

Mecanización de las cubiertas vegetales en el cultivo del olivar

El mantenimiento del suelo mediante laboreo desnudo con control químico se debe evitar cuando el riesgo de erosión del suelo se haga presente. El uso de cubiertas vegetales exige eliminar o limitar al máximo el laboreo y evitar su destrucción por el paso de la maquinaria. En este artículo explicamos la mecanización de estas cubiertas vegetales.

J. Gil Ribes; G.L. Blanco Roldán; S. Castro García ⁽¹⁾

El mantenimiento de un suelo desnudo, mediante control químico o por medio de su laboreo, debe evitarse cuanto el riesgo de erosión se haga presente (figura 1). El uso de cubiertas vegetales exige eliminar o limitar al máximo el laboreo y evitar su destrucción por el paso de la maquinaria. Su manejo puede implicar el empleo de maquinaria de siembra y abonado; de trituradoras de restos de poda, para incorporarlos como cubierta inerte (figura 2); y de sistemas para su siega mecánica y/o química, para el control de las malas hierbas. No se necesitan equipos específicos, como ocurre en los cultivos extensivos bajo sistemas de conservación, pero si resulta imprescindible conocer bien las máquinas



Figura 1. Erosión en olivares sin cubierta vegetal



Figura 2. Olivar con cubierta sobre la que se van a incorporar restos de poda picados

que se deben utilizar en función de las condiciones particulares de la explotación.

Implantación y abonado de la cubierta

Aunque la tendencia es a emplear cubiertas espontáneas, en ocasiones y, sobre todo cuando se requiere una rápida protección del suelo, se suelen usar cubiertas sembradas de cereal o mixtas. Se puede realizar la siembra, previo pase de un cultivador, con una sembradora de chorrillo (figura 3). Pero como lo normal es no disponer de ella, se puede utilizar una abonadora centrífuga, pendular o neumática, siendo conveniente, en este caso, efectuar una labor con rastra de púas para mejorar la nascencia. El abonado de la cubierta, cuando se estima necesario, se realiza con abonadoras centrífugas o pendulares. Su elección depende de adecuar la capacidad de la tolva a las características de la plantación (número de olivos y dosis de abo-

nado), para evitar excesivas pérdidas de tiempo en el llenado.



Figura 3. Sembradora de chorrillo adaptada para la siembra de cubiertas vegetales. Tren de siembra: discos escotados montados sobre brazos de cultivador y rulo de jaula

Manejo y picado de restos de poda

En general, se combina el uso de cubierta viva (espontánea o sembrada) e inerte, incorporando los restos de poda tras su trituración (figura 2). La poda es una operación que se está mecanizando parcialmente con la ayuda de útiles manuales de accionamiento neumático o eléctrico por baterías (figura 4), aunque no tardarán mucho en emplearse prepodadoras mecánicas capaces de dar un corte vertical, horizontal o inclinado, especialmente

en olivos superintensivos e intensivos, como se hace ya en otros frutales. El manejo de restos de poda se efectúa con equipos específicos, como los de hilerado del ramón (figura 5), que lo llevan desde la zona de goteo del árbol hasta el centro de las calles donde realizan su trabajo las trituradoras autoalimentadas (figura 6).



Figura 4. Útiles manuales de poda



Figura 5. Hileradora de restos de poda

Existen numerosos tipos de trituradoras o picadoras de restos de poda. Funcionan golpeando las ramas, con lo que consiguen reducir el tamaño de éstas no por corte, sino mediante rotura por impacto. Disponen de un rotor formado por un eje vertical (figura 6) u horizontal al que se unen unas cuchillas o martillos, que gira a gran velocidad dentro de una carcasa. La mayoría de fabricantes recomiendan un diámetro máximo del material inicial de 8 - 10 centímetros, por lo que la leña gruesa debe ser previamente retirada.

Las picadoras que se autoalimentan suelen disponer de un cilindro recogedor, accionado mediante un motor hidráulico conectado a las tomas remotas del tractor, y un sistema de picado, accionado por la toma de fuerza, que puede ser de eje vertical (figura 6) que utiliza unas cuchillas y contracuchillas que trocean la made-



Figura 6. Trituradora autoalimentada de eje vertical de cuchillas accionada por la toma de fuerza

ra. El picado que realizan es menos enérgico, pero suficiente si se eliminan los troncos gruesos y la velocidad de avance de la máquina no es elevada. Las de eje horizontal son de martillos (figura 7). Este tipo de máquinas realizan un mejor picado y son las más recomendables. Pueden montarse en el tripunjal delantero o trasero del tractor.



Figura 7. Picadora de eje horizontal de martillos

En las picadoras de eje horizontal la velocidad de trabajo debe ser lenta, de ahí la conveniencia del reductor en el tractor, para favorecer el picado fino, y el régimen del motor debe ser elevado, para desarrollar mayor potencia y número de impactos por distancia recorrida. Los requerimientos de potencia de accionamiento a través de la toma de fuerza son altos debido, sobre todo, a las irregularidades de su funcionamiento, presentando valores máximos elevados (52 - 59 kW ó 70 - 80 CV) en relación a la potencia media que consumen. La potencia máxima necesaria (66 - 74 kW ó 90 - 100 CV) depende de las condiciones de trabajo, del tamaño de la leña y de su cantidad

por unidad de superficie, siendo necesario retirar las ramas gruesas de más de 10 centímetros (Blanco-Roldán y Gil-Ribes, 2004).

En algunos casos, sobre todo buscando un picado más fino de la leña, se usan picadoras de alimentación manual (figura 8) cuyo principal inconveniente es que tiene menor capacidad de trabajo (ha/h). Pueden ser de accionamiento por la toma de fuerza o por motor auxiliar; estas últimas son adecuadas para trabajos en explotaciones con grandes pendientes.



Figura 8. Trituradoras de alimentación manual mostrando el túnel de entrada de leña

Control mecánico de la cubierta y de las malas hierbas

La siega mecánica de las cubiertas vivas y el control de malas hierbas pueden realizarse con desbrozadoras que son aperos accionados por la toma de fuerza y que se clasifican según los elementos que utilizan para el desbrozado (cadenas, cuchillas o martillos) y por la disposición del eje en el que van montados (horizontal o vertical).

Las desbrozadoras de cadenas de eje vertical se usan sobre todo cuando la presencia de piedras es importante (figura 9). Su anchura de trabajo debe ser tal que permita reducir a 1 ó 2 pases entre calles, aunque está limitada por la irregularidad del terreno. Por ello los equipos tienen 2-3 cuerpos de trabajo para que su ancho de transporte no sea excesivo.

Las desbrozadoras de cuchillas tienen una estructura y diseño similar pero sustituyen las cadenas por cuchillas que giran sobre un eje vertical. Su principal ventaja es que dejan una cubierta mejor, al desmenuzar menos los restos, pero trabajan peor con piedras



Figura 9. Desbrozadora de cadenas de ejes vertical y mecanismo de plegado



Figura 10. Desbrozadora de cuchillas de dos cuerpos plegada para el transporte

y en terrenos irregulares (figura 10).

Las desbrozadoras de martillos de eje horizontal son similares a las picadoras (figura 11), pero requieren de menos potencia, de hecho las más robustas pueden utilizarse para picar restos de desvareto, aunque nunca se deben emplear para restos de poda. Son las que realizan el mejor desbrozado pero su anchura está más limitada y requieren de mayor potencia, no obstante, son las más recomendables. Pueden incorporar un sistema hidráulico que permite desplazarlas lateralmente para acercarse al pie del olivo.

Para el control de malas hierbas debajo de la copa de los árboles se pueden usar desbrozadoras de latiguillos (figura 12), que son capaces de trabajar bajo los pies, y sistemas de laboreo accionados que trabajan de forma similar a los intercepas. Sin embargo, es necesario la mejora y adaptación de estos equipos a las especificidades de los distintos tipos de olivar.

El control de malas hierbas con desbrozado suele requerir más de un pase y, a veces, el complemento de la siega química, pero es una práctica a extender si se quiere limitar el uso de agroquímicos, principalmente en producción integrada y ecológica.



Figura 11. Desbrozadora de martillos de eje horizontal con cilindro de desplazamiento lateral.



Figura 12. Desbrozadora de latiguillos para los pies de los árboles.

Aplicación de herbicidas

El control de malas hierbas y siega química de las cubiertas se realiza con pulverizadores hidráulicos de chorro proyectado, también conocidos como barras de tratamientos. Se basan en pulverizar por presión de líquido y son equipos adecuados para tratamientos sobre la superficie del suelo y cultivos de porte bajo. El éxito de un tratamiento depende del empleo de productos autorizados (Junta de Andalucía, 2006) y de eficacia probada, de realizar la aplicación en el momento oportuno y de utilizar las máquinas apropiadas, bien calibradas y en buen estado de conservación.

La tendencia hacia aplicaciones de volumen reducido ha hecho que los

equipos evolucionen buscando: precisión y exactitud, para evitar la deriva y las pérdidas de producto; seguridad, para evitar la contaminación del medio y asegurar la protección del operario; y control de las condiciones de trabajo (presión, velocidad, caudal, etc.), mediante la incorporación de equipos electrónicos, automatismos y sensores (Gil-Ribes y López-Giménez, 2004).

Los equipos de pulverización se diseñan para cumplir tres funciones:

a) División del líquido en gotas. Se realiza en las boquillas, por las que pasa el caldo con la materia activa sometido a presión por una bomba. Los diámetros de las gotas están comprendidos dentro de un intervalo que es función del tipo de tratamiento;

b) Transporte de las gotas hasta su destino (el suelo o las malas hierbas). Se produce debido a la propia presión del líquido (pulverizadores hidráulicos de chorro proyectado)

c) Reparto y dosificación uniforme de un determinado volumen en la unidad de superficie (litros/ha). De estas funciones se encargan las boquillas y los reguladores.

El tamaño de la gota es mayor a mayor orificio de la boquilla y a menor presión de trabajo. Las pulverizaciones se clasifican según el tamaño de las gotas, existiendo recomendaciones según el tipo de producto y objetivo (tabla 1). Un método sencillo y barato de comprobar la distribución es el uso de papeles hidrosensibles colocados en la zona de aplicación.

El nivel de cubrimiento del objetivo depende del tamaño y número de gotas por unidad de superficie. Las recomendaciones usadas en herbicidas son:

- Pre-emergencia: 20 a 30 gotas/cm² (entre 300 y 400 μm)

| Producto | Densidad de impactos | Diámetro gota | Uniformidad |
|--------------------------|----------------------|---------------|--------------|
| Herbicidas preemergencia | Media | Gruesa | Sí |
| Herbicidas de contacto | Elevada | Media | Sí |
| Herbicidas sistémicos | Baja | Media | No necesaria |

Tabla1. Recomendaciones según el tipo de producto y el objetivo seleccionado.

ASEGURESE DE QUE SU SEMBRADORA
tenga tanta tecnología como sus semillas



Casimiro



Casimiro

INDUSTRIAS CASIMIRO S.A.

TEL 973 740 202 / www.casimiromaquinas.com

- Post-emergencia en estado de plántula: 30 a 40 gotas/cm² (gotas entre 150 y 250 μm)

- Post-emergencia en estado de planta:

- Productos de contacto: 50 a 70 gotas/cm² (entre 150 y 250 μm)
- Productos sistémicos: 30 a 40 gotas/cm² (entre 150 y 250 μm)

El esquema de un pulverizador hidráulico se muestra en la figura 13.

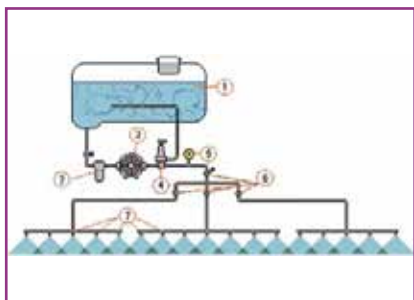


Figura 13. Componentes de un pulverizador hidráulico simple: 1 Depósito y sistema de agitación; 2 Filtro; 3 Bomba; 4 Regulador; 5 Manómetro; 6 Válvulas de paso; 7 barras y boquillas.

Los elementos principales de un pulverizador hidráulico de chorro proyectado son:

a) Depósito de caldo, (figura 13.1). Construido, generalmente, de poliéster estratificado reforzado con fibra de vidrio, con boca de llenado, filtro y cierre estanco, sistema de agitación mecánico e hidráulico, indicador de nivel de llenado y depósitos auxiliares para su limpieza y para la del operario (figura 14.b).

b) Bomba. Elemento encargado de impulsar un caudal de líquido hacia las boquillas, además de posibilitar el llenado de la cuba (figura 14 a). Mediante una derivación, permite la agitación y homogeneización del caldo. Pueden ser volumétricas (de pistón, de rodillos o de diafragma) o centrífugas.

c) Manómetro. Elemento de medida de la presión de trabajo. Se encuentra situado en una derivación del circuito de presión (figura 13. 5). Deben tener un intervalo de medida acorde con las presiones normales de trabajo en la aplicación (1,5 - 6 kg/cm²) y mostrar variaciones de presión de 0,2 bar (kg/cm²). Se recomienda tener dos,



Figura 14. a) Pulverizador hidráulico de chorro proyectado con regulador de presión. b) Equipo con control electrónico y depósitos auxiliares.

uno a la salida de la bomba y otro tras el regulador (figura 15).

d) Reguladores de presión y caudal. El primero debe permitir limitar y controlar la presión de trabajo (con un error menor del ± 7.5%) y el segundo permite modificar y regular el caudal (con error del ± 5%). Hay cuatro tipos de sistemas de regulación:

1) Presión constante o caudal constante (PC o CC). Regulan el caudal de forma constante. Son simples y con



Figura 15. Manómetro con suficiente resolución para la aplicación de herbicidas (1-5 bares).

reparto homogéneo si la velocidad del motor y avance se mantienen (Figura 14.a). Constan de una válvula de presión que mantiene la presión constante.

2) Caudal proporcional al régimen del motor (CPM). La válvula de presión es de seguridad y tiene una válvula reguladora de caudal. La bomba impulsa el líquido proporcionalmente al régimen (rpm) del motor y, por tanto, varía con la velocidad teórica de avance del tractor. El error producido se debe a las variaciones de resbalamiento en el avance de tractor.

3) Caudal proporcional al avance (CPA y CPAE). Un microprocesador controla el caudal de salida de las boquillas en función del avance a partir de una rueda auxiliar, un sensor radar o un sensor GPS (figura 16).

4) Concentración variable (CV). Tiene un sistema de presión constante para el diluyente (agua) y otro proporcional al avance electrónico, similar al anterior, pero que no actúa sobre el caudal sino sobre la concentración de la materia activa.



Figura 16. Sistema de regulación electrónico proporcional al avance

e) Distribuidores. Permiten el desvío de caudal según las exigencias de la aplicación. Pueden ser de corredera o electromagnéticos.

f) Filtros. Situados en la entrada del depósito, en la línea de aspiración de la bomba y entre la llave de salida a las boquillas y éstas. Son elementos muy importantes para un buen tratamiento. Deben ser revisados y limpiados o sustituidos regularmente.

g) Barra de aplicación. Estructura metálica lineal soporte de canalizaciones y donde se colocan las boquillas. Para una distribución uniforme,

deben tener una altura correcta sobre el suelo y mantenerse paralelas al mismo, en el caso del olivar suelen ser de tres tramos permitiendo trabajar todo el ancho de la calle, la zona central de la misma o bajo la copa del árbol (figura 17).



Figura 17. Barras de aplicación para olivar intensivo y tradicional

h) Boquillas. Es el elemento clave del equipo. Su desgaste hace que aumente su caudal y el tamaño de la gota, por lo que deben comprobarse cada campaña y sustituirse anualmente. Para herbicidas se utilizan boquillas de hendidura (también conocidas como de chorro plano o de abanico). El orificio de salida tiene forma alargada y esto hace que se emita un chorro plano de forma triangular (80°



- 110°) (Figura 18.a). Las presiones de trabajo recomendadas son de 1 a 3 bar. En general, se aconseja el uso de boquillas antideriva que no forman gotas de pequeño tamaño (figura 18.c) y dispositivos antigoteo.



Figura 18. Boquillas de hendidura: a) simétrica; b) asimétrica; c) antideriva. (Doc. Tee-Jet)

Las boquillas hidroneumáticas evitan la deriva por otro procedimiento, utilizando gotas de mayor tamaño, formadas por la mezcla de aire y el líquido a presión en una pequeña cámara de pulverización. Se mejora la cobertura debido a que cuando impactan estallan formando gotas más finas.

Para la aplicación de herbicidas en el olivar se colocan boquillas de distribución simétrica en el centro de la barra y asimétricas (Figura 18.b) o

terminales en los extremos (figura 19). Con esta disposición se puede trabajar en toda la calle o localizando la pulverización en el centro de la misma o cerca de los pies de los olivos. Las barras se pliegan para el transporte y se pueden ser colocadas en la parte delantera del tractor.



Figura 19. Extremo de una barra para olivar con boquilla normal y terminal

Para realizar la aplicación con recubrimiento y por debajo de los árboles con mínima deriva, se debe hacer un solape doble o triple entre boquillas, lo que se consigue con separaciones entre boquillas en la barra de 0,5 metros y una altura de esta de 0,35 ó 0,5 metros para las de hendidura de 110° (figura 20). REGLA: Hendidura 110° -50-50 ó 110° -50-35. No obstante muchas veces no se cumple este requisito elemental (figura 21).

Para poder trabajar a gran velocidad, con viento y sin deriva se han desarrollado barras de tratamiento con sistemas neumáticos de ayuda que crean una cortina de aire que conduce a las gotas hacia el suelo con un principio parecido al de los atomizadores. Una ventaja añadida es que permiten trabajar con menores gotas y con menores volúmenes de caldo. Cuando las

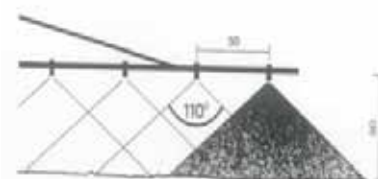


Figura 20. Distribución y altura correcta de boquillas: REGLA 50-50- 110° .

infestaciones de malas hierbas se localizan en rodales o manchas, la aplicación debe ser localizada utilizando pulverizadores portátiles de mochila con boquillas centrífugas .



Figura 21. Tratamiento incorrecto de los pies de los olivos por mala altura de la barra y no tener en cuenta la pendiente del suelo por el caballón donde se plantó el olivo.

Para las aplicaciones de Ultra Bajo Volumen (Dosis < 50 l/ha) la formación de gotas se consigue gracias a la fuerza centrífuga a que se somete una capa de líquido en la periferia de un disco dentado que gira a gran velocidad (Figura 22). Estas boquillas también se montan en tractocarros utilizándose para el control químico en los pies de los olivos, incorporando pantallas que concentran la aplicación y evitan la deriva del producto.

En todos los casos, la revisión periódica de los equipos (cada campaña) y su correcto mantenimiento son imprescindibles para que el trabajo sea correcto. Experimentalmente se ha comprobado que el desgaste de las boquillas es mayor en sus primeras horas de trabajo, cuanto menor sea el



Figura 22. a) Boquilla centrífuga. b) Montaje en tractocarro

orificio, cuanto mayor sea el ángulo de chorro y cuanto mayor sea la presión de trabajo. Los efectos que ocasiona son: incremento de caudal (más del 10% de aumento obliga a la sustitución de las boquillas), cambio del ángulo de chorro (tiende a reducirse, lo que modifica la superficie cubierta y la distribución del líquido) y variación de la población de gotas (aumento del tamaño). El resultado de revisiones en campo de estos equipos muestran

| Boquilla N° | PRESIÓN (bar) | | | | | |
|-------------|---------------|------|------|------|------|------|
| | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 4 | 5 |
| 4110-10 | 0.33 | 0.38 | 0.42 | 0.47 | 0.54 | 0.60 |
| 4110-12 | 0.52 | 0.60 | 0.67 | 0.73 | 0.85 | 0.95 |
| 4110-14 | 0.64 | 0.74 | 0.83 | 0.91 | 1.05 | 1.17 |
| 4110-16 | 0.79 | 0.91 | 1.02 | 1.11 | 1.29 | 1.44 |
| 4110-18 | 0.94 | 1.08 | 1.21 | 1.32 | 1.53 | 1.71 |
| 4110-20 | 1.13 | 1.30 | 1.45 | 1.59 | 1.84 | 2.06 |
| 4110-24 | 1.47 | 1.70 | 1.90 | 2.08 | 2.40 | 2.69 |
| 4110-30 | 2.08 | 2.40 | 2.68 | 2.94 | 3.39 | 3.79 |

Tabla2. Caudal (litros/minuto) de boquillas de hendidura en función de la presión (Doc. Hardi)

un mal estado general, con dos fallos claves: manómetros incorrectos y boquillas en mal estado. Con ello es imposible un buen tratamiento.

La determinación de caudales y la elección de las boquillas (tabla 2) requiere tener en cuenta las siguientes condiciones: montaje de un tipo de boquilla compatible con el tratamiento (para estos casos hendidura de 110°); dosis o volumen de caldo a distribuir por unidad de superficie (D, litros/ha); velocidad de avance prevista (v, km/h); y anchura de tratamiento correspondiente a cada boquilla (a, metros, en general a = 0,5 m). El cálculo del caudal por boquilla viene dado por la expresión: $q \text{ (l/min)} = D \cdot v \cdot a / 600 = D \cdot v / 1200$ ●

Agradecimientos:

Al proyecto de Excelencia RNM 3205. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía.

1. Grupo de Investigación AGR 126 “Mecanización y Tecnología Rural. Departamento Ingeniería Rural. ET-SIAM. Universidad de Córdoba.

Bibliografía

Blanco-Roldán, G.L.; Gil-Ribes, J., 2004. Maquinaria utilizada en agricultura de conservación: cultivos leñosos. En: Técnicas de agricultura de conservación. Gil-Ribes, J.; Blanco-Roldán, G.L.; Rodríguez-Lizana, A., (eds.). Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Gil-Ribes, J.; López-Giménez, J. 2004. Mecanización. En: El cultivo del olivo. Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. (eds.). Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Gil-Ribes, J.; Marcos, N.; Agüera-Vega, J.; Blanco-Roldán, G.L.; Cuadrado, J.D., 2005. Junta de Andalucía, 2006. Buenas prácticas en el manejo de suelos en el olivar. Ed. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Sevilla.