eutromed

Prevención de la eutrofización
por nitrógeno agrícola

MEMORIA DIVULGATIVA INTERMEDIA
del proyecto
LIFE + EUTROMED

Abril de 2.013

EUTROMED: técnica demostrativa de prevención de la eutrofización provocada por nitrógeno agrícola en las aguas superficiales en clima mediterráneo.

La finalidad del proyecto EUTROMED es mejorar la calidad de nuestras aguas y de nuestros suelos agrícolas.

Socios del proyecto

Coordinador

Diputación de Granada
Granada es Provincia

Asociados

ugr Universidad de Granada

paisajes del sur

BonTerra Ibérica S.L.

Cofinanciador

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE

eutromed

Prevención de la eutrofización
por nitrógeno agrícola

Coordinador

Asociados

Cofinanciador

Edita:
Diputación de Granada. Servicio de Medio Ambiente.

Coordinación de la edición:
Francisco Javier García Martínez.
Caridad Ruiz Valero.

Diseño y maquetación:
klein-a.es

Índice

1. Presentación de EUTROMED. 4

2. Problema ambiental. 6

3. Área de actuación. 7

4. Acciones correctoras del proyecto. 10

5. Acciones preventivas del proyecto. 19

6. Acuerdos voluntarios. 21

7. Materiales divulgativos. 22

8. Más información del proyecto. 23

1. Presentación de EUTROMED

EUTROMED es un proyecto LIFE de la convocatoria 2.010 desarrollado en la provincia de Granada y coordinado por la Diputación provincial.

¿Cuál es su objetivo?

Embalse del Cubillas, Granada

Evitar la contaminación por nitratos de nuestros ríos y pantanos, provocada por el arrastre de los fertilizantes de origen agrícola en las aguas de escorrentía.

¿Cómo se consigue?

Poniendo en práctica buenas prácticas agrícolas en el uso de fertilizantes y favoreciendo el desarrollo de una cubierta vegetal en los cultivos de olivar que evite las escorrentías de aguas.

¿Cómo se hace?

- Colocando biorrollos elaborados a partir de fibras vegetales y gaviones flexibles en los surcos y cárcavas de terrenos cultivados en pendiente, con el fin de disminuir la velocidad del agua de escorrentía y frenar la erosión.
- Asesorando a los agricultores en el uso del riego y la fertilización, para reducirlos estrictamente a las necesidades del cultivo.

Biorrollos y mantas orgánicas instalados en un olivar.

¿Qué beneficios se obtienen?

- Mejora de la calidad de las aguas
- Menor costo en fertilizantes y mejor aprovechamiento de los mismos.
- Control de la pérdida de suelo fértil.
- Aumento de la capacidad de retención de agua en el suelo.

¿Quiénes participan en este proyecto?

- **Socio coordinador:** Diputación de Granada.
- **Socios beneficiarios:**

  Grupo de Investigación MITA, de Microbiología y Técnicas Ambientales de la Universidad de Granada.

  Paisajes del Sur S.L., empresa pionera a nivel estatal en la producción de plantas autóctonas y forestales.

  Bonterra Ibérica S.L., empresa líder en la Península Ibérica en producción y comercialización de productos naturales destinados a la restauración y conservación del suelo y la vegetación.

Coordinador

Diputación de Granada
Granada es Provincia

Asociados

ugr Universidad de Granada

paisajes del sur

BonTerra® Ibérica S.L.

Olivar con cubierta vegetal en desarrollo.

2. Problema ambiental.

La acumulación de nitratos (NO_3^-) en las aguas superficiales es una de las causas de eutrofización y constituye un problema ambiental y sanitario creciente en todo el mundo.

25 mg/l <	$[NO_3^-]$ < 50 mg/l.	Potencial problema de contaminación.
	$[NO_3^-]$ > 50 mg/l.	Agua seriamente contaminada y no válida para consumo humano.

Causas.

La acumulación de nitratos es atribuida principalmente a las inadecuadas prácticas agrícolas **(aplicación excesiva o inadecuada de fertilizantes nitrogenados minerales u orgánicos)** y ganaderas.

La naturaleza difusa de este tipo de contaminación hace que sea un problema difícil de solucionar.

Arroyo Juncarón, Deifontes, Granada.

3. Área de actuación.

Comarca de los Montes, provincia de Granada.

Se trata de un área con clima mediterráneo continentalizado (pluviosidad entre 500 y 600 mm concentrada en primavera y otoño, veranos calurosos e inviernos severos), suelos pobres, topografía accidentada y presencia de olivar como cultivo predominante.

La combinación de estos factores (lluvias torrenciales, suelo poco consolidado, pendientes considerables, actividad agraria, fertilización excesiva y baja cubierta vegetal) acelera los procesos erosivos en el suelo favoreciendo la formación de surcos y cárcavas, provocando el arrastre de nitratos en las aguas de escorrentía y contaminando las masas de agua superficiales (ríos y embalses).

Localización del área de actuación. Vista de olivares de la zona.

COMBINACIÓN DE FACTORES	CONSECUENCIAS
Lluvias torrenciales Suelo poco consolidado Pendientes considerables Actividad agraria Fertilización excesiva Baja cubierta vegetal	Aceleración de los procesos erosivos en el suelo. Formación de surcos y cárcavas. Arrastre de nitratos en las aguas de escorrentía Contaminación por nitratos de ríos y embalses

Zona vulnerable a la contaminación por nitratos.

La cuenca del río Cubillas vierte a la Vega de Granada, la cual está designada como *"Zona vulnerable a la contaminación por nitratos de origen agrario"* en el Decreto 36/2008.

Tabla 1. Análisis realizados en el río Cubillas en Agosto de 2010.

Puntos	Nitratos	Nitrógeno total	DBO_5	DQO
Punto 1	6 mg/l	63	10	78
Punto 2	14 mg/l	85	10	236
Punto 3	27 mg/l	45	10	146
Punto 4	16 mg/l	39	10	19

Análisis de suelo, hoja y agua en el barranco del Juncarón.

Según los análisis realizados en julio de 2.012 en colaboración con la cooperativa de Deifontes, los suelos de la zona del barranco del Juncarón se caracterizan por ser **suelos básicos y con altos contenidos en arcilla.** Presentan una deficiencia notable en fósforo asimilable y unos niveles elevados de caliza activa y carbonatos. El resto de elementos analizados están dentro de los niveles normales.

La notable deficiencia en fósforo asimilable que presenta el suelo se traduce en niveles bajos de fósforo en los olivos, tal y como muestran los análisis de hoja realizados. En cuanto al agua de riego, destacan los elevados niveles de carbonatos y magnesio.

En el momento en el que el caudal ha permitido la realización de análisis de agua en el arroyo Juncarón, se ha detectado que se encuentra significativamente contaminado con nutrientes nitrogenados.

Detalle de cárcavas existentes en olivares de la provincia de Granada.

Al analizar su contenido en nitratos, nitritos y amonio en el mes de febrero de 2013 (momento en el que existió caudal de agua suficientemente representativo), se han detectado cantidades de nitratos superiores a 70 mg/l.

Por tanto, es evidente que uno de los objetivos básicos del actual proyecto debe ser disminuir la concentración de estos nutrientes en el agua del arroyo mediante medidas preventivas y correctoras, ya que estos valores son indicativos de un peligro potencial de eutrofización de áreas sensibles.

Además, la presencia de este alto contenido en nutrientes puede asociarse a un uso excesivo de fertilizantes que, bien por escorrentía o por su presencia en aguas subterráneas, determina este proceso de enriquecimiento en compuestos inorgánicos nitrogenados del agua del arroyo.

Tabla 2. Concentración de nitritos, nitratos, amonio y fosfato en el agua del arroyo Juncarón.

01/02/2013	Nitritos	Nitratos	Fosfatos	Amonio
Juncarón inicio	0,15 mg/l	51,84 mg/l	0,47 mg/l	0,25 mg/l
Juncarón mitad	0,17 mg/l	79,66 mg/l	0,30 mg/l	0,07 mg/l
Juncarón final	0,24 mg/l	59,34 mg/l	0,37 mg/l	0,06 mg/l

** Los resultados son media aritmética de cinco réplicas.*

4. Acciones correctoras del proyecto.

Instalación de filtros vegetales.

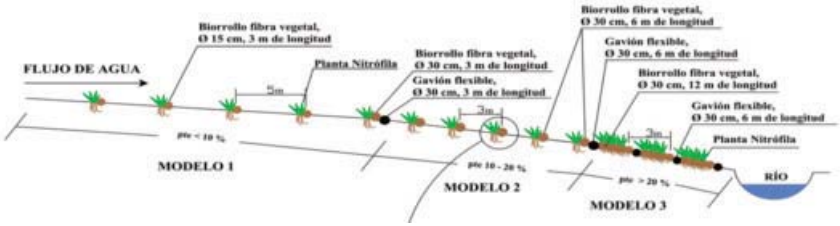
Los biorrollos en el olivar actúan de filtro, reteniendo una buena parte de los nitratos arrastrados por las aguas, evitando así que alcancen las aguas superficiales.

Están fabricados a base de fibras vegetales (esparto y paja), y se colocan perpendicularmente a las líneas de escorrentía del agua en la ladera. Asimismo, ayudan a minimizar los procesos erosivos y la pérdida de suelo fértil.

Estas estructuras constituyen, además, el soporte y el refuerzo necesario de la vegetación para ámbitos semiáridos como los que nos encontramos.

Ejemplo de biorrollos y gaviones flexibles instalados en un olivar.

Esquema de instalación.



Esquema de los tres modelos de filtros vegetales a demostrar.

Tabla 3. Características de los diferentes modelos de filtros vegetales.

	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
Pendiente	< 10 %	10- 20 %	> 20 %
Profundidad de cárcava	< 0,5 m	0,5 – 1,5 m	> 1,5 m
Series:			
Nº de biorrollos en la serie	4	4	1
Diámetro de biorrollo	15 cm	30 cm	30 cm
Longitud del biorrollo	3 m	3 m	12 m
Distancia entre biorrollos	5 m	3 m	3 m
Final de serie	Biorrollo de 30 cm de diámetro sobre gavión flexible relleno de piedra de 30 cm de diámetro.		

Por encima de estas estructuras se realiza la plantación de especies vegetales nitrófilas a razón de 3 unidades por metro.

Las especies vegetales elegidas cumplirán los siguientes requisitos:

- Buena capacidad para fijar los restos de fertilizantes.
- Desarrollo rápido y buena capacidad de propagación, pero no tanto como para convertirse en una posible plaga para el olivar.
- Abundantes raíces secundarias que puedan actuar como filtro y fijar sólidos, pero que no supongan competencia para el cultivo.
- Disponibilidad en vivero.

1 2 3 4 5

Ejemplos de plantas adecuadas:

1 *Lavandula latifolia.*

2 *Rosmarinum officinalis.*

3 *Santolina chamaecyparisus.*

4 *Thymus mastichina.*

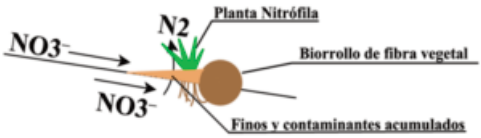
5 *Thymus zyggis.*

Hasta la fecha se han instalado biorrollos en el 75% del área seleccionada inicialmente.

Mecanismos de eliminación de nitratos en los biorrollos:

Se espera que los sistemas formados por el conjunto biorrollo-planta elimine nitratos a través de tres mecanismos:

- El propio crecimiento de la vegetación nitrófila, que asimila los nitratos presentes en el suelo.
- El desarrollo de bacterias desnitrificantes asociadas a las raíces de las plantas, que reducen los nitratos a nitrógeno gas.



Procesos de asimilación y desnitrificación

- La retención de sedimentos donde previamente se han podido fijar los nitratos.

Acciones de medición y seguimiento.

Para evaluar y controlar la eficiencia del sistema, se llevarán a cabo una serie de acciones de medición y seguimiento de determinados parámetros.

- Rendimientos de eliminación de contaminantes físico-químicos en los filtros vegetales.

  Se medirán la DBO5 (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), SS (sólidos en suspensión), Nitrato, Ntotal (nitrógeno total), Fosfato y Ptotal (fósforo total) para comprobar su reducción.

- Población microbiana en los filtros vegetales.

  Se realizará un seguimiento y control microbiológico del agua y del suelo para determinar la presencia de microorganismos con la capacidad desnitrificadora necesaria para la eliminación del nitrógeno en el agua. En el caso del suelo, se llevarán a cabo tests de microcosmos.

- Producción de gases y evolución de los parámetros agronómicos en los filtros vegetales.

  Consiste en el seguimiento de la producción de gases por el proceso de desnitrificación. Se medirá el gas N2O y la evolución de los parámetros agronómicos.

Sistema de toma de muestras de agua instalado en el área de actuación.

El estudio de las aguas de escorrentía en parcelas tratadas con medidas correctoras y parcelas control, representativas de la situación inicial, parece sugerir que la instalación de los filtros vegetales origina una reducción de la pérdida de nitratos en los suelos agrícolas como consecuencia de la acción de lavado por el agua.

Así, cuando se han analizado las aguas de escorrentía de las diferentes parcelas, se puede apreciar una disminución en torno al 50% en la concentración de nitratos en las muestras procedentes de las parcelas tratadas con biorrollos en relación a las procedentes de las parcelas control.

Estos resultados, aunque aún no sean completamente concluyentes debido al momento actual de desarrollo del proyecto, hacen pensar que el tratamiento aplicado origina una reducción en la pérdida de este nutriente (altamente soluble en agua), lo que en definitiva determina una reducción de la contaminación final del arroyo Juncarón. Resulta igualmente interesante mencionar que esta reducción ha sido detectada en un estadio inicial del proceso de instalación de los sistemas correctores, pudiéndose prever que, cuando las parcelas alcancen un mayor desarrollo vegetal y edafológico, los resultados serán aun mejores.

En relación a otros parámetros analíticos, concretamente el fósforo, los resultados han sido más dispares entre distintas tandas de muestreo. Esto es atribuible a procesos de fertilización que han podido afectar a alguno de los parámetros analizados.

Se espera que la evolución en el desarrollo del proyecto proporcione también unas conclusiones más completas y definitivas. Si bien los datos obtenidos hasta el momento son muy esperanzadores, aún no son totalmente concluyentes.

En las siguientes tablas, se resumen algunos resultados obtenidos durante el transcurso de nuestro estudio en parcelas tratadas y control.

Tabla 4. Resultados analíticos de muestras de aguas recogidas hasta el día 16 de Noviembre de 2012.

16/11/2012	Nitritos	Nitratos	Fosfatos	Amonio	Carbono orgánico
Parcela 51 Testigo	0,39 mg/l	2,9 mg/l	1,55 mg/l	0,46 mg/l	17,52 mg/l
Parcela 51 Tratada	0,39 mg/l	1,15 mg/l	0,45 mg/l	0,18 mg/l	8,14 mg/l
Parcela 42B Testigo	0,12 mg/l	2,3mg/l	1,88 mg/l	0,66 mg/l	5,74 mg/l
Parcela 42B Tratada	0,3 mg/l	1,0 mg/l	0,40 mg/l	0,83 mg/l	

** Los resultados son media de 5 muestreos independiente y tres réplicas analíticas por muestra.*

Tabla 5. Resultados analíticos de muestras de aguas recogidas hasta el día 14 de Marzo de 2013.

14/03/2013	Nitritos	Nitratos	Fosfatos	Amonio
Parcela 51 Testigo	0,15 mg/l	2,9 mg/l	0,60 mg/l	0,08 mg/l
Parcela 51 Tratada	0,11 mg/l	1,16 mg/l	0,63 mg/l	0,06 mg/l
Parcela 42B Testigo	0,02 mg/l	2,13 mg/l	1,40 mg/l	0,08 mg/l
Parcela 42B Tratada	0,03 mg/l	1,3 mg/l	4,07 mg/l	0,83 mg/l

** Los resultados son media de 5 muestreos independientes y tres réplicas analíticas por muestra.*

Con independencia de los análisis realizados en las muestras de agua de escorrentía de las parcelas agrícolas seleccionadas, se ha procedido al análisis físico-químico del suelo de dichas parcelas con el objetivo de detectar posibles alteraciones producidas como consecuencia de la aplicación de las medidas correctoras en el tiempo transcurrido. Hasta la fecha se ha procedido a un seguimiento temporal hasta marzo de 2013.

Los resultados obtenidos hasta el momento no permiten establecer conclusiones definitivas, principalmente porque el tiempo transcurrido desde el inicio del tratamiento es corto. No obstante, sí es evidente que en las zonas tratadas se está desarrollando una cubierta edáfica de características estables y de nula incidencia en el contexto de la sostenibilidad medioambiental. Así, los valores de riqueza mineral de los suelos tratados dan idea del mantenimiento de los mismos y las ligeras modificaciones observadas en algunas parcelas tratadas no suponen ninguna alteración negativa del hábitat. En consecuencia, se puede establecer, siempre en base a los estudios realizados hasta el momento, que las medidas correctoras no determinan cambios significativos en las características texturales y físico-químicas del suelo, siendo la tecnología correctora aplicada más bien favorable para una retención de nutrientes contaminantes del agua que, posteriormente, son biotransformados por las comunidades microbianas presentes en el suelo.

Tabla 6. Análisis de las parcelas tratadas y control.

Muestras de suelo	Clasificación	P asimilable	Materia orgánica oxidable	N total	pH	K asimilable
Parcela 51 Testigo 16/11	Franco arcilloso limoso	6 ppm	0.84%	0.073%	8.2	320 ppm
Parcela 51 Tratada 16/11	Franco arcilloso limoso	7 ppm	0.59%	0.063%	8.3	275 ppm
Parcela 42B Testigo 16/11	Franco arcilloso limoso	24 ppm	0.78%	0.070%	8.2	380 ppm
Parcela 42B Tratada 16/11	Franco limoso	34 ppm	1.07%	0.087%	8.1	490 ppm

** Estos resultados son media aritmética de cinco muestreos independientes realizados y de tres repeticiones analíticas por muestra.*

Tabla 7. Textura de las parcelas objeto de estudio.

Muestras de suelo	Textura arcilla	Textura arena	Textura limo
Parcela 51 Testigo 16/11	28.30%	19.22%	52.48%
Parcela 51 Tratada 16/11	32.90%	14.63%	52.47%
Parcela 42B Testigo 16/11	29.85%	18.07%	52.08%
Parcela 42B Tratada 16/11	8.35%	12.69%	78.96%

** Los resultados son media aritmética de tres determinaciones.*

La anterior afirmación se basa en los resultados de la medida de la actividad desnitrificante de las parcelas tratadas y control.

Esta actividad biológica nos permite calcular la potencial pérdida de nitrógeno provocada por la actividad microbiana, que transforma el nitrato presente en el suelo en nitrógeno molecular, un gas que retorna a la atmósfera. En consecuencia, esta medida nos permite conocer cuánto nitrógeno se pierde del suelo por la actividad microbiana.

Los resultados de estos estudios son, por el momento, muy claros y concretos. Tanto las parcelas control como las parcelas tratadas, muestran una elevada capacidad de desnitrificación, es decir, que cuentan con una elevada actividad microbiana capaz de eliminar nitratos del suelo agrícola.

En este contexto, como consecuencia de la actividad microbiana, se podría afirmar que una parte significativa del nitrógeno aportado por el agricultor terminará perdiéndose antes de ser asimilado por la planta. Ello determina un gasto innecesario en fertilizantes y ciertamente improductivo.

En consonancia con lo mencionado, es necesaria la modificación del sistema de aplicación de los fertilizantes nitrogenados, de forma que se consiga una eficacia superior en la nutrición vegetal. Por ello, es razonable que la utilización de programas informáticos de fertirrigación que asesoran sobre las dosis apropiadas de nutrientes en base a unos parámetros iniciales, se considere esencial en el manejo del olivar.

Una de las acciones del proyecto EUTROMED consiste en facilitar un programa de fertilización para los agricultores que represente no solo una disminución de los problemas de contaminación ambiental, sino también un ahorro económico y el incremento de la productividad.

Tabla 8. Determinación de la actividad desnitrificante en las parcelas objeto de estudio.

Muestras de suelo	16/11/2012 (nm/g/h)	06/02/2013 (nm/g/h)	27/02/2013 (nm/g/h)	14/03/2013 (nm/g/h)
Parcela 51 Testigo	540,755506	971,9431008	551,6952435	792,7975959
Parcela 51 Tratada	493,324933	1049,605021	809,8659952	603,0299364
Parcela 42B Testigo	471,016034	911,8818491	768,2923837	450,6986524
Parcela 42B Tratada	471,016034	893,0757718	1107,683039	415,5653448

** Los resultados son media aritmética de cinco determinaciones.*

Zona de actuación del Proyecto Eutromed

5. Acciones preventivas del proyecto.

A. Formación de los agricultores.

La Universidad de Granada es la encargada de la celebración de seminarios formativos dirigidos a los agricultores de la zona.

Las temáticas de dichos seminarios son las siguientes:

- Estudio del suelo agrícola y su calidad. (Abril 2012).
- Los recursos hídricos y su utilización. (Octubre 2012).
- Desnitrificación y ciclo del nitrógeno. (Junio 2013).
- Técnicas y materiales para el control de la erosión y la disminución de la eutrofización de las aguas de escorrentía superficial en el olivar de la cuenca mediterránea. (Marzo 2014).

Fotografías de la celebración de seminarios formativos.

Hasta la fecha se han celebrado los seminarios sobre el suelo y sobre los recursos hídricos.

Folletos divulgativos de los seminarios formativos.

B. Instalación de una aplicación informática para la optimización de la fertirrigación.

Como ya se ha mencionado anteriormente, los agricultores implicados en el proyecto dispondrán de una herramienta informática que les permita optimizar la aplicación de fertilizantes en su cultivo.

La aplicación informática calcula la cantidad exacta de unidades fertilizantes que necesita la planta en relación a distintas variables: características edafológicas, datos del cultivo, análisis foliar, datos de riego, análisis del agua, precipitaciones, etc., evitando así posibles excesos en el suelo.

Captura de pantalla de la Web de Orcelis Fitocontrol, la aplicación informática seleccionada en el marco del proyecto EUTROMED.

C. Asesoramiento de los agricultores.

Asesoramiento a agricultores implicados.

Los agricultores recibirán asesoramiento in situ en sus fincas para la instalación y manejo de la herramienta informática, la puesta en práctica de buenas prácticas agrícolas y el mantenimiento de los filtros vegetales.

6. Acuerdos voluntarios.

Aquellos agricultores de la zona interesados en participar en el proyecto LIFE + EUTROMED deben firmar un Acuerdo Voluntario con los socios del proyecto en el que se recogen los compromisos adoptados por todas las partes.

Acto de firma de acuerdos voluntarios celebrado en Deifontes el 15 de junio de 2012.

Compromisos del acuerdo para el agricultor:

- Permitir la instalación de los biorrollos y la realización de las mediciones correspondientes en sus explotaciones.
- No interferir sobre los biorrollos instalados durante todo el periodo del proyecto.
- Adoptar buenas prácticas en la fertilización, siguiendo las indicaciones de los asesores del proyecto.
- Asistir a las sesiones formativas organizadas en el marco del proyecto.

Beneficios del acuerdo para el agricultor:

- Asesoramiento gratuito y especializado en sus explotaciones para la instalación de biorrollos, su mantenimiento, la instalación de la aplicación informática y su manejo y la puesta en marcha de buenas prácticas agrarias.
- Formación gratuita sobre diferentes aspectos relacionados con el cultivo del olivar.

Momento de la firma de los acuerdos entre los socios y los agricultores interesados.

7. Materiales divulgativos.

Se han publicado hasta la fecha tres guías prácticas sobre temáticas directamente relacionadas con los ámbitos de trabajo del proyecto, que contribuyen al cumplimiento de los objetivos:

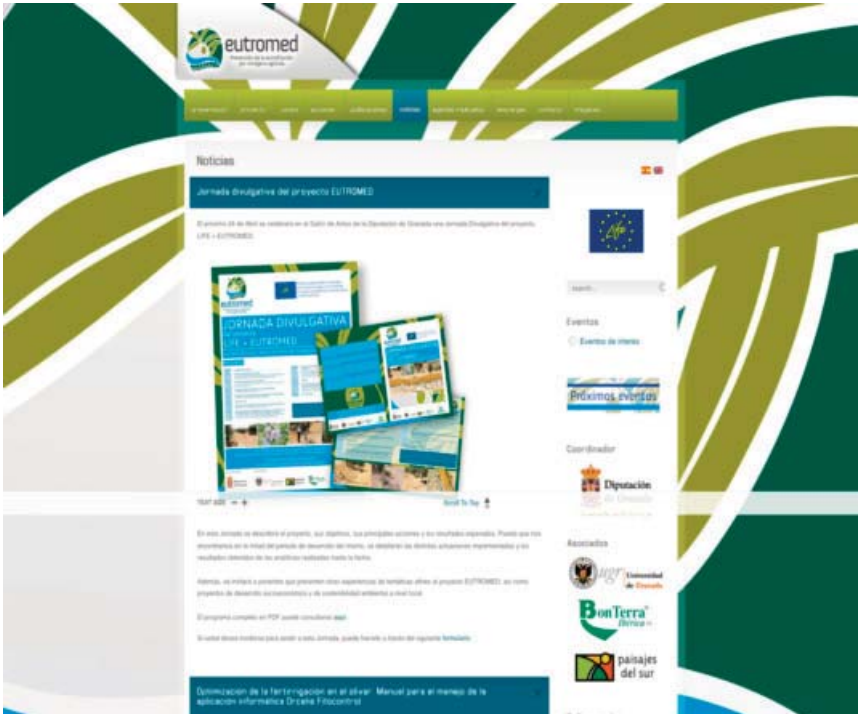
- Guía de formación: que recoge los contenidos impartidos en todos los cursos de formación programados durante el período de vigencia del proyecto.
- Manual de buenas prácticas agrícolas frente a la contaminación por nitratos.
- Optimización de la fertirrigación en olivar. Manual para el manejo de la aplicación informática "Orcelis Fitocontrol".

Material divulgativo publicado en el marco del proyecto.

8. Más información del proyecto.

Para más información sobre el proyecto EUTROMED, se puede consultar la página web www.eutromed.org.

En esta página se describen los objetivos del proyecto, el área de actuación, los socios participantes y las acciones a realizar. En el apartado "Publicaciones" se pueden descargar los boletines científico técnicos publicados en el marco del proyecto, donde se pueden ir viendo todos los avances producidos con la implementación de las diferentes acciones. Asimismo, están disponibles los materiales divulgativos editados.



Captura de pantall de la Web del proyecto EUTROMED.

eutromed

Prevención de la eutrofización por nitrógeno agrícola

www.eutromed.org

Diputación de Granada. Servicio de Medio Ambiente
C/ Periodista Barrios Talavera, 1. 18014 Granada
Tfno.: 958 80 49 56 / E-mail: eutromed@dipgra.es

Socios del proyecto

Coordinador

Diputación de Granada
Granada es Provincia

Asociados

ugr Universidad de Granada

paisajes del sur

BonTerra Ibérica S.L.

Cofinanciador

Junta de Andalucía
Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente