

Mejora de la calidad del agua gracias a la aplicación de agricultura de conservación

F. Márquez¹, R. Ordóñez², R. Carbonell² y E. González¹.

¹ Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos

² Área de producción ecológica y recursos naturales.

IFAPA Alameda del Obispo. Córdoba.

Las hierbas en el centro de las calles del olivar reducen la generación de escorrentía y erosión, por lo que también disminuyen el transporte de elementos minerales en las mismas. Además, las raíces recirculan los nutrientes lixiviados en la época húmeda, acumulándose en superficie, donde son más fácilmente asimilados por el árbol.

En el olivar el sistema convencional de manejo de suelo, basado en el laboreo, propicia muy bajos contenidos de materia orgánica, variando en la mayoría de las situaciones entre el 0,5 y 1,5% en superficie. Debido al laboreo, el suelo permanece sin cobertura toda la campaña, haciéndose sensible a los procesos de generación de escorrentía y arrastre de sedimentos. Además, el clima mediterráneo se

caracteriza por periodos estivales muy secos con temperaturas elevadas, e inviernos cálidos y relativamente húmedos con presencia de fenómenos tormentosos de cierta intensidad. Si a esto le unimos las características topográficas de la zona, con frecuencia de elevadas pendientes y suelos poco profundos con problemas de sellado superficial, nos encontramos con unas condiciones que hacen aumentar los procesos erosivos, hasta el punto de convertirlos en el mayor problema medioambiental causado por la agricultura convencional en España.

El problema de la pérdida de suelo es tal, que los sedimentos son el principal contaminante de las aguas superficiales. Aunque también se transportan importantes cantidades de elementos minerales, que se aportan a los cultivos a fin de incrementar su rendimiento, que una vez inmersos en el caudal de escorrentía se convierten en contaminantes de las aguas. Esta pérdida de nutrientes no sólo genera contaminación, sino que también provoca una disminución de fertilidad del terreno, ya que la mayor parte de las salidas de nutrientes en el olivar no son sólo debidas a la cosecha y los restos de poda, sino a los arrastres en las partículas de suelo (Pajarón, 2002).

Mediante las labores eliminamos las raíces someras del árbol, impidiendo la absorción superficial de los nutrientes y favoreciendo el lixiviado de los mismos, pues la gran proporción de macroporos, fruto de las labranzas, no poseen suficientes fuerzas intersticiales para retener el agua y los elementos minerales, que percolan hacia capas profundas. El nitrógeno es, de todos los macronutrientes, el que más problemas medioambientales ha presentado hasta la fecha, aunque no se ha

de desestimar el potencial eutrofizante del fósforo. Sin embargo, la gran movilidad del nitrógeno en el agua ha provocado la contaminación de importantes reservas subterráneas de este líquido esencial para la vida, siendo objeto de diversa legislación en las distintas Administraciones públicas.

Los beneficios reconocidos a las cubiertas vegetales en la bibliografía científica y tecnológica son amplios (Hartwing y Ammon, 2002; Martínez-Raya *et al.*, 2007; Márquez *et al.*, 2008a). Así por ejemplo, Liebman y Mohler (2001) definen las cubiertas como especies que crecen expresamente para añadir materia orgánica, mantener o incrementar la disponibilidad de nutrientes, mejorar las propiedades físicas del suelo, prevenir la escorrentía y erosión, y en algunos casos, reducir los problemas de enfermedades de suelo.

Asimismo, mantener el suelo cubierto es el método más eficaz para reducir los procesos erosivos, siendo las cubiertas vegetales la manera más eficiente para conseguir este fin (Márquez *et al.*, 2008b). Las hierbas disipan la energía cinética de las gotas de llu-

Cubierta vegetal protegiendo y mejorando las cualidades del suelo.



via, a la vez que frenan el flujo superficial de agua sobre la superficie del terreno, al presentar los restos vegetales un importante obstáculo para este movimiento. Por otra parte, la lenta degradación de las hierbas, aumenta el contenido de materia orgánica del suelo (Márquez et al., 2008c), lo que mejora la estructura y porosidad del mismo, favoreciendo su capacidad de infiltrar y almacenar agua.

Ensayos realizados

Con estos antecedentes se decidió realizar durante tres años (noviembre de 2005 a agosto de 2008) un estudio comparativo de los sistemas de manejo de suelo de laboreo y de cubiertas vegetales en olivar en fincas de la provincia de Córdoba, y cómo éstos influyen en la pérdida de nitrógeno en el agua de escorrentía y en el movimiento de este elemento en el suelo.

Se eligieron tres fincas olivareras situadas en la provincia de Córdoba (C3, Castro del Río; C4, Nueva Carteya; y C5, Obejo), en las que se instalaron microparcels de captura de escorrentía y sedimentos y dispositivos colectores para la toma de muestras tras los distintos eventos de lluvia, en un diseño en bloques al azar, uno con cubierta y otro labrado, con cuatro repeticiones por campo experimental.

A fin de obtener los datos más reales posibles, se han realizado en el interior de las parcelas las mismas labores que las llevadas a cabo por los propietarios de las fincas con cubierta vegetal, y en el caso del laboreo se han seguido las pautas más habituales de la zona.

Para conocer la evolución del contenido de nitrógeno en el suelo se ha recurrido a muestreos con barrena Edelman de 6 cm de diámetro en

cada salida a campo. En total se han realizado cuatro muestreos por salida y tratamiento, cubierta vegetal y laboreo, prospectando los horizontes de 0-3 cm, 3-13 cm, 13-26 cm, 26-52 cm y 52-70 cm.

Es un hecho constatado cómo al mantener el suelo inalterado por labores, y cubierto por restos vegetales que se degradan lentamente, el contenido de materia orgánica del terreno aumenta de manera importante, a la vez que se mejora la distribución porosa en el suelo, mayor número de mesoporos, lo que aumenta la capacidad de infiltración y de retención de agua del terreno. Disminuyendo de manera muy importante la pérdida de agua y suelo ocasionadas por los diversos eventos de lluvia.

Resultados obtenidos

Las importantes reducciones en la generación de escorrentía que las cubiertas vegetales arrojan, hacen pensar que también disminuya el transporte de sustancias nitrogenadas, dada su gran movilidad en el agua. Por tanto, como se aprecia en la **figura 3**, existe una importante reducción en la pérdida de estos elementos en agua de escorrentía para el sistema de cubiertas vegetales. Se ha observado cómo cuanto mayor es la escorrentía más nutrientes se pierden y mayor es el porcentaje de reducción en el transporte de elementos aportada por las técnicas de agricultura de conservación.

Las pérdidas de nitrato son claramente superiores a las registradas en nitrato y amonio (**figuras 1 y 2**), aunque las disminuciones obtenidas en el transporte de estas tres moléculas con el sistema de cubiertas vegetales son bastante parecidas. Así, las reducciones medias



El auténtico SOP soluble especial para fertirrigación y aplicación foliar

Desde hace más de 10 años, SoluPotasse® ha proporcionado a los agricultores de todo el mundo, una excelente fuente concentrada de potasio y azufre, ayudando a producir cultivos de alta calidad y alto valor.

- Fácil manejo - rápida disolución y totalmente soluble en agua
- Bajo pH - mejora la asimilación de los nutrientes por la planta y disminuye los riesgos de obstrucción de goteros
- Ideal para suelos sensibles y con problemas de salinidad - bajo índice salino y libre de cloro
- Alta pureza y calidad garantizada con resultados óptimos
- Fertilización flexible - una fuente de potasio libre de nitrógeno que además aporta azufre

Tessenderlo Group Fertilizers
giving nature a helping hand

obtenidas durante todo el periodo de estudio en nitrato son de 63,2%, en nitrato 53,7% y amonio 64,2%. Consiguiendo una disminución en el transporte total de nitrógeno del 62,5%.

También se ha estimado la pérdida total de nitrógeno durante el periodo de estudio, observando como en los campos de C3 y C5 las salidas de este nutriente no son demasiado cuantiosas, rondando entre los 2 y 3 kg para el caso del laboreo y siendo prácticamente nulas en la cubierta vegetal. En el campo C4 sí se registran el segundo año unas importantes salidas de nitrógeno, cercanas a las 12 unidades fertilizantes de nitrógeno (UFN), que suponen además de una importante pérdida económica, una merma en la fertilidad del suelo y un grave riesgo medioambiental de contaminación de cauces fluviales y aguas embalsadas.

En la **figura 3**, se aprecia cómo la importante pérdida en el campo experimental C4 se ha producido en un solo evento de lluvia de gran cuantía, alrededor de 170 mm, sucedido el 23 de abril de 2008, al poco tiempo de realizar una enmienda orgánica, lo que muestra la necesidad de aplicar sistemas de agricultura de conservación que disminuyan la escorrentía y el transporte de nutrientes a fin de reducir la pérdida de fertilidad en el suelo y disminuir los riesgos ambientales asociados a la aplicación de fertilizantes al cultivo.

Las cubiertas vegetales al estar compuestas por hierbas vivas du-

Las cubiertas crecen expresamente para añadir materia orgánica, mantener o incrementar la disponibilidad de nutrientes y mejorar las propiedades físicas del suelo.



rante el periodo de lluvias, recirculan los nutrientes lixiviados desde capas profundas a la superficie, quedando éstos bloqueados en los restos, siendo liberados una vez las hierbas mueren y se degradan.

Durante el invierno y parte de la primavera, época más lluviosa y de mayor riesgo de lixiviación, y durante la cual el olivo está en reposo, las

hierbas van almacenando de nuevo nitrógeno en sus partes verdes, que será liberado de nuevo una vez se sieguen éstas. Se ha observado como durante la primavera, una vez muertas las hierbas, se almacenan importantes cantidades de nitrógeno en el rastrojo, que oscilan entre los 45 y 60 kg para C3 y C5 y alrededor de los 80 y 100 kg para C4, donde el contenido de este elemento en el suelo es mayor, permitiendo que las hierbas alcancen una mayor concentración de nitrógeno en sus partes verdes. Estos restos se degradan durante el verano aportándose al suelo el nitrógeno en forma de amonio. Para el mes de octubre se ha liberado la práctica totalidad de este elemento, periodo que coincide con la mayor actividad del olivo en el llenado del fruto.

En la **figura 4** se aprecia cómo el nitrógeno contenido en los sistemas de cubierta vegetal es bastante similar a los del laboreo en la mayoría de las salidas, para los campos experimentales de C3 y C4. En la parcela C5 se registran mayores diferencias entre ambos sistemas de manejo de suelo, existiendo periodos en los que la cubierta vegetal posee menos nitrógeno en el suelo. Lo que hace pensar que deben existir variaciones en el ciclo de este elemento ligado a la aplicación

Figura 1.

Pérdida de nitrato en agua de escorrentía de los distintos campos experimentales durante las diferentes campañas de muestreo.

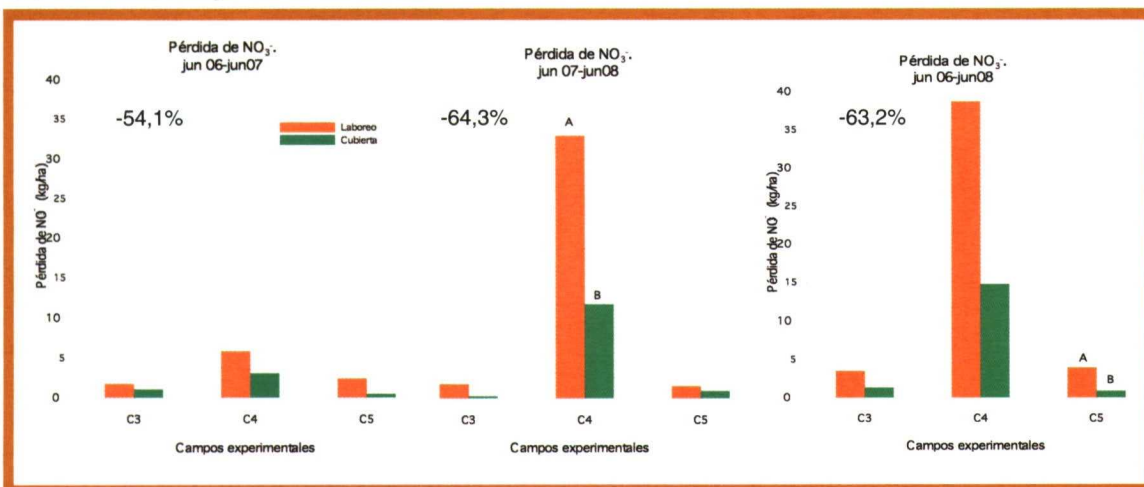
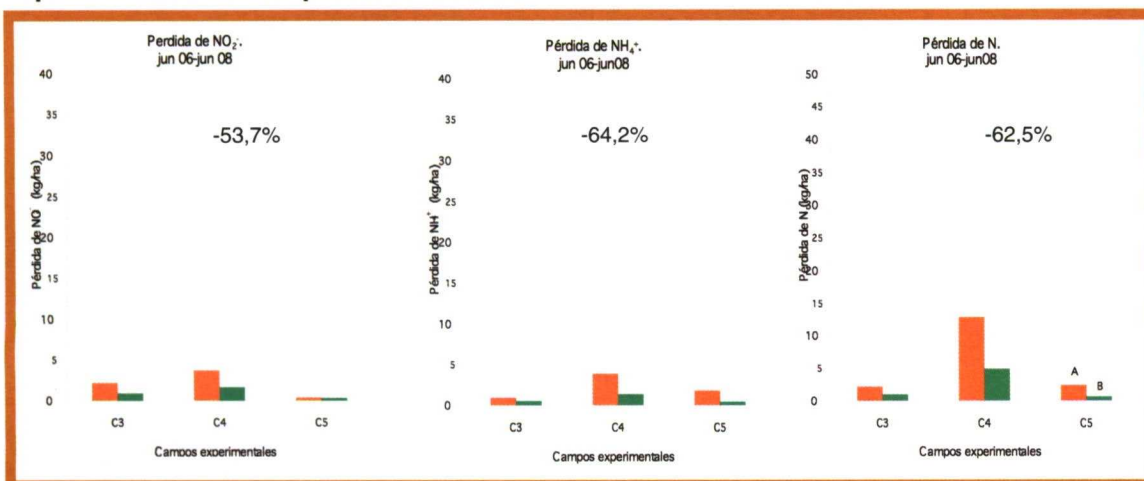


Figura 2.

Pérdida de nitrato, amonio y nitrógeno total en agua de escorrentía de los distintos campos experimentales durante el periodo de muestreo.



ASPID[®] 50 WP

EL INSECTICIDA MÁS COMPLETO PARA EL OLIVO

Prays

Cochinillas

Glifodes

Mosca

Euzophera

ADMITIDO
EN PRODUCCION
INTEGRADA



Figura 3.

Evolución temporal de la pérdida de nitrógeno en agua y de la escorrentía de los distintos campos experimentales de junio de 2006 a junio de 2008.

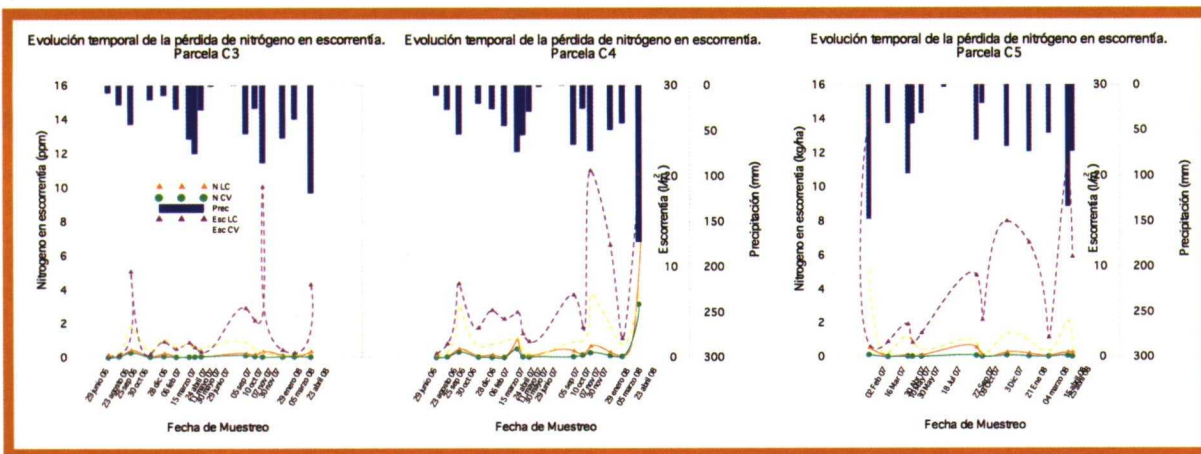
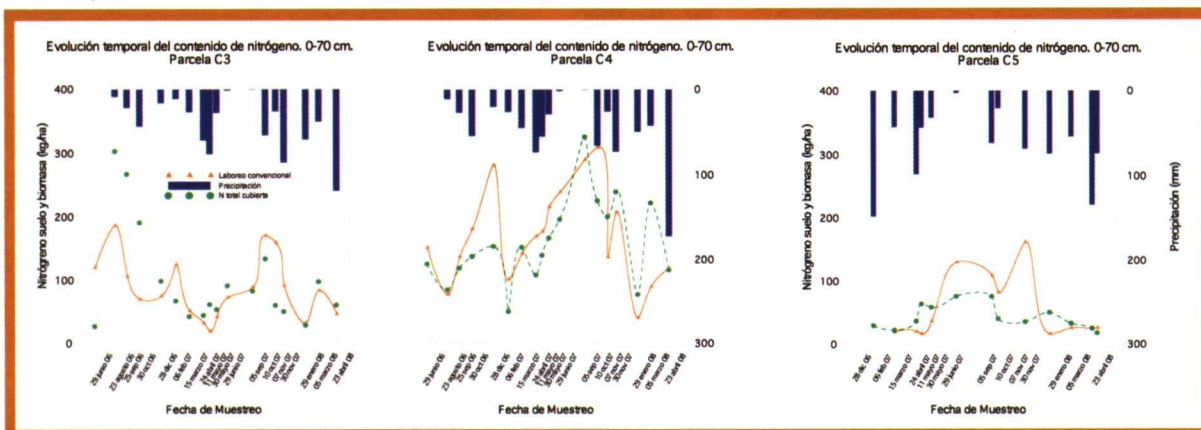


Figura 4.

Evolución temporal del contenido de nitrógeno en suelo labrado y la suma del que poseen los restos vegetales de las hierbas y existente en el suelo en las parcelas bajo agricultura de conservación. Profundidades muestreadas, 0-70 cm.



de las técnicas conservacionistas, como una mejor asimilación de este nutriente por los árboles al poder desarrollar un sistema radicular más somero y una variación en la velocidad de nitrificación y en el contenido de las diferentes formas nitrificadas, con aumentos de los compuestos

ahorro económico al agricultor, ya que consigue aumentar de manera importante la eficiencia del abonado.

Estas mejoras están íntimamente ligadas a la existencia de restos vegetales en superficie que proporcionan una correcta cobertura. Además, la presencia de hierbas verdes durante el periodo húmedo recircula los nutrientes lixiviados desde capas profundas, depositándolos en la superficie en forma de restos vegetales, que al degradarse mejoran la estructura del suelo al aumentar su contenido en carbono, permitiendo una mejor asimilación y almacenamiento de los nutrientes aportados mediante el abonado, a la vez que reducen los riesgos de contaminación de acuíferos debido a la lixiviación de agroquímicos. ■

Agradecimientos

La Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos desea agradecer a Obra Social Caja Madrid la concesión de financiación, en base al proyecto presentado a la Convocatoria de Ayudas a Proyectos Medioambientales 2007 "La agricultura de conservación y la sostenibilidad ambiental del campo español", para la realización de estudios de campo y actividades de transferencia de tecnología y divulgación. El presente artículo recoge parte de los resultados obtenidos en los ensayos realizados.



Bloque de microparcels y dispositivos colectores.

amoniacaes. También ocurre que en esta finca no se abona la cubierta y se aprovecha para pasto del ganado por lo que los restos vegetales no se depositan en el suelo y las heces generalmente quedan en el aprisco donde descansan las ovejas, de ahí esa pérdida de nutrientes que son extraídos fuera del sistema.

Conclusiones

Las cubiertas vegetales son el método más eficaz, a la vez que más económico de proteger al suelo frente a la generación de escorrentía y erosión. Mantener el suelo cubierto con restos vegetales, e inalterado mediante labores, reduce la pérdida de nitrógeno en el agua de escorrentía en un 62,5%. Además, se observa que cuanto mayor es la pérdida de agua, más efectivas son estas técnicas para reducir la salida de nutrientes del sistema, manteniendo más limpias las aguas superficiales y suponiendo un importante