómo las técnicas aplicadas allí son perfectamente trasladables a la campiña carmonense.

Por su parte, en noviembre de 2006, las actuaciones en Osuna del Proyecto Humedales Sostenibles acogieron una demostración de siembra directa con ocasión de la Jornada Andaluza sobre Agricultura de Conservación que organizó la Asociación Española de Agricultura de Conservación en estrecha colaboración con el equipo del proyecto Humedales Sostenibles de ASAJA-Sevilla y con el apoyo institucional del Excmo. Ayuntamiento de Osuna.

La visita de campo se llevó a cabo en las parcelas demostrativas que el proyecto ha implantado en el entorno de la Laguna de la Ballestera en Osuna.

La actividad divulgativa del proyecto en la comarca del Bajo Guadalquivir se complementó en Lebrija con la celebración unas Jornadas técnicas y de campo sobre Agricultura de Conservación. Este evento, que sirvió para dar a conocer los avances en los trabajos llevados a cabo en el entorno de los humedales de Lebrija y Las Cabezas, sirvió también para destacar la necesidad de privilegiar a los agricultores que desarrollan su actividad en el entorno de espacios protegidos.

Asimismo, durante la jornada de campo, se pudieron visitar las actuaciones que se han desarrollado en la parcela demostrativa que el proyecto Humedales Sostenibles ha implantado en la Finca Malduenda, donde se pudo comprobar el sistema de cubiertas vegetales en olivar, así como las tareas de seguimiento de los parámetros de humedad, pérdida de suelo y calidad del agua.

Congreso Europeo sobre Agricultura y Medio Ambiente, la apuesta por una alianza natural

Por último, y como colofón del proyecto, ASAJA-Sevilla ha organizado

en septiembre de 2007 un Congreso Europeo sobre Agricultura y Medio Ambiente cuyo eje fundamental ha sido la Sostenibilidad de la Agricultura europea. Bajo el lema La apuesta por una alianza natural, este Congreso ha intentado dar respuesta y aportar soluciones a los principales retos medioambientales a los que ha de hacer frente la agricultura europea en el futuro más inmediato, al tiempo que dar a conocer los resultados del proyecto.

Participación en Jornadas, Seminarios, Congresos y Ferias

El proyecto ha estado también presente en numerosos foros agrícolas y medioambientales, a fin de fomentar su efecto multiplicador.

Sin que sea el objeto de estas páginas enumerar de manera exhaustiva el elenco de encuentros en los que han participado los miembros del equipo del proyecto, sí pueden citarse los más relevantes y representativos.

Entre los más destacables por su repercusión en el ámbito científico-técnico, puede citarse el Congreso Internacional de Agricultura de Conservación celebrado en la ciudad de Córdoba en noviembre de 2005 y en el proyecto participó mediante varias comunicaciones escritas y orales.

Junto a este encuentro, el proyecto se presentó en la 8ª edición del Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA-8) que se celebró en Madrid del 27 de noviembre al 1 de diciembre de 2006. ASAJA-Sevilla participó muy activamente en este evento, en el que contó con un stand propio para presentar los trabajos que se están desarrollando en el marco del proyecto Humedales Sostenibles.

El Congreso Nacional de Medio Ambiente, entre cuyos fines se encuentra la promoción del desarrollo sostenible y del debate crítico en torno a las grandes inquietudes medioambientales y el fomento del contacto entre los profesionales y la sociedad, concitó a miles de profesionales del sector medioambiental español.

Junto a eventos de dimensión nacional e internacional, el proyecto también ha sido presentado en numerosas ferias agrícolas de la provincia de Sevilla. Esta actividad ha tenido una gran efectividad y ha posibilitado que miles de agricultores y ciudadanos en general,



Stand del proyecto en el Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid, diciembre de 2006.



Feria Agrícola y Ganadera de Los Palacios



Agrovega 2005 (Lora del Río)



Feria de muestras de Aznalcázar



Expougía 2007 (Las Cabezas de San Juan)



Visita de representantes de WWF/Adena a las actuaciones del proyecto

especialmente de las zonas rurales, accedieran a tener un conocimiento del proyecto y de sus objetivos.

Prácticamente, todas las comarcas agrícolas de Sevilla han contado con la participación del equipo del proyecto en las principales ferias agrícolas que se celebran en la provincia. La Feria Agrícola de Osuna, la Feria de Muestras de Lebrija, la XII Feria Agro-Ganadera de Los Palacios y Villafranca, EXPOUGÍA (Las Cabezas de San Juan), AGROPORC (Carmona), la Feria de Muestras de Aznalcázar o AGROVEGA (Lora del Río), son buena prueba de ello.

Redes de trabajo e intercambio de experiencias

El equipo técnico ha participado regularmente en acciones que han permitido dar a conocer los trabajos realizados en el marco del proyecto, así como el aprendizaje de otras experiencias relacionadas. Por su significación, pueden señalarse dentro de este grupo de acciones las siguientes:

- > La participación regular en las reuniones del Comité Andaluz de Humedales (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía), donde se ha dado puntual información de la marcha del proyecto, así como de las principales acciones que se llevan a cabo;
- > La III Reunión Internacional sobre experiencias en restauración hidrológica de humedales;
- > La visita a ASAJA-Sevilla de 100 agricultores de Navarra en febrero de 2005 a los que se explicó el contenido del proyecto, así como otras iniciativas medioambientales, y con los que se realizó una visita de campo;



Visita con responsables de la Consejería de Medio Ambiente a las actuaciones del proyecto

- > La presentación y posterior visita de campo realizada a unos 30 miembros del personal técnico y directivos de la empresa Syngenta en abril de 2005;
- > La visita a ASAJA-Sevilla de otros 100 agricultores de la Comunidad Autónoma de Valencia en mayo de 2005 a los que se explicó el contenido del proyecto, así como otras iniciativas medioambientales, y con los que se realizó una visita de campo;
- > La participación en los Días LIFE celebrados 2004 y 2005 en Portugal y Francia, respectivamente;
- > La presentación del proyecto en el Grupo de Trabajo de Agricultura, Medio Ambiente y Fondos comunitarios de la Red de Autoridades Ambientales.

Igualmente, ASAJA-Sevilla ha fomentado el conocimiento de las actuaciones del proyecto por parte de representantes de administraciones y entidades implicadas en una gestión agrícola sostenible y en la conservación del medio ambiente.

Para ello, se han realizado numerosas visitas que han facilitado el intercambio de experiencias, así como una aproximación más directa al contenido y a los objetivos del proyecto.

Experiencia extrapolable al conjunto de la Unión Europea

Resulta evidente que un proyecto financiado por el programa LIFE debe revestir de un modo u otro interés europeo. En el caso, del proyecto Humedales Sostenibles, este interés está tanto en el hecho de se proponen soluciones a uno de los principales problemas medioambientales de la cuenca mediterránea, la erosión, al tiempo que se busca la conservación de espacios incluidos en la red de espacios protegidos de la Unión Europea, la Red Natura 2000.

Hay que destacar, por tanto, la actividad de difusión realizada en el ámbito internacional, en la medida que gracias a ella ha sido posible un conocimiento del proyecto más allá de nuestras fronteras, a través de la participación de representantes del proyecto en eventos y foros que han servido para llevar a la práctica la capacidad de transferencia a escala europea del trabajo llevado a cabo desde Andalucía.

En primer lugar, y por su importancia en cuanto número de participantes se refiere, es reseñable la presentación del proyecto realizada en la Semana del Medio Ambiente (Green Week) que



Green Week, 2006. Bruselas.



Seminario en el Comité de las Regiones de la Unión Europea



Soledad Blanco, Directora de Asuntos Internacionales y LIFE de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea durante su visita al stand del proyecto en la Green Week



Sesión del Grupo Consultivo de Desarrollo Rural de la Unión Europea



Aceite de producción integrada distribuido a los asistentes a la Green Week



Presentación del proyecto Humedales Sostenibles durante la Asamblea General de ECAF

organiza anualmente la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea con objeto de abordar en profundidad los principales aspectos de la política medioambiental europea.

La edición de la Green Week de 2006, que se celebró en Bruselas del 30 de mayo al 2 de junio, tuvo como eje temático principal la Biodiversidad, prestando especial interés a la gestión de los recursos naturales agrícolas. Fue por este motivo por el que la Comisión Europea volvió a invitar a ASAJA-Sevilla, en tanto que organización agraria beneficiaria en dos ocasiones de proyectos LIFE.

ASAJA-Sevilla estuvo representada en el evento con un stand, que sirvió para presentar las iniciativas medioambientales que desarrollamos desde nuestra organización y, particularmente, los trabajos que se llevan a cabo en el marco del proyecto Humedales Sostenibles.

A lo largo del encuentro europeo, ASAJA-Sevilla pudo trasladar a los miles de visitantes de toda Europa una visión de la Agricultura sevillana, que no sólo produce con una excelente calidad sino que también lo hace de manera respetuosa con el medio ambiente.

Claro exponente de esta producción sostenible y de calidad en Andalucía es precisamente el aceite de Sevilla, que con la colaboración del Consejero Regulador de la Denominación de Origen Estepa y de la Sociedad Agraria de Transformación "Santa Teresa" de Osuna, ASAJA-Sevilla dio a conocer a todos los visitantes de la muestra, como ejemplo de los esfuerzos que vienen desarrollando nuestros agricultores por producir productos saludables, rentables y respetuosos con el Medio Ambiente y, en definitiva, por llevar a la práctica una auténtica Agricultura Sostenible.

Otro foro privilegiado en el ámbito europeo en el que estuvo representado el proyecto, lo supuso la presentación realizada ante el Grupo Consultivo de Desarrollo Rural de la Unión Europea, en el que están integrados todos los actores sociales y económicos del mundo rural europeo. ASAJA-Sevilla fue invitada a exponer durante la reunión del citado Grupo la labor que realizan los agricultores en el mantenimiento y conservación de la Red Natura 2000, tomando como punto de partida la experiencia cosechada en los últimos años con la ejecución de sus principales iniciativas medioambientales y del proyecto Humedales Sostenibles.

ASAJA-Sevilla llevó al Grupo Consultivo su experiencia en la gestión de proyectos LIFE desarrollados en espacios de la Red Natura 2000, que han servido para constatar la alta relación coste-beneficio y la positiva incidencia sobre la conservación de las prácticas de agricultura sostenible llevadas a cabo por los productores.

A la vista de dicha experiencia, ASAJA-Sevilla abogó por la necesidad de potenciar los programas agroambientales en el marco del desarrollo rural, en tanto que instrumento fundamental para asegurar un futuro de sostenibilidad a largo plazo para los agricultores y el medio ambiente europeos

Asimismo, el proyecto Humedales Sostenibles ha estado también presente en distintas reuniones y seminarios internacionales, lo que ha venido a confirmar el importante papel del proyecto, como modelo exportable a situaciones análogas de la Unión Europea, en las que se hace necesaria una mayor integración del Medio Ambiente en la Agricultura.

Ejemplo de este tipo de encuentros fue el seminario celebrado en el Comité de las Regiones de la Unión Europea por la Fundación Comunidad Valenciana Región Europea en mayo de 2007 con ocasión de la presentación del proyecto LIFE EcoRice. ASAJA-Sevilla Sevilla fue invitada a participar en esta reunión, con la finalidad de presentar el proyecto Humedales Sostenibles como ejemplo de iniciativa desarrollada en el entorno de espacios naturales y que persigue la reducción del impacto medioambiental de la actividad agrícola, al mismo tiempo que una gestión más eficiente de los recursos naturales que permita aunar beneficios medioambientales y agronómicos.

Junto a estas reuniones auspiciadas por la Unión Europea, el proyecto también ha participado en encuentros de asociaciones y redes de trabajo europeas. Son dignas de subrayar en este apartado, la presentación realizada en la Asamblea General anual de la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAAF), en 2006. Con motivo de tal ocasión, la directiva de la citada organización de ámbito europeo, que aglutina a quince asociaciones nacionales de Agricultura Sostenible, invitó a ASAJA-Sevilla a participar en el evento, para dar a conocer a los asistentes al encuentro los trabajos desarrollados en el marco del proyecto a favor del fomento y la promoción de la Agricultura de Conservación.

Finalmente, los responsables del proyecto también fueron invitados a participar en la reunión anual de la Iniciativa Europea para el Desarrollo Sostenible en la Agricultura (EISA), que en su afán por promover la Producción Integrada a nivel comunitario, reunió a representantes de Administraciones nacionales europeas, así como de organizaciones para la promoción de una Agricultura Sostenible.

Campaña de comunicación

De forma paralela a las acciones divulgativas, los responsables del proyecto han estado presentes, mediante artículos, reportajes y entrevistas, en numerosos medios de comunicación, gracias a los cuales la actualidad del proyecto ha aparecido en múltiples informaciones, noticias y entrevistas publicadas en medios de comunicación escrita y audiovisual de carácter nacional, regional y local.

Como resumen de este trabajo puede observarse el cuadro de esta página.

ASAJA-Sevilla ha mantenido, igualmente, un canal de comunicación abierto con carácter permanente a través de su revista mensual y de la página web del proyecto, que ha permitido dar información continua y periódica de toda la actualidad del proyecto, así como fomentar la participación de todos los interesados.

De este modo, desde que el proyecto comenzó su ejecución en octubre de 2004, se ha creado en la revista mensual de ASAJA-Sevilla, Tierra y Vida, una sección específica en la que, en aras a la transparencia en la información, así como a una difusión lo más amplia posible, se ha ofrecido toda la actualidad acerca de las principales actividades realizadas en el marco del proyecto. Tierra y Vida, con una tirada mensual de 10.000 ejemplares, llega a miles de agricultores y a múltiples organismos públicos y privados de Andalucía, España y Europa.

En cumplimiento de las Disposiciones de LIFE, ASAJA-Sevilla ha puesto en marcha una página web específica desde la que se ha proporcionado toda la información disponible en relación a las tareas

Prensa escrita	Televisión	Radio	Formato electrónico
ABC	Canal Sur	Cadena SER	Europa Press
El Correo de Andalucía	(Tierra y Mar)	Canal Sur	EFE
Diario de Sevilla	Televisión Española (TVE)	Punto Radio	Agrodigital
EL País	Antena 3	COPE	Agroterra
El Mundo	Telecinco	Onda Cero	Portal Besana
Utrera Ya	ELIO TV	Onda San Pablo	ASAJANET
La Voz de Utrera	TV OSUNA	Radio El Viso	Web Ayto. Osuna
Lebrija Información	TV Las Cabezas		Utrera Digital
El Cabezeño			ABC.es
Qué Sevilla			Finanzas.com
Huelva Información			Andalucía 24 horas
Vida Rural			Diariodigitalagrario.net
Europa Agraria			Fundación CONAMA
Valencia Frutis			DG ENV
Revista Agricultura			(Comisión Europea)
Utrera Información			Portal Naider
			Boletín RENPA
			(Junta de Andalucía)
			Red UTEDLT

desarrolladas en el proyecto (noticias, documentos, informes, cartografía, etc).

La web, www.humedales.org, cuya información ha sido actualizada periódicamente, ha servido como plataforma desde la que cualquier interesado ha podido acceder a los contenidos específicos del proyecto. Además, en dicha web, se ha habilitado una herramienta que ha permitido el empleo del Sistema de Virtual Decisión por cualquier usuario.

Oficina Agro-Humedales

A la vista del escenario actual de la actividad agrícola, marcado tanto por la puesta en marcha de la Red Natura 2000 como por la reforma de la Política Agraria Común, ASAJA-Sevilla ha puesto en funcionamiento, en el marco del proyecto Humedales Sostenibles, un servicio Técnico para el Fomento de la Agricultura Sostenible en el entorno de Espacios Protegidos, la Oficina Agro-Humedales.



Su objetivo general es contribuir a la integración de las consideraciones ambientales en la actividad agrícola mediante la transferencia de avances tecnológicos para la realización de una Agricultura sostenible. Para tal fin, este servicio de transferencia tecnológica pretende aportar soluciones que, basadas en el conocimiento de la compleja realidad del campo, faciliten además la adaptación de las explotaciones al nuevo contexto jurídico agroambiental.

Hay que recordar que casi la tercera parte de la red ecológica europea de zonas de especial conservación, la Red Natura 2000, es de uso agrario. Además, y puesto que el Reglamento comunitario 1782/2003 establece el principio de condicionalidad obligatoria, la cuestión cobra especial significación para los agricultores y ganaderos al condicionar la concesión del pago único por explotación y otras ayudas directas al cumplimiento de determinados requisitos legales de gestión, obligatorios para aquellas explotaciones agrarias situadas en zonas Red Natura 2000.

En la práctica, lo anterior se traduce en la aplicación progresiva de casi una veintena de normas comunitarias sobre seguridad



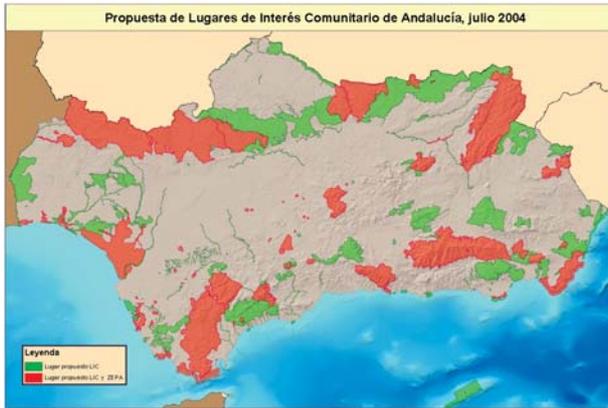
Grabación del programa Tierra y Mar de Canal Sur Televisión



La página web del proyecto, instrumento fundamental de comunicación y transparencia



Demostración de siembra directa en el complejo endorreico de La Lantejuela



Mapa con las zonas propuestas en Andalucía para inclusión en la Red Natura 2000

alimentaria, medio ambiente y bienestar animal recogidas en el Anexo III del mencionado reglamento, además, de los requisitos aplicables a todas las zonas, relativos al mantenimiento de las tierras en buenas condiciones agrarias y medioambientales (Anexo IV).

La Oficina-Agro Humedales, nacida con vocación de continuidad al proyecto, busca precisamente facilitar la adaptación de las explotaciones a la condicionalidad de la Política Agrícola Común y a las exigencias de la Red Natura 2000, promueve la transferencia de tecnología agroambiental mediante la realización de las siguientes acciones:

- > Asesoramiento técnico específico a agricultores y ganaderos para la adopción de soluciones de Agricultura sostenible;
- > Difusión de sistemas y técnicas de producción sostenibles mediante publicaciones periódicas;
- > Celebración de actos divulgativos destinados a la transferencia de avances tecnológicos en Agricultura sostenible.



Algunos de los materiales de difusión del proyecto y de sus acciones divulgativas



Grabación del documental sobre el proyecto



Reunión de seguimiento con Santiago Urquijo, representante de la Unidad LIFE de la Comisión Europea

Publicaciones

El esfuerzo divulgativo ya citado, se ha complementado con la edición y publicación de un buen número de documentos y materiales de difusión.

Además de folletos y carteles del proyecto y de todas sus actividades divulgativas, se han realizado diversas publicaciones relacionadas con diversos aspectos de la ejecución del proyecto.

Entre las publicaciones de carácter general, además del presente libro, puede citarse la edición de un documental en español e inglés titulado Proyecto Humedales Sostenibles, una alianza natural entre la Agricultura y el Medio Ambiente, que resume los principales trabajos realizados en el marco del proyecto, así como testimonios de los responsables del mismo.

En el campo de la tecnología, ASAJA-Sevilla ha publicado una aplicación en soporte DVD titulada Gestión del suelo agrícola y conservación de humedales: sistema virtual de decisión. Esta aplicación, instalable tanto en español como inglés, coincide con el trabajo referido en el capítulo del presente manual dedicado a los Sistemas de Información Geográfica.

En el marco de la Oficina Agro-Humedales, se han publicado una serie de cinco fichas que han abordado la siguiente temática:

> Ficha nº 1: La Agricultura de Conservación. Un sistema de producción sostenible en el marco de la Red Natura 2000 y la PAC.

> Ficha nº 2: La Agricultura de Conservación en cultivos herbáceos

> Ficha nº 3: La Agricultura de Conservación en cultivos leñosos;

> Ficha nº 4: Maquinaria en Agricultura de Conservación.

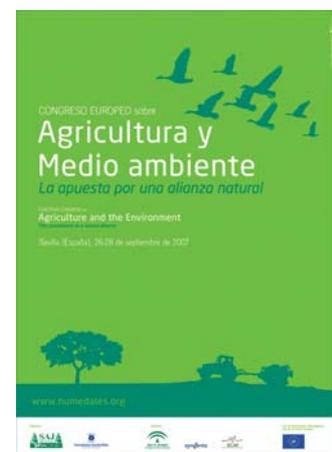
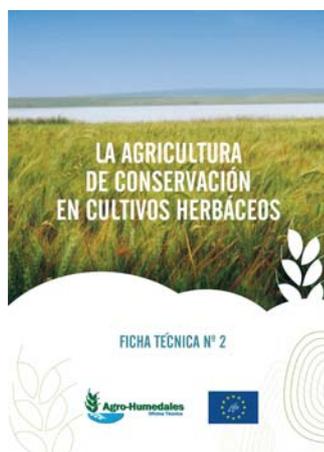
> Ficha nº 5: Implantación de sistemas de gestión ambiental. Experiencias en el marco del proyecto LIFE Humedales Sostenibles.

Asimismo, fruto de la colaboración de la Unidad Técnica de Empleo, Desarrollo Local y Tecnológica de Lebrija, ha sido posible la realización del trabajo Agricultura de Conservación y empleo en el Bajo Guadalquivir. Un análisis para la mejora de la competitividad agraria en el marco del proyecto LIFE Humedales Sostenibles.

Este trabajo tiene por objetivo contribuir, desde la innovación y el compromiso ambiental, a la mejora del empleo y de la competitividad agraria en el Bajo Guadalquivir y en el conjunto de las zonas rurales de Andalucía.

Finalmente, en colaboración con el Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Córdoba se ha realizado el estudio Situación y análisis de la implantación de las técnicas de Agricultura de Conservación en Andalucía: evolución y perspectivas de futuro, con especial referencia a las zonas de actuación proyecto Humedales Sostenibles.

Por su parte, este trabajo ha permitido realizar una evaluación del trabajo llevado a cabo en el marco del proyecto, así como analizar



Cartel anunciador del Congreso Europeo sobre Agricultura y Medio Ambiente

el seguimiento de los niveles de aceptación de las técnicas implementadas en sus tres años de duración.

Resultados de las acciones ligadas a la difusión

Aunque no es tarea fácil realizar una cuantificación exacta del número de destinatarios finales de las acciones ligadas a la difusión, podemos estimar que alrededor de un 75% de los agricultores del área del proyecto han conocido el proyecto y han recibido información sobre las técnicas propuestas, así como sobre la Red Natura 2000.

Si nos referimos al porcentaje de agricultores de las cuencas vertientes de los humedales objeto de actuación, el porcentaje se eleva hasta casi un 100%.

También puede afirmarse que la totalidad de entidades locales y comarcales, así como los responsables políticos de las administraciones que operan en las distintas áreas del proyecto han recibido información acerca del proyecto

En términos cuantitativos, más de 20.000 agricultores, técnicos y profesionales del sector agrario y medioambiental han recibido información directa sobre el proyecto, mediante alguna de las acciones divulgativas en las que han participado los miembros del equipo técnico del proyecto.

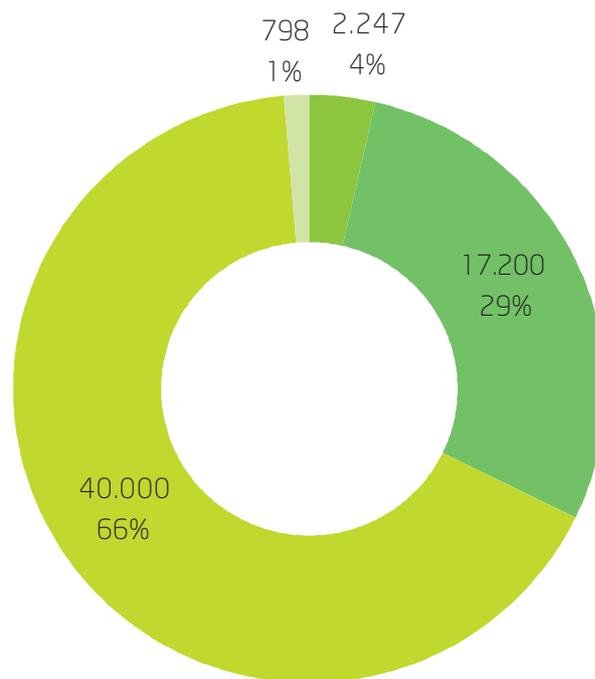
La metodología propuesta, basada en un enfoque bottom-up, ha resultado imprescindible en el proyecto, como lo es para cualquier iniciativa que pretenda asegurar un desarrollo sostenible. Además, el hecho de que el proyecto parta de una organización agraria, sobre la base de las propias necesidades del sector y a fin de conciliar intereses conservacionistas y productivos, es una garantía para la transferencia y reproducción del proyecto a gran escala a otras áreas con similar problemática, tanto en España como en buena parte de Europa.

En definitiva, estimamos que el proyecto Humedales Sostenibles ha obtenido un alto potencial de reproducción en el sector agrícola, trascendiendo no sólo a este sector, sino también al conjunto de la sociedad.

Actividades divulgativas - LIFE Humedales Sostenibles

Oct. 2004 - Sep. 2007

- Jornadas, seminarios, cursos y Congreso
- Ferias locales
- Congresos nacionales e internacionales
- Consultas





Anejo 1. Análisis de las muestras de suelo realizadas en las parcelas demostrativas

ZARRACATÍN

PARÁMETROS	RESULTADOS
pH (Ext 1:2.5)	8.38
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.080
Carbono orgánico oxidable (%)	0.748
Materia orgánica oxidable (%)	1.29
Relación C/N	10.2
Arena gruesa (%)	45.9
Arena fina (%)	10.8
Limo (%)	9.5
Arcilla (%)	33.8
Clase textural	Franco-arcillo-arenosa
N orgánico estimado (%)	0.073
Fósforo Olsen (mg/Kg)	5.3
Potasio asimilable (mg/Kg)	486

MALDUENDA

PARÁMETROS	RESULTADOS
pH (Ext 1:2.5)	8.40
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.104
Carbono orgánico oxidable (%)	1.40
Materia orgánica oxidable (%)	2.42
Relación C/N	10.9
Arena gruesa (%)	14.2
Arena fina (%)	5.7
Limo (%)	39.1
Arcilla (%)	41.0
Clase textural	Arcillosa
N orgánico estimado (%)	0.128
Fósforo Olsen (mg/Kg)	4.0
Potasio asimilable (mg/Kg)	493

TURQUILLAS

PARÁMETROS	RESULTADOS
pH (Ext 1:2.5)	8.34
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.091
Carbono orgánico oxidable (%)	2.08
Materia orgánica oxidable (%)	3.59
Relación C/N	11.2
Arena gruesa (%)	11.2
Arena fina (%)	2.3
Limo (%)	40.6
Arcilla (%)	45.9
Clase textural	Arcillo-Limosa
N orgánico estimado (%)	0.186
Fósforo Olsen (mg/Kg)	7.0
Potasio asimilable (mg/Kg)	453

MONTERA

PARÁMETROS	RESULTADOS
pH (Ext 1:2.5)	8.33
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.159
Carbono orgánico oxidable (%)	1.18
Materia orgánica oxidable (%)	2.03
Relación C/N	10.7
Arena gruesa (%)	17.7
Arena fina (%)	8.2
Limo (%)	23.5
Arcilla (%)	50.5
Clase textural	Arcillosa
N orgánico estimado (%)	0.109
Fósforo Olsen (mg/Kg)	5.6
Potasio asimilable (mg/Kg)	419

CONSUEGRA

PARÁMETROS	RESULTADOS
pH (Ext 1:2.5)	8.40
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.116
Carbono orgánico oxidable (%)	1.18
Materia orgánica oxidable (%)	2.04
Relación C/N	10.8
Arena gruesa (%)	32.8
Arena fina (%)	3.2
Limo (%)	28.4
Arcilla (%)	35.7
Clase textural	Franco-arcillosa
N orgánico estimado (%)	0.110
Fósforo Olsen (mg/Kg)	6.1
Potasio asimilable (mg/Kg)	372

CIGARRERA

PARÁMETROS	RESULTADOS
pH (Ext 1:2.5)	8.50
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.094
Carbono orgánico oxidable (%)	1.45
Materia orgánica oxidable (%)	2.51
Relación C/N	10.9
Arena gruesa (%)	23.4
Arena fina (%)	2.2
Limo (%)	32.9
Arcilla (%)	41.5
Clase textural	Arcillosa
N orgánico estimado (%)	0.133
Fósforo Olsen (mg/Kg)	4.1
Potasio asimilable (mg/Kg)	351

Anejo 2. Análisis de las muestras de suelo y agua obtenidas en los tanques de sedimentación

ZARRACATÍN

MUESTRAS DE SUELO

PARÁMETROS	09/03/2006
pH (Ext 1:2.5)	7.90
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.155
Carbono orgánico oxidable (%)	0.985
Materia orgánica oxidable (%)	1.70
Relación C/N	10.6
N orgánico estimado (%)	0.093
Fósforo Olsen (mg/kg)	10.8

PARÁMETROS	03/04/2006
pH (Ext 1:2.5)	7.90
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.130
Carbono orgánico oxidable (%)	0.611
Materia orgánica oxidable (%)	1.05
Relación C/N	9.92
N orgánico estimado (%)	0.062
Fósforo Olsen (mg/kg)	17.9

PARÁMETROS	05/05/2006
pH (Ext 1:2.5)	7.80
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.104
Carbono orgánico oxidable (%)	0.939
Materia orgánica oxidable (%)	1.62
Relación C/N	10.5
N orgánico estimado (%)	0.089

PARÁMETROS	19/12/2006
pH (Ext 1:2.5)	8.02
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.150
Carbono orgánico oxidable (%)	1.50
Materia orgánica oxidable (%)	2.59
Relación C/N	11.0
N orgánico estimado (%)	0.137
Fósforo Olsen (mg/kg)	224

PARÁMETROS	21/02/2007
pH (Ext 1:2.5)	8.15
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.095
Carbono orgánico oxidable (%)	1.02
Materia orgánica oxidable (%)	1.76
Relación C/N	10.6
N orgánico estimado (%)	0.096
Fósforo Olsen (mg/kg)	125
Potasio asimilable (mg/kg)	251

MUESTRAS DE AGUA NATURAL

PARÁMETROS	TESTIGO 17/02/2006	ENSAYO 17/02/2006
pH	8.26	7.86
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.120	1.02
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	0.22	1.41
Infiltración (RAS)	Problema ninguno	Problema ninguno
Cloruro (mg/l)	2.50	134
Cloruro (meq/l)	0.070	3.78
S-Sulfato (mg/l)	2.19	40.7
S-Sulfato (meq/l)	0.136	2.53
N-Nitrato (mg/l)	0.970	12.8
N-Nitrato (meq/l)	0.069	0.918
Sodio (mg/l)	4.82	87.7
Sodio (meq/l)	0.210	3.81
Potasio (mg/l)	2.72	4.54
Potasio (meq/l)	0.070	0.116
Calcio (mg/l)	15.6	84.9
Calcio (meq/l)	0.778	4.24
Magnesio (mg/l)	1.70	37.8
Magnesio (meq/l)	0.140	3.11
Dureza (°H)	4.59	36.7

PARÁMETROS	TESTIGO 30/03/2006	ENSAYO 30/03/2006
Ph	7.55	7.75
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.193	0.191
Cloruro (mg/l)	1.70	1.70
Cloruro (meq/l)	0.048	0.048
N-Nitrato (mg/l)	1.05	1.81
N-Nitrato (meq/l)	0.076	0.129

PARÁMETROS	TESTIGO	ENSAYO 21/11/2006
pH	7.85	8.30
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.290	0.591
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	<0.1	0.46
Cloruro (mg/l)	4.60	9.70
Cloruro (meq/l)	0.129	0.273
S-Sulfato (mg/l)	2.28	5.74
S-Sulfato (meq/l)	0.142	0.358
Bicarbonato (mg/l)	156	331
Bicarbonato (meq/l)	2.56	5.43
N-Nitrato (mg/l)	5.04	0.880
N-Nitrato (meq/l)	0.360	0.063
Sodio (mg/l)	2.23	9.43
Sodio (meq/l)	0.097	0.410
Potasio (meq/l)	0.158	0.332
Calcio (mg/l)	43.1	15.9
Dureza (°H)	11.1	4.02
Fósforo (mg/l)	0.328	5.64
P-Fosfato (meq/l)	0.032	0.546

PARÁMETROS	TESTIGO	ENSAYO 15/12/2006
pH	7.67	7.52
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.240	0.178
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	<0.1	<0.1
Cloruro (mg/l)	3.30	2.80
Cloruro (meq/l)	0.093	0.079
S-Sulfato (mg/l)	2.17	0.849
S-Sulfato (meq/l)	0.135	0.053
N-Nitrato (mg/l)	1.84	1.35
N-Nitrato (meq/l)	0.131	0.096
Sodio (mg/l)	3.63	2.49
Sodio (meq/l)	0.158	0.108
Potasio (mg/l)	11.8	5.08
Potasio (meq/l)	0.302	0.130
Calcio (mg/l)	58.2	25.1
Calcio (meq/l)	2.90	1.25
Magnesio (mg/l)	3.16	1.88
Magnesio (meq/l)	0.260	0.155
Dureza (°H)	15.8	7.04
Fósforo (mg/l)	0.778	0.200
P-Fosfato (meq/l)	0.075	0.019

PARÁMETROS	TESTIGO	ENSAYO 21/02/2007
pH	7.45	7,67
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.569	0,19
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	0.10	0,12
Cloruro (mg/l)	6.00	2,9
Cloruro (meq/l)	0.169	0,082
S-Sulfato (mg/l)	7.91	1,01
S-Sulfato (meq/l)	0.493	0,063
N-Nitrato (mg/l)	26.6	2,71
N-Nitrato (meq/l)	1.90	0,193
Sodio (mg/l)	5.08	3,62
Sodio (meq/l)	0.221	0,157
Potasio (mg/l)	15.3	4,48
Potasio (meq/l)	0.391	0,114
Calcio (mg/l)	88.4	32,5
Calcio (meq/l)	4.41	1,62
Magnesio (mg/l)	3.20	0,963
Magnesio (meq/l)	0.263	0,079
Dureza (°H)	23.4	8,5
Fósforo (mg/l)	8.30	0,207
P-Fosfato (meq/l)	0.803	0,02

MALDUENDA

MUESTRAS DE AGUA NATURAL

PARÁMETROS 08/03/2006	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
pH	6.69	6.86	7.22	7.54
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.101	0.156	0.127	0.168
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	0.18	0.21	0.15	0.19
Infiltración (RAS)	Problema severo	Problema severo	Problema severo	Problema severo
Cloruro (mg/l)	3.40	4.10	3.00	4.40
Cloruro (meq/l)	0.096	0.115	0.084	0.124
S-Sulfato (mg/l)	1.72	2.75	1.67	2.51
S-Sulfato (meq/l)	0.107	0.171	0.104	0.156
N-Nitrato (mg/l)	0.490	0.610	0.440	0.680
N-Nitrato (meq/l)	0.035	0.044	0.031	0.049
Sodio (mg/l)	3.87	5.72	4.08	5.42
Sodio (meq/l)	0.168	0.249	0.177	0.236
Potasio (mg/l)	1.38	0.488	0.949	1.09
Potasio (meq/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Calcio (mg/l)	16.1	27.3	26.2	30.5
Calcio (meq/l)	0.803	1.36	1.31	1.52
Magnesio (mg/l)	0.307	0.377	0.484	0.361
Magnesio (meq/l)	0.025	0.031	0.040	0.030
Dureza (°H)	4.14	6.97	6.74	7.76

PARÁMETROS 30/03/2006	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
pH	7.84	7.82	7.78	7.75
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.312	0.141	0.167	0.152
Cloruro (mg/l)	6.60	3.10	2.90	3.30
Cloruro (meq/l)	0.186	0.087	0.082	0.093
N-Nitrato (mg/l)	2.15	0.760	0.760	0.960
N-Nitrato (meq/l)	0.153	0.054	0.054	0.069

PARÁMETROS 15/12/2006	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
pH	7.43	7.41	7.47	77.59
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.182	0.213	0.202	0.186
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	<0.1	0.10	0.11	0.12
Cloruro (mg/l)	2.50	4.00	3.20	4.10
Cloruro (meq/l)	0.070	0.113	0.090	0.115
S-Sulfato (mg/l)	1.11	3.12	2.15	3.61
S-Sulfato (meq/l)	0.069	0.194	0.134	0.225
N-Nitrato (mg/l)	2.08	2.32	1.86	2.59
N-Nitrato (meq/l)	0.148	0.166	0.133	0.185
Sodio (mg/l)	1.82	3.05	3.68	3.24
Sodio (meq/l)	0.079	0.133	0.160	0.141
Potasio (mg/l)	8.25	4.22	3.17	2.56
Potasio (meq/l)	0.211	0.108	0.081	0.065
Calcio (mg/l)	50.3	31.0	34.3	25.7
Calcio (meq/l)	2.51	1.55	1.71	1.28
Magnesio (mg/l)	4.20	2.43	2.53	2.14
Magnesio (meq/l)	0.346	0.200	0.208	0.176
Dureza (°H)	14.3	8.73	9.60	7.29
Fósforo (mg/l)	0.368	1.53	1.01	1.95
P-Fosfato (meq/l)	0.036	0.148	0.098	0.189

PARÁMETROS 21/02/2007	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
pH	7.59	7.51	7.53	7,400
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.218	0.208	0.194	0,270
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	0.57	0.13	0.14	0,120
Cloruro (mg/l)	5.20	4.00	3.90	4,500
Cloruro (meq/l)	0.146	0.113	0.110	0,127
S-Sulfato (mg/l)	6.43	2.44	2.35	2,660
S-Sulfato (meq/l)	0.401	0.152	0.146	0,166
N-Nitrato (mg/l)	1.33	3.72	2.82	5,430
N-Nitrato (meq/l)	0.095	0.266	0.201	0,388
Sodio (mg/l)	21.8	3.88	3.99	4,030
Sodio (meq/l)	0.948	0.169	0.173	0,175
Potasio (mg/l)	5.09	2.95	2.49	3,060
Potasio (meq/l)	0.130	0.075	0.064	0,078
Calcio (mg/l)	53.2	30.0	28.7	40,800
Calcio (meq/l)	2.65	1.50	1.43	2,030
Magnesio (mg/l)	1.78	0.634	0.528	0,543
Magnesio (meq/l)	0.146	0.052	0.043	0,045
Dureza (°H)	14.0	7.74	7.38	10,400
Fósforo (mg/l)	0.098	0.402	0.225	0,735
P-Fosfato (meq/l)	0.009	0.039	0.022	0,071

PARÁMETROS 09/05/2007	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
pH	7.49	7,49	7.30	7.49
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.238	0,238	0.161	0.270
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	<0.1	<0,1	<0.1	<0.1
Cloruro (mg/l)	4.50	4,5	4.00	5.10
Cloruro (meq/l)	0.127	0,127	0.113	0.144
S-Sulfato (mg/l)	5.40	5,4	5.20	9.18
S-Sulfato (meq/l)	0.336	0,336	0.324	0.572
N-Nitrato (mg/l)	2.85	2,85	1.98	4.57
N-Nitrato (meq/l)	0.203	0,203	0.141	0.326
Sodio (mg/l)	1.81	1,81	1.62	2.34
Sodio (meq/l)	0.079	0,079	0.070	0.102
Potasio (mg/l)	2.95	2,95	1.74	1.97
Potasio (meq/l)	0.075	0,075	<0.05	0.050
Calcio (mg/l)	37.3	37,3	24.5	42.8
Calcio (meq/l)	1.86	1,86	1.22	2.13
Magnesio (mg/l)	2.23	2,23	1.64	1.87
Magnesio (meq/l)	0.183	0,183	0.135	0.154
Dureza (°H)	10.2	10,2	6.79	11.4

MUESTRAS DE SUELO

PARÁMETRO 09/03/2006	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
pH (Ext 1:2.5)	7.70	7.90	8.00	7.80	7.90
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.193	0.085	0.094	0.145	0.145
Carbono orgánico oxidable (%)	1.71	1.80	1.18	1.21	1.17
Materia orgánica oxidable (%)	2.94	3.10	2.03	2.09	2.01
Relación C/N	11.1	11.1	10.7	10.8	10.7
N orgánico estimado (%)	0.154	0.162	0.110	0.112	0.109
Fósforo Olsen (mg/kg)	20.1	25.9	8.0	10.2	9.9

PARÁMETRO 03/04/2006	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
pH (Ext 1:2.5)	8.00	7.80	7.90	8.00	7.90
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.087	0.125	0.102	0.087	0.085
Carbono orgánico oxidable (%)	1.84	1.88	1.20	1.09	0.716
Materia orgánica oxidable (%)	3.17	3.24	2.08	1.88	1.23
Relación C/N	11.1	11.1	10.8	10.7	10.1
N orgánico estimado (%)	0.166	0.169	0.112	0.102	0.070
Fósforo Olsen (mg/kg)	16.1	24.1	13.9	12.7	15.4

TURQUILLAS

MUESTRAS DE AGUA NATURAL

PARÁMETRO	SUELO DIRECTO 13/02/2006	SUELO LABRADO 13/02/2006
pH	7.75	7.58
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.099	0.101
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	<0.1	<0.1
Infiltración (RAS)	Problema severo	Problema severo
Cloruro (mg/l)	2.40	1.60
Cloruro (meq/l)	0.068	0.045
S-Sulfato (mg/l)	0.755	0.470
S-Sulfato (meq/l)	0.047	0.029
Bicarbonato (mg/l)	63.6	63.6
Bicarbonato (meq/l)	1.04	1.04
N-Nitrato (mg/l)	0.810	0.560
N-Nitrato (meq/l)	0.058	0.040
Sodio (mg/l)	1.26	0.724
Sodio (meq/l)	0.055	0.031

PARÁMETRO	SUELO DIRECTO 13/02/2006	SUELO LABRADO 13/02/2006
Potasio (mg/l)	1.76	1.61
Potasio (meq/l)	<0.05	<0.05
Calcio (mg/l)	16.1	16.9
Calcio (meq/l)	0.803	0.843
Magnesio (mg/l)	1.53	0.711
Magnesio (meq/l)	0.126	0.058
Dureza (°H)	4.65	4.51

PARÁMETRO	SUELO DIRECTO 30/03/2006	SUELO LABRADO 30/03/2006
pH	7.35	7,550
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.520	0,193
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	1.50	1,700
Cloruro (mg/l)	0.042	0,048
Cloruro (meq/l)	36.7	1,060
S-Sulfato (mg/l)	2.62	0,076

PARÁMETRO	SUELO DIRECTO 15/12/2006	SUELO LABRADO 15/12/2006
pH	7.72	7.78
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.224	0.187
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	0.12	<0.1
Cloruro (mg/l)	4.90	3.10
Cloruro (meq/l)	0.138	0.087
S-Sulfato (mg/l)	1.60	0.807
S-Sulfato (meq/l)	0.100	0.050
N-Nitrato (mg/l)	5.38	1.42
N-Nitrato (meq/l)	0.384	0.101
Sodio (mg/l)	3.58	3.03
Sodio (meq/l)	0.156	0.132
Potasio (mg/l)	5.12	2.84
Potasio (meq/l)	0.131	0.073
Calcio (mg/l)	29.8	39.5
Calcio (meq/l)	1.49	1.97
Magnesio (mg/l)	2.69	3.40
Magnesio (meq/l)	0.221	0.280
Dureza (°H)	8.54	11.2
Fósforo (mg/l)	0.274	0.052
P-Fosfato (meq/l)	0.026	0.005

PARÁMETRO	SUELO DIRECTO 09/05/2007	SUEO LABRADO 09/05/2007
pH	7.59	7.65
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.214	0.255
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	<0.1	0.13
Cloruro (mg/l)	5.00	4.80
Cloruro (meq/l)	0.141	0.135
S-Sulfato (mg/l)	2.03	2.20
S-Sulfato (meq/l)	0.126	0.137
N-Nitrato (mg/l)	0.890	2.65
N-Nitrato (meq/l)	0.064	0.189
Sodio (mg/l)	2.90	4.44
Sodio (meq/l)	0.126	0.193
Potasio (mg/l)	3.10	2.73
Potasio (meq/l)	0.079	0.070
Calcio (mg/l)	31.1	39.1
Calcio (meq/l)	1.55	1.95
Magnesio (mg/l)	1.78	2.19
Magnesio (meq/l)	0.146	0.180
Dureza (°H)	8.49	10.6

MUESTRAS DE SUELO

PARÁMETRO	ENSAYO 16/02/2006	TESTIGO 16/02/2006
pH (Ext 1:2.5)	8.34	8.40
Conductividad eléctrica (Ext 1:5)(mS/cm)	0.091	0.089
Carbono orgánico oxidable (%)	2.08	1.41
Materia orgánica oxidable (%)	3.59	2.43
Relación C/N	11.2	10.9
Arena gruesa (%)	11.2	10.6
Arena fina (%)	2.3	2.4
Limo (%)	40.6	34.5
Arcilla (%)	45.9	52.5
Clase Textural	Arcillo-Limosa	Arcillosa
N orgánico estimado (%)	0.186	0.129
Fósforo Olsen (mg/kg)	7.0	9.3
Potasio asimilable (mg/kg)	453	680

PARÁMETRO	ENSAYO 09/03/2006	TESTIGO 09/03/2006
pH (Ext 1:2.5)	8.10	8.20
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.155	0.142
Carbono orgánico oxidable (%)	0.688	0.613
Materia orgánica oxidable (%)	1.18	1.06
Relación C/N	10.1	9.92
N orgánico estimado (%)	0.068	0.062
Fósforo Olsen (mg/kg)	90.9	109

PARÁMETRO	ENSAYO 03/04/2006	TESTIGO 03/04/2006
pH (Ext 1:2.5)	7.60	8.00
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.247	0.104
Carbono orgánico oxidable (%)	0.420	0.466
Materia orgánica oxidable (%)	0.72	0.80
Relación C/N	9.23	9.44
N orgánico estimado (%)	0.045	0.049
Fósforo Olsen (mg/kg)	43.2	29.7

PARÁMETRO	ENSAYO 19/12/2006	TESTIGO 19/12/2006
pH (Ext 1:2.5)	8.15	8.60
Conductividad eléctrica (Ext 1:5) (mS/cm)	0.110	0.090
Carbono orgánico oxidable (%)	1.24	0.958
Materia orgánica oxidable (%)	2.14	1.65
Relación C/N	10.8	10.5
N orgánico estimado (%)	0.115	0.091
Fósforo Olsen (mg/kg)	41.8	10.2

Bibliografía
y Agradecimientos

Bibliografía

- Arrúe, J.L. 1997. Effect of conservation tillage in the CO₂ sink effect of the soil, pp 189-200. En: L. García-Torres y P. González-Fernández (eds.), *Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y Económicos*, Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos (AEAC/ SV), Córdoba, España, pp. 372.
- Berengena, J. 1997. Effect of tillage system in soil water content, pp 53-73. *Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y Económicos*, Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos (AEAC/ SV), Córdoba, España, pp. 372.
- Blum, W.E.H. 1990. The challenge of soil protection in Europe. *Environmental Conservation*, 17, 72-74.
- Bradley, J.F. 1995. Herbicide usage for weed control in conservation tillage, p. 24-25. In: *Farming for a Better Environment*, a White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, pp. 67.
- Brown L., G.V. Donaldson , V.W. L. Jordan, J.B. Thornes. 1996. Effects and interactions of rotation, cultivation and agrochemical input levels on soil erosion and nutrient emissions. *Aspect of Applied Biology* 47, Rotations and Cropping Systems, 409-412.
- Christensen B., J.M. Montgomery, R.S. Fawcett and D. Tierney. 1995. Best management practices for water quality. Conservation Technology Information Center, West Lafayette, Indiana, USA, 3 pg.,
- Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 1997. *Datos Básicos sobre Medio Ambiente*, 23, Seville, 1996
- Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2005. *Caracterización ambiental de Humedales en Andalucía*.
- Davidson, E.A. and I.L. Ackerman, 1993; Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry*, 20: 161-193.
- De Ploey, J.A., A. Imeson and L.R. Oldeman. 1991. Soil erosion, soil degradation and climatic change. p. 275-292, chapter 12. In: *Land Use Changes in Europe*, F.M.Brower, A.J. Thomas and M.J. Chadwick (editors), Kluwer Academic Publisher, London.
- European Environment Agency. 1998. Soil Degradation, chapter 11, p.231-246.; chapter 2, climate change, p. 37-59. In: *Europe's Environment: The Second Assessment*, Elsevier Science Ltd., pp. 293.
- Fawcett, R.S. 1995. Agricultural tillage systems: impacts on nutrient and pesticide runoff and leaching, p. 415-50. In: *Farming for a Better Environment*, A White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, pp. 67.
- Gil, R.C. 2004. La siembra directa y la conservación del suelo. En: *Actas II Jornada iberoamericana agricultura de conservación*, Asociación Española Agricultura de Conservación-Suelos Vivos (AEAC-SV). Córdoba, España, pp. 53-58.
- González-Fernández, P. 1997. Effect of soil tillage on organic matter and chemical properties, p. 43-49. *Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y Económicos*, Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos (AEAC/ SV), Córdoba, España, pp. 372.
- Gregorich, E.G., D.A. Angers, C.A. Campbell, M.R. Carter, C.F. Drury, B.H. Ellert, P.H. Groenevelt, D.A. Holmstrom, C.M. Monreal, H.W. Rees, R.P. Voroney, and T.J. Vyn. 1995. Changes in soil organic matter. Ch. 5. En: D.F. Acton and L.J. Gregorich (eds.), *The Health of Our Soils. Toward sustainable agriculture in Canada*, CLBRR Research Branch, Publication 1906/E, Agriculture and Agri-Food Canada. (http://res.agr.ca/CANSIS/PUBLICATIONS/HEALTH/_overview.html).

- Jordan, V.W.L. and J.A. Hutcheon. 1997. Alternative farming method (arable): a study of the effect of an integrated arable management system on level of herbicide and nutrients reaching «controlled waters». Journal Environment Agency, Bristol, UK, Technical Report No. P17, 65 pp.
- Kinsella, Jim. 1995. The effect of various tillage systems in soil compaction, p.15-17. In: Farming for a Better Environment, A White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, pp. 67.
- Kirkby, M.J., Jones, R.J.A., Irvine, B., Gobin, A., Govers, G., Cerdan, O., Van Rompaey, A.J.J., Le Bissonnais, Y., Daroussin, J., King, D., Montanarella, L., Grimm, M., Vieillefont, V., Puigdefabregas, J., Boer, M., Kosmas, C., Yassoglou, N., Tsara, M., Mantel, S., Van Lynden, G.J. and Huting, J.(2004). Pan-European Soil Erosion Risk Assessment: The PESERA Map, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.73 (S.P.I.04.73). European Soil Bureau Research Report No.16, EUR 21 176, 18pp. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Lal R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. Soil & Tillage Research. 43(1-2):81-107, 1997
- Morgan, R.P.C., 1992. Soil erosion in the Northern countries of the European Community. EIW Workshop. Elaboration of a framework of a code of Good Agriculture Practices, Brussels, 21-22 May, 1992.
- Reques Rodríguez, R. 2005. Conservación de la biodiversidad en los Humedales de Andalucía.
- Secretaría de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) 1991, Informe Proyecto Lucdeme, Madrid.
- Tebruegge, F. 2001. No-tillage visions- Protection of soil, water and climate and influence on management and farm income. In: I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid, España, Federación Europea Agricultura de Conservación (ECAAF), p. 303-316.
- Towery, D. 1998. No-till's impact on water quality, p- 17-26. In: 6th Argentine National Congress of Direct Drilling (in Spanish AAPRESID), Mar de Plata, Argentina, p. 17-26.
- Troeh, F.R. and L.M. Thompson. 1993. Soils and soil fertility, Oxford University Press, New York.
- Van Lynden, G.W.J., 1995. European soil resources. Current status of soil degradation, causes, impact and need for action. Council of Europe Press. Nature and Environment, no 71., Strasbourg, France.

Agradecimientos

Excmo. Ayuntamiento de Las Cabezas de San Juan

Excmo. Ayuntamiento de Lantejuela

Excmo. Ayuntamiento de Lebrija

Excmo. Ayuntamiento de Martín de la Jara

Excmo. Ayuntamiento de Osuna

Excmo. Ayuntamiento de Utrera

Pedro Baena Borrego

Familia Guardiola Tassara

Alfredo Jiménez Guardiola

Antonio López

Juan Mora-Figueroa Gayán

Yeguada Militar de Écija, Finca Las Turquillas, Ministerio de Defensa

Otros agradecimientos:

Emilio Cuberos Merchán

Antonio Ramírez Vaca

Maximino Mateos Herrera

Isidro Cebolla Japón

Jaime Fernández-Castellá Martín

Jaime Artillo Luque

Eligio Rodríguez Soto

Patricia Rodríguez de Almansa

Proyecto Humedales Sostenibles

La apuesta por una alianza natural

Balance de ejecución del proyecto LIFE Gestión Integrada de la Agricultura en el entorno de Humedales de Importancia Comunitaria

Edita



Esta publicación ha sido posible gracias a la contribución del instrumento financiero para el Medio Ambiente de U.E (Programa LIFE)



Colaboran



Proyecto Humedales Sostenibles

La apuesta por una alianza natural

Balance de ejecución del proyecto LIFE Gestión Integrada
de la Agricultura en el entorno de Humedales de
Importancia Comunitaria

Edita: Asociación Agraria Jóvenes Agricultores de Sevilla (ASAJA-Sevilla)

Año de edición: 2007

Autores:

José Fernando Robles del Salto (Coord.)	Capítulos 1, 2, 3 y 7
José Manuel Roca López-Cepero	Capítulo 3 y 4
Francisco Castro Usagre	Capítulos 5 y 6
Antonio Holgado Cabrera	Capítulo 2
Arturo Hidalgo Sanz	Capítulos 3 y 4
Belén González Chimeno	Capítulo 4

Colaboraciones:

Instituto Andaluz de Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro

Las Torres-Tomejil - Área Producción Ecológica y Recursos Naturales:

José Luis Muriel Fernández (Director)

Juan Antonio García Bocanegra

Iván García Tejero

Karl Vanderlinden

Guadaltel, S.A.:

Rafael Navascués Fernández-Victorio

APPLUS:

Luis Gentil Pérez

Fotografías: Servicios Técnicos de ASAJA-Sevilla

Producción editorial: Ceres Comunicación

Dirección de arte: Manuel García

Maquetación: Habermas Comunicación

Impresión: Escandón Impresores

Depósito Legal: