

DETERMINACIÓN EN LA VARIEDAD TEMPRANILLO SEGÚN EL RÉGIMEN HÍDRICO

Estimación de la superficie foliar del viñedo a partir de la longitud de los pámpanos

J. Yuste, E. Barajas, F.J. Castaño,
M.A. San Miguel.

Dpto. de Viticultura. Instituto Tecnológico Agrario
de Castilla y León. Valladolid.

El trabajo desarrollado en el valle del río Duero en 2006 y 2007, con tratamientos experimentales de baja y alta densidad de plantación y de distintas dosis de riego, muestra la estrecha relación existente entre la superficie foliar y la longitud de los pámpanos, que permite una estimación fiable de la superficie foliar a partir de la longitud de éstos, así como un conocimiento rápido del desarrollo vegetativo muy interesante para el manejo del viñedo.

Existe un enorme interés por desarrollar metodologías para describir la arquitectura foliar a través de modelos basados en el cálculo de la superficie del conjunto de hojas de las cepas de un viñedo (Smart 1976, Carbonneau *et al.* 2000). El potencial productivo de un viñedo viene determinado por la superficie foliar que sea capaz de garantizar un cierto nivel de rendimiento de uva con una calidad apropiada, así como la debida acumulación de reservas para que dicho rendimiento se mantenga año tras año (Iland 1990), ya que las hojas son los principales elementos que



Tutorado de pámpanos para medida de longitud en Tempranillo.

intervienen en la recepción de los rayos solares y son responsables directas de los procesos fisiológicos de fotosíntesis y acumulación de reservas. Por esta razón, el cálculo de la superficie foliar es un buen método para estimar la productividad del viñedo (Oliveira *et al.* 1995; Baeza *et al.* 2001).

Los métodos de cálculo de la superficie foliar pueden ser directos e indirectos. Los indirectos utilizan parámetros como la absorción de luz, modelos empíricos basados en las temperaturas o la interpretación de imágenes (Lang *et al.* 1986). Estos métodos tienen la ventaja de ser rápidos y no destructivos, pero tienen el inconveniente de necesitar dispositivos caros con unas necesidades de mantenimiento elevadas. Por otro lado, los métodos directos pueden ser divididos en destructivos y no destructivos. Los primeros están basados en la medición en laboratorio de las hojas previamente arrancadas de las cepas objeto de medida. Los métodos no destructivos se basan en mediciones *in situ* mediante dispositivos portátiles muy caros y excesivamente com-

plicados de manejar, o a través de relaciones experimentales entre la superficie foliar y otros parámetros fáciles de medir, pero sin causar perjuicio alguno al viñedo (Marshall 1968, Lopes y Pinto 2005).

Lopes y Pinto (2000) han propuesto modelos experimentales para obtener de una manera rápida y fiable la superficie foliar del pámpano principal y los anticipados independientemente del estado del viñedo. Del mismo modo, Mabrouk y Carbonneau (1996) propusieron un sistema de ejecución simple basado en las relaciones entre la superficie foliar total y las longitudes del principal y de los anticipados.

Material y métodos

El ensayo se ha realizado durante los años 2006 y 2007 en la finca Zamadueñas, del ITACyL (Valladolid). La plantación del viñedo se realizó en 1993 con la variedad Tempranillo injertada sobre portainjerto Richter 110. El sistema de conducción del viñedo es en espaldera dispuesta con orien-

tación Norte-Sur, con formación en cordón Royat bilateral a 60 cm del suelo y altura libre de postes desde el suelo de 180 cm.

Los tratamientos se establecieron siguiendo un criterio de riego deficitario en dos densidades de plantación distintas:

- Baja densidad de plantación y riego de 0% de ETo (B00) hasta envero y de 20% de ETo desde envero.
- Baja densidad de plantación y riego de 20% de ETo (B20).
- Alta densidad de plantación y riego de

20% de ETo (A20).

- Alta densidad de plantación y riego de 40% de ETo (A40).

El riego, según el porcentaje de ETo indicado, se aplicó desde julio a septiembre, a excepción del tratamiento B00 que se mantuvo en secano hasta el envero, momento a partir del cual se le aplicó una dosis del 20% de ETo. El diseño experimental es en bloques al azar con cuatro repeticiones de cada tratamiento. Cada parcela elemental consta de nueve cepas para los tratamientos de baja

densidad y once cepas para los de alta densidad. Los marcos establecidos son de 2,7 x 1,4 m en la baja densidad y de 2,2 x 1,15 m en la alta densidad, manteniendo en ambos el mismo número de yemas por hectárea, con una poda con tres o cuatro pulgares de dos yemas en cada uno de los brazos dependiendo de la densidad de plantación.

Las determinaciones experimentales se han llevado a cabo sobre una parcela elemental de una cepa de control en la que se ha medido el área foliar de cuatro pámpanos, mediante el método establecido por Carbonneau (1976). Se procedió a medir la longitud del pámpano principal desde su punto de inserción en el pulgar hasta el ápice, y la longitud de cada uno de los anticipados teniendo en cuenta su rango dentro del pámpano. Se midió un total de dieciséis sarmientos de cada tratamiento. Tanto la medida del área foliar como la de las longitudes de los pámpanos (principal y anticipados) se han realizado en el mismo día, en una fecha próxima al periodo de maduración (Barajas et al. 2007).

El trabajo desarrollado en el valle del río Duero en 2006 y 2007,

con tratamientos experimentales de baja y alta densidad de plantación y de distintas dosis de riego, muestra la estrecha relación existente entre la superficie foliar y la longitud de los pámpanos, que permite una estimación fiable de la superficie foliar a partir de la longitud de éstos, así como un conocimiento rápido del desarrollo vegetativo muy interesante para el manejo del viñedo.

NOVEDAD CUBA 3.000 LITROS

Fructair

100% buenas prácticas

- Diseño ultra compacto que reúne facilidad de manejo y robustez.
- Equipamiento completo para una ergonomía máxima, seguridad y confort de utilización : tolva de incorporación, panel Berlogic...
- Nueva generación de ventiladores con aspiración trasera o invertida.
- 100% Buenas Prácticas : nuevo indicador de nivel, volumen residual mínimo, enjuague del circuito con agua limpia...

BERTHOUD®

Resultados y discusión

Longitud y superficie foliar del principal

La longitud del principal y su superficie foliar presentan en todos los tratamientos una relación estadísticamente significativa para un nivel de confianza del 99% en los dos años estudiados, con la excepción del tratamiento A20 en 2006 que es del 95%. Las rectas de regresión calculadas para el conjunto de todos los tratamientos en 2006 y 2007 muestran índices R^2 con valores de 0,48 y 0,78 respectivamente, que posiblemente se hayan visto afectados por la pérdida de hojas debida al estrés térmico en 2006. El coeficiente R^2 más bajo se obtuvo en 2006, con 0,50, en el tratamiento A20, frente a un R^2 de 0,90 del tratamiento B20 en 2007. Por otro lado, la recta de regresión obtenida para el conjunto de tratamientos y de los dos años tiene un R^2 de 0,86, bastante superior a la media de los dos años analizados por separado (**cuadro I**).

No se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos de riego y densidad de plantación en los parámetros de superficie foliar y longitud del principal en ninguno de los dos años estudiados (**cuadro II**).

Longitud y superficie foliar de anticipados

La suma de la longitud de todos los anticipados del pámpano y la superficie foliar de éstos presentan una relación estadísticamente significativa para un nivel de confianza del 99% en todos los tratamientos. El tratamiento A40 obtuvo el coeficiente R^2 más bajo en 2006, con un valor de 0,67, frente a valores de R^2 superiores a 0,85 en 2006 y a 0,90 en 2007 de los otros tratamientos. La recta de regresión para el conjunto de tratamientos y de los dos años estudiados muestra un alto grado de correlación entre las dos variables, con un valor R^2 de 0,93 (**cuadro I**).

Por otro lado, las diferencias observadas en 2006 y 2007 entre los tratamientos estu-



Arriba. Pámpano de Tempranillo tutorado verticalmente para realizar la medida de longitud.

Abajo. Medida de la longitud del brote principal del pámpano.

CUADRO I. Ecuaciones de regresión lineal entre longitud de principal y superficie foliar de principal; longitud total de anticipados y superficie foliar total de anticipados; longitud total del pámpano (principal y anticipados) y superficie foliar total (principal y anticipados).

Tratamiento	2006		2007		2006-2007	
	R ²	Sig.	R ²	Sig.	Recta de regresión	R ² Sig.
Longitud de principal - Superficie foliar de principal						
B00	0,6092	***	0,7698	***	$y = 21,903x - 313,98$	0,8916 ***
B20	0,5001	***	0,9081	***	$y = 19,135x + 338,67$	0,8975 ***
A20	0,4987	**				
A40	0,7101	***	0,7744	***	$y = 18,589x + 296,65$	0,8203 ***
T	0,4843	***	0,7797	***	$y = 19,804x + 109,95$	0,8593 ***
Longitud total de anticipados - Superficie foliar total de anticipados						
B00	0,8697	***	0,9683	***	$y = 20,193x - 195$	0,9326 ***
B20	0,8582	***	0,9738	***	$y = 21,567x - 324,59$	0,9531 ***
A20	0,8575	***				
A40	0,6706	***	0,9056	***	$y = 20,072x - 249,58$	0,8937 ***
T	0,8114	***	0,9510	***	$y = 20,579x - 254,04$	0,9274 ***
Longitud total - Superficie foliar total						
B00	0,9108	***	0,9601	***	$y = 21,807x - 771,95$	0,9530 ***
B20	0,8071	***	0,9779	***	$y = 21,005x - 173,18$	0,9643 ***
A20	0,9213	***				
A40	0,8313	***	0,9527	***	$y = 21,452x - 739,54$	0,9492 ***
T	0,8315	***	0,9664	***	$y = 21,327x - 534,67$	0,9545 ***

Resultados de los ensayos realizados en los años 2006 y 2007, correspondientes a los tratamientos B00, B20, A20, A40 y al conjunto de tratamientos (T). Ecuación de la recta, coeficiente de determinación (R^2) y significación estadística (Sig.). Análisis estadístico para un nivel de significación (Sig.): ns, no significativo; * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

diados en la superficie foliar y en la longitud de anticipados no llegaron a ser estadísticamente significativas (**cuadro II**).

Longitud total del pámpano y superficie foliar total

La longitud total del pámpano, incluyendo el principal y todos los anticipados, y la su-

En el conjunto de los dos años, aunque no han existido diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados en la superficie foliar total, ni en la superficie foliar del principal ni de los anticipados, se aprecian ciertas diferencias tanto en la su-

perficie foliar de los anticipados como en la suma total de la superficie foliar (principal y anticipados), claramente favorables al tratamiento más regado, el A40. Del mismo modo, aunque tampoco existen diferencias estadísticamente significativas en las longitudes del

principal, de los anticipados y de la suma de ambos entre los tratamientos estudiados, cabe destacar que el tratamiento A40 ha tenido un mayor desarrollo en longitud, acorde con una mayor superficie foliar. Por el contrario, el tratamiento B00 ha mostrado un menor desarrollo en longitud y una menor área foliar que los tratamientos B20 y A40.

Desarrollo de los brotes anticipados

El desarrollo de los brotes anticipados presenta un modelo de crecimiento similar en todos los tratamientos en los dos años estudiados. El desarrollo en longitud de los anticipados es de carácter progresivo hasta alcanzar el tercer rango. A partir de ahí comienza un descenso en cuanto a su longitud, que es más pronunciado a partir del rango octavo. El porcentaje que aporta cada anticipado a la

FIGURA 1. Porcentaje de longitud de cada anticipado según el rango, respecto al total de la longitud de los anticipados (izquierda) y porcentaje acumulado de longitud de anticipados según el rango a lo largo del pámpano (derecha), en el periodo 2006-2007.

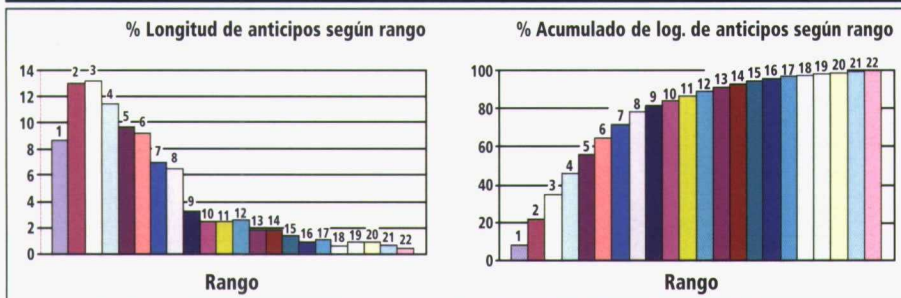
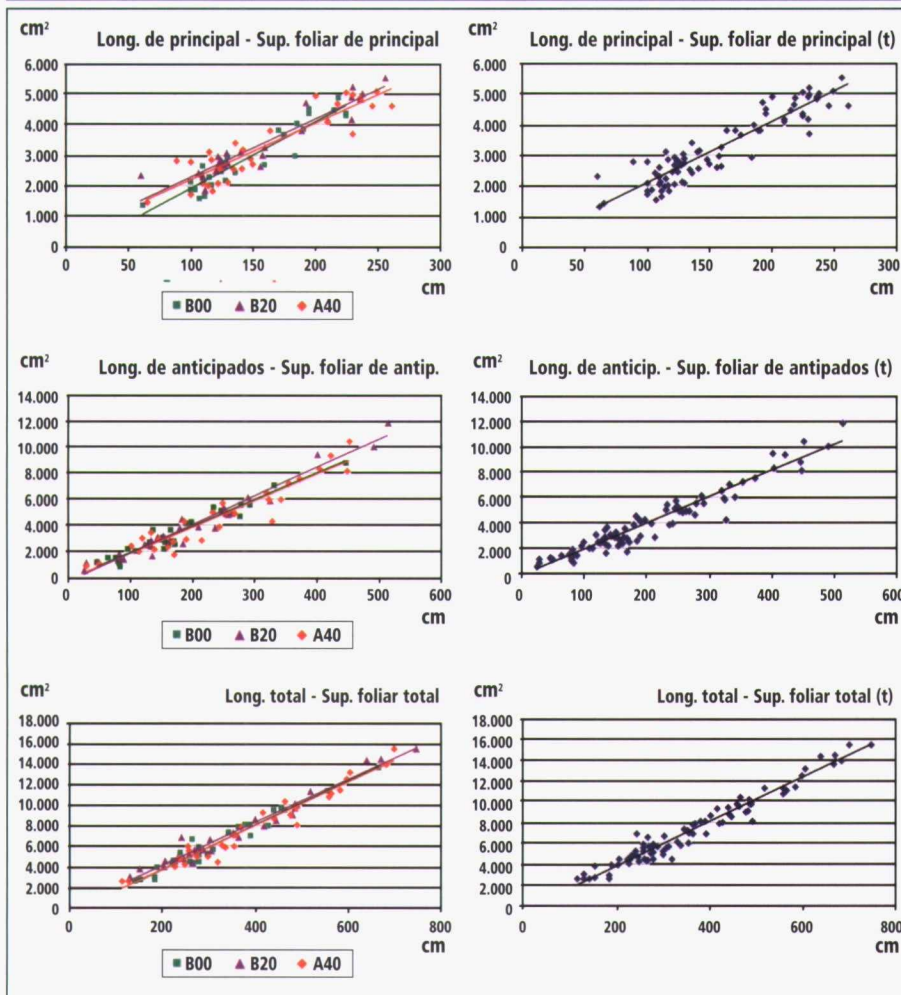


FIGURA 2. Rectas de regresión lineal entre longitud de principal y superficie foliar de principal; longitud total de anticipados y superficie foliar total de anticipados del pámpano; longitud total del pámpano (principal y anticipados) y superficie foliar total (principal y anticipados), correspondientes a los tratamientos B00, B20, A40 y a la media de tratamientos B00, B20 y A40 (T) en 2006 y 2007.



Arriba. Medida de superficie foliar a partir del nervio central de una hoja de un brote principal.

Abajo. Medida del nervio central de una hoja de anticipado para determinar su superficie foliar.

suma total de longitud de éstos, muestra que aproximadamente el 50% de la longitud de los anticipados se completa con el sumatorio de los cuatro primeros rangos, mientras que la suma de las longitudes de los anticipados de los ocho primeros rangos llega a contribuir en más de un 75% a la longitud total de los anticipados (figura 1).

Conclusiones

El conjunto de datos de los dos años estudiados muestra la existencia de una buena relación entre la superficie foliar y la longitud de los pámpanos, con ecuaciones capaces de permitir una rápida estimación de la superficie foliar a partir de la longitud del pámpano (figura 2). El mayor grado de fiabilidad se ha obtenido con la ecuación que relaciona la longitud total de los pámpanos, incluyendo principal y anticipados, y la superficie foliar total del pámpano. La metodología aplicada está sujeta a los condicionantes climáticos anuales, en la medida en que el desarrollo vegetativo del viñedo se puede ver afectado por condiciones de sequía y temperatura extremas, por lo que su utilización debe contemplar su valoración antes de tomar cualquier decisión al respecto.

La aplicación de este método permite estimar la superficie foliar total sin tener que realizar medidas de todos los anticipados del pámpano, simplificando las operaciones de medida y la toma de decisiones. Así, se puede estimar la superficie foliar de los anticipados a partir de la suma de los anticipados de los cinco primeros rangos, ya que representa casi el 60% de la longitud total de estos, o de la suma de los anticipados de los ocho primeros rangos, que representan más del 75% de dicha longitud.

Por último, se observan ciertas diferencias entre los distintos tratamientos de riego y densidad de plantación para las variables de superficie foliar y longitud del pámpano, que muestran una tendencia a desarrollar mayor longitud y superficie foliar cuanto mayor es la dosis de riego aplicada. En todo caso, dichas diferencias, no afectan a la viabilidad de la metodología aplicada. ●

BIBLIOGRAFÍA

- Baeza, P., Lissarrague, J.R. 2001. Definición y evaluación de los sistemas de conducción del viñedo. La semana vitivinícola 2889, 4438-4445.
- Barajas, E., de la Iglesia, E., Yuste, J. 2007. Superficie foliar y crecimiento en longitud del sarmiento en la variedad Tempranillo en tres densidades de plantación. 22ª reunión del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología, 14-15 Noviembre. Logroño, España.
- Carbonneau, A. 1976. Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne: Estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. Conn. Vigne Vin 10, 141-159.
- Carbonneau, A., Lebon, E., Mabrouk, H., Sinoquet, H. 2000. Interactions "canopy shape x vigour level": consequences on architecture and microclimate of the grapevine. Acta Hort. 526 (Proc. V Int. Symp. on Grapevine Physiology), 91-105.
- Iland, P.G. 1990. When a leaf is not a leaf? The Australian Grapegrower and Winemaker. Abril 1990.
- Lang, A.R.G., Yueqin, X. 1986. Estimation of leaf area index from transmission of direct sunlight in discontinuous canopies. Agric. Forest Meteorol. 37, 229-243.
- Lopes, C., Pinto, P.A. 2000. Estimation de la surface foliaire principale et secondaire d'un sarment de vigne. Prog. Agric. Vitic. 117, 160-166.
- Lopes, C., Pinto, P.A. 2005. Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. Vitis 44 (2), 55-61.
- Mabrouk, H., Carbonneau, A. 1996. Une méthode simple de détermination de la surface foliaire de la vigne (Vitis vinifera L.). Prog. Agric. Vitic. 113, 392-398.
- Marshall, J.K. 1968. Methods for leaf area measurement of large and small leaf samples. Photosynthetica 2, 41-47.
- Oliveira, M., Santos, M. 1995. A semi-empirical method to estimate canopy leaf area of vineyards. Am. J. Enol. Vitic. 46 (3), 389-391.
- Smart, R.E. 1976. Implications of the radiation microclimate for productivity of vineyards. PhD thesis. Cornell Univ. Ithaca, New-York, 174 p.



Checchi & Magli
ITALIA

Tecnologías para horticultura



TRASPLANTADORAS



TRASPLANTADORAS

DUAL 12/8 GOLD



MAQUINAS PARA
PATATAS

ARRACADORA SP100



AL-S14

ACOLCHADORAS
Y ENTABLONADORAS

SOLICITEN NUESTRO CATALOGO

Via Guizzardi, 38 40054 BUDRIO BOLOGNA ITALIA

Tel. 051.80.02.53 Fax 051.69.20.611

www.checchiemagli.com