

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO Y MANEJO DE LA CARGA EN VID (*Vitis Vinifera* L.) CV. MALBEC

Dayer S. ⁽¹⁾, J. Perez Peña ⁽¹⁾, J. Prieto ⁽¹⁾, E. Galat ⁽¹⁾, F. Pulitti ⁽²⁾

⁽¹⁾ INTA, EEA, Luján de Cuyo, Mendoza, ⁽²⁾ Bodega Norton, Luján de Cuyo, Mendoza
patagua@mendoza.inta.gov.ar

RESUMEN

El riego deficitario controlado y el raleo de racimos son prácticas frecuentes destinadas a aumentar la calidad de uvas y vino. Sin embargo, existe un conocimiento limitado de las consecuencias de la aplicación combinada de riego deficitario y manejo de carga durante varios años consecutivos sobre la productividad y las reservas de carbohidratos en las estructuras perennes de la planta. El objetivo de este trabajo fue evaluar durante el ciclo 2009/10 los efectos de cuatro años de aplicación de riego deficitario y raleo de racimos sobre aspectos vegetativos y reproductivos, y sobre las reservas de carbohidratos en plantas de vid. El experimento se inició en 2006 en un viñedo de Malbec, en Agrelo, Mendoza. En el cuaje y hasta cosecha, se aplicaron 4 niveles de riego (100%, 60%, 38% y 25% de la evapotranspiración de referencia, ETo), y en enero, se aplicaron 2 niveles de carga (0% y 50% de raleo de racimos). Los troncos de las plantas sometidas a 4 años de déficit hídrico severo presentaron una concentración de almidón 23-25% menor que aquellas más regadas, pero sin diferencias en la concentración de hidratos de carbono total (almidón + azúcares solubles). Esa disminución de almidón afectó el crecimiento vegetativo y la producción al ciclo siguiente: el % de brotación, la tasa de crecimiento de brotes y el número de flores por inflorescencia disminuyeron en un 5%, 7% y 15 % respectivamente por los efectos del déficit hídrico de ciclos anteriores, mientras que el peso de poda fue un 25% menor. El efecto del raleo de racimos fue independiente del riego en la acumulación de almidón en el tronco, observándose mayor concentración en las plantas raleadas pero sin diferencias en la concentración total de carbohidratos. La interacción entre tratamientos se observó sobre la producción, cuanto mayor fue la carga, mayor fue el efecto del déficit hídrico. Esto indica que las prácticas vitícolas aplicadas para optimizar el equilibrio vegetativo/reproductivo, como por ejemplo el raleo de racimos, deben considerar el estado hídrico del viñedo generado a partir de la aplicación de estrategias de déficit regulado de riego. El riego deficitario reduce el funcionamiento de la fuente (disminuye la fotosíntesis) y por lo tanto cambia la relación fuente:destino. Los resultados de este ensayo indican la importancia del manejo racional del riego y de la carga para la sostenibilidad de la productividad del viñedo y la calidad de su producción.

Palabras clave: raleo, almidón, azúcares solubles, fotosíntesis, raíces, déficit hídrico, reservas, carbohidratos.

INTRODUCCIÓN

En viticultura regadía de zonas áridas, las estrategias de riego deficitario controlado (RDI) permiten controlar el vigor de la planta, optimizar su balance vegetativo/reproductivo, aumentar la calidad de la uva y ahorrar agua (Kriedemann y Goodwin, 2003). Sin embargo, esas estrategias deben evitar períodos de déficit hídrico severos que pueden perjudicar la producción y vida útil del viñedo (Romero et al., 2010). Durante la estación de crecimiento, la vid debe producir los fotoasimilados necesarios para una determinada cantidad y calidad de fruta, y para reabastecer el contenido de reservas para utilizar en la brotación y crecimiento inicial al ciclo siguiente (Holzapfel et al., 2006). La acumulación de carbohidratos en las estructuras perennes (e.g., raíces, tronco, brazos), resulta del balance entre la fotosíntesis neta y la cantidad de fruta que se cosecha. Una insuficiente

cantidad de reservas puede disminuir la brotación y crecimiento inicial al ciclo siguiente (Hale and Weaver, 1962; Bates *et al.*, 2002; Zapata *et al.*, 2004, Holzapfel *et al.*, 2006). Se ha observado que hay una relación positiva entre el contenido de reservas invernales y el número de flores por inflorescencia y el número de inflorescencias por brote en el ciclo siguiente (Bennett *et al.*, 2005). Gran parte de los estudios realizados con respecto a la dinámica y acumulación de reservas en vid, han modificado el balance de la planta mediante el deshoje o raleo de racimos (Candolfi Vasconcelos *et al.*, 1994; Bennett *et al.*, 2005, Smith y Holzapfel, 2009). Sin embargo, es limitado el conocimiento del impacto del riego deficitario aplicado durante varios años consecutivos combinado con alta carga de fruta sobre la acumulación de carbohidratos de reserva y la sostenibilidad.

En Mendoza, la aplicación de riego deficitario para aumentar la calidad de la uva sin considerar estos efectos, ha conducido a algunos viñedos a condiciones de déficit hídrico severo generando una declinación de la producción y un deterioro del viñedo. El riego deficitario y el raleo de racimos tienen la potencialidad de modificar el balance vegetativo/reproductivo de la planta, la acumulación de reservas en las estructuras perennes y la producción del ciclo en curso y de los ciclos siguientes (Petrie *et al.*, 2004; Smith y Holzapfel, 2009).

Este estudio se llevó a cabo para probar la hipótesis de que un déficit hídrico severo durante varios años seguidos, disminuye la acumulación de carbohidratos de reserva, y el crecimiento vegetativo y reproductivo al ciclo siguiente. También se postuló que cuando el déficit hídrico se combina con el raleo de racimos, las reservas resultan menos afectadas. Los objetivos específicos fueron determinar los efectos de cuatro años de déficit hídrico y nivel de carga sobre la concentración de carbohidratos en órganos perennes de plantas de vid y evaluar los efectos del déficit hídrico y nivel de carga sobre el crecimiento vegetativo y desarrollo reproductivo al ciclo siguiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental y tratamientos: El estudio se llevó a cabo durante la temporada 2009/10 en un viñedo de cv. Malbec (portainjerto 101-14) plantado en 1998 en un suelo de textura franco-limoso ubicado en Agrelo, Luján de Cuyo, Mendoza (32° 59' S, 68° 52' O). El marco de plantación era de 2 m entre hileras y 1,5 m entre plantas y estaba conducido en espaldero alto con poda en cordón bilateral de 7-8 pitones de dos yemas por planta. Se aplicaron cuatro niveles de riego (R1, R2, R3 y R4) de cuaje a cosecha y dos niveles de carga (C1 y C2) de envero a cosecha desde el ciclo 2006/07 y hasta 2009/10. El nivel R2 fue correspondía al 60% de la ETo (nivel que aplicaba regularmente la empresa), R1, R2 y R3 reponían el 100%, 38% y 25% de la ETo respectivamente. Antes del cuaje y después de la cosecha las parcelas se regaron como R2. El promedio de riego aplicado durante los 4 ciclos fue de 830 mm, 616 mm, 500 mm and 430 mm para R1, R2, R3 y R4 respectivamente. La ETo (Penman-Monteith) y los datos climáticos provenían de una estación meteorológica automática ubicada cerca de la parcela (Metos Compact ET, Pessl Instruments, Viena, Austria). Los niveles de carga se establecieron mediante raleo de racimos en envero. Previamente en floración se realizó un ajuste de la carga dejando todas las plantas con 20 racimos. En envero se aplicaron el C1: raleo 0% (20 racimos/planta) y el C2: raleo 50% extrayendo la mitad de los racimos presentes (10 racimos/planta).

Estado hídrico de las plantas: Se midió el potencial hídrico de pre amanecer (Ψ_{PD}), seis veces, desde floración a cosecha, en una hoja desarrollada del tercio medio del lado este de la canopia con cámara de presión (Modelo 2, Bio Control, Buenos Aires, Argentina). Los datos además se utilizaron para calcular el integral de estrés hídrico (SΨ; Myers, 1988).

Expresión vegetativa: En los inviernos 2009 y 2010 se pesó la madera de poda y se calculó el % de brotación (número yemas brotadas / número de yemas dejadas en la poda). El

crecimiento de brotes se midió desde que tenían 8 cm de longitud y hasta el despampanado (realizado como práctica de rutina).

Componentes del rendimiento: El número de flores por inflorescencia y el % de cuaje se midieron en R1 y R4 en ambos niveles de carga. Se contó el número de flores en 20 inflorescencias por parcela antes de la apertura de las caliptras (Keller et al., 2008). Luego del cuaje se extrajeron 20 racimos por parcela, se contaron las bayas y se calculó el % de cuaje (número de bayas / número de flores). En cosecha, se contaron los racimos y se pesó la producción por planta. El peso de baya se calculó como el cociente el peso de racimo/ número de bayas por racimo. El contenido de sólidos solubles (Brix) se midió con refractómetro digital (PAL-1, Otago, Japan).

Hidratos de carbono no estructurales (CNE): Se tomaron muestras de madera del tronco durante los inviernos 2009 y 2010 y en el inicio de brotación 2009. Las muestras se extrajeron a 5 cm por debajo de la apertura de los brazos de la planta con mecha de 5 mm de diámetro y taladro. Las muestras se secaron durante 2 días en estufa a 60°C y se molieron a 14000 rpm con un tamiz de 0.8 mm en un molino ultracentrífugo (ZM 200, Retsch, Haan, Alemania). Para la extracción de CNE se utilizó la técnica de Tarara y col. (2011). La extracción de azúcares solubles (sacarosa, glucosa y fructosa) se realizó con etanol al 80% y baños de agua a 80° C durante 15 minutos. Este procedimiento se repitió tres veces. La fracción insoluble se conservó a -80°C para el análisis posterior de almidón. Los azúcares solubles (SS) y almidón (A) se analizaron por un método enzimático de degradación secuencial siguiendo las instrucciones de un kit enzimático para azúcares (Sacarosa/D-Glucosa/D-Fructosa, Boehringer Mannheim, R-Biopharm, Alemania) y almidón (K-TSTA, Megazyme Internacional, Wicklow, Irlanda).

Diseño experimental y análisis estadístico: El estudio fue un experimento factorial de 2 tratamientos (riego con 4 niveles y carga con dos niveles) dispuesto en bloques completamente aleatorizados con cinco repeticiones. Cada unidad experimental constaba de 36 plantas distribuidas en tres hileras adyacentes. Las mediciones se efectuaron sobre 2 plantas de la hilera central. Los datos de peso de poda y producción se obtuvieron de las 8 plantas centrales de la unidad experimental.

Los datos se analizaron por ADEVA y análisis de medidas repetidas en el tiempo. La comparación de medias univariada se realizó mediante la prueba LSD de Fisher ($\alpha = 0.05$) y en el análisis multivariado, de acuerdo a la prueba de Hotelling ($\alpha = 0,05$) con software estadístico (InfoStat versión 1.5; UNCórdoba, Córdoba, Argentina). Para el ajuste de las regresiones, se compararon las regresiones individuales de cada tratamiento mediante la suma de los cuadrados de los residuos para cada regresión individual con respecto a la suma de los cuadrados de los residuos para una regresión común con todos los datos.

RESULTADOS

Características climáticas y tratamientos: La acumulación de grados día desde el 01/10/09 hasta el 30/04/2010 fue de 1960°D y las precipitaciones fueron de 100 mm aproximadamente concentradas en el período cuaje-envero. La ETo acumulada desde brotación a cosecha fue de 810 mm, con un valor máximo medio de 5,6 mm día⁻¹ en enero. Antes del cuaje todas las plantas recibieron 241,7 mm. De cuaje a cosecha se aplicaron a los niveles del tratamiento riego R1, R2, R3 y R4 573,9 mm, 344,4 mm, 218,1 mm y 143,5 mm de riego respectivamente.

Estado hídrico de las plantas: El Ψ_{PD} presentó una evolución asociada a las condiciones climáticas ocurridas a lo largo del ciclo (Figura 1). Sus valores variaron en R1 entre -0,20 MPa y -0,47 MPa, mientras que en R4 entre -0,31 y -0,68 MPa. En general, los niveles de riego se agruparon en dos: los R1 y R2 se diferenciaron significativamente de los R3 y R4. No se observaron diferencias significativas debidas al nivel de carga de las plantas (datos

no presentados). La integral de estrés hídrico ($S\Psi$) presentó diferencias significativas solo para el tratamiento de riego, donde R3 y R4 tuvieron los mayores valores de $S\Psi$ (Figura 2).

Crecimiento vegetativo: Los pesos de poda se redujeron en R3 y R4 un 20-25% con respecto a R1 y R2 (Tabla 1). El raleo afectó los pesos de poda, con diferencias en el invierno 2010. El % de brotación fue menor en las plantas R3 y R4 y con respecto a la longitud de brotes, las plantas R2 fueron las que más crecieron, mientras que no se encontraron diferencias significativas por el raleo

Componentes del rendimiento: El número de flores por inflorescencia y el número de bayas por racimos fueron significativamente menores en las plantas con mayor déficit hídrico (Tabla 2). El % de cuaje no presentó diferencias por el riego ni por el raleo. En la producción (kg planta^{-1}) hubo interacción entre los tratamientos, se redujo por el déficit hídrico en las plantas sin raleo, mientras que en aquellas raleadas, la producción fue similar en todos los niveles de riego (Tabla 3). El déficit hídrico disminuyó el peso de bayas en las plantas R3 y R4 y los Brix respecto de aquellas más regadas. El tratamiento de raleo redujo la producción en un 42% y si bien no hubieron diferencias en el peso de las bayas, los sólidos solubles fueron mayores en las plantas C2.

Hidratos de carbono no estructurales (CNE): La cantidad de almidón acumulado en la madera durante el invierno fue significativamente diferente entre los niveles de riego y raleo (Tabla 4). Las plantas R1 y R2 tuvieron en ambos inviernos (2009 y 2010) entre un 23% y un 25% más almidón en el tronco que las plantas con mayor déficit hídrico. Las plantas C2 acumularon un 15% más de almidón en la madera que las plantas C1. En cuanto a los azúcares solubles, no se observaron diferencias entre tratamientos. La concentración de almidón determinada en madera de tronco del invierno 2010 presentó una relación cuadrática con la $S\Psi$, con un valor de R^2 de 0,95 y $p \leq 0,0001$ (Figura 2).

DISCUSIÓN

Los efectos combinados del déficit hídrico y el nivel de carga fueron estudiados en plantas de vid cv. Malbec a campo con el objetivo de evaluar si a) la acumulación de reservas carbonadas de la planta disminuye luego de varios ciclos de aplicación de déficit hídrico severo y alta carga de racimos; y ii) si la disminución de reservas en estructuras perennes afecta el crecimiento vegetativo y reproductivo al ciclo siguiente. Los efectos del riego y la carga sobre la acumulación de hidratos de carbono, fueron independientes, es decir no se encontraron efectos de interacción.

Efectos sobre las reservas: Los distintos niveles de riego, aplicados de cuaje a cosecha, generaron diferencias en el potencial hídrico foliar de pre amanecer (Ψ_{PD}). A pesar de que las plantas con mayor restricción hídrica (R3 y R4) recibieron entre un 22% y un 35% menos agua que aquellas más regadas, el contenido total de carbohidratos no resultó afectado por el déficit hídrico en ninguno de los momentos muestreados. Pocos estudios han evaluado el efecto del déficit hídrico en el contenido total de carbohidratos (Petrie *et al.* 2004; De Bei *et al.* 2011; Holzapfel y Smith 2012). De acuerdo a esos trabajos, las reservas carbonadas pueden disminuir (De Bei *et al.*, 2011) o bien aumentar ligeramente (Petrie *et al.*, 2004), indicando que las prácticas vitícolas más comunes tienen una limitada capacidad para modificar la acumulación de reservas (Smith y Holzapfel, 2012). Sin embargo, en nuestro experimento, la concentración de almidón fue significativamente menor en las plantas con mayor déficit hídrico en ambos inviernos mientras que la concentración de azúcares solubles tendió a aumentar pero sin diferencias significativas. Esto indicaría que el déficit hídrico afectó más la partición (azúcares solubles/almidón) que la concentración total. Estudios recientes indican que el contenido de carbohidratos no se modifica fácilmente con prácticas vitícolas comunes como el déficit hídrico, el raleo o el deshoje y que, por el contrario, otros factores como el clima tendrían un efecto más importante (Smith y Holzapfel, 2009; De Bei *et al.*, 2011; Holzapfel y Smith, 2012). El

raleo produjo resultados similares: aumentó significativamente la concentración de almidón en el tronco en ambos ciclos de crecimiento pero la concentración total de carbohidratos no fue afectada. El aumento de carbohidratos por el raleo ha sido atribuido a una mayor cantidad de fotoasimilados disponibles para reabastecer las reservas en las estructuras perenes (Murisier y Aerny, 1994; Holzapfel *et al.*, 2006).

Efectos sobre el crecimiento vegetativo y la producción: El déficit hídrico redujo el % de brotación y la longitud de brotes en primavera, a pesar de que en ese momento el tratamiento riego no estaba aplicado. La brotación y crecimiento inicial de pámpanos dependen de las reservas (Bates *et al.*, 2002; Weyand y Schultz, 2006) y la menor brotación y longitud de brotes estuvieron asociadas a la menor concentración de almidón en el tronco registrada el invierno anterior. El déficit hídrico disminuyó los pesos de poda debido a un efecto de años anteriores para el invierno 2009 y a una combinación de años anteriores y del año en curso para el 2010. El raleo solo tuvo efectos en el peso de poda del invierno 2010, siendo las plantas raleadas las que tuvieron un peso de poda mayor.

Las plantas con mayor déficit hídrico tuvieron menor número de flores que las más regadas, lo que se vio reflejado en un menor número de bayas por racimo. El % cuaje no fue afectado. Dado que la iniciación y diferenciación de inflorescencias ocurren la temporada previa al desarrollo de flores, el menor número de flores podría atribuirse a un efecto del déficit hídrico de años anteriores (Petrie *et al.*, 2004). Asimismo, podría ser una consecuencia de la menor concentración de almidón observada en el tronco el invierno anterior. Otros trabajos han observado una estrecha relación entre las reservas del tronco y raíces con el desarrollo de inflorescencias y formación de flores al ciclo siguiente (Bennett *et al.*, 2005; Lebon *et al.*, 2008).

El efecto del déficit hídrico sobre la producción dependió del nivel de carga. Las plantas sin raleo disminuyeron significativamente su producción por el riego (un 40%), mientras que la producción de las raleadas fue similar en todos los niveles de riego. Esto sugiere que la producción puede mantenerse en condiciones de déficit hídrico (al menos para los niveles alcanzados en este ensayo) cuando se utilizan prácticas culturales como el raleo de racimos tendientes a optimizar la relación vegetativa/reproductiva de la planta. Por otra parte, los Brix a cosecha fueron menores en las plantas con mayor déficit hídrico, así como en aquellas sin ralear, lo cual indica que el área foliar o la actividad fotosintética de la canopia (tamaño de la fuente) en esas plantas no fue suficiente para madurar esa cantidad de uva. Estos resultados confirman nuevamente que las plantas con desequilibradas con menores valores de relación fuente:destino (en este caso sin ralear), son más sensibles a al déficit hídrico que aquellas plantas más balanceadas (Poni *et al.*, 1994).

CONCLUSIONES

El déficit hídrico severo y la alta carga de racimos redujeron en forma independiente la concentración de almidón en el tronco sin afectar la de carbohidratos totales. Esto indica que estas prácticas vitícolas tienen un mayor impacto en la partición de carbohidratos entre azúcares solubles y almidón, que en la acumulación total. La menor concentración de almidón redujo el % brotación, la longitud de brotes, el peso de poda, el número de flores y bayas, el peso de bayas y los Brix del ciclo siguiente. La utilización de valores de referencia de relación fuente:destino (m^2 de área foliar:kg de fruta) para el manejo de la canopia de viñedos debe tener en cuenta el nivel de déficit hídrico a que estarán sometidas las plantas.

REFERENCIAS

BATES, T. R.; DUNST, R.M.; JOY, P. 2002. Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in 'Concord' grapevine roots. HortScience 37:313-316.

- BENNETT, J.S. 2002. Relationships between carbohydrate supply and reserves and the reproductive growth of grapevines (*Vitis vinifera* L.). Ph.D. Thesis, Lincoln University, New Zealand.
- CANDOLFI-VASCONCELOS, M. C.; CANDOLFI, M. P.; KOBLET, W. 1994. Retranslocation of carbon reserves from the woody storage tissues into the fruit as a response to defoliation stress during ripening period in *Vitis vinifera* L. *Planta* 192:567-573.
- DE BEI, R.; FUENTES, S.; SULLIVAN, W.; PECH, J.; EDWARDS, E.; MCCARTHY, M.; TYERMAN, S. (2011) Carbohydrate dynamics of Chardonnay grapevines affected by irrigation reduction and recovering regimes. En: 17th GIESCO International Symposium, Asti-Alba, Italia. p. 267-269.
- HOLZAPFEL, B.P.; SMITH, J.P.; MANDEL, R.M.; KELLER, M. 2006. Manipulating the post harvest period and its impact on vine productivity of Semillon grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 57:148-157.
- HOLZAPFEL, B.P.; SMITH, J.P. (2012) Developmental stage and climatic factors impact more on carbohydrate reserve dynamics of Shiraz than cultural practice. *American Journal of Enology and Viticulture*. In Press.
- KRIEDEMANN, P.E.; GOODWIN, I. 2003. Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying: an overview of principles and applications. Land & Water Australia, Canberra, ACT, Australia.
- LEBON, G.; WOJNAROWIEZ, G.; HOLZAPFEL, B.; FONTAINE, F.; VAILLANT-GAVEAU, N.; CLEMENT, C. 2008. Sugars and flowering in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Experimental Botany* 59:2565-2578.
- MURISIER, F.; AERNY, J. 1994. Influence du niveau de rendement de la vigne sur les reserves de la plante et sur la chlorose. Role du porte-greffe. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture*. 26:281-287.
- MYERS, B.J.; 1988. Water stress integral- a link between short-term stress and long-term growth. *Tree Physiology* 4:315-323.
- PETRIE, P.R.; COOLEY, N.M.; CLINGELEFFER, P.R. 2004. The effect of post-veraison water deficit on yield components and maturation on irrigated Shiraz (*Vitis vinifera* L.) in the current and following season. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10:203-215.
- PONI, S.; LAKSO, A.N.; TURNER, J.R.; MELIOUS, R.E. 1994. Interactions of crop level and late season water stress on growth and physiology of field-grown Concord grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 45:252-258.
- ROMERO, P.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; MARTINEZ-CUTILLAS, A. 2010. Physiological Thresholds for Efficient Regulated Deficit-Irrigation Management in Winegrapes Grown under Semiarid Conditions. *American Journal of Enology and Viticulture* 61:300-312.
- SMITH J.P.; HOLZAPFEL, B.P. 2009. Cumulative responses of Semillon grapevines to late season perturbation of carbohydrate reserve status. *American Journal of Enology and Viticulture* 60:461-470.
- WEYAND, K.M.; SCHULTZ, H.R. 2006. Long term dynamics of nitrogen and carbohydrate reserves in woody parts of minimally and severely pruned Riesling vines in a cool climate. *American Journal of Enology and Viticulture* 57:172-182.
- ZAPATA, C.; DELÉENS, E.; CHAILLOU, S.; MAGNÉ, C. 2004. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.) *Journal of Plant Physiology* 161:1031-1040.

Figuras

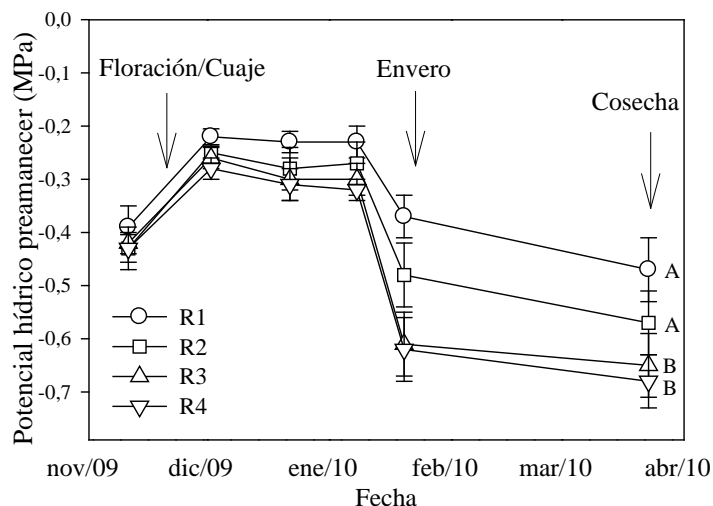


Tabla 1. Porcentaje de brotación (%), longitud de brotes (m) y pesos de poda (kg) para los tratamientos de riego y raleo. Ciclo 2009/10, Luján de Cuyo, Mendoza.

Tratamiento	Brotación (%)	Long. de brotes (m)	Peso de poda (kg planta ⁻¹)	
			2009	2010
Riego ^a	*	*	*	*
R1	94,5 a	1,33 ab	0,77 a	0,93 a
R2	97,1 a	1,42 a	0,74 a	0,90 a
R3	88,1 b	1,26 b	0,63 b	0,76 b
R4	88,5 b	1,23 b	0,61 b	0,69 b
Carga ^a	ns	ns	*	ns
C1	90,7	1,28	0,64 b	0,79

Figura 1. Potencial hídrico foliar pre amanecer (Ψ_{PD}) desde floración a cosecha para el tratamiento de riego. Promedio de 10 mediciones \pm intervalo de confianza para $p=0,05$. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en el análisis multivariado de acuerdo a Hotelling ($p \leq 0,05$).

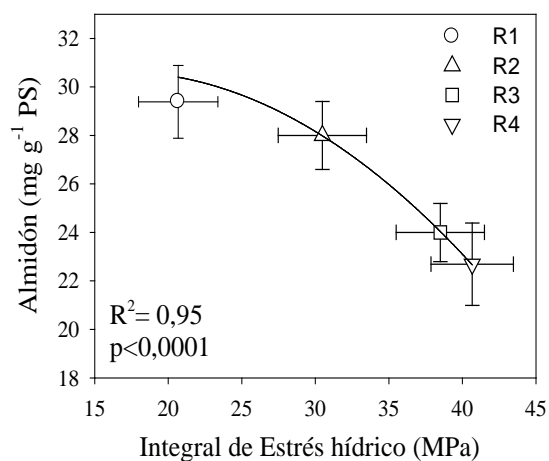


Figura 2. Relación entre el integral de estrés hídrico y la concentración de almidón para los cuatro niveles de riego, cv. Malbec.

C2	93,6	1,34	0,74 a	0,85
Interacción ^b	ns	ns	ns	ns

^a: Efecto de los tratamientos de riego y raleo

^b: Interacción de los tratamientos riego x raleo

* y ns indican significancia para $p \leq 0,05$ y no significativo respectivamente. Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 2. Número de flores por inflorescencia, número de bayas por racimos y porcentaje de cuaje en plantas de vid cv. Malbec.

Tratamiento	Flores por inflorescencia	Bayas por racimo	Cuaje (%)
Riego ^a	*	*	ns
R1	447,1 a	169,0 a	38,2
R4	372,9 b	122,5 b	33,5
Carga ^a	ns	ns	ns
C1	407,3	134,9	33,6
C2	412,7	156,6	38,2
Interacción ^b	ns	ns	ns

^a: Efecto de los tratamientos de riego y raleo

^b: Interacción de los tratamientos riego x raleo

* y ns indican significancia para $p \leq 0,05$ y no significativo respectivamente. Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 3. Rendimiento, sus componentes y Brix a cosecha en plantas de vid cv. Malbec.

Tratamiento	Producción (kg planta ⁻¹)	Racimos por planta	Peso de baya (g)	Sólidos solubles (°Brix)
Riego ^a		*	*	*
R1	4,78	16,0 b	1,82 a	24,8 a
R2	4,68	17,9 a	1,75 a	24,3 ab
R3	3,84	17,9 a	1,49 b	23,3 c
R4	3,19	15,15 b	1,52 b	23,6 bc
Carga ^a		*	ns	*
C1	5,30	23,4 a	1,61	23,5 b
C2	3,01	10,4 b	1,69	24,6 a
Interacción ^b	*	ns	ns	ns

^a: Efecto de los tratamientos de riego y raleo

^b: Interacción de los tratamientos riego x raleo

* y ns indican significancia para $p \leq 0,05$ y no significativo respectivamente. Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 4. Hidratos de carbono no estructurales (CNE, mg g⁻¹ PS) en madera de tronco de plantas de vid cv. Malbec. Ciclo 2009/10.

CNE (mg g ⁻¹ PS)	Riego				Carga		<i>p</i> -valor ^a		
	R1	R2	R3	R4	C1	C2	Riego (I)	Carga (C)	I x C
2009									
Dormición									
A	31.4 a	31.7 a	24.5 b	24.1 b	25.3 b	30.5 a	0.013	0.016	0.496
SS	97.5	99.7	98.6	97.1	98.7	97.7	0.544	0.501	0.722
TOTAL	129.0	131.4	123.1	121.2	124.1	128.3	0.062	0.156	0.736
Brotación									
A	41.2	40.1	38.6	37.6	36.7 b	42.1 a	0.309	0.0007	0.058
SS	30.4	30.5	31.6	28.9	31.4 a	29.3 b	0.390	0.050	0.655
TOTAL	71.6	70.7	70.2	66.5	68.1	71.4	0.215	0.070	0.059
2010									
Dormición									
A	30.4 a	28.0 a	24.0 b	22.7 b	24.6 b	27.7 a	0.0003	0.014	0.435
SS	71.8	70.6	81.9	77.6	74.5	76.5	0.221	0.487	0.530
TOTAL	102.2	98.6	106.0	100.3	99.3	104.2	0.713	0.239	0.525

^a: Efecto de los tratamientos de riego y raleo

^b: Interacción de los tratamientos riego x raleo

* y ns indican significancia para $p \leq 0,05$ y no significativo respectivamente. Letra s distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).