

EVALUACIÓN COMO FUENTE DE ENERGÍA DE LA MATERIA SECA DE OCHO VARIEDADES EN EL VALLE DEL DUERO

Biomasa acumulada en las partes permanentes de cepas adultas de distintas variedades de vid

El aprovechamiento de la biomasa vegetal ha adquirido una gran importancia, hasta el punto de que se ha creado una competencia en el uso de los cultivos, tanto herbáceos como leñosos, con el fin de aprovechar su producción para la alimentación o para la obtención de energía. En este sentido, el viñedo es un cultivo capaz de acumular

una gran cantidad de reservas en sus distintos órganos, tanto permanentes como anuales, las cuales pueden suponer una importante cantidad de biomasa en el tiempo. En este artículo se evalúa la cantidad de materia seca que pueden producir ocho variedades de vid, y su balance energético y económico frente al gasóleo de calefacción.

J. Yuste y A. L. de la Torre.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Valladolid).

El término energía renovable es entendido por la mayoría de la población como energía solar, eólica, etc., pero dentro de este concepto caben otras fuentes de energía menos conocidas, quizá porque se ha hecho menos publicidad de ellas, como puede ser la biomasa. Biomasa se refiere a toda la materia orgánica procedente de restos animales, residuos orgáni-

cos urbanos y restos vegetales, tanto forestales como procedentes de la agricultura, que puedan ser aprovechados para la obtención de energía.

Es necesario reseñar que la cantidad de biomasa obtenida de un viñedo por la renovación anual, tras el proceso de poda de invierno, puede estimarse en 1-2 kg/cepa en viñedos normales del ámbito español. Tanto el peso de madera de poda como el número de sarmientos se tienen en cuenta en cualquier estudio experimental de viñedo, con el fin de evaluar la capacidad de desarrollo vegetativo

de los distintos tratamientos experimentales que se apliquen. El valor de estos parámetros varía en función de las condiciones a las que el ensayo experimental se haya visto sometido, lo cual ha sido estudiado en numerosas zonas vitivinícolas, en particular de Castilla y León (Gil *et al.* 2002, Yuste *et al.* 1997).

Además de la biomasa producida anualmente, un viñedo puede aportar biomasa de carácter final, dada por la acumulación de reservas a lo largo de los años en las zonas permanentes de la planta, la cual tras el abandono del cultivo y posterior arrancado, puede ser aprovechada al igual que la biomasa obtenida cada año tras la poda de invierno (sarmientos). Para valorar el posible beneficio derivado de esta biomasa, es conveniente conocer y tener en cuenta la cantidad de materia seca que un viñedo puede llegar a producir y acumular, pudiendo ser distinta en función de las técnicas de cultivo a las que haya sido sometido el viñedo durante su vida (Albuquerque *et al.* 2009). En particular, la producción y la acumulación de materia seca en partes perennes pueden ser distintas en función de las condiciones medioambientales en las que se desarrolle el cultivo (Lissarrague 1997, Edson *et al.* 1993 en Petrie *et al.* 2000, Yuste y Yuste 2010), así como del material vegetal constitutivo del viñedo, es decir, la variedad de *Vitis vinifera* del mismo.

Teniendo en cuenta las referencias de Fernández (2006), Laderas (2011) y Poveda y Poveda (2005) -que demuestran que a





Fotos 1, 2 y 3: Arranque de una cepa mediante cadena, con una pala de tractor.

partir del proceso de combustión de la biomasa anual, los sarmientos procedentes de la poda de viñedo pueden producir calor a precios más bajos que los combustibles fósiles y que el poder calorífico superior de este tipo de biomasa es de 4.500 kcal/kg-, se ha planteado este trabajo, en el que se pretende evaluar la cantidad de materia seca que ocho variedades distintas de *Vitis vinifera*, plantadas con un mismo marco de plantación, sobre el mismo porjainjerto y con la misma dosis de riego aplicada durante el pe-

riodo de crecimiento vegetativo, son capaces de acumular, para su aprovechamiento como biomasa o fuente de energía, en el momento de su arranque del terreno.

Material y métodos

El estudio se ha llevado a cabo aprovechando el arranque de las cepas de una plantación experimental de vid situada en la finca Zamadueñas (Valladolid), que pertenece al Instituto Tecnológico Agrario de Castilla

y León. Dicho viñedo fue plantado en el año 1992, con planta-injerto sobre SO4 de las variedades blancas: Albillo Mayor, Albillo Real y Verdejo, y tintas: Garnacha Tinta, Juan García, Mencía, Prieto Picudo y Tempranillo. El arranque fue realizado en diciembre del año 2010, por lo que se trata de cepas con diecinueve años de edad, o lo que es lo mismo, que han desarrollado diecinueve ciclos vegetativos en el terreno.

El sistema de conducción con el que han sido cultivadas las plantas ha sido espaldera vertical, con un tipo de poda en cordón Royat bilateral. El ensayo experimental se ha establecido con un marco de plantación de 2,8 x 1,4 m, lo que corresponde a una densidad de plantación de 2.550 cepas/ha. Todos los años se han realizado operaciones de poda en verde con el fin de ajustar la brotación a la carga fijada en la poda de invierno, 40.800 brotes por hectárea aproximadamente, a través de una carga en verde de dieciséis brotes en cada cepa.

Desde el año de plantación (1992), hasta 1996, todas las plantas del ensayo fueron cultivadas con el mismo régimen hídrico, consistente, básicamente, en la aplicación de riego de apoyo por aspersión, correspondiente aproximadamente con el 30% de la ET₀, para que las plantas consiguieran una correcta implantación en el terreno y un des-

CUADRO I.

Peso fresco de madera por cepa (kg/cepa) y por hectárea (t/ha) de las ocho variedades.

	Albillo Mayor	Albillo Real	Verdejo	Garnacha Tinta	Juan García	Mencia	Prieto Picudo	Tempranillo
kg/cepa	7,5b	11,6a	6,9b	10,5 ^a	7b	7,2b	7,5b	7,7b
t/ha	19b	29,5a	17,5b	26,5a	18b	19b	19b	17b

Análisis de varianza con nivel de significación estadística p<0,01.

CUADRO II.

Peso seco de madera por cepa (kg/cepa) y por hectárea (t/ha) de las ocho variedades.

	Albillo Mayor	Albillo Real	Verdejo	Garnacha Tinta	Juan García	Mencia	Prieto Picudo	Tempranillo
(kg/cepa)	3,97	6,15	3,65	5,56	3,71	3,82	3,97	4,08
(t/ha)	10,07	15,63	9,27	14,04	9,46	9,54	10,07	10,40

arrollo adecuado en su etapa juvenil. Las cepas fueron sometidas a las operaciones de formación necesarias hasta conseguir una estructura en espaldera en cordón bilateral, de ocho pulgares (cuatro por brazo). A partir de 1996 la aplicación del riego se hizo mediante goteo, que fue prolongado hasta el año de arranque de las cepas (2010), manteniendo la dosis de riego establecida del 30% de la evapotranspiración de referencia en el periodo del ciclo, que va, aproximadamente, desde la parada de crecimiento vegetativo foliar de las cepas hasta la vendimia.

El ensayo experimental aplicado para el estudio de la materia seca acumulada en cepas de ocho variedades de vid ha consistido en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones de cada uno de los ocho tratamientos experimentales, es decir, las ocho variedades estudiadas, estando constituida la parcela elemental por una media de tres cepas de control.

El arranque de las cepas fue llevado a cabo mediante cadena con la ayuda de una pala de tractor (**fotos 1, 2 y 3**). Una vez arrancadas las plantas enteras, se limpió la tierra adherida a las raíces, observando que todas las cepas arrancadas contaban con sus raíces principales ($\varnothing > 5$ mm) según la clasificación de Richards (1983, en Hunter 1998), procediendo después a su pesaje en fresco.

Resultados

Determinación de la materia seca

La cuantificación del desarrollo vegetativo del viñedo suele hacerse generalmente

a través del peso de madera de poda, siendo éste un parámetro que presenta una gran variabilidad anual, como también ocurre con los parámetros productivos (Yuste *et al.* 1996). Dicho desarrollo vegetativo también podría ser cuantificado a través de la biomasa acumulada en las partes permanentes de la planta, por lo que este trabajo se ha conducido para valorar la cantidad de biomasa acumulada en cepas adultas de ocho variedades distintas de *Vitis vinifera* cuando se produce el arranque del viñedo. La determinación de la materia seca acumulada se ha llevado a cabo mediante el peso en fresco individual de cada cepa. A partir de dicho peso fresco, se ha calculado la materia seca de las cepas arrancadas teniendo en cuenta la relación peso fresco-peso seco observada por Nicolás y Yuste (2007).

El peso fresco de madera de las cepas tras su arranque ha mostrado valores entre 6,9 kg/cepa y 11,6 kg/cepa, o lo que es lo mismo, entre 17,5 t/ha y 29,5 t/ha. Las variedades han presentado diferencias estadísticamente significativas al nivel del 1%, observándose que Albillo Real y Garnacha Tinta han producido mayor cantidad de materia seca que el resto, de manera que se puede afirmar que el factor variedad ha tenido un efecto claramente determinante en la producción y la acumulación de madera (**cuadro I**).

En términos de producción de biomasa o materia seca, hay que detraer la cantidad de agua que contiene la madera fresca acumulada en las cepas. Como referencia para esta consideración, se ha tenido en cuenta

el trabajo realizado sobre acumulación de materia seca en cepas cultivadas en las mismas condiciones del ensayo experimental objeto de este trabajo por parte de Nicolás y Yuste (2007). Según dicho trabajo, se puede cifrar un porcentaje de materia seca de la madera acumulada en las partes permanentes de las cepas de aproximadamente un 53%, sin que las diferencias relativas a dicho porcentaje sean estadísticamente significativas, lo que permite asignar un 47% de contenido medio de agua en la madera recogida y pesada.

Considerando dicho porcentaje de materia seca, los resultados del presente trabajo en términos de peso seco serían los expresados en el **cuadro II** y la **figura 1**.

El peso de materia seca de las cepas tras su arranque muestra valores entre 3,65 kg/cepa y 4,08 kg/cepa, o lo que es lo mismo, entre 9,2 t/ha y 10,4 t/ha para las variedades que según el análisis estadístico no difieren entre sí, es decir, en el entorno de 10 t/ha. Por otro lado, la materia seca de las dos variedades que se diferencian estadísticamente a un nivel de probabilidad del 1% del resto de variedades, muestra valores entre 5,56 kg/cepa y 6,15 kg/cepa, o lo que es lo mismo, entre 14,4 t/ha y 15,6 t/ha, por lo que la cantidad de materia seca de estas dos variedades está en el entorno de 15 t/ha.

Lógicamente, a partir de estos datos, se puede afirmar que las variedades han presentado diferencias estadísticamente significativas a favor de Albillo Real y Garnacha Tinta, que han producido y acumulado mayor cantidad de materia seca en las partes perennes de la planta, lo que permite afirmar que el factor variedad puede ejercer un efecto decisivo en la producción de biomasa.

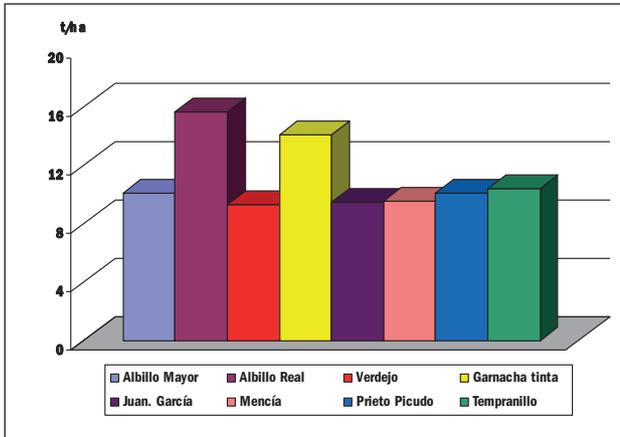
Los resultados observados están posiblemente relacionados con las características genéticas varietales, pero hay que mencionar que el portainjerto, SO4 en este caso, puede haber influido en la mayor producción de biomasa de las variedades Albillo Real y Garnacha Tinta, en relación con el distinto grado de afinidad portainjerto-variedad, el cual puede ser propenso a incrementar el vigor (Hidalgo 2002). En este sentido, sería de gran interés realizar estudios de investigación sobre la producción de biomasa del viñedo usando distintos portainjertos.



MAQUINARIA DE PRECISIÓN PARA CULTIVOS ESPECIFICOS, PODA, DESHERBAJE ECOLÓGICO, ABONADO Y PREPARACIÓN DE SUELOS

FIGURA 1.

Materia seca (t/ha) producida por las ocho variedades.



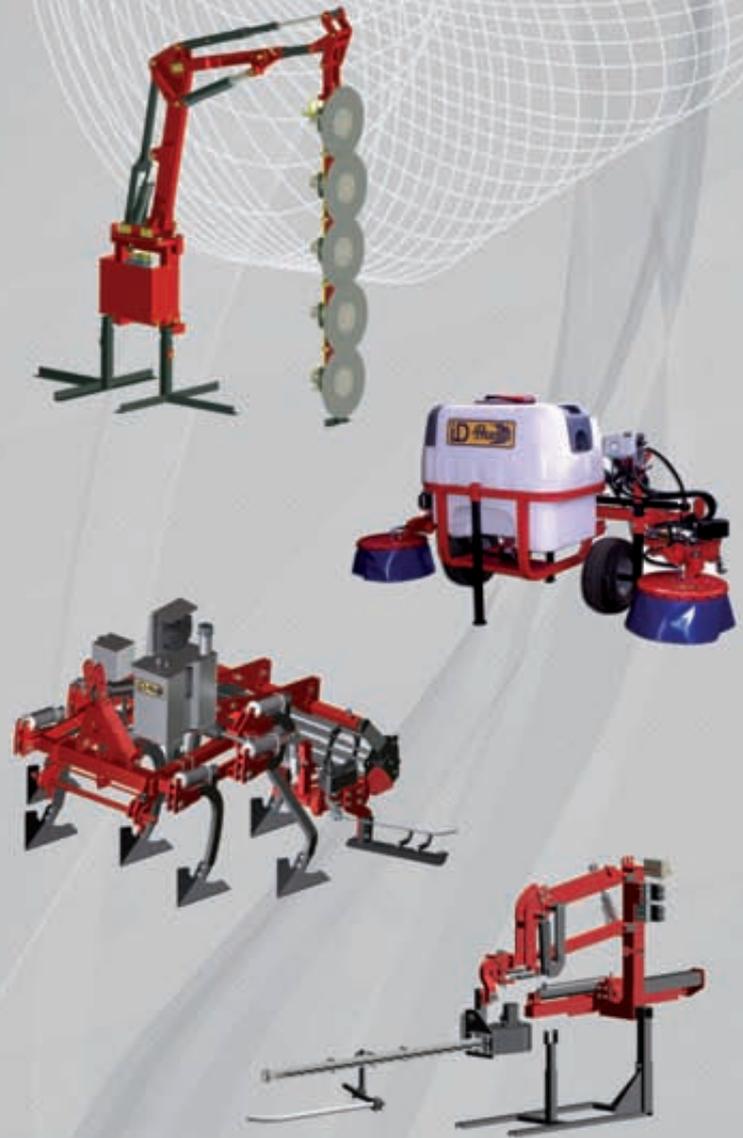
Balance energético y económico

Desde el punto de vista energético, hay que tener en cuenta que el poder calorífico superior de los sarmientos de vid, provenientes de la poda, es de unas 4.500 kcal/kg (Fernández 2006), o lo que es lo mismo 4.500 Mcal/t. Para valorar los resultados obtenidos en este estudio, unas 10 t/ha de materia seca acumulada en seis de las ocho variedades y unas 15 t/ha en las otras dos variedades, Albillo Real y Garnacha Tinta, se puede establecer la relación entre ambos parámetros y deducir que el rendimiento aproximado sería de 67.500 Megacalorías/ha para estas dos variedades y 45.000 Megacalorías/ha para el resto de variedades.

Como referencia hay que considerar que el potencial calorífico del gasóleo de calefacción es de aproximadamente 9.800 kcal/kg (Laderas 2011), o lo que es lo mismo 9.800 Mcal/t. Por lo tanto, la biomasa estimada en el viñedo proporcionaría aproximadamente la mitad del rendimiento calorífico desarrollado por el tipo de gasóleo citado.

No obstante, hay que considerar estos datos como aproximados, ya que el poder calorífico liberado por la combustión de los sarmientos no es igual al liberado por la combustión de la materia seca acumulada en partes perennes de la planta, debido a que estas partes tienen un mayor grado de lignificación. En este sentido, el poder calorífico de celulosas y hemicelulosas es del orden de 4.100 kcal/kg, mientras que el de la lignina es superior, 6.370 kcal/kg (Fernández 2006), lo que indica que el poder calorífico aproximado determinado en este trabajo experimental sería superior. Por lo tanto, a partir de la anterior valoración, es necesario reseñar el posible beneficio de aprovechar la madera que resulta de arrancar un viñedo, y no solo la que procede de la poda anual, especialmente de Albillo Real y Garnacha Tinta, ya que el rendimiento calorífico que a priori se obtendría sería mayor, pudiendo incluso llegar o superar el 50% del rendimiento otorgado por la combustión del petróleo (gasóleo de calefacción).

Desde el punto de vista económico, el aprovechamiento de



INDUSTRIAS-DAVID

Eficacia y tecnología para sus cultivos

WWW.INDUSTRIASDAVID.COM



TLF: 968 71 81 19

El peso fresco de madera de las cepas tras su arranque ha mostrado valores entre 6,9 kg/cepa y 11,6 kg/cepa, o lo que es lo mismo, entre 17,5 t/ha y 29,5 t/ha. Las variedades han presentado diferencias estadísticamente significativas, observándose que Albillo Real y Garnacha Tinta han producido mayor cantidad de materia seca que el resto

esta biomasa para su combustión y obtención de energía supondría un coste menor que el de otros productos, como son los combustibles fósiles, pues el precio de un litro de gasóleo de calefacción supone 0,85€, frente a 0,20 € que supone un kg de residuos de la biomasa citada (Laderas 2011). Teniendo en cuenta que el rendimiento energético por combustión de esta biomasa corresponde aproximadamente a un 50% de la combustión del gasóleo de calefacción, con 0,40 € se conseguiría la aportación energética del gasóleo, lo que implicaría una reducción del 50% en el precio unitario.

Finalmente, hay que considerar que la utilización de biomasa no implica necesariamente un incremento de CO₂ en la atmósfera, porque en condiciones naturales la materia orgánica de la que procede se degrada por acción de los microorganismos del suelo que devuelven el carbono a la atmósfera en forma de CO₂ (Fernández 2006). En todo caso, la combustión de esta biomasa simplemente aceleraría este proceso, sin que esto suponga una gran distorsión en el balance de carbono, ya que todo el CO₂ producido habría sido fijado previamente de la atmósfera por los vegetales productores de biomasa. En cambio, la utilización de combustibles fósiles, los cuales en su día también tuvieron un origen fotosintético y que están generalmente inmovilizados en los yacimientos, – y por tanto su carbono también lo está–, al ser quemados producen un desequilibrio en el ciclo natural del carbono, aumentando el CO₂ de la atmósfera de forma innecesaria (Fernández 2006).

Conclusiones

La acumulación de materia seca en cepas de *Vitis vinifera* sometidas a las mismas técnicas de cultivo y régimen hídrico durante

casi veinte años en el valle del río Duero ha variado en el momento de su arranque según las variedades. Albillo Mayor, Verdejo, Juan García, Mencía, Prieto Picudo y Tempranillo, han mostrado un peso en torno a 10 t/ha, mientras que las variedades Albillo Real y Garnacha Tinta se han situado en aproximadamente 15 t/ha. Por tanto, la variedad de vid ha resultado claramente determinante en la producción de materia seca, destacando Albillo Real y Garnacha Tinta frente al resto de variedades.

Desde el punto de vista energético, es necesario reseñar el posible beneficio del aprovechamiento de la biomasa obtenida tras el arranque de un viñedo, especialmente de Albillo Real y Garnacha Tinta, para combustión y generación de energía, dada la aportación que podría cifrarse entre 45.000 y 67.000 Mcal/ha.

En cuanto a la importancia económica, hay que señalar el posible beneficio del aprovechamiento de dicha biomasa, pues a priori el precio unitario de energía generada se vería reducido en un 50% respecto al gasóleo de calefacción.

Finalmente, respecto al impacto medioambiental, cabe reseñar que el uso de esta biomasa no implica necesariamente un aumento del CO₂ atmosférico, sino que simplemente aumentaría la velocidad del ciclo natural del carbono, mientras que la utilización de combustibles fósiles sí produce dicho incremento.

Por todo ello, se considera interesante la realización de estudios experimentales encaminados a profundizar en este tipo de trabajos con diferentes variedades de vid y métodos de cultivo en diferentes ámbitos medioambientales para lograr una mayor aproximación al conocimiento relativo a las posibilidades de acumulación de materia seca en el viñedo. ●

Agradecimientos

Este trabajo, consecuencia de proyectos financiados con fondos INIA, FEDER y de la Junta de Castilla y León, a lo largo de muchos años, que ha sido posible gracias a la colaboración de diversas personas que han formado parte del Dpto. de Viticultura del ITACyL, ha sido presentado en la 26ª Reunión anual del Grupo de Experimentación en Viticultura y Enología, celebrada los días 4-5 de mayo de 2011, en Olite (Navarra).

Bibliografía ▼

- ▶ ALBURQUERQUE, M.V.; YUSTE, R.; YUSTE, J. 2009. Densidad de plantación y régimen hídrico en Tempranillo. Respuesta hídrica, agronómica y cualitativa a factores medioambientales. *La Semana Vitivinícola* 3252, 262-268.
- ▶ FERNÁNDEZ, J. 2006. Los residuos de las agroindustrias como biocombustibles sólidos I. *Vida Rural (15 de Julio)* 233, 14-18.
- ▶ GIL, M.; MARTÍN, H.; YUSTE, J. 2002. Manejo de la poda corta en vaso: Efectos productivos y cualitativos del número y de la longitud de los pulgares en la variedad Tempranillo en la Ribera del Duero. *La Semana Vitivinícola* 2934, 3750-3757.
- ▶ HIDALGO, J. 2002. Tratado de enología (tomo I). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 182 pp.
- ▶ HUNTER, J.J. 1998. Plant spacing implications for grapevine I. Soil characteristics, root growth, dry matter partitioning, dry matter composition and soil utilisation. *South African Journal of Enology and Viticulture* 19 (2), 25-34.
- ▶ LADERAS, E. 2011. Los sarmientos de la vid, fuente de energía e ingresos. *La Semana Vitivinícola* 3343, 356.
- ▶ LISSARRAGUE, J. R. 1997. Necesidad de agua de la vid. *Agricultura* 785, 943-950.
- ▶ NICOLÁS, J.; YUSTE, J. 2007. Acumulación de materia seca en brazos, tronco y raíces de vid en el Valle del Duero. *La Semana Vitivinícola* 3200, 4086-4089.
- ▶ PETRIE, P.R.; TROUGHT, M.C.T.; STANLEY HOWELL, G. 2000. Growth and dry matter partitioning of Pinot Noir (*Vitis vinifera* L.) in relation to leaf area and crop load. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6, 40-45.
- ▶ POVEDA, M.; POVEDA, R. 1995. Aprovechamiento térmico de la biomasa procedente del sarmiento de vid. *Viticultura/Enología profesional* 39, 13-17.
- ▶ YUSTE, J.; PELÁEZ, H.; BAEZA, P.; RUIZ, C.; LISSARRAGUE, J.R. 1997. Consecuencias del nivel de poda y del sistema de conducción en el viñedo en regadío. *Agricultura* 779, 492-496.
- ▶ YUSTE, J.; PELÁEZ, H.; RUBIO, J.A.; LISSARRAGUE, J.R. 1996. Consecuencias del nivel de poda y sistemas de conducción en viñedo. *Agricultura* 771, 861-866.
- ▶ YUSTE, J.R.; YUSTE, J. 2010. Acumulación de materia seca en cepas arrancadas de Tempranillo en función del régimen hídrico en el Valle del Duero. *Enoviticultura* 7, 24-29.