

Mecanización de la recogida de restos de poda del olivar: rendimientos, producciones y costes

Entre los distintos tipos de biomasa está el residuo agrícola que se obtiene con la poda del olivar, que reúne excelentes características para su aprovechamiento energético. Los principales inconvenientes del aprovechamiento de la poda de olivar son la heterogeneidad de la biomasa. De ahí la necesidad de encontrar una solución económica para la recogida, estableciendo toda una cadena logística que se analiza en este artículo.

F. J. López Giménez¹,
G. L. Blanco Roldán¹, M. P. Dorado
Pérez², J. Gil Ribes¹

¹Dpto. Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

²Dpto. Química-Física y Termodinámica Aplicada. EPS. Universidad de Córdoba.

En el Plan de Fomento de Energías Renovables de 1999 y su revisión en el Plan de Energías Renovables de 2005 (PER 2005-2010), siguiendo las recomendaciones de la Unión Europea y analizando la situación española, se realiza una decidida apuesta por el empleo de la biomasa en sus diferentes usos: térmicos,

producción de energía eléctrica, gasificación, biocombustibles, etc.

El uso de biomasa genera beneficios no sólo a nivel medioambiental, al reducirse el volumen de emisiones a la atmósfera, sino también a nivel socioeconómico al generarse empleo en las etapas de obtención en origen, transporte y posterior manipulación, si fuese necesaria, en el lugar de destino para generar energía.

Entre los distintos tipos de biomasa está el residuo agrícola que se obtiene con la poda del olivar, que reúne excelentes características para su aprovechamiento energético. Su cantidad, por la gran superficie de cultivo, su no uso como alimento del ganado y su necesidad de eliminación por las plagas hacen imprescindible su aprovechamiento energético.

Los principales inconvenientes del aprovechamiento de la poda de olivar son la heterogeneidad de la biomasa, ya que existen ramas de gran longitud y ramón pequeño así como ramas de gran grosor y ramón fino y el gran volumen de las ramas y poco peso (baja densidad), lo que se traduce en un descenso del rendimiento global de procesado. De ahí la necesidad de encontrar una solución económica para la recogida, estableciendo toda una cadena logística.

Desde el punto de vista de la recogida de

los restos de poda es importante la pendiente del terreno, que influye de forma considerable en el rendimiento de las máquinas, de forma que se estima conveniente excluir aquellas explotaciones cuya pendiente media supere el 15%. En estos olivares en pendiente, aunque pudiera ser viable la recogida del subproducto para su posterior empleo, es más razonable picar los restos y dejarlos sobre el suelo como cubierta protectora.

En cuanto al aprovechamiento en plantas de producción de energía eléctrica, se estima que, con una producción media de restos de poda de olivar de 1,3 t/ha y un poder calorífico inferior medio de 15 MJ/kg, para generar 1 MW de potencia eléctrica efectiva, es necesaria una superficie de olivar 4.500 a 5.000 ha.

En la actualidad, los precios pagados por la biomasa triturada colocada en planta, varían en función del tipo de material y de su humedad (**cuadro I**).

Eliminación de los restos de poda

En la mayoría de las explotaciones olivares no se realiza un aprovechamiento de los restos de poda. Se plantea, por tanto, en términos de eliminación de un residuo optando entre la quema controlada de los residuos en la propia finca o la incorporación al suelo una vez picado.

Separación de la leña

Una vez realizada la operación de poda, se realiza la separación de la leña (diámetro superior a 10 cm). La leña separada y troceada una vez cargada y transportada, se utiliza en parte para el autoconsumo y el resto generalmente se vende para consumo en sistemas de calefacción domésticos (chime-



Foto 1. Recogedor de restos de poda.

Cuadro I. Precio de la biomasa según la humedad (€/t).

Humedad (%)	Poda olivar	Hoja de olivo	Hueso de aceituna	Orujillo	Cepas de vid	Cultivos energéticos pretriturados
12	-	-	-	52	-	-
18	-	-	64	-	-	-
20	36,84	18	-	-	31,79	65,90
25	34,14	18	-	-	28,79	60,78
30	31,44	17,4	-	-	25,80	55,65
40	25,61	15	-	-	19,33	45,40

neas) en el entorno próximo. El precio de la leña en campo es muy variable de un año a otro, aunque puede darse una cifra orientativa de 36 €/t.

Quema de ramón

La fracción resultante (ramón) se amontona y se puede quemar de manera controlada. Sin embargo, esta práctica tiene algunos

inconvenientes, como el riesgo de producir quemaduras en árboles próximos (la operación se debe realizar con tiempo de absoluta calma) y la dificultad de realizarla, por falta de espacio en plantaciones intensivas, no siendo además recomendable desde el punto de vista medioambiental.

El coste de esta operación es variable en función del tipo de explotación, de la dispo-

nibilidad de espacio y de si la operación se realiza toda manualmente o utilizando maquinaria. Así, el amontonado se puede realizar manualmente hasta el punto de quema o utilizar elementos acoplados frontalmente al tractor que realizan el arrastre del ramón hasta el punto de quema (**foto 1**). Según los casos, los costes de esta operación por término medio pueden ser de 65 €/ha (manual) y de 40 €/ha (utilizando maquinaria).

Aportación al suelo

Otra opción es la aportación de los restos triturados al suelo. Para ello, una vez realizada la separación del ramón, se debe hilerar y a continuación realizar un pase con trituradora dejando sobre el suelo una cubierta de restos triturados (**fotos 2 a 5**). Esta opción representa un coste de 70 €/ha por término medio.



Fotos 2, 3, 4 y 5. Trituradoras de ramas triturando cordones de restos de poda.

Cuadro II. Capacidad superficial y rendimiento de las trituradoras.

Tipo de máquina	Capacidad teórica (ha/h)	Capacidad real (ha/h)	Producción (kg/h)
Autopropulsada	5,2	3,43	5.021
Autoalimentada con remolque	2	1,38	2.465
Autoalimentada con tolva	3,2	2,11	2.727
Alimentación manual	0,8	0,45	814



Foto 6. Hileradora.

Alternativas de recogida de los restos

Los restos de poda del olivar tienen baja densidad y, por tanto, su transporte tiene

un coste que hace inviable la recogida. Para aumentar la densidad hay dos posibilidades: picarlo o empacarlo.

Así pues, la logística de recogida analizada se compone de las siguientes opera-

ciones: hilerado, picado, carga y, finalmente, transporte.

Hilerado

El hilerado consiste en depositar las ramas que vamos a recoger en el centro de las calles para su astillado o empaclado. Este hilerado puede ser manual o mecanizado, siendo más económico hacerlo de forma mecanizada. La máquina hileradora arrastra los restos de poda al centro de la calle gracias a unos brazos extensibles que posee (foto 6). Su acoplamiento se realiza a la parte trasera del tractor.

Los cordones deben cumplir una serie de dimensiones para que los equipos de recogida alcancen el mejor rendimiento posible. Las dimensiones de las hileras no deben superar una anchura de 1,5 m (normalmente es el ancho de las máquinas picadoras) y como máximo 1 m de altura para que el tractor no arrastre las ramas y se vea obligado a maniobrar, disminuyendo el rendimiento. La colocación de los cordones se debe realizar de forma continua, sin que haya espacios en los mismos, para que la máquina trabaje a las mismas revoluciones.

La colocación de las ramas en el cordón no debe hacerse en sentido longitudinal, sino más bien de forma casi transversal, con un pequeño ángulo, que nos permita entrecruzar unas con otras. De esta forma se ob-



Fotos 7 y 8. Picadoras de alimentación manual.



tiene un picado más fino, con astillas de menor tamaño.

Picado y carga

Las máquinas que realizan el picado del ramón se pueden clasificar en dos tipos:

► **Picadoras de alimentación manual (fotos 7 y 8).** 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. 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. La descarga del material picado se realiza en sacas o bien a un remolque que no sea de grandes dimensiones. Este tipo de picadoras se caracterizan por tener un rendimiento bajo y un alto coste por la mano de obra empleada en introducir las ramas, aunque en muchos olivares debido a la orografía es el único ti-

po de maquinaria que se puede emplear.

► **Picadoras autoalimentadas.** Dentro de estas máquinas se diferencian las que descargan en un remolque (**foto 9**) y las que llevan incorporadas una tolva (**fotos 10, 11 y 12**). Se caracterizan por tener un recogedor en la parte delantera que introduce los restos de poda en la máquina para su picado y un soplante que los impulsa a un remolque o a una tolva. Generalmente, son de eje horizontal de martillos. Dependiendo del diseño de éste y de las posibilidades de funcionamiento de la máquina tendremos distintos tamaños de picado.

Actualmente, existe una máquina picadora autoalimentada autopropulsada, desarrollada por la Sociedad Andaluza para la Valorización de la Biomasa (SAVB), que se caracteriza por ser la primera máquina integral (tipo cosechadora) específica para la recogida de la poda del olivar (**foto 13**). Su principal ventaja consiste en que se ob-

tienen altos rendimientos. Como inconveniente, su elevado precio, lo que exige aumentar el número de horas de utilización anual, que puede ser reducido si se usa sólo en este cultivo.

Transporte

El transporte del material picado se puede realizar mediante camión o bien con tractor y remolque. La distancia a recorrer se limita a 25 km de la planta por razones de rentabilidad.

Capacidades superficiales y producciones

En el **cuadro II**, se presentan los datos de capacidad superficial (ha/h) y producción (kg/h) obtenidos en ensayos realizados en olivares de la provincia de Córdoba.

La picadora de alimentación manual tiene un rendimiento efectivo o de campo muy bajo debido al tiempo de reposo del personal y las pérdidas de tiempo accesorio de entretenimiento. La picadora con tolva es la que ofrece mayor maniobrabilidad en los giros debido a la ausencia de remolque, frente a la picadora con carga a remolque, que pierde más tiempo en los giros, pudiendo aumentar notablemente en marcos reducidos.

En cuanto al tiempo de enganche y desenganche de los remolques, sin comparar con el tiempo de descarga de la picadora con tolva, que es obviamente menor, es parecido en la de alimentación manual y en la autopropulsada. Esto es debido a la maniobrabilidad del pequeño remolque de la primera y al mecanismo hidráulico específico de la autopropulsada, que hace rápido el enganche de un nuevo remolque. La picadora con carga a remolque pierde más tiempo debido a las maniobras que se han de realizar para enganchar un nuevo remolque.

El tiempo perdido por atasco de ramas es menor en la autopropulsada, en comparación con el resto de las autoalimentadas, debido a su sistema de alimentación y picado con martillos adaptado al olivar y de mayores dimensiones.

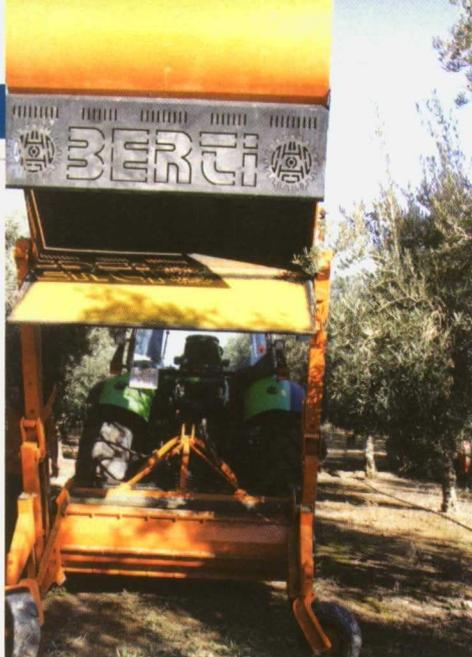
La velocidad de trabajo, además de estar relacionada con la potencia del tractor, se ve muy condicionada por el sistema de alimentación de ramón. De esta manera, la

Cuadro III. Costes de las distintas operaciones (€/t).

Tipo de máquina	Saca	Hilerado	Picado	Transporte	Total
Autopropulsada			10,5		32,9
Autoalimentada con remolque	8,9	6,68	11,7	6,82	34,1
Autoalimentada con tolva			11,1		33,5
Alimentación manual			40,7		63,1



Foto 9. Picadora autoalimentada con descarga a remolque.



Fotos 10, 11 y 12. Picadoras autoalimentadas con tolva.

picadora autopropulsada puede adquirir un mayor rendimiento de trabajo al funcionar con un sistema de alimentación específico.

En cuanto a la producción, en general, en este tipo de máquinas, depende de la cantidad de restos de poda alineados en las calles, de la orografía del terreno y de los marcos de plantación, que pueden limitar la maniobrabilidad.

La picadora autopropulsada presenta una producción potencial mayor, que puede llegar hasta los 10.000 kg/h, con una media de 4.000-5.000 kg/h en campaña.

El resto de autoalimentadas pueden presentar producciones potenciales de hasta 4.000 kg/h, con una media de 2.000 kg/h en campaña.

En las máquinas de alimentación manual, al depender del personal auxiliar, se obtienen valores inferiores a los 1.000 kg/h.

Coste de cada alternativa

En el **cuadro III** se muestra el coste total de las diferentes alternativas de picado

Un valor excepcional

Suspensión
TLS gratis

¡Decídase ya!*





Foto 13. Picadora autoalimentada autopropulsada.

(máquinas), manteniendo constante el coste de las restantes operaciones de la cadena (saca del ramón, hilerado y transporte). Se puede observar que para las máquinas autoalimentadas los valores son muy similares, situándose entre 32 y 35 €/t.

No obstante, teniendo en cuenta que las máquinas pueden alcanzar mayores rendimien-

Cuadro IV. Coste de las alternativas para las producciones medias y potenciales (€/t).

Tipo de máquina	Producción media (kg/h)	Coste para producción media (€/t)	Producción potencial (kg/h)	Coste para producción potencial (€/t)
Autopropulsada	4.500	34,12	10.000	27,67
Autoalimentada con remolque	2.000	36,89	4.000	29,64
Autoalimentada con tolva	2.000	37,56	4.000	29,98
Alimentación manual	800	63,81	1.000	55,53

tos de recogida, es interesante conocer los costes de recogida en función de la producción (kg/h), realizando un análisis de sensibilidad.

Los costes de las distintas alternativas teniendo en cuenta la producción media y potencial de las máquinas serían los del **cuadro IV**. El análisis pone de manifiesto que el aumento de producción da lugar a una reducción de coste considerable, teniendo en cuenta el escaso margen económico con el que se opera. En otras palabras, mejoran-

do la organización del trabajo y realizando la operación de recogida en las condiciones óptimas puede conducir a unos costes de recogida de 28 a 30 €/t. ●

Agradecimientos

A la Diputación de Córdoba por la financiación obtenida a través del proyecto *Análisis de costes y aprovechamiento energético de la biomasa procedente de los restos de poda de olivera*.

Obtenga la máxima comodidad y productividad con el sistema de suspensión independiente multipunto TLS de John Deere. En el campo usted dispondrá de más tracción y mayor fuerza de arrastre. En carretera usted podrá circular más rápidamente y con mayor comodidad.

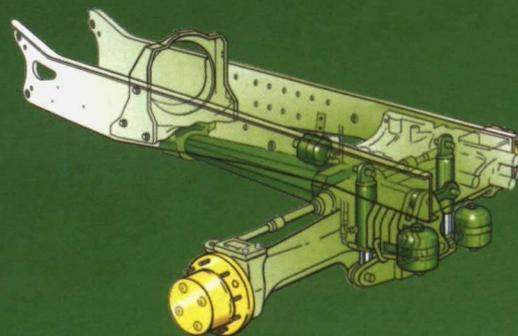
Pero esto es sólo el comienzo. Con los nuevos modelos de la Serie 6030 Premium de 2010 usted podrá ahorrar hasta un 8% de combustible, y con la nueva Serie 7030 E Premium hasta un 13,8%. Y podemos demostrarlo**.

Suspensión TLS gratis y una eficacia de combustible excepcional. Un valor seguro. Acuda hoy mismo al concesionario John Deere de su zona o visite nuestra página web en la dirección <http://www.deere.es/es>

Consulte con el concesionario de su zona nuestras condiciones de financiación personalizada.

*Oferta válida para todos los tractores 6030 Premium, 7030 Premium, 7030 E Premium y 7030 Waterloo desde el 15/03/2010 hasta el 15/05/2010. Oferta válida hasta agotar existencias.

**Los datos sobre la eficacia de combustible del modelo 6030 Premium están disponibles en: DLG-PowerMix, DLG-Testzentrum, Gross Umstadt, Alemania (11/2009). Los datos sobre la eficacia de combustible de los modelos 7030 Premium ó 7030 E Premium han sido publicados en el artículo "E-Premium vs. Premium" publicado por las revistas italianas "Machine Agricole", "Trattori" y "Macchine Motori Agricole" (2009).



JOHN DEERE