

Cubiertas Vegetales en el Olivar

Por: A. Rodríguez Lizana*

La cubierta vegetal es uno de los sistemas de manejo de suelo que se pueden aplicar en el olivar, junto con el laboreo o el no laboreo con suelo desnudo, que consiste en el establecimiento de *franjas verdes* en la plantación, las cuales reciben una serie de cuidados como más adelante se expondrá a fin de realizar un adecuado manejo del sistema olivo-cubierta vegetal.

La función principal de la implantación de una cubierta vegetal en el olivar u otros frutales cubiertos es la de *proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica* que sufre al estar labrado y/o desprovisto de vegetación. Los olivareros, en ocasiones reacios a cambios de técnica que supongan una ruptura con el pasado, no deben olvidar su efectividad como una alternativa a las labores del suelo y como un *medio de control de las malas hierbas* en determinadas ocasiones.

Otra ventaja que presenta el sistema de cubiertas vegetal es la mejora del esta-



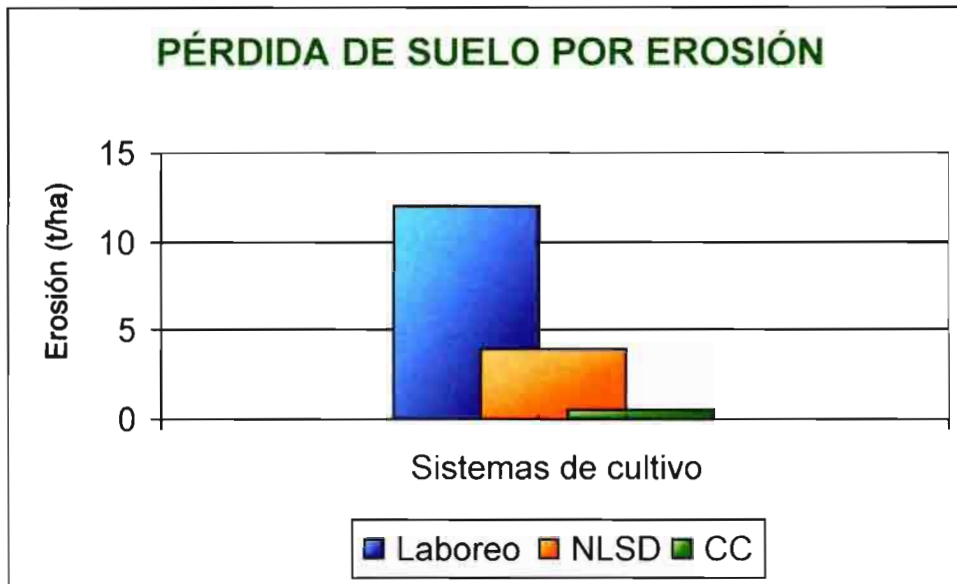
■ Cubierta vegetal a todo terreno. Llano del Espinar. (Córdoba).

do de fertilidad del suelo, que tiene lugar a medio-largo plazo al aumentar el contenido de materia orgánica de la capa más superficial del suelo.

En el olivar, como en otros cultivos arbóreos, las cubiertas se sitúan en la calle o espacio comprendido entre las hileras de árboles. Conforme cubra un mayor porcentaje de suelo mejor realizará sus funciones, a excepción, naturalmente, del ruedo de los olivos.

* Asociación Española de Agricultura de Conservación/
Suelos Vivos

Figura 1. Pérdida de suelo por erosión en t/ha en laboreo, no laboreo con suelo desnudo y cubierta de cereal. Datos de campo obtenidos en Cabra, Córdoba, con simulador de lluvia. Saavedra et al, 2002



BENEFICIOS AGRONÓMICOS Y MEDIOAMBIENTALES DE LAS CUBIERTAS VEGETALES

El aspecto más positivo del establecimiento de las cubiertas vegetales en el olivar es la reducción o eliminación del laboreo del suelo por las no deseables implicaciones económicas y medioambientales que éste conlleva. A continuación se exponen algunos resultados de trabajos de investigación y conclusiones relevantes del uso de cubiertas vegetales.

Conservación del suelo

La erosión hídrica provoca la destrucción del suelo mediante las gotas de lluvia, que disgregan los elementos estructurales del suelo facilitando así su posterior transporte. Ahora bien, el impacto de la gota de lluvia provoca la destrucción de los agregados si el suelo no está protegido, algo que no ocurre en el caso de implantar una cubier-

ta vegetal. Si el suelo presenta pendiente, el agua de escorrentía transporta estas partículas antes destruidas, siendo su capacidad de arrastre mayor a medida que la inclinación y la longitud de la pendiente aumentan, factores que hacen aumentar el caudal que fluye y su velocidad. La cubierta vegetal divide en tramos dicha longitud de una forma económica, reduciendo la toma de velocidad por parte de la corriente.

Dicha reducción de la erosión es especialmente importante, pues no debe olvidarse que el sistema convencional de labranza es realmente insostenible. En los últimos 40 años, cerca de un tercio de los suelos agrícolas de la Tierra han dejado de ser productivos para usos agrícolas debido a la erosión (Pimentel et al, 1995). En Europa, la erosión afecta actualmente a unos 157 millones de hectáreas (16% de la superficie europea, casi tres veces la superficie

total de Francia). La tasa media de erosión de los suelos agrarios en Europa, 17 toneladas por hectárea y año, (Troeh et al, 1993) supera ampliamente la tasa media de formación de suelo (una tonelada por hectárea y año). La erosión sobre todo afecta al área Mediterránea. Así, en España, del 50 al 70% de su suelo agrícola tiene un riesgo de moderado a alto de erosión (Secretaría de Medio Ambiente, MOPU, 1991). El 65-70% de Andalucía tiene un riesgo moderado y/o alto de erosión (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 1997), riesgo que se acentúa en el olivar, ante su baja cobertura del suelo, que llega a ser del 35% como máximo. La intensificación de la agricultura convencional (aumento de la mecanización y del laboreo del suelo) en los últimos 50 años ha contribuido en gran medida a agravar los procesos erosivos, aumentando el riesgo de desertización de las zonas

más vulnerables, y destruyendo e inutilizando numerosas obras civiles y cauces públicos, lo cual hace necesario evitar la inmensa erosión que actualmente se produce. A este respecto basta recordar que tasas de pérdida de suelo en el olivar son más que suficientes como para tomar medidas al respecto –en Córdoba se observaron pérdidas anuales de suelo comprendidas entre 60 y 105 t/(ha y año), (Laguna, 1989), superando ampliamente la capacidad de formación de suelo.

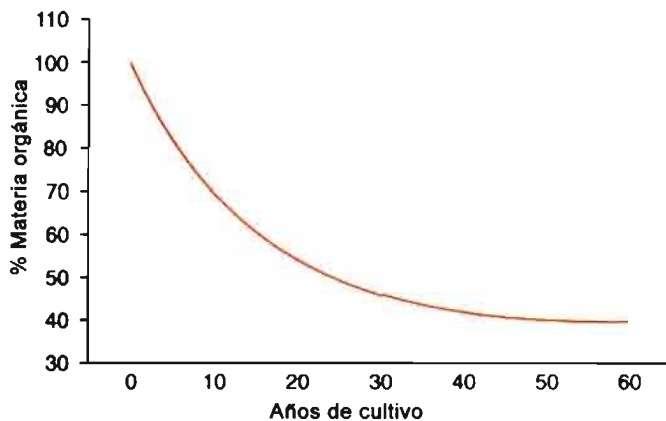
La cubierta vegetal sobre la superficie del suelo reduce drásticamente la erosión: si está bien establecida dicha reducción de la erosión puede ser superior al 90-95% en comparación a la que se produce en el suelo labrado, como se muestra en la **figura 1**.

Aumento del nivel de materia orgánica

Conforme los suelos se labran año tras año su contenido de materia orgánica decrece. Se estima que en solo 10 años de labranza se pierde el 30% de la materia orgánica que originalmente tenía el suelo, **figura 2**.

Se puede afirmar categóricamente que la mayoría de los suelos de los olivares españoles después de tantos años de labranza han perdido aproximadamente el 50% de su contenido de materia orgánica original. Y es bien sabido, que la fertilidad natural del suelo depende en gran medida de su

Figura 2. El contenido de la materia orgánica de los suelos disminuye con años de laboreo. Kinsela, 1995.



contenido de materia orgánica, por lo que en suelos empobrecidos en materia orgánica es necesario proveer de altas dosis de fertilizante para alcanzar aceptables niveles de producción. Se debe pues invertir el ciclo de muchos años de labranza y empobrecimiento de los suelos. El mantenimiento de las cubiertas vegetales a largo plazo permitirá restablecer el perfil natural del suelo y aumentar su contenido de materia orgánica en la capa más superficial del suelo tanto en la interlínea de la plantación como bajo la copa de los olivos.

Puede afirmarse que los contenidos en materia orgánica son mayores en suelos con cubierta de paja y cubiertas permanentes vivas, o muertas con siega química, en comparación con sistemas de laboreo y no laboreo en los primeros 5 cm del suelo (Castro, 1993) —tendencia que no ha de mantenerse a lo largo de todo el perfil, como se ha demostrado en ocasiones, González et al (en prensa), lo cual proporciona una buena estructura a los agregados que favorece la infil-

tración del agua y ayuda a luchar contra los fenómenos erosivos.

Aumento del contenido de agua en el perfil del suelo

Gran cantidad de los olivares andaluces son de secano. En éstos, las cantidades de agua disponibles para la plantación dependen fundamentalmente del agua infiltrada y almacenada en el suelo y de las pérdidas por evaporación.

A distintos sistemas de manejo de suelo corresponden distintos balances de agua, por las diferencias que tienen lugar en cuanto al grado de protección del suelo y la formación de posible costra, cantidad de materia orgánica y estructura, así como grado de compactación. Es decir, la variación de las propiedades de un suelo como consecuencia de un cambio en el sistema de manejo del suelo provoca diferencias en la disponibilidad final de agua para el olivar. En este sentido, las cubiertas vegetales son una forma eficaz de reducir la evaporación de agua desde el suelo, lo cual per-

mite que un cultivo con una cubierta vegetal bien controlada —es recomendable la siega química— disponga de unas mayores cantidades de agua durante la primavera (Castro, 1993), contrariamente a lo que un principio pudiera pensarse.

TIPOS DE CUBIERTAS Y SU MANEJO

Clasificación

Hay muchos tipos de cubiertas vegetales y muy diferentes entre sí. En general las cubiertas vegetales permanentes y sin recibir manejo alguno disminuyen las producciones y el vigor de los árboles y que por consiguiente no son aconsejables. No obstante, pueden mejorar una serie de propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos que ocupan. A continuación se muestra una clasificación de los distintos tipos de cubierta. (Figura 3).

Cubierta vegetal espontánea seleccionada hacia gramíneas

Para iniciar esta cubierta se deja emerger las malas hierbas de forma espontánea (sin ningún tratamiento previo) normalmente a partir de septiembre (otoño). Luego, una vez emergidas las malezas y con un cierto desarrollo se controlan las especies dicotiledóneas mediante la aplicación de los herbicidas. Concretamente, la materia activa a utilizar es el fluroxipir, que, por su respeto a las

gramíneas, se constituye en el herbicida a utilizar en sistemas de cubierta vegetal para control de dicotiledóneas, aun cuando su espectro de acción es incompleto. De esa forma se favorece la selección de gramíneas.

La fecha de aplicación del tratamiento herbicida se toma en función del desarrollo de la cubierta (por ejemplo 10-15 cm) y por consiguiente en fecha variable según la climatología de cada año y localidad (noviembre-febrero). Se recomienda el establecimiento de este tipo de cubierta en suelos que previamente se hayan labrado durante años, en los que normalmente habrá un elevado banco de semillas (rico en especies y con alta densidad de semilla). La cubierta de gramíneas espontánea estará compuesta por especies tales como Ballico (*Lolium* spp), Bromo, (*Bromus* spp), Cebadilla (*Hordeum murinum*), *Vulpia* spp, *Poa annua*, entre otras muchas. En principio este tipo de cubiertas se establecerá algo más lentamente que las sembradas, dependiendo de la cantidad inicial de plantas presentes. Una vez desarrollada la cubierta, (octubre-noviembre) se realiza el abonado nitrogenado de la misma recomendándose dosis de 50 UF de nitrógeno por hectárea de cubierta vegetal.

Una vez establecida la cubierta los tratamientos con herbicidas selectivos de gramíneas, se tendrán que repetir siempre que aparezcan malas hierbas "difíciles de combatir" (por

Las cubiertas de gramíneas espontáneas son fácilmente controlables mediante siega química

ejemplo *Malva*, *Lavatera*) o cuando los rodales de otras malas hierbas sean elevados en la cubierta. En el caso de que ocurra el establecimiento de especies de malas hierbas de ciclos tardíos, será necesario controlar los rodales con herbicidas del tipo traslocación. En este tipo de cubierta, la siega química, o tratamiento herbicida para interrumpir el desarrollo del ciclo de la cubierta, no debe de realizarse en toda la superficie de la misma, sino dejar una franja viva de anchura variable (desde 0,5 m). Dicha banda viva no recibe tratamiento herbicida, y por consiguiente prosigue normalmente su ciclo, y llega a formar y dispersar semillas. De esta forma se consigue la autosiembra, que permitirá disponer de semillas para los años siguientes. Para conseguir esta banda de semillado bastará con bloquear/anular la boquilla (o boquillas) correspondientes en la barra de aplicación del pulverizador de herbicidas. La situación de la banda de semillado en la franja de cubierta puede variar su posición, alternativamente en el centro o en uno de los laterales (derecho o izquierdo). Las semillas producidas en un año, germinan gradualmente en los años siguientes (de 2 a 4 ó más años, decreciendo su poder germinativo con los años). Mediante esta técnica de siega química parcial (en bandas alternativas) se asegura un banco de semillas de gramíneas



as en toda la franja de cubierta sin necesidad de resembrar. Como norma general, para el buen manejo de este tipo de las cubiertas, y en particular de ésta, se necesitan conocimientos técnicos sobre malas hierbas y sobre herbicidas.

Cubierta vegetal de gramíneas

Cubiertas de gramíneas seleccionadas (no sembradas)

PUNTOS CLAVE

- *Crecimiento espontáneo de todas las malezas ("otoñada").*
- *Tratamientos selectivos contra hoja ancha, siempre que sean necesarios (noviembre-febrero).*
- *Fertilización Nitrogenada (50 UF, Oct.-Nov.).*
- *Siega química en bandas (Marzo).*
- *Vigilar la presencia de malas hierbas de difícil control (malvas).*

Cubierta vegetal sembrada de gramíneas (cebada, avena, ballico, etc)

Es una alternativa a las cubiertas de vegetación

natural o espontánea, que se basa en la siembra una o varias especies de gramíneas adaptadas al cultivo en secano con sembradoras diversas, o incluso con abonadoras de tipo centrífuga o a mano. El precio de la semilla, si bien variable según el tipo de gramínea de que se trate, en muchos casos puede resultar económico. Otra ventaja es que el agricultor suele conocer su ciclo, que es de otoño-invierno. Se recomiendan particularmente para olivares cuyos suelos hayan sido previamente manejados en no laboreo o bien que estén muy erosionados, pues en ambos casos el banco de semillas suele ser pobre en especies y en densidad de semillas en general. Además, en esas situaciones suelen abundar las malas hierbas perennes, de frecuente desarrollo en primavera-verano y en algunos casos de más difícil control. Se pueden considerar los dos grupos siguientes,

a) Gramíneas cultivadas (avena, cebada, centeno, etc)

Sus semillas suelen ser

fáciles de conseguir a precios económicos (no certificadas). La siembra se puede realizar con sembradoras, abonadoras de tipo centrífuga o a mano, según la disponibilidad de maquinaria. En el caso de no utilizar sembradoras con frecuencia será necesario dar un pase con alguna rastra o reja muy superficial para el enterrado de las semillas (lo que no es posible en parcelas con pendiente muy pronunciada, por ejemplo de más de 15-20% de pendiente). La dosis orientativa de semilla es de 100-110 kg por hectárea de cubierta vegetal (50-55 kg por ha de terreno).

b) Gramíneas espontáneas (ballico, cebadillas, bromo, etc)

En este tipo de cubierta se utilizan semillas de gramíneas espontáneas (malas hierbas) cuya comercialización todavía al menos no está muy extendida. La excepción a este respecto es el ballico, que suele sembrarse a 15 kg por hectárea de cubierta (7,5 kg por hectárea de terreno). Las gramíneas espontáneas como cubierta tiene ventajas muy importantes:

Las cubiertas de malezas tienen como ventajas el ahorro de ciertos costes pero su control plantea ciertos inconvenientes.

a) se pueden usar como inicio de sistema de cubiertas

b) no necesitan el enterrado de la semilla, con lo que se pueden emplearse en suelos con pendiente pronunciada (> 15-20%)

c) fácil control mediante siega química



Cubiertas de gramíneas sembradas

PUNTOS CLAVE

- Operación de siembra (Septiembre).

- Fertilización Nitrogenada (50 UF, Oct.-Nov.).

- Siega química (Marzo).

- Vigilar la presencia de malas hierbas de difícil control (malvas).

Cubiertas vegetales de leguminosas sembradas (vezas, tréboles, altramuces, otras)

Se tiene poca experiencia de la adaptación de este tipo de cubiertas al olivar. Potencialmente son una alternativa muy interesante debido a su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, y ahorro consiguiente de abono nitrogenado. La cubierta de leguminosas puede tener la ventaja de suministrar el nitrógeno suficiente para el olivo (Ortega Nieto, 1964, citado por Milagros et al, 2002).

No obstante, desde el punto de vista de protección contra la erosión se consideran poco idóneas, debido fundamentalmente a la rápida descomposición de sus restos vegetales, lo que re-

sulta en un bajo y corto efecto de protección del suelo. Un caso particular entre las cubiertas vegetales de leguminosas son las de altramuces, especies adaptada a suelos ácidos (frecuentes en algunas zonas de la provincia de Huelva) y cuyos restos vegetales son más persistentes que los de otras leguminosas. Por otra parte, en las cubiertas de leguminosas el control herbicida de malezas es más difícil y costoso de llevar a cabo que en las de gramíneas. Sin embargo, la siega mecánica se lleva a cabo con eficiencia en cubiertas de leguminosas, sobre todo con especies con poca capacidad de rebrote como la veza, y siempre que las siegas sean muy tardías (después de marzo y con la planta en floración). Las cubiertas de leguminosas que pueden tener interés en olivares son manejadas con desbrozadora. En ningún caso se deben incorporar los restos vegetales al suelo con una labor.

También pueden resultar interesantes las cubiertas formadas a base de una mezcla de semillas de gramíneas y leguminosas, ya

que la primera podría utilizar el nitrógeno fijado por la segunda. El problema es que el manejo de este tipo de cubiertas es más difícil.

De malezas De malas hierbas sin manejo específico

Consiste simplemente en dejar crecer la vegetación espontánea entre las hileras de árboles, sin realizar selección alguna hacia gramíneas y no controlarlas mediante siega química o mecánica hasta mediados de Marzo. La ventaja de esta cubierta es el ahorro en determinados costes:

- Semilla de siembra
- Operación de siembra
- Tratamiento con herbicida selectivo.

Una de sus desventajas radica en que las especies vegetales que la componen con frecuencia son muy diversas (distintos hábitos de crecimiento, variable sensibilidad a los herbicidas), de forma que la mayor dificultad que plantea el cultivo con este tipo de cubierta viva es el adecuado manejo de las malas hierbas, lo que podría plantear ciertos problemas, como la inversión de flora. Por lo anterior, su siega química

normalmente requerirá dosis mayores de herbicidas que las cubiertas sembradas o seleccionadas. En principio este tipo de cubierta puede resultar atractivo y de hecho puede ser una alternativa para áreas de agricultura orgánica (en las que no se usan herbicidas ni fertilizantes de síntesis). No obstante, todavía al menos, no se aconseja, dado que aun se tiene poca experiencia en su manejo, y sí se conoce que presenta las siguientes desventajas:

- Rápida descomposición de sus restos vegetales, con una baja o muy baja protección del suelo.
- En el caso de que se use la siega química, se necesitarán dosis más altas de herbicidas que las usadas para las cubiertas de gramíneas, con el consiguiente mayor coste económico.
- En el caso de que se use la siega mecánica con desbrozadora, la vegetación puede evolucionar hacia especies perennes, de fácil rebrote y rastreras; todas ellas de difícil control con desbrozadora.

Intentando facilitar el manejo de la cubierta, y en base a la experiencia actual,

se propone el empleo de coberturas en las que predomine una única especie, o una mezcla de especies de una única familia (Milagros et al, 2002).

Cubiertas inertes

Son un complemento o alternativa entre otros sistemas de manejo de suelo en el olivar. Las más usuales se describen a continuación.

Cubiertas inertes vegetales (restos de poda triturados)

Consisten en el esparcimiento de los restos de poda triturados o de algún subproducto del olivar. Tradicionalmente los restos procedentes de la poda de los olivos se han quemado entre las calles de los olivos. Esta operación denominada "quemada", tiene ciertas desventajas, a saber:

- a) Cierta riesgo de combustión de los olivos próximos, sobre todo en plantaciones intensivas
- b) Desaprovechamiento de material vegetal que podría enriquecer el suelo
- c) Emisiones superfluas de CO₂ a la atmósfera, tema en el que cada vez hay mayor sensibilidad.

Una alternativa a la "quemada" es el aprovechamiento de los restos de poda triturados y su esparcimiento en las calles de los olivos. Existen en el mercado bastantes modelos de máquinas astilladoras o trituradoras. Es conveniente tener en cuenta los siguientes extremos sobre las mismas:

- Los restos de poda triturados no se deben incorporar al suelo con labores,

sino permanecer en la superficie. Dado que son muy persistentes (varios años) ofrecen una protección prolongada y adecuada del suelo.

- Aumento de la materia orgánica en las capas superficiales del suelo.
- Aumento del nitrógeno orgánico en suelo.
- Mayores contenidos de agua en suelo.
- Mejor estructura de suelo en las capas superficiales.

Subproductos olivar

También se ha empleado como material de cobertura restos vegetales provenientes de la limpieza de la aceituna en la almazara. (sobre todo hojas). Este tipo de cubierta es muy similar al de restos de poda triturados. Su limitación viene dada por el coste económico de la maquinaria de distribución y transporte del material. Existe cierta inquietud en la utilización de restos de poda triturados y restos de limpieza (hojas) de las alma-

zaras por la propagación potencial de ciertas enfermedades y plagas (verticilosis y repilo). No hay evidencias al respecto, ni a favor ni en contra. Es pues una línea más de investigación que deberá abordarse.

Cubiertas inertes no vegetales

El suelo de las parcelas con elevada pedregosidad (alto porcentaje de piedras en su superficie) están naturalmente protegido contra la erosión. Las piedras reciben el impacto de las gotas de lluvia y permiten la infiltración del agua en el suelo. Su efecto es pues beneficioso. La colocación de piedras de pequeño tamaño en las calles de los olivos llegaría a causar el mismo efecto. Su limitación es la disponibilidad de tales piedras y el coste de la operación. En cualquier caso este tipo de cubierta conlleva la no realización de labores y el controlar las malas hierbas mediante herbicidas.

LA SIEGA: SIEGA QUÍMICA vs SIEGA MECÁNICA DE LA CUBIERTA

Las cubiertas vegetales vivas mantenidas permanentemente en las plantaciones arbóreas reducen el desarrollo y vigor de los árboles. Esto se debe a que compiten por agua y nutrientes, afectando tanto a plantaciones jóvenes como adultas. Es por tanto necesario ejercer un control sobre el crecimiento de la cubierta y eliminar estos efectos negativos. La competencia por agua y nutrientes se reduce mediante la siega mecánica y/ o siega química con herbicidas.

La siega mecánica se realiza con desbrozadoras o segadoras, dejando los restos vegetales sobre la superficie. No obstante, debe señalarse que es poco efectiva y no consigue eliminar totalmente la competición de la cubierta vegetal con el olivar. La siega mecánica puede causar pérdidas importantes de humedad del



Los restos de poda de olivar pueden aprovecharse para realizar cubiertas inertes en plantaciones de olivar

suelo y por consiguiente de cosecha de aceituna.

Por el contrario, la siega química ha mostrado ser un método eficaz para reducir el efecto de competición antes referido, dado que detiene el crecimiento de la cubierta vegetal a los pocos días después de aplicarse el tratamiento herbicida. Estudios sobre el balance de agua en el perfil del suelo en olivares con cubiertas vegetales segadas químicamente permiten afirmar lo anterior (Castro, 1993). El momento, tipo y dosis de tratamiento herbicida son aspectos importantes de la siega química. El momento (fecha) debe permitir que el desarrollo de la cubierta sea suficiente para ofrecer una buena protección del suelo y prolongada permanencia de sus restos vegetales. Esta fecha de referencia, para las condiciones climáticas de Andalucía y para un año *moda*, puede ser la de mediados de marzo, la cual en la cubierta de gramíneas se corresponde normalmente

con el estado fenológico *encañado*. Esta fecha podrá variarse de acuerdo con el régimen de pluviosidad de cada año. El herbicida glifosato a dosis de 0,7 kg/ha se ha mostrado muy eficaz en la siega química. Se aplica a bajo volumen y es de muy bajo impacto medioambiental.

CONCLUSIONES

La implantación de una cubierta vegetal en el olivar es una técnica que desde AEAC/SV y desde otras entidades que ayudan a su investigación y/o difusión recomendamos por las propiedades beneficiosas que presenta: disminución de la erosión, aumento de la infiltración de agua en el suelo, aumento del contenido de materia orgánica y del contenido de agua en el suelo, entre otras. De entre los diferentes tipos de cubiertas vivas a escoger para comenzar, se recomienda la de gramíneas por varios motivos: mayor biomasa, buena persistencia de restos, fácil control

químico, etc, aunque se puede elegir cualquiera de las alternativas existentes.

El principal problema que se puede plantear al agricultor es la inversión de flora, por lo que hay que llevar a cabo un cuidadoso manejo de los herbicidas a fin de controlar las poblaciones presentes en la parcela. Con todo, las ventajas superan los inconvenientes que puedan surgir.

La técnica de cubierta vegetal está estudiada en lo que a su implantación en campo se refiere, y las investigaciones al respecto continúan. Con todo, quizá la mayor dificultad no sea de índole técnica, sino mental, la de realizar un cambio en la óptica de un agricultor que se llama a sí mismo labrador.

BIBLIOGRAFÍA

Castro, J. (1993). Control de la erosión en cultivos leñosos con cubiertas vegetales vivas. Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. Consejería de Medio Ambien-

te, Junta de Andalucía (1997). Datos básicos sobre Medio Ambiente, 23. Sevilla.

González, P., Giráldez, J.V., Ordóñez, R., Ferreres, E. (en prensa). Changes in soil fertility under continuous direct drilling in a heavy clay mediterranean soil, *Int. Chromoxerert*. Ponencia para: XVth International Congress of Soil Science. Acapulco.

Kinsela, J. (1995). The effect of various tillage systems in soil compaction, p 15-17. En: *Farming for a better environment, a white paper*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA.

Laguna, A. (1989). Estudio cuantitativo de la erosión del suelo. Tesis Doctoral. ETSIA. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba.

Ortega Nieto J.M. (1964). Valor fertilizante del nitrógeno mineral y orgánico en el suelo. Dirección General de Agricultura. INIA. Ministerio de Agricultura. Madrid.

Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri, R. Blair (1995). Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267, 1117-1123.

Saavedra, M., Pastor, M. (2002). Sistemas de cultivo en olivar. Manejo de malas hierbas y herbicidas. Editorial Agrícola Española.

Secretaría de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU), 1991, informe. Proyecto Lucdeme, Madrid.

Troeh, F.R. and L.M. Thompson. (1993). *Soils and soil fertility*, Oxford University press, New York.

Se recomienda implantar en el olivar cubiertas vivas de gramíneas por sus múltiples ventajas respecto al resto de ellas.

