Europa
invierte en las zonas rurales

Metodología innovadora a base de filtros vegetales, para el control de la erosión en cárcavas en el olivar.

Resumen del proyecto y resultados.

TRAMCE

Transferencia de un método para el control de la erosión del suelo en el olivar

COFINANCIAN:

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

EDITA:
Diputación Provincial de Granada. Servicio de Sostenibilidad Ambiental.

COORDINACIÓN DE LA EDICIÓN:
Caridad Ruiz Valero.

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:
PÚLSAR DISEÑO GRÁFICO Y PUBLICIDAD

INFORMACIÓN DE CONTACTO:
Diputación de Granada.
C/ Periodista Barrios Talavera, 1.
18014. Granada.
Tfno.: 958 24 73 46
www.tramce.com

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4
2. PROBLEMA AMBIENTAL.....6
3. ÁREA DE ACTUACIÓN. COOPERATIVAS PARTICIPANTES.....8
4. ACCIONES DEL PROYECTO.....10
   a) Acciones informativas y de concienciación.....10
   b) Acciones correctoras.....11
   c) Acciones de seguimiento y análisis.....12
   d) Acciones de comunicación y divulgación.....13
5. RESULTADOS.....15
6. CONCLUSIONES.....25

1. Introducción.

El proyecto TRAMCE – *Transferencia de un método para el control de la erosión en el olivar* – tiene como objetivo general transferir un método efectivo basado en el uso de filtros vegetales para el control de la pérdida de suelo en áreas agrícolas, en particular en el olivar, pero extensible a cualquier cultivo arbóreo en zonas con pendiente.

Este proyecto ha sido implementado por el Grupo Operativo integrado por la Asociación Cooperativas Agroalimentarias de Andalucía-Granada, la Diputación de Granada, la Universidad de Granada y la empresa Paisajes del Sur. Se trata de un proyecto financiado por la Orden de 28 de julio de 2016 de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, por la que se regulan las ayudas para la creación y funcionamiento de grupos operativos de la Asociación Europea de Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola para la realización de proyectos piloto y el desarrollo de nuevos productos, prácticas, procesos y tecnologías en los sectores agrícola, alimentario y forestal, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020.

Dicho Programa está financiado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).

El método transferido por TRAMCE fue demostrado gracias al proyecto LIFE+ EUTROMED, financiado por el programa LIFE de la Unión Europea en la convocatoria 2010 y que desarrollaron conjuntamente la Diputación de Granada, la Universidad de Granada y las empresas Paisajes del Sur y Bonterra Ibérica entre los años 2011 y 2015.

El propósito del proyecto LIFE+ EUTROMED fue mejorar la calidad de las aguas y los suelos agrícolas en relación con la contaminación por nitrógeno de origen agrario. Los sistemas utilizados - mantas orgánicas, biorrollos y gaviones instalados en olivares afectados por graves problemas de erosión- demostraron además ser muy efectivos en el control de la pérdida de suelo y la regeneración de cárcavas.

TRAMCE ha transferido el método previamente instalado en Deifontes, provincia de Granada (cuenca del arroyo Juncarón) por EUTROMED, a otros territorios de las provincias de Granada, Córdoba y Jaén, implicando a cooperativas de agricultores. Por un lado, se aplicaron medidas correctoras para el tratamiento de surcos y cárcavas, consistentes en filtros vegetales fabricados a base de esparto y paja que favorecen la retención de finos y fomentan el desarrollo de la cubierta vegetal. Asimismo, se difundieron buenas prácticas agrícolas encaminadas a favorecer la fertilidad del suelo, la mejora de la biodiversidad, la prevención de la contaminación por nitratos y el rendimiento de los cultivos.

El proyecto TRAMCE comenzó en enero de 2018 y se ha extendido hasta finales de diciembre de 2019. La ayuda aprobada ha sido de 223.293,91 €, siendo el porcentaje de subvención del 100 % de los gastos elegibles.

Imagen 1. Detalle de Biorrollo. Modelo 3.

2. Problema Ambiental.

La Carta Mundial de Suelos de la FAO de 1982, ya reconoce al suelo como un elemento esencial para la vida que además tiene un carácter no renovable debido al tiempo que tarda la naturaleza en generarlo, que va de cientos a miles de años. La pérdida de suelos, junto con la sobrepoblación del planeta y el cambio climático son tres de las grandes amenazas a las que está sometido nuestro planeta.

El aumento de la población mundial hace que la demanda de suelo sea cada vez mayor, mientras que su productividad se ve afectada por las consecuencias del calentamiento global. En pocos años, la zona mediterránea sufrirá una mayor aridez como consecuencia de un aumento de las temperaturas y de una disminución de las precipitaciones, que incrementarán su torrencialidad. Por lo tanto, es más importante que nunca el manejo sostenible del suelo, para que nos garantice una productividad a largo plazo e incluso pueda contribuir a la mitigación del cambio global, potenciando su función como sumidero de carbono o como elemento fundamental en el ciclo del nitrógeno.

Andalucía Oriental es, dentro de la Península Ibérica, una de las zonas donde existe un mayor riesgo de pérdida de suelo por erosión hídrica (figura 1). Esto es debido a diversas causas que conjuntamente contribuyen a agudizar este acuciante problema:

- **Características propias de clima mediterráneo**, donde las precipitaciones no son muy abundantes y tienden a concentrarse en primavera y otoño.

- **Orografía del terreno y prácticas agrícolas desarrolladas**, con suelos cultivados en pendientes que llegan a ser muy importantes. El manejo tradicional del olivar establece marcos de plantación anchos y laboreo del suelo para la eliminación de las "malas hierbas", que deja al suelo desprotegido frente a la lluvia.

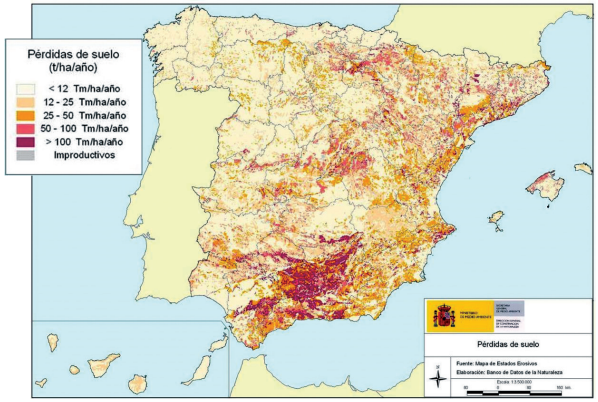


Figura 1. Mapa de pérdidas de suelo.

La erosión provoca una pérdida del suelo superficial, que es el más fértil, provocando su degradación, pérdida de productividad, incremento en los costes de fertilización y efectos medioambientales asociados a la pérdida de materia orgánica y contaminación por arrastre de nutrientes y productos fitosanitarios.

Frente a la erosión, el principal protector del suelo es la cubierta vegetal. En el olivar, el mantenimiento de la cubierta vegetal en las calles, disminuirá la velocidad del agua de escorrentía y evitará la degradación de la estructura superficial del suelo, favoreciendo la infiltración y reduciendo el volumen de escorrentía.

3. Áreas de actuación.

Para la selección de una parcela en cada una de las provincias de Granada, Jaén y Córdoba en las que poder llevar a cabo las actuaciones previstas en el proyecto, Cooperativas Agroalimentarias de Andalucía – Granada, entidad coordinadora del grupo operativo, realizó una labor previa de comunicación, información y sensibilización entre las distintas cooperativas asociadas para alcanzar su acercamiento y participación en el proyecto.

Se contactó con cooperativas de las tres provincias indicadas anteriormente en busca de socios agricultores cuyas fincas reunieran los requisitos necesarios exigidos para el desarrollo técnico del proyecto. Tras esta labor inicial, tres cooperativas agrícolas fueron seleccionadas:

- Santa Mónica de Píñar, Granada.
- Martínez Montañés de Alcalá la Real, Jaén.
- Santa Marina de Aguas Blancas de Fernán Núñez, Córdoba.

Entre los socios interesados, se seleccionaron aquellas áreas más apropiadas para la aplicación del tratamiento a base de filtros vegetales.

Combinación de factores:

- Olivares cultivados en pendientes considerables.
- Suelo poco consolidado.
- Baja cubierta vegetal.

→

Consecuencias progresivas:

- Aceleración de procesos erosivos.
- Inicio de surcos y regueros.
- Formación de cárcavas profundas

Imagen 2. Bular Bajo, Píñar.

Imagen 3. Estacada del Cuarto, Fernán Núñez.

Imagen 4. Villalobos, Alcalá la Real.

4. Acciones del proyecto.

a. Acciones formativas y de concienciación.

Una vez seleccionadas las fincas para implementar el tratamiento propuesto por TRAMCE, se realizaron jornadas de presentación del proyecto y de concienciación sobre la gravedad que supone la erosión del suelo en el olivar y la importancia de apostar por la implementación y adecuado manejo de las cubiertas vegetales.

Las jornadas se llevaron a cabo con la colaboración de cada una de las cooperativas participantes en las siguientes fechas.

- 26 de junio de 2018 en la cooperativa Santa Mónica de Píñar, Granada.
- 30 de octubre de 2018 en el Círculo de Labradores con la cooperativa Santa Marina de Aguas Blancas de Fernán Núñez, Córdoba.
- 12 de noviembre de 2018 en la cooperativa Martínez Montañés de Alcalá la Real, Jaén.

Imagen 5. Jornada en Martínez Montañés.

Imagen 6. Jornada en Píñar.

b. Acciones correctoras.

Instalación de filtros vegetales en surcos y cárcavas.

Los filtros vegetales (biorrollos y mantas orgánicas) están fabricados a base de fibras vegetales como el esparto. Se colocan sobre las líneas de escorrentía del agua en las laderas y actúan disminuyendo la velocidad del agua en el surco o cárcava y laminando la escorrentía, lo que facilita su infiltración en el suelo y reduce su fuerza abrasiva. Esto favorece la retención de sedimentos y de buena parte de los nutrientes disueltos en el agua, permitiendo que estén disponibles para las plantas y se pueda desarrollar una cubierta vegetal.

Las estructuras filtrantes, que con el tiempo se van constituyendo como soporte y refuerzo de la vegetación, suelen llevar asociadas la instalación de gaviones flexibles o empalizadas metálicas que ayudan a dar fijación y estabilidad a las mismas.

Se han definido cuatro modelos de filtros vegetales (ver Anexo I), en función de la pendiente del terreno y de la profundidad de la cárcava, que se resumen en la siguiente tabla:

	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4
Pendiente	< 10 %	10- 20 %	> 10 %	>10%
Profundidad de cárcava	< 0,5 m	0,5 –1,0 m	> 1,0 m	>1,5 m
Series:				
Nº de biorrollos en la serie	4	4	1	1
Diámetro de biorrollo	15 cm	30 cm	30 cm	15 cm
Longitud del biorrollo	3 m	3- 6 m	3- 9 m	Variable
Manta orgánica (m^2 mínimo)			12 –33m^2	Variable
Empalizada metálica				1
Distancia entre biorrollos	5 m	3 m	3 m	Variable
Final de serie	Biorrollo de 30 cm de diámetro sobre gavión flexible relleno de piedra de 30 cm de diámetro.		Gavión flexible relleno de piedra	

Tabla 1. Características de los 4 modelos definidos.

Imagen 7. Visita a zona de actuación en Píñar .

Imagen 8. Área tratada con los sistemas TRAMCE

Cada uno de los modelos se ha ido adaptando a la realidad física de cada cárcava tratada. Por encima de todas las estructuras transversales de biorrollos o empalizadas, se han plantado ejemplares de especies vegetales adecuadas a razón de 2 ud/ml. Se trata de especies con buena capacidad para fijar los nutrientes arrastrados, desarrollo rápido pero sin llegar a convertirse en plaga, abundantes raíces secundarias para fijar el suelo y susceptibles de algún aprovechamiento: frutos, fibras, melífera o medicinal. Destacan:

- *Rosmarinum officinalis.*
- *Santolina chamaecyparisus.*
- *Thymus zyggis.*
- *Stipa tenacissima.*
- *Caparis spinosa.*

c. Acciones de seguimiento y análisis.

Para demostrar la eficacia de estos sistemas sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo se han llevado a cabo una serie de acciones de seguimiento y análisis comparando cárcavas tratadas en las que se ha favorecido el desarrollo de cubierta vegetal con otras testigo que han permanecido sin tratamiento.

d. Acciones de comunicación y divulgación.

Para dar a conocer la tecnología innovadora desarrollada con el proyecto TRAMCE, el grupo operativo ha participado en los siguientes eventos relacionados con el sector del olivar:

- **Expoliva 2019.** Se trata del principal foro del sector del aceite en Andalucía. Desarrollado entre el 15 y el 17 de marzo de 2019 en Jaén, ofreció un espacio a los Grupos Operativos con proyectos innovadores en el que TRAMCE estuvo presente.

Imagen 9. Jornada en Expoliva.

- **Jornada divulgativa del proyecto TRAMCE.** Celebrada en Granada el 31 de octubre de 2019, permitió presentar todos los resultados alcanzados con el proyecto. Asimismo, se invitó a otros tres grupos operativos subvencionados por la misma orden que desarrollan proyectos para la mejora del olivar, pudiendo así intercambiar experiencias y creando redes entre entidades. La jornada incluyó una visita a la parcela de Píñar.

- **Jornada "El suelo. Enfoque económico y medioambiental".** Tuvo lugar el 7 de noviembre de 2019 en Granada y en ella participaron importantes personalidades conocedoras de los graves problemas de erosión que sufre el sector agrario.

- **Jornada "Bioeconomía circular y el sector del olivar en Andalucía".** Se celebró el 18 de noviembre en el Centro de documentación científica de la Universidad de Granada y el grupo operativo TRAMCE estuvo representado en una mesa redonda.

Herramientas para la comunicación.

Para dar visibilidad al proyecto TRAMCE se diseñó un Plan de Comunicación. Las herramientas principales han sido el diseño de un logotipo, la creación de una página web, una página de Facebook, un perfil en Twitter, impresión de folletos divulgativos, edición de un panel enrollable y publicación de artículos y notas de prensa a lo largo de sus dos años de duración.

http://tramce.com

Imagen 10. Panel enrollable.

Imagen 11. Folletos Divulgativos.

Imagen 12. Perfil Facebook.

5. Resultados.

Estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo.

El manejo del suelo con cubierta vegetal en olivares, incrementa su contenido en carbono orgánico y nitrógeno, retirando CO_2 atmosférico y contribuyendo además a la mitigación del cambio climático global. El aumento en la materia orgánica del suelo lleva consigo un incremento en la capacidad de intercambio catiónico y una mejora en las propiedades físicas del suelo: mejora del desarrollo de la estructura, disminución de la densidad aparente y aumento de la permeabilidad y capacidad de retención de agua útil *(figura 2)*.

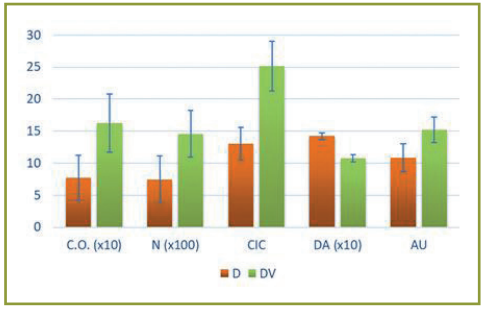


Figura 2. Variación de propiedades físicas y químicas de los suelos con (verde) y sin (naranja) cubierta vegetal.

Las estimaciones realizadas en una microcuenca de olivar en Píñar (Granada), con un marco de plantación de 9x9 y un ancho medio de cubierta vegetal en las calles de 2 m, arrojan un incremento del 24,2% del contenido de carbono por hectárea gracias precisamente a la existencia de la cubierta vegetal. El incremento en carbono orgánico en el suelo bajo cubierta aumenta la disponibilidad de recursos energéticos para los microrganismos, y favorece el proceso de humificación de la materia orgánica y su estabilización mediante la interacción de la materia orgánica con la fracción mineral del suelo.

Estudio de la erosión con simulador de lluvia.

Realizando experiencias con distinta intensidad de lluvia, inclinación de la pendiente y existencia o no de cubierta vegetal, podemos concluir que la escorrentía se correlaciona directamente con la intensidad de lluvia y con la pendiente *(figura 3)*. Cuanto mayor es la pendiente, la escorrentía alcanza una mayor velocidad, limitando la infiltración de agua en el suelo. En cambio, la presencia de cubierta vegetal frena la escorrentía, disminuyendo su energía y evita la degradación superficial de la estructura manteniendo, la capacidad de infiltración del suelo. Además, retiene el suelo mediante el sistema radicular disminuyendo su erosionabilidad.

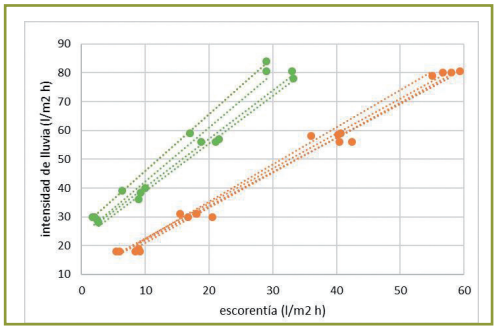
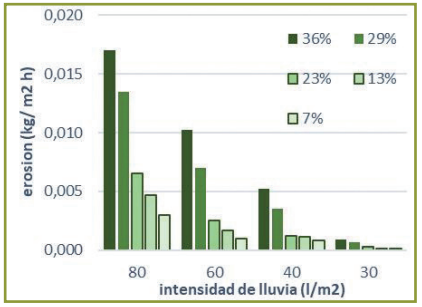


Figura 3. Correlación entre la intensidad de lluvia y la escorrentía en suelos con (verde) y sin (naranja) cubierta vegetal.

En cuanto a los datos de **pérdida de suelo**, la escorrentía arrastra las partículas del suelo haciendo efectivo el proceso de erosión. Las tasas de escorrentía y de erosión son directamente proporcionales como puede apreciarse en la *figura 4*, y está también relacionada con la pendiente. Así, podemos observar cómo los suelos, independientemente de que tengan cubierta vegetal o no, presentan tasas de erosión más altas en los puntos donde la pendiente es más acusada. En cualquier caso, la presencia de una cubierta vegetal densa disminuye significativamente la tasa de erosión. Basta con comparar el **orden de magnitud** de las gráficas con y sin vegetación de la *figura 4*, que representa una reducción de la tasa de erosión del orden de 100 veces con la presencia de la cubierta vegetal.



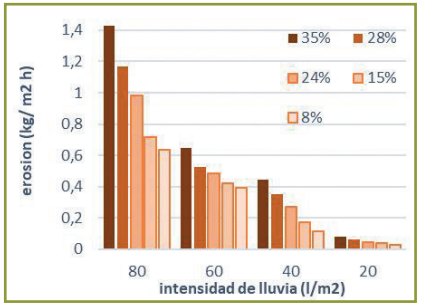


Figura 4. Tasa de erosión en suelos con (izquierda) y sin (derecha) cubierta vegetal respecto a la intensidad de lluvia y la pendiente.

Estudio de la erosión a nivel de microcuenca.

Para poder extrapolar los datos del simulador a una determinada superficie, por ejemplo, a la microcuenca estudiada en Píñar, es necesario conocer el porcentaje de superficie que está cubierto por vegetación y cuál está desnudo. Debido al marco de plantación, tamaño medio de copa y ancho medio de la cubierta *(figura 5)*, si consideramos una cuadrícula de 9 m de lado, donde habría un olivo en cada vértice, la superficie total sería de 81 m², de los cuales 18 m² (22% de la superficie total) estarían bajo cubierta vegetal herbácea; 19,63 m² (24,5% de la superficie total) estarían bajo la copa de olivo y **43,3 m²** (53,5% de la superficie total) **serían suelo desnudo**. Consideramos que la copa del olivo protege al suelo de la lluvia y que por tanto no se produce escorrentía. Por otro lado, se supone un evento de precipitación representativo de una tormenta de 10 minutos de duración y una intensidad de 30 l/m² h. Mediante el empleo de sistemas de información geográfica podemos realizar un mapa de estimación

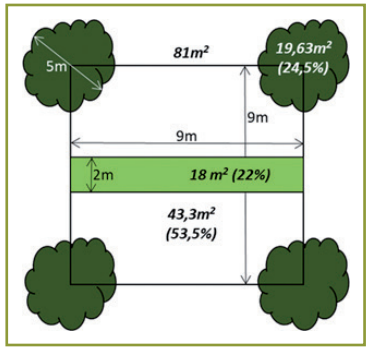


Figura 5. Esquema de la superficie de la microcuenca de Píñar.

de la tasa de erosión para esta tormenta *(figura 6)* y a partir de él estimar la cantidad de suelo perdido, dependiendo de la existencia o no de cubierta vegetal de 2 m de anchura. Los resultados de la estimación indican que el manejo del olivar bajo las condiciones descritas reduce la erosión laminar en la microcuenca un 29% respecto a las calles del olivar descubiertas de vegetación.

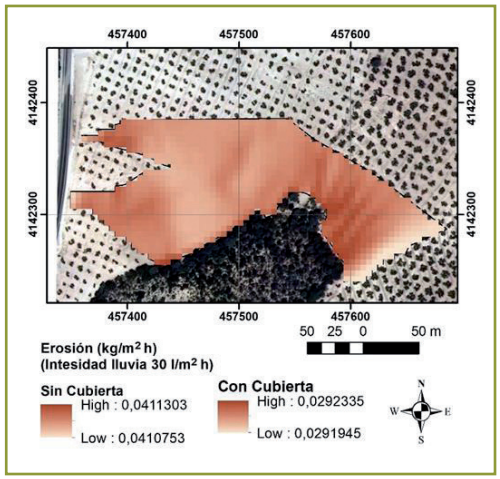


Figura 6. Tasa de erosión considerando la existencia o no de cubierta vegetal y una precipitación de 30 l/m² h durante 10 min en la microcuenca de Píñar.

Estudio de la sedimentación del suelo erosionado.

En cuanto las medidas adoptadas a nivel de la cárcava para frenar la escorrentía y favorecer la sedimentación del suelo arrastrado a lo largo de ella, se han dispuesto una serie de referencias metálicas clavadas en el centro de la cárcava, que sobresalen 20 cm y que servirán para estimar la cantidad de solidos retenidos *(figura 7)*. En la cárcava de Píñar se hicieron un total de 42 medidas de sedimento retenido correspondientes al colector final de la cárcava, 3 empalizadas y 38 biorrollos. En base a estas medias se estimó que se han retenido en la cárcava 1,27 m³ de suelo, que en función de la densidad aparente corresponden a 1,68 Mg de suelo retenido durante

el periodo que va desde finales del octubre de 2018 hasta septiembre de 2019. Por otro lado, el suelo no retenido, y que se perdería arrastrado por la escorrentía, se estima en 0,206 Mg, que representa un 10,6% del sedimento total recibido por la cárcava durante el intervalo de tiempo considerado. Es decir, que la intervención en la cárcava ha sido capaz de retener casi el 90% del suelo erosionado de la microcuenca.

Figura 7. Imagen de las referencias metálicas dispuestas en el centro de la cárcava para la monitorización de la sedimentación del suelo erosionado en la microcuenca.

Estudio de la humedad del suelo.

Los sistemas de retención de sólidos, al frenar la escorrentía, favorecen la infiltración de agua en el suelo mejorando la dinámica hídrica del suelo de la cárcava. Se midió el porcentaje de humedad a 10 y 40 cm de profundidad en los suelos adyacentes a los sistemas de retención instalados, en la cárcava control no tratada, así como en suelos con y sin cubierta en las calles del olivar *(figura8)*.

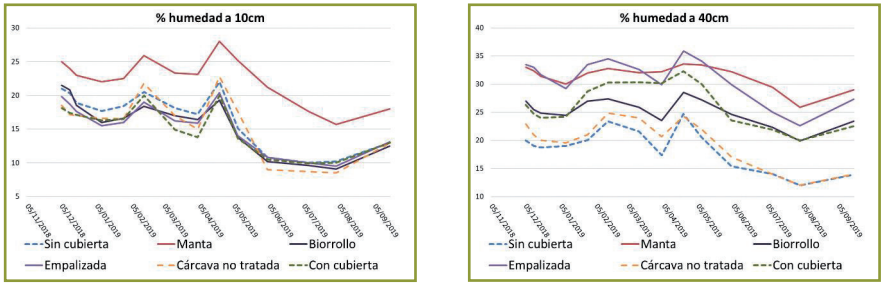


Figura 8. Porcentaje de humedad en suelos adyacente a la cárcava tratada con los distintos sistemas de retención, a la cárcava control no tratada y en la calle del olivar con y sin cubierta vegetal.

La humedad es menor en los primeros 10 cm de suelo en aquellos con cubierta vegetal en la época de mayor humedad, de diciembre a mayo, debido a la demanda de agua por parte de la vegetación. A partir de junio, donde el suelo está muy seco por la pérdida de agua por evaporación en el suelo desnudo y por evapotranspiración en el suelo con cubierta, los datos de humedad son iguales y, debido a ello, la vegetación comienza a secarse. Además, cabe destacar que los picos de humedad que aparecen en febrero y abril son más acentuados en los suelos con cubierta, debido a la mayor infiltración, por un lado, y a la demanda de agua de la vegetación por el otro. En cambio, a 40 cm de profundidad, la humedad es mayor siempre en el suelo bajo cubierta. Esto es debido nuevamente a la mayor infiltración de agua que favorece la recarga del suelo en comparación con el suelo desnudo, que al estar en régimen de no laboreo se compacta superficialmente limitando la infiltración.

La disminución de agua entre los picos de febrero y abril es muy suave en el suelo con cubierta ya que la vegetación durante el invierno no es demasiado frondosa y sus requerimientos hídricos moderados, afectando poco a la reserva de agua en profundidad. Por otro lado, en el periodo seco, la diferencia de humedad subsuperficial es máxima comparando los suelos con y sin cubierta. Esto es debido a que la vegetación seca protege al suelo de la radiación solar directa y produce un efecto sombra, que disminuye la evaporación del agua del suelo.

A nivel de cárcava, en superficie no existen grandes diferencias entre los datos de humedad registrados en los tratamientos con biorrollo, empalizada y la cárcava control, pero sí con el tratamiento con manta orgánica. Aunque los perfiles a lo largo del tiempo son muy parecidos, se aprecia claramente cómo la manta orgánica, al evitar el encostramiento superficial y disminuir

la pérdida de agua del suelo por evaporación, mantiene un valor de humedad significativamente mayor a lo largo de todo el año en los primeros 10 centímetros. La disminución de la evaporación por el efecto de la manta se aprecia especialmente a partir de mayo de 2019 y durante el verano, donde a pesar de la falta de precipitación y aumento de las temperaturas, la humedad del suelo es claramente superior respecto a la registrada en los tratamientos, y se mantiene siempre por encima del 15%.

Donde sí se aprecian diferencias mayores en la humedad del suelo entre los diferentes tratamientos es a 40 cm de profundidad, tanto en el porcentaje de humedad como en su evolución en el tiempo. El tratamiento con la manta orgánica presenta una evolución en el tiempo diferente a los tratamientos con biorrollo y empalizada, manteniéndose más constante a lo largo del año, con una morfología parecida a la del suelo con cubierta vegetal.

Estudio de la fertilidad del suelo.

El ciclo biogeoquímico del nitrógeno está mediado por un gran número de poblaciones microbianas cuya actividad determina la fijación biológica del nitrógeno molecular, la oxidación del ión amonio y la desnitrificación de nitratos y nitritos. Es de conocimiento general los efectos de la acción antropogénica sobre el funcionamiento de dicho ciclo.

La aplicación de altas cantidades de N inorgánico en sistemas agrícolas ha tenido muchas consecuencias para el funcionamiento del suelo y la salud ambiental, como la aceleración y modificación de los procesos naturales de desnitrificación bacteriana, la contaminación de las masas de agua por nitratos y la consiguiente eutrofización.

Los microorganismos, donde se incluyen tanto las bacterias como las arqueas (organismos procariotas), juegan un importante papel en todas las transformaciones del nitrógeno en suelos agrícolas. En este trabajo se ha estudiado en muestras de suelo procedentes tanto de las cárcavas intervenidas como de las cárcavas controles y suelos circundantes, la evolución de poblaciones microbianas involucradas en distintas fases del ciclo del nitrógeno: bacterias totales del suelo, bacterias oxidadoras de amonio (AOB), arqueas totales y oxidadoras de amonio (AOA). La cuantificación de los microorganismos se realizó mediante técnicas moleculares (PCR en tiempo real).

En la desnitrificación, las bacterias utilizan las formas oxidadas de nitrógeno como el nitrato y el nitrito (NO^{2-}) y las convierten en dinitrógeno (N_2). Sin embargo, las alteraciones en el proceso provocadas por un exceso de fertilización nitrogenada entre otras, conllevan a la emisión de óxido nitroso (N_2O) a la atmósfera. El óxido nitroso es un gas de efecto invernadero cuya capacidad calorífica es 300 veces mayor a la del dióxido de carbono (CO_2) contribuyendo a los cambios globales climatológicos. Para establecer las emisiones de N_2O del suelo de las parcelas objeto de estudio se midió tanto la Actividad Enzimática Desnitrificadora (DEA) como el Potencial Desnitrificador (DP) mediante cromatografía gaseosa.

El trabajo se desarrolló en suelos pobres y con poca actividad biológica. Se detectó un aumento significativo en las poblaciones de arqueas totales y arqueas oxidadoras de amonio en las cárcavas intervenidas con los biorrollos y las mantas en las parcelas de las tres localidades estudiadas.

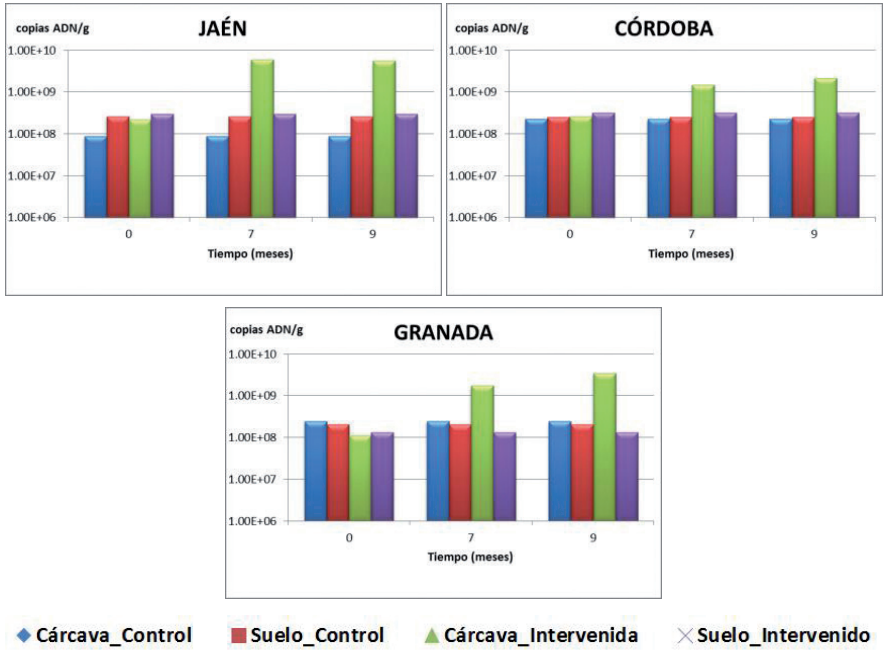


Figura 9. Arqueas totales en las tres parcelas.

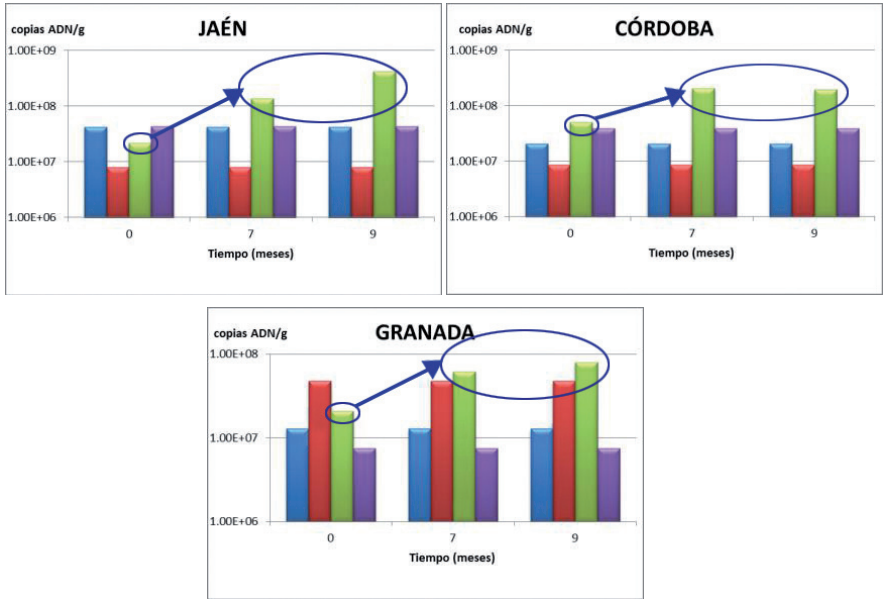


Figura 10. Arqueas oxidadoras de Amonio en las tres parcelas.

Las emisiones de nitrógeno en forma de nitrógeno molecular y óxido nitroso fueron menores en los suelos de las cárcavas intervenidas, determinando por lo tanto una menor contaminación atmosférica.

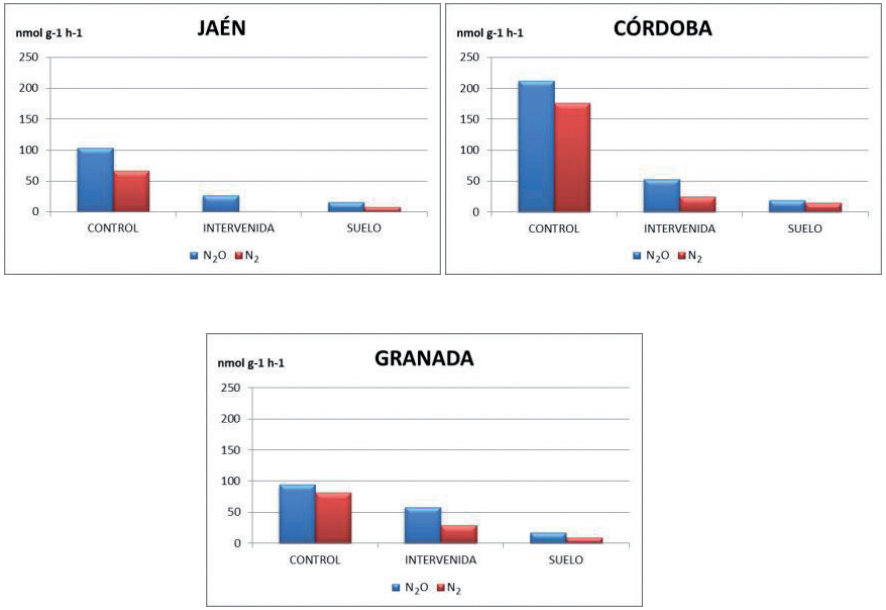


Figura 11. Emisiones de N_2O y N_2 en las tres parcelas.

6. Conclusiones.

El problema de la erosión del suelo deriva del uso del mismo y está íntimamente relacionado con las prácticas agrarias. La eliminación de la vegetación natural para instaurar los cultivos, junto con el laboreo aumentan la vulnerabilidad de los suelos frente a la erosión. Esto unido a la pendiente y las características propias del clima mediterráneo hacen de Andalucía oriental una de las zonas en mayor riesgo de erosión hídrica de toda la Península Ibérica. Por ello, es absolutamente imprescindible el manejo racional de los suelos agrícolas, que permita mantener su productividad en términos de rentabilidad y sostenibilidad en el tiempo.

La lucha contra la erosión en cárcavas debe basarse en dos pilares: la reducción del agua de escorrentía que se aporta a la cárcava y la disminución de la velocidad del agua cuando circula por ella. Para disminuir la escorrentía de la ladera, es necesario el desarrollo de cubiertas vegetales, dispuestas en bandas perpendiculares a la pendiente. Las cubiertas vegetales, además de frenar la erosión, mejoran las características del suelo potenciando su fertilidad física y química, aumentando la biodiversidad, mejorando la dinámica hídrica de los suelos y favoreciendo el papel de los suelos como sumideros de carbono frente al cambio climático.

La tecnología de filtros vegetales instalados en los surcos y cárcavas, ha demostrado ser eficaz y viable para la retención de sedimentos y para facilitar el desarrollo de vegetación que, a la larga, puede traducirse en la estabilización y restauración de la cárcava.

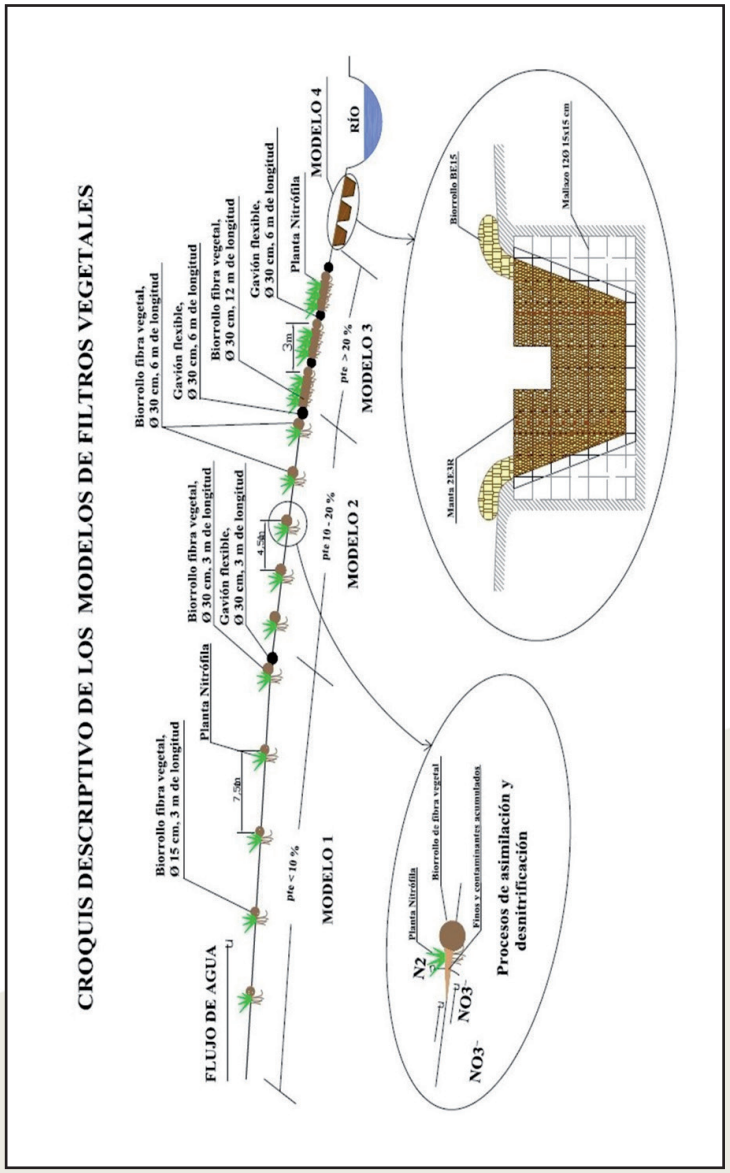
El manejo de los suelos afectados por graves problemas de erosión con los sistemas propuestos en el proyecto TRAMCE, produce una reducción significativa de la pérdida de suelo en el entorno de la cárcava, favorece el incremento de la fertilidad del suelo y la mejora de sus propiedades físicas.

La divulgación de los resultados alcanzados con este proyecto es fundamental para luchar contra este problema ambiental. En este sentido, cobra especial importancia el papel de FAECA, organización que, solo en la provincia de Granada integra a más de 90 cooperativas y 35.500 agricultores/as y ganaderos/as.

La implantación mayoritaria de los sistemas **TRAMCE** como una práctica de cultivo más entre los agricultores, mejoraría considerablemente el entorno rural debido a que:

- Favorecen la conservación del suelo fértil y mantienen su productividad.
- Evitan la contaminación de las aguas de escorrentía por nutrientes.
- Frenan el arrastre de sólidos, disminuyen la colmatación de los cauces y reducen los costes de conservación de las infraestructuras de agua, de carreteras, caminos y urbanizaciones.

ANEXO I. Croquis de los modelos de Filtros Vegetales.



TRAMCE

www.tramce.com

ENTIDADES BENEFICIARIAS:

* IMPRESO EN PAPEL RECICLADO