

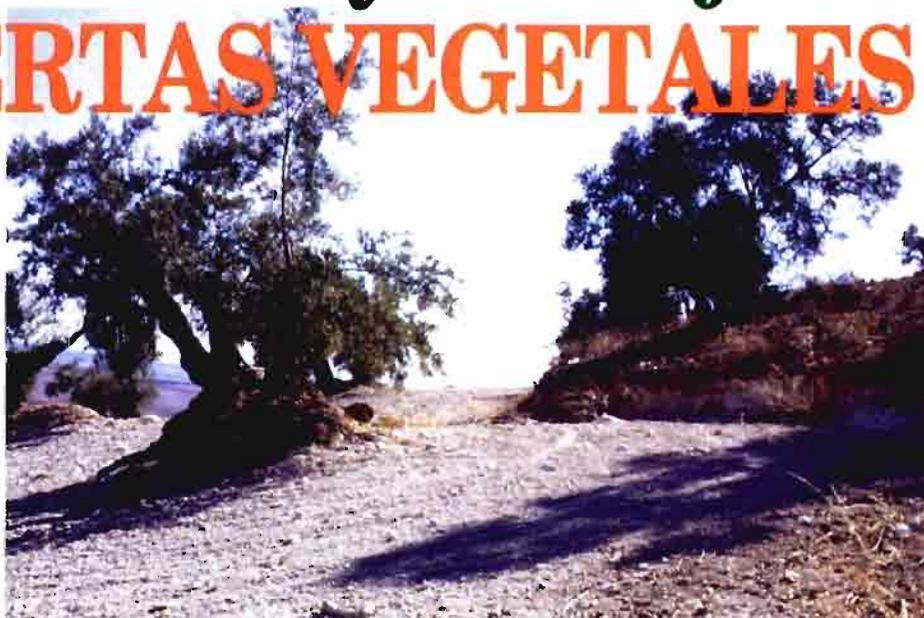


Un sistema de lucha contra la erosión en olivar y cultivos leñosos

Implantación y manejo de CUBIERTAS VEGETALES

Por:

M. Saavedra*,
M. Pastor**,
J. Castro*** y
M.D. Humanes****



Pérdida de suelo en olivar labrado.
Compárese el aspecto del olivo en
la zona de monte inalterada y
en lo labrado.

• ¿Siega mecánica
o química?

• ¿Plantas silvestres
o cultivadas?

• ¿Cereales o
leguminosas?

RESUMEN

Las cubiertas vegetales, bien sean especies cultivadas o espontáneas, son el mejor medio para luchar contra la erosión del suelo. Las especies espontáneas presentan la ventaja de no precisar siembra cada año, pero en cambio es necesario manejarlas adecuadamente con herbicidas o medios mecánicos. Las hierbas gramíneas anuales son muy adecuadas. A partir de una población poco densa de *Hordeum murinum* L., *Lolium rigidum* Gaudin, *Bromus* spp y *Vulpia* spp. (cebadilla, vallico, bromo y vulpia) se ha conseguido instalar una cubierta vegetal en las calles de un olivar, mediante la aplicación de herbicidas selectivos para gramíneas, dejando crecer y fructificar a éstas. Una vez alcanzada una densidad adecuada (500 a 1000 plantas por m²) en uno o dos años, se controlará la cubierta mediante aplicación de los herbicidas glifosato o sulfosato a final de invierno o principios de primavera, a fin de reducir la competencia por agua (lo que es importante en los secanos), pero se deja una franja estrecha sin tratar para permitir la fructificación y producción de semillas que permitan el establecimiento de la cubierta al año siguiente.

que los herbáceos, como consecuencia de que el cultivo no llega a cubrir el suelo totalmente. Este hecho es particularmente grave en zonas en pendiente y en condiciones de secano, donde tradicionalmente se han eliminado las hierbas para limitar la competencia por agua. Más aún, en las últimas décadas se ha exagerado el control de la vegetación espontánea, quedando el suelo sin protección prácticamente todo el año y, como consecuencia, los daños han sido especialmente importantes.

Entre los cultivos más afectados están el almendro y el olivar que se localizan en su mayor parte en suelos con pendiente, donde la práctica del laboreo favorece la erosión.

Las técnicas de mínimo laboreo y no laboreo (Pastor, 1991), aunque el suelo permanezca sin protección, permiten paliar el problema porque el suelo está más compacto y mejor estructurado. Pero estas técnicas no consiguen aumentar suficientemente la velocidad de infiltración del agua, ni por tanto reducir convenientemente la escorrentía y la velocidad del agua. Como consecuencia, tras unas lluvias intensas, se producen cárcavas, a veces demasiado profundas, que llegan a impedir el tránsito de la maquinaria.

LA EROSION EN CULTIVOS LEÑOSOS

Los cultivos leñosos sufren los problemas de erosión de forma mucho más grave

METODOS DE LUCHA CONTRA LA EROSION: CUBIERTAS VEGETALES

Es un hecho, mundialmente aceptado

(*) Dr. Ingeniero Agrónomo. Departamento de Protección Vegetal

(**) Dr. Ingeniero Agrónomo. Departamento de Olivicultura

(***) Dr. en Ciencias Biológicas. Departamento de Olivicultura

(****) Ingeniero Agrónomo. Departamento de Olivicultura.

Junta de Andalucía. Córdoba.

(Conferencia pronunciada por Milagros Saavedra en el Congreso Nacional de Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales. Burgos, Diciembre, 1977)

por la comunidad científica, que la forma más eficaz de luchar contra la erosión es cubrir el suelo. Podrían emplearse diversos tipos de materiales de origen mineral o sintéticos, restos vegetales o plantas vivas. Algunas de estas posibilidades no son viables económicamente en cultivos extensivos, menos aún si se trata de secanos. En cambio, la posibilidad de emplear plantas vivas convenientemente manejadas si es una posibilidad real y además la más conveniente por diversas razones que analizaremos a continuación.

La cubierta herbácea en las entrelíneas de las plantaciones leñosas no impide ni dificulta la realización de otras prácticas agrícolas como tratamientos fitosanitarios, podas, etc.; al contrario, mejora la accesibilidad a las parcelas. Este hecho es vital porque permite realizar operaciones importantes justo a

tal desarrollan sus raíces en el suelo, mulléndolo y constituyendo un fuerte entramado de sujeción, y, al mismo tiempo, proporcionan canales de infiltración para el agua cuando mueren. Ambos factores influyen muy positivamente en la estructura del suelo y en el aumento de la tasa de infiltración. Por otro lado, la parte aérea protege el suelo e impide el impacto directo de las gotas de lluvia, impidiendo su desagregación, y además constituye un entramado que reduce la velocidad del agua en caso de que se produzca escorrentía, de forma que la capacidad erosiva del agua se disminuye drásticamente.

Por todo ello, y por la materia orgánica que aportan, el empleo de cubiertas vivas viene a ser, a mínimo coste, la mejor forma y más natural de mejorar el suelo y luchar contra la erosión. Aunque será necesario emplear determinadas técnicas de cultivo para

Una forma de controlar el consumo de agua es proceder a controlar la cubierta en el momento deseado mediante «siega mecánica», con una desbrozadora o segadora, o «siega química», mediante la aplicación de herbicidas. La siega mecánica rara vez consigue el efecto de control total de la actividad vegetativa de la cubierta, porque las plantas rebrotan, e incluso algunas especies, de porte rastrero, no llegan a ser cortadas. La siega química, si se hace con herbicidas de absorción foliar y traslocación, como glifosato o sulfosato, permite controlar eficazmente las plantas y limitar la transpiración al poco tiempo de hacer la aplicación. Si la dosis de herbicida es adecuada el rebrote no se produce.

La elección entre siega química y mecánica dependerá del tipo de cubierta, en primer lugar, y de la necesidad que se tenga de



Control de la erosión con cobertura vegetal y fuerte erosión en la zona labrada.

tiempo, como por ejemplo la recolección de las aceitunas en inviernos lluviosos.

La cubierta vegetal viva en las plantaciones de secano puede competir por nutrientes, siendo necesario modificar las pautas y dosis de abonado. Pero principalmente compite por agua en las épocas de escasez, cuando la pluviometría es baja y las necesidades de agua son máximas. Es decir, la competencia por agua se produce fuertemente desde finales de invierno o principios de primavera hasta otoño en que vuelve a llover con intensidad y las necesidades de los árboles son menores. Esta competencia obliga a limitar el crecimiento de la cubierta o a eliminarla durante ese período, puesto que de otro modo se verían seriamente mermadas las cosechas.

Las plantas que forman la cubierta vege-

reducir la competencia y mantener la cantidad y calidad de las producciones en sus techos más altos.

SIEGA MECÁNICA Y SIEGA QUÍMICA

En condiciones de secano, o cuando existieran limitaciones en el uso del agua, una «cubierta ideal» no podría consumir agua durante el período de escasez, o lo que es lo mismo, habría de completar su ciclo de vegetación activa al empezar la primavera. Pero por otro lado tendría que haber formado suficiente materia seca hasta ese momento, y además que esos restos secos no se degradaran fácilmente. Encontrar especies que reúnan esas cualidades y además eliminar el resto de la vegetación espontánea no es fácil.

• ¿Favorecer el desarrollo de gramíneas espontáneas?

realizar un control altamente eficaz, además del coste económico de la operación en cada tipo de finca.

CUBIERTAS VEGETALES: TIPOS DE CUBIERTAS VEGETALES VIVAS

La cubierta vegetal puede conseguirse a base de especies cultivadas o espontáneas. Las especies cultivadas son más fáciles de manejar puesto que normalmente el agricultor conoce el ciclo de la planta y sus necesidades. En España, con clima mediterráneo, el agua escasea durante la primavera y el verano, cuando los cultivos leñosos demandan más agua. Las especies cubiertas se van a desarrollar a partir de otoño, durante el invierno, y serán controladas por lo general al iniciarse la primavera.

CUBIERTAS DE ESPECIES CULTIVADAS

Cubiertas de cereales

Los cereales de invierno (cebada, avena, centeno, trigo) son fáciles de instalar, vegetan bien y proporcionan una muy buena cobertura del suelo, gran cantidad de biomasa bastante persistente y un desarrollo radical muy bueno. Castro (1994) puso a



punto para olivar la técnica desarrollada por Van Huyssteen y Van Zyl (1984) en viña.

En otoño, empleando una sembradora de siembra directa, o realizando una labor superficial, se siembra el cereal a la dosis habitual en cada zona. No es necesario emplear semilla de alta calidad, simplemente se puede emplear una semilla con buen poder germinativo y libre de semillas de malas hierbas. Durante el otoño e invierno se desarrolla como si se tratara de un cultivo. En este período el suelo permanece cubierto por las plantas verdes. El consumo de agua de las plantas es compensado por una mayor infiltración y menor evaporación, con lo que se llega normalmente al inicio de la primavera con una cantidad de agua en suelo igual o incluso mayor que con otras técnicas de cultivo.

Coincidiendo normalmente con el final del encañado del cereal se produce el desequilibrio en el balance hídrico como consecuencia de una gran extracción de agua por el cereal y una subida de temperaturas que suelo venir acompañada de pluviometrías escasas. Antes de que se produzca esa disminución de la humedad es cuando se procede a realizar la aplicación de herbicida (p.e. glifosato a dosis entre 0.4 y 0.8 kg m.a./ha). Con esta siega química se consigue conservar la mayor cantidad de agua en el suelo, y por tanto mantener en sus niveles más altos la productividad de la plantación.

En el caso del olivar es necesario corregir el abonado nitrogenado. El cereal consume nitrógeno para formar biomasa durante el período de crecimiento. En el momento de la siega química el contenido de nitrógeno asimilable en el suelo alcanza los niveles más bajos. Por ello, es necesario abonar la cubierta con una cantidad adicional de nitrógeno, a fin de que el árbol no sufra las consecuencias, en un momento en que la demanda del árbol es alta. Después de la siega química comienza la degradación de la biomasa acumulada y, a continuación, se inicia el proceso inverso de restitución del nitrógeno al suelo (Castro, 1994).

Cubiertas de Leguminosas

Una alternativa razonable y que evitaría en principio la realización del abonado nitrogenado, e incluso permitiría reducir el abonado del cultivo, sería emplear leguminosas como cubierta.

Los trabajos que actualmente se llevan a cabo (Humanes, 1997) con variedades de veza (*Vicia sativa*) muestran éstas y otras ventajas, pero también algunas desventajas respecto a los cereales. En efecto, el aporte de nitrógeno es un aspecto muy importante, a tener en cuenta sobre todo en sistemas de agricultura ecológica y de bajo impacto ambiental. Pero en cambio, el desarrollo de la veza es más lento y, además, puede verse afectada por problemas de encharcamiento y escasa nodulación de *Rhizobium*. Pero, sobre todo, la persistencia de los restos vegetales sobre el suelo es muy baja, y

como consecuencia la protección del suelo es menor, al tiempo que favorece las infestaciones de hierbas durante la primavera y el verano.

Hay un aspecto muy positivo a destacar, es que la efectividad de la siega mecánica en la veza es mucho mejor que en cereales, porque apenas se produce el rebrote. Esto facilitaría su manejo en agricultura ecológica porque permite mantener un buen balance de agua en el suelo. El momento de realización de la siega viene a coincidir con el inicio de la floración (Humanes y Pastor, 1995) y el herbicida que se suele emplear es una mezcla de fluroxipir y glifosato (0.2 y 0.36 kg/ha respectivamente).

Mezcla de Cereal y Leguminosa

Esta mezcla es muy interesante, porque

de las especies cultivadas es una razón suficiente para justificarlo. No obstante muchos agricultores emplean eficazmente la vegetación espontánea como cubierta. En este caso no se precisa implantarla, pero en cambio es muy necesario vigilar la evolución de la flora.

La competencia por el agua y por nutrientes se produce y, para mantener buenos niveles de productividad, es preciso hacer siegas mecánicas o químicas. La flora evoluciona en poco tiempo y las comunidades cambian:

- Por un lado porque el control con la siega mecánica no es completo, viéndose favorecidas las especies hemicriptófitas, geófitas (que presentan yemas de reposición a ras de suelo y bajo el suelo respectivamente) y en general aquellas de porte ras-



Cubierta espontánea de gramíneas. Ensayo realizado en la Finca "La Mina" en Cabra.

ambos tipos de especies se complementan. El inconveniente de la escasa persistencia de la leguminosa queda compensado por el cereal, cuyo desarrollo se ve favorecido precisamente por la leguminosa.

CUBIERTAS DE ESPECIES ESPONTANEAS

La flora del olivar es muy diversa (Puja-das, 1986, Saavedra, 1994). Se puede estimar que más de 600 especies vegetales superiores constituyen la misma en España, pero en una sola hectárea pueden encontrarse fácilmente más de 100 especies. En principio puede resultar chocante el hecho de emplear especies cultivadas como cubierta, habiendo tanta vegetación espontánea. Sin embargo, la facilidad de manejo

trero o ciclos invernales muy cortos. En este caso sólo sería conveniente el incremento de especies de ciclos muy cortos.

- Por otro lado, la siega química va a ser parcialmente eficaz, pues sólo afectará a plantas emergidas. Normalmente se aplicarán herbicidas de traslocación no residuales. Escaparán al control especies de ciclos muy cortos (que es favorable), o aquellas de emergencia muy tardía, tanto anuales (p.e. *Amaranthus litoides*) como perennes (p.e. *Cynodon dactylon*). Este problema es similar al que se presenta cuando se trata de una especie cultivada, pero la labor previa a la siembra del cultivo resulta siempre un buen aliado para controlar algunas de estas especies de ciclo tardío.

Como consecuencia podemos deducir que no existe un sistema perfecto, y que la

combinación de distintos tipos de cubierta y diferentes tipos de manejo pueden ser la mejor solución, pero precisa de una cierta vigilancia de la evolución de la flora de cada finca.

CUBIERTAS DE GRAMINEAS ANUALES ESPONTANEAS

Los inconvenientes de manejar toda la flora pueden reducirse considerablemente si se emplean solamente una o pocas especies, que es la ventaja principal de emplear especies cultivadas, cuyo ciclo biológico y necesidades de la planta son conocidas.

Tratando de dar soluciones en este sentido, Saavedra y Pastor (199) diseñaron una técnica alternativa a la siembra de cereal que

de la población y la determinación de los parámetros demográficos de las especies más frecuentes, como *Hordeum murinum* L., *Lolium rigidum* Gaudin, *Bromus diandrus* Roth y *Bromus madritensis* L.

Para ello, se han llevado a cabo 3 ensayos entre 1994 y 1997 en las parcelas de Casillas (en Córdoba) y «La Mina» y «Picudos» (en Cabra). En esta última finca se inició el ensayo en 1995. En cada una de las fincas dominaban especies diferentes (*Lolium rigidum*, *Hordeum murinum* y *Bromus* spp., respectivamente). En años anteriores Casillas se había mantenido con cubierta de cebada y las parcelas de Cabra con laboreo tradicional.

En cada finca se seleccionaron 4 parcelas (bloques) en las que las densidades de

especies gramíneas eran muy bajas. Las líneas de plantación de 3 m de ancho, en sentido transversal a la pendiente, se mantuvieron sin labrar con suelo desnudo y aplicación de herbicidas. Las calles, en una anchura de 3 o 4 m, se trataron con herbicidas selectivos de gramíneas: tribenurón a 11,25 g/ha (enero 1995) y tribenurón + fluroxipir a 11,25 + 200 g/ha (febrero 1995 y 1996). Además se aplicó fluroxipir a 300 g/ha dirigido contra *Convolvulus arvensis* (corregüela) y glifosato a 2 kg/ha contra *Cynodon dactylon* (grama).

Las gramíneas anuales se dejaron crecer y multiplicarse libremente, y todas las tareas de poda, recolección etc, se realizaron normalmente. En invierno (96-97) se abonó la cubierta con 10 g/m² de urea. Al inicio de cada ciclo vegetativo se determinó la densidad de plantas (nº de plantas por m²) y en primavera la densidad de inflorescencia de cada especie (nº de espigas o paniculas por m²). Así mismo se determinó la producción de flores y semillas por m². Periódicamente se evaluó el porcentaje de superficie de suelo cubierta por las plantas vivas y verdes.

El primer año (1994-95) fue muy seco (431 mm), el segundo (1995-96) fue muy lluvioso (953 mm) y el tercero lluvioso, pero con un período seco durante la primavera. Los dos primeros años no se hizo ningún control de la cubierta, puesto que aun la densidad de plantas era baja. A finales del invierno de 1995, tras haber obtenido una suficiente densidad de plantas y una buena cobertura, se procedió a la siega química de la cubierta, pero dejando sin tratar una franja de aproximadamente 1 m de anchura, con el fin de producir suficiente semilla para restablecer la cubierta al año siguiente.

En las tres fincas se consiguió establecer una cubierta de gramíneas anuales densa en el transcurso de dos años (Casillas y la Mina) y un año (Picudos). En la Tabla 1 se muestra cual fue la evolución de la densidad de plan-



Finca de olivar con cubierta vegetal en Granada.

consistía en favorecer el desarrollo de las especies gramíneas anuales espontáneas, mediante aplicación de herbicidas selectivos, y realización de siega química sólo a una parte de la cubierta, dejando intacta el resto de la superficie, para producir semilla y perpetuar la especie. Se evita así la operación de sembrar, que al agricultor le resulta un inconveniente por no disponer normalmente de maquinaria adecuada y, también se evita obligarle a labrar ligeramente para enterrar la semilla, que es una operación lenta. Además, las gramíneas espontáneas suelen alcanzar menor tamaño que el cereal y el riesgo de incendio se reduce. Los primeros resultados indicaban que la técnica era viable, pero se desconocía cuanto tiempo sería necesario para instalar la cubierta, por lo que se planteó el estudio de la dinámica

TABLA 1
Densidad de plantas (número de plantas por m²) en las distintas fincas y años

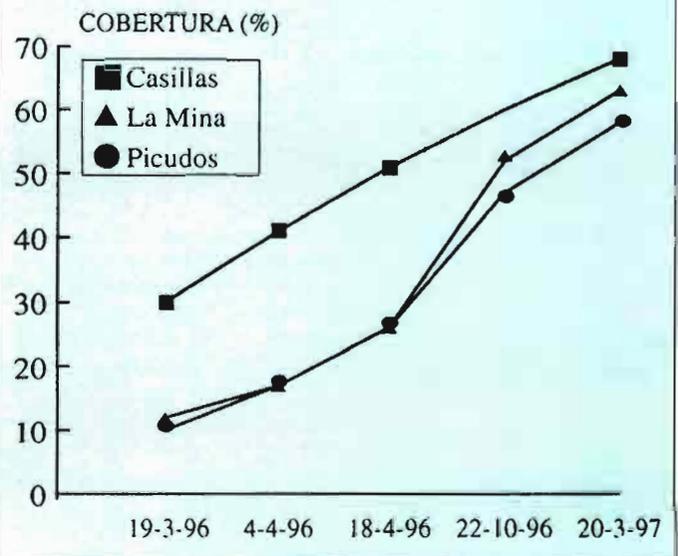
FINCA	CASILLAS		LA MINA		PICUDOS	
Especie inicialmente dominante	<i>Lolium rigidum</i>		<i>Hordeum murinum</i>		<i>Bromus</i> spp.	
1994-95	3.97		0.93		—	
1995-96	909		340		16	
1996-97	2819		3865		2062	
Otoño 1997	Centro	Bordes	Centro	Bordes	Centro	Bordes
	1499	422	1986	488	3908	1493

Centro = zona sin siega química
Bordes = zona con siega química



Las intensas y continuadas lluvias de Noviembre y Diciembre de 1997 arrastraron aceitunas, impidieron una normal recolección y se abrieron cárcavas que "subdividieron" las parcelas de olivar. Villanueva de San Juan (Sevilla) e impiden el paso de la maquinaria.

Figura 1. Evolución de la superficie de suelo cubierta por las partes verdes de las especies gramíneas



tas. Incluso en el tercer año, cuando con anterioridad se había hecho un control parcial de la cubierta, el número de plantas establecidas en otoño ha sido muy alto.

La emergencia en Picudos, donde abundan las especies *Bromus diandrus* y *B. madritensis*, ha sido muy elevada. Estas especies, junto con *Hordeum murinum* han mostrado muy buenas cualidades para el fin que se pretende. *Lolium rigidum* es la especie con ciclo más largo y maduró en Córdoba varias semanas más tarde. Esta característica es indeseable, puesto que forma la mayor parte de la biomasa cuando es más probable que se produzca el déficit hídrico. Por otro lado el cuajado de la semilla (porcentaje de flores que producen semilla) puede verse afectado por la escasez del agua. Obviamente las especies que completan antes el ciclo de vida consumen los recursos disponibles en detrimento de las que no han llegado a madurar. Esto, tratándose de especies de arquitectura similar puede ser bastante limitante, y puede explicar que las poblaciones de *L. rigidum* hayan incrementado, pero relativamente menos que las de *Bromus* u *H. murinum*.

Otro aspecto relacionado con lo anterior, aún en fase de estudio, es la menor capacidad de dispersión de *L. rigidum*, con respecto a *Bromus* u *H. murinum*, lo que le resta posibilidades de ocupar huecos vacíos en el terreno, dando evidentes ventajas a sus competidoras (datos no mostrados).

Las tasas de incremento de las poblaciones han sido muy altas, aún con condiciones climáticas adversas, como las que tuvieron lugar el primer año. Se puede pues concluir que resulta fácil establecer una cubierta

vegetal de gramíneas anuales, incluso partiendo de densidades de población muy bajas.

La evolución de la cobertura fue asimismo muy favorable. En la figura 1 se muestra la evolución media en las tres localidades.

El primer año la densidad era muy baja (Tabla 1) y la cobertura era muy escasa. El segundo año, con un número de plantas que se puede considerar suficiente, se llegó a cubrir en marzo más del 50% del suelo en Casillas, y más del 25% en La Mina y Picudos, a pesar de que sólo había 16 plantas por m² en Picudos. En la primavera de 1997 las partes verdes de las plantas llegaron a cubrir un 60%. Este porcentaje, junto con los restos de plantas secas producidas en años anteriores proporcionaron una cobertura y protección del suelo excelente.

Conclusión: *Lolium rigidum*, *Hordeum murinum*, *Bromus diandrus* y *Bromus madritensis*, que son especies frecuentes en los cultivos leñosos, se desarrollaron y fructificaron sin problemas aparentes en las interlíneas de 3 olivares. A partir de poblaciones muy poco densas, entre 1 y 4 plantas por m², fue posible incrementar estas poblaciones, en un periodo de dos años, mediante la aplicación de herbicidas selectivos de gramíneas que controlaron eficazmente las especies dicotiledóneas. En otro caso, a partir de 16 plantas por m², se consiguió en un sólo año.

De los datos obtenidos puede concluirse que estas especies gramíneas son muy adecuadas para emplearlas como cubierta vegetal en las calles de las plantaciones leñosas, y que puede conseguirse su instalación de forma natural, sin recurrir a siem-

bras, aunque las densidades iniciales sean bajas. De las especies estudiadas, *Bromus spp.* y *Hordeum murinum* resultaron especies más idóneas para estos fines que *Lolium rigidum*.

BIBLIOGRAFIA

- CASTRO, J. (1993-1994) *Control de la Erosión en Cultivos leñosos con Cubiertas Vegetales Vivas*. Tesis Doctoral. ETSIAM, Universidad de Córdoba. 241 pp.
- HUMANES, M.D. 1997. Comunicación personal.
- HUMANES, M.D. y PASTOR, M. (1985) Comparación de los sistemas de siega química y mecánica para el manejo de cubiertas de veza (*Vicia sativa*, L.) en las interlíneas de los olivos. Congreso 1995 de la SEMh, Huesca, 235-238.
- PASTOR, M. (1991) *Estudio de diversos métodos de manejo de suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo*. Ed. Diputación Provincial de Jaén. 302 pp.
- PUJADAS-SALVA, A. (1986) Flora arvense y ruderal de la provincia de Córdoba. Tesis Doctoral. ETSIA. Universidad de Córdoba.
- SAAVEDRA, M. (1994) Diversidad de flora en olivar y manejo de herbicidas. *Phytoma España*, 63, 74-79.
- SAAVEDRA, M., y PASTOR, M. (1995) Cobertura de especies gramíneas autóctonas en olivar: diseño de una técnica de implantación y manejo. Congreso 1995 de la Sociedad Española de Malherbología. Lérida, 175-179.
- VAN HUYSSSTEEN, L., y VAN ZYL, J.L. (1984) *Mulching in vineyards*. *Viticulture and Oenology*. E-12-Farming in South Africa (Hoja impresa).