

Es importante conocer los equipos para elaborar el calendario de tareas y seleccionar el tractor más adecuado

Innovación en maquinaria para la poda y el tratamiento de restos de poda

La implantación creciente de nuevas técnicas y tecnologías en los principales cultivos leñosos ha ido sustituyendo progresivamente las plantaciones antiguas por plantaciones en espaldera. Dentro de estos cambios tecnológicos destacan, entre otros, los referentes a la poda y al tratamiento de los restos de la poda, lo que implica que sea necesario conocer mejor los sistemas mecanizados que facilitan estas operaciones.

G.L. Blanco Roldán, F. Jiménez Jiménez y F. Márquez García.

G.I. AGR 126 Mecanización y Tecnología Rural.
Dpto. de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos y de Montes.
Universidad de Córdoba

En los últimos años, estamos asistiendo a una implantación creciente de nuevas técnicas y tecnologías en los principales cultivos leñosos, como la vid y el olivar. En este sentido, la vid, que siempre ha sido un cultivo que ha incorporado avances importantes (recolección integral, poda, tratamientos fitosanitarios, etc.), además, con planes de reestructuración y reconversión, ha ido sustituyendo progresivamente las plantaciones antiguas por plantaciones en espaldera, para poder asumir todos estos cambios.

En el caso del olivar, aunque las plantaciones tradicionales suponen un alto porcentaje (alrededor del 70% en Andalucía), también se están modificando las técnicas y las estructuras, con olivares intensivos, intensivos de alta densidad y superintensivos. No obstante, esto no es posible en muchas zonas (al-

tas pendientes) y en otras no está aceptado por la colectividad, pero además, con la situación económica actual no sería asumible por un gran número de explotaciones.

Dentro de estos cambios tecnológicos, aunque los referentes a la recolección son los más importantes –por ser ésta la operación que mayor influencia tiene en los costes del cultivo–, destacan los referentes a la poda, también por los costes (segunda operación después de recolección) y porque, en las nuevas plantaciones, es imprescindible mantener el binomio poda-recolección para que las cosechadoras puedan realizar adecuadamente su trabajo. También cobran importancia así como los referentes al tratamiento de los restos de la poda, bien por su influencia en la conservación del suelo, dentro de técnicas de agricultura de conservación basadas en la implantación de cubiertas vegetales protectoras, o bien por su valorización como biomasa para la obtención de



Foto 1 (arriba). Útiles de poda manual asistida. **Foto 2 (abajo).** Motosierra y podadora de altura.

energía. Todo ello implica que sea necesario conocer mejor los sistemas mecanizados que facilitan estas técnicas, para considerarlos dentro de los calendarios de tareas y en la selección de los tractores, si bien este artículo se va a centrar en las técnicas de conservación.



Foto 3 (arriba, izda). Podadora de barra de corte. Foto 4 (abajo, izda.). Podadora de discos. Foto 5 (arriba). Prepodadora para viña en espaldera.



que se caracterizan por instalarse sobre una lanza, fija o telescópica, para permitir acceder a las partes altas del árbol desde el suelo (podadoras de altura) (foto 2), o por la posición de la empuñadura, situada sobre el cuerpo de la máquina, para lograr un mejor control junto a la zona donde se da el corte (Gil, 2011).

No obstante, la necesidad de mecanizar una operación como la poda, tan exigente en mano de obra, lleva en muchas ocasiones a realizar una prepoda, para lo que se emplean equipos acoplados al tractor, que pueden ser de cuchillas de movimiento lineal alternativo (barra de corte) (foto 3) o de discos (foto 4), accionados mediante motores hidráulicos. Durante el trabajo, su posicionamiento en el espacio se realiza mediante cilindros hidráulicos, lo que permite dar cortes verticales, horizontales e inclinados, según las necesidades del cultivo.

Esta operación está muy implantada en el caso del viñedo en espaldera, donde se han desarrollado equipos específicos (foto 5), adaptados al cultivo y a su modo de conducción. Éstos van montados en el tractor y trabajan sobre una o más líneas, aunque también pueden ubicarse sobre vendimiadoras autopropulsadas, ya que algunos modelos se construyen con la posibilidad de retirar los sistemas de recolección y sustituirlos por otros equipos, como los de prepoda o tratamientos fitosanitarios. En el caso del olivar, las cosechadoras des-

arrolladas a partir de las anteriores, también permiten adaptaciones similares (foto 6).

Manejo y tratamiento de restos de poda

Después de la poda o la prepoda se puede optar por eliminar los restos, utilizarlos como cubierta del suelo o recogerlos para su aprovechamiento energético. En todos los casos, previamente se procede a la separación de la leña (diámetro superior a 10 cm), que se

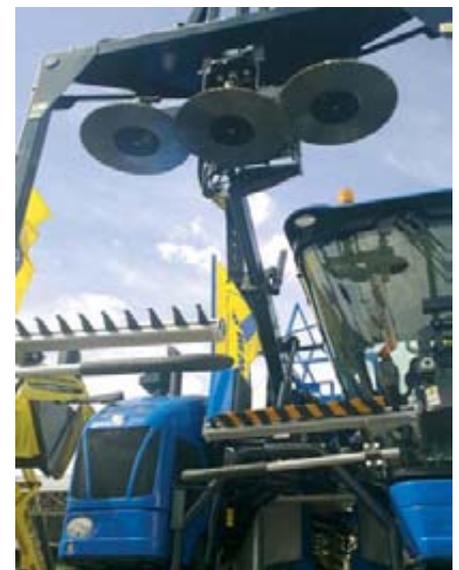


Foto 6. Prepodadora de discos acoplada sobre una cosechadora de olivar.

Equipos para poda

Existen equipos para poda manual asistida, mediante accionamiento eléctrico o neumático, análogos a las tijeras manuales (foto 1). Los primeros van acoplados a un pequeño motor eléctrico, conectado al tractor o, para mayor comodidad, alimentado por baterías recargables, transportadas en un cinturón o una mochila; y los segundos, a un grupo compresor, montado en una carretilla o en el tractor, normalmente con varias salidas para que varios operarios puedan trabajar a la vez.

Cuando el diámetro de las ramas es superior a 3 cm, se necesitan motosierras para tener mayor capacidad de corte. De forma general, se utilizan máquinas similares a las convencionales pero de menor tamaño para así facilitar su manejo, aunque hay modelos especialmente diseñados para poda de frutales



Foto 7 (izda.). Agrupadora de restos. Foto 8 (dcha.). Cordón de restos de poda.



utiliza, una parte para el autoconsumo y el resto, generalmente, se vende para consumo en sistemas de calefacción domésticos (chimeneas) en el entorno próximo.

En el primer caso, los restos se recogen de las calles mediante accesorios a modo de reja, denominados agrupadores o recogedores (foto 7), y se procede a la quema controlada.

Tanto si los restos se van a dejar sobre el suelo, como si se pretende su aprovechamiento, es necesario realizar un picado previo de los mismos. Para ello, las picadoras deben actuar sobre los restos previamente agrupados o alineados en el centro de las calles (foto 8), por lo que es necesario emplear diversas máquinas para esta operación, que pueden ser las citadas en el párrafo anterior o equipos

más específicos, como son las hileradoras de restos de poda (foto 9), que arrastran los restos al centro de la calle gracias a unos brazos extensibles. En el caso de frutales con calles estrechas, la operación de alineamiento y picado puede hacerse en una sola pasada, dotando al tractor que maneja la picadora, de un equipo delantero de agrupación de los restos de poda, que los saca de los pies y lo conduce al centro, para su picado, abaratando así la operación.

Clasificación en función del picado del ramón

Las máquinas que realizan el picado del ramón se pueden clasificar en dos tipos: picadoras de alimentación manual y picadoras autoalimentadas.

Picadoras de alimentación manual

En las picadoras de alimentación manual (foto 10) los restos de poda deben ser introducidos manualmente por operarios en una boca de alimentación dispuesta de forma longitudinal o transversal al sentido de marcha, por lo que están dotadas de un mecanismo de seguridad, consistente en un tope que invierte el giro del cilindro de alimentación para prevenir accidentes por atrapamiento.

Las máquinas van acopladas a la parte trasera del tractor y están accionadas por la toma de fuerza, aunque también hay modelos con motor propio, en cuyo caso, su transporte se puede realizar mediante tractor o por un vehículo todoterreno.

Se caracterizan por realizar un picado más efectivo, ya que usan un potente tambor de cuchillas de eje horizontal, pero tienen un rendimiento bajo y un alto coste, por la mano de obra empleada, aunque en muchas plantaciones, como olivares en pendientes medias y altas, es el único equipo que se puede emplear. También está muy extendido su uso en terrenos forestales.

La descarga del material picado se realiza sobre el suelo o puede recogerse, para su uso como biomasa, directamente en sacos o dirigirse a un remolque a través un sistema de conducción.

Picadoras autoalimentadas

Existen muchos tipos de picadoras autoalimentadas en función de los elementos del sistema de picado, generalmente compuesto por martillos situados sobre un eje horizontal accio-



Foto 9. Hileradora de restos de poda.



Foto 10 (izda.). Picadora de alimentación manual. Foto 11 (dcha.). Picadora autoalimentada de eje horizontal.

nado por la toma de fuerza del tractor, y de la robustez de la máquina (foto 11). Así, hay series pesadas y series más ligeras, dependiendo del grosor de las ramas que se quieran triturar.

Cuando se generan abundantes restos de poda, en cultivos como los cítricos y el olivar, y

de tamaños considerables (hasta 10 cm), sobre todo en plantaciones tradicionales, es necesario realizar un picado fino, –en el caso del olivar para evitar problemas con el barrenillo–, para lo cual se usan picadoras que demandan entre 80 y 120 CV (58 – 88 kW). El pica-

do 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 picadoras se autoalimentan mediante un sistema de recogida, que incorpora uno o dos rodillos horizontales de palas metá-



X30 Fácil de manejar

Pantalla X30 - Control total en múltiples ventanas al mismo tiempo

Arrastra y Suelta: Única pantalla del mercado con diferentes soluciones de Agricultura de Precisión manejada con un solo dedo.

Pantalla X30 todo-en-uno, guiado visual con barra de luces integrada, autoguiado, pulverización, abonadoras, entrada ISO BUS, visualización de área tratada, gestión de datos, plantación, y mucho más ...

Pídale a su distribuidor Topcon una demostración del Sistema 350 con la nueva pantalla X30. Vea lo fácil y rápido que un simple toque se convierte en precisiones y resultados espectaculares en el campo.

Sistema 350 con dirección eléctrica AES-25 opcional



TOPCON
Precision Agriculture

www.topconpa.com

licas, accionados mediante motores hidráulicos conectados a las tomas del tractor, existiendo modelos que también tienen rodillos verticales (**foto 12**).

El sistema de picado (eje horizontal portaherramientas) puede ser de tipo agrícola o forestal (**figura 1**). El primero, menos robusto, puede incorporar diferentes tipos de herramientas como martillos (más resistentes), generalmente, acodados con bordes cortantes, o cuchillas, rectas o en forma de Y, que se colocan articuladas mediante un pasador, para evitar roturas si chocan con piedras u otros objetos. Para mejorar el picado se suele disponer una criba o parrilla, en la parte inferior (**foto 13**) o trasera (**foto 14**), sobre la que impactan los restos picados. Otros modelos utilizan un sistema de contra-martillos o la propia compuerta trasera regulando su apertura. El segundo tipo, más robusto, puede ser de martillos libres o fijos.

El eje gira con velocidades superiores a 1.500 rpm y en sentido contrario al avance del tractor. Algunas máquinas llevan cajas de engranajes que permiten la conexión por la parte delantera y trasera de la máquina e invertir el giro del eje.

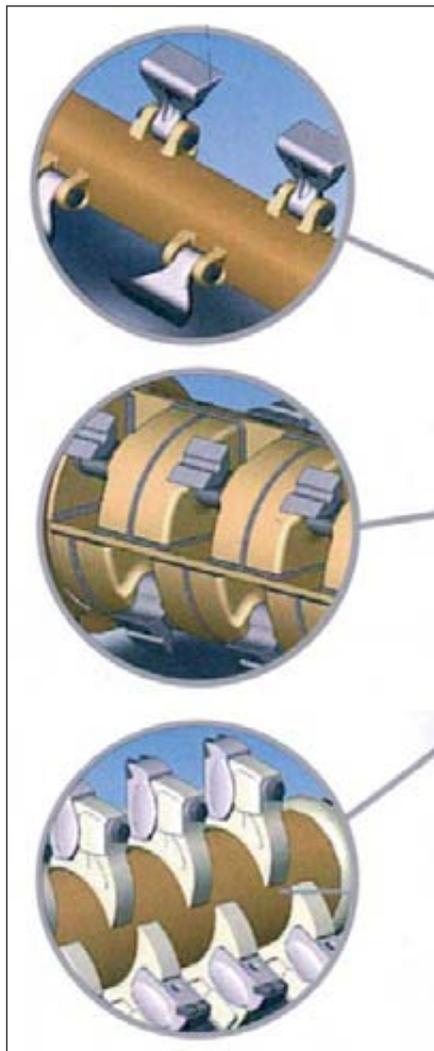
La máquina puede acoplarse de forma fija (**foto 14**) o puede ser desplazable lateralmente, para así cubrir más espacio, mediante cilindros hidráulicos (**foto 15**). De forma opcional, pueden disponer de sistemas, acoplados a la propia máquina, para trabajar cerca de la línea de árboles, recogiendo restos de poda y situándolos en la zona de picado, o para realizar una siega mecánica complementaria entre árboles. Ambos, en forma de disco, disponen de aletas de caucho, los primeros, y de herramientas de desbrozado (cuchillas o latiguillos) o laboreo (dientes o formones), los segundos.

También existen modelos de cuchillas de eje vertical, similares a las desbrozadoras, y máquinas de transmisión hidráulica diseñadas para ser utilizadas con vehículos hidráulicos, como cargadoras compactas (**foto 16**) o tractores forestales.

En el **cuadro I** se muestra un resumen de las principales características de las picadoras autoalimentadas disponibles en el mercado destinadas a trabajar en cultivos frutales, en el que se puede observar la amplia gama ofertada para adaptarse a los diferentes cultivos y la estructura de los mismos.

FIGURA 1

Sistemas de picado: agrícola (arriba), forestal de martillos libres (medio) y forestal de martillos de fijos (abajo) (Doc. Seppi).



Si la opción es el aprovechamiento energético, hay máquinas de martillos de eje horizontal que se adaptan a tal fin, incorporando una tolva (**foto 17**), con capacidad entre 2,5 y 5 m³, o bien realizando la descarga directa a remolque a través de un soplante.

Condiciones de trabajo de las picadoras autoalimentadas

El Grupo de Investigación AGR126 de la Universidad de Córdoba está desarrollando diversos estudios para determinar las principales características del funcionamiento de

las picadoras autoalimentadas en el olivar, entre los que se destacan los siguientes:

- Evaluación de capacidades de trabajo y rendimiento de las operaciones. Mediante un dispositivo autónomo basado en un módem GSM/GPRS y un receptor GPS se ha realizado el seguimiento del trabajo en campo de picadoras en diferentes condiciones orográficas y de la plantación (marco). De forma general, los datos obtenidos determinan que un factor primordial para obtener un buen rendimiento es la formación del cordón de poda. La velocidad de avance del equipo no cambia significativamente (entre 0,8 y 1,5 km/h, aproximadamente), por lo que la longitud de cordón por unidad de superficie determina la mayor o menor capacidad de trabajo del equipo. No obstante, hay que reseñar que la densidad del cordón no debe ser excesiva, puesto que podría provocar obturaciones en el equipo de picado que supusieran una considerable pérdida de tiempo y un sobrecoste por posibles roturas de componentes del mismo. Según estas consideraciones, los tipos de máquinas y las condiciones de operación, las capacidades de trabajo puede oscilar entre 0,3 ha/h y 0,9 ha/h (Miranda, 2011).

- Influencia del trabajo en pendiente en la peligrosidad y el rendimiento de las operaciones. Para el caso de olivares tradicionales, muchos de los cuáles se sitúan en pendientes superiores al 15%, se evalúan los factores que determinan el riesgo de vuelco en operaciones de manejo de cubiertas (picado y desbrozado) y su influencia sobre la pérdida de rendimiento.

- Mejora de la efectividad del proceso de picado. En este caso, se realiza la evaluación del consumo de potencia y combustible en el tractor, de la calidad del picado (porcentaje de cobertura y tamaño de los restos) y de la velocidad de degradación de los restos de poda, con diversas máquinas y condiciones de trabajo (tamaño y volumen de poda).

En el **cuadro II** se muestran datos medios de consumo de combustible y potencia demandada (obtenida con un sensor en la toma de fuerza) obtenidos para dos tipos de picadoras autoalimentadas (de martillos-contra-martillos y de martillos con criba) en condiciones normales de trabajo (volumen de poda y velocidades).

En general, se observan valores similares, debiéndose el rango de variación a diferentes



Foto 12 (izda.). Sistema de alimentación: dos rodillos horizontales y un rodillo vertical. Foto 13 (dcha.). Detalle de martillos y parilla inferior.



Foto 14 (izda.). Picadora autoalimentada con parrilla trasera. Foto 15 (dcha.). Picadora con sistema para desplazamiento lateral.

velocidades de trabajo. Cuando se aumenta el volumen de poda, las potencias pueden incrementarse significativamente, llegando a valores de 65 kW para velocidades altas (más de 3 km/h). Para estos casos, la elevada demanda media de potencia, junto con sus continuas variaciones dentro de las mismas condiciones de trabajo –lo que es propio de esta operación–, pueden comprometer el desarrollo de la misma, al trabajar muy cerca del régimen de potencia máximo del tractor.

Para determinar el porcentaje de cobertura de suelo por parte de los restos de poda y su tamaño se ha empleado el análisis de imágenes. Se tomaron imágenes con una cámara digital, en diferentes zonas de muestreo, y se realizó su procesamiento digital mediante un programa específico de adquisición y

CUADRO I.

Características de las picadoras autoalimentadas.

Características	Rango de variación ⁽¹⁾
Tamaño restos de poda (cm)	5-20
Anchura de trabajo (m)	1,5-3,5
Número de martillos / cuchillas	12-33/60-80
Peso (kg)	700-1500
Tractor (CV/kW)	60-160/44-117
Velocidad de trabajo (km/h)	hasta 5
⁽¹⁾ según oferta en el mercado.	

CUADRO II.

Valores medios de consumo de combustible y potencia en dos tipos de picadoras autoalimentadas.

	Máquina 1	Máquina 2
Consumo de combustible (l/h)	14-21	12-17
Potencia (kW)	22-44	21-40



Foto 16. Picadora sobre cargadora compacta.



Foto 17. Picadoras autoalimentadas con tolva para biomasa.



Foto 18. Toma de imágenes de restos picados.

análisis de imágenes (Inspector 2.2, Matrox Imaging) (foto 18).

En las condiciones normales de trabajo, se han obtenido valores de cobertura de entre el 23% y el 40%, siendo mayores, lógicamente, para mayores volúmenes de poda, lo que indica la proximidad al límite de protección del suelo, estimado en el 30% por el *Conservation Tillage Information Center* (1990), y subraya la importancia de realizar de forma adecuada los cordones de poda. Éstos deben constituirse de manera que tengan la cantidad suficiente de material para que, una vez picado, cubra el suelo, y permitan la operación sin ocasionar atascos del tractor y, por tanto, pérdidas en el rendimiento.

De forma práctica, se considera que los cordones no deben superar una anchura de 1,5 m (normalmente, el ancho de trabajo de las picadoras) y como máximo 1 m de altura. Además, la colocación de las ramas en el cordón debe hacerse con un pequeño ángulo, que permita entrecruzar unas con otras, para así obtener un picado con restos de menor tamaño, y no deben dejarse espacios, para que la máquina trabaje continuamente a su régimen. ●

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la financiación del proyecto "Cubiertas vegetales de crucíferas y gramíneas y su manejo como sistema de conservación y mejora de la calidad del suelo y de las aguas de escorrentía en el olivar andaluz" RMN-03205. Además, también parte de la información aquí contenida se ha conseguido gracias al proyecto RTA2010-00026-C02 financiado por INIA en el marco del "Subprograma Nacional de Recursos y Tecnologías Agrarias en Cooperación con las Comunidades Autónomas" enmarcado en el Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+I) y cofinanciado por la Unión Europea a través de los Fondos FEDER.

Bibliografía

Conservation Tillage Information Center, (1990). National Survey of Conservation Tillage Practices. Conserv. Tillage Inf. Center, Fort Wayne, IN.

Gil Sierra, J., 2011. Podadoras de altura y motosierras Sthil. MAQ-Vida Rural, 1/Marzo/2011, 22-26.

Miranda, 2011. Determinación de rendimientos y capacidades de trabajo de maquinaria de cultivo en olivar mediante técnicas de seguimiento remoto de máquinas. ET-SIAM. Universidad de Córdoba.