

La influencia cuantitativa y cualitativa de la irrigación deficitaria controlada sobre las uvas ttorrontés riojano y malbec

Carrizo, Alejandro Rogelio¹,, de la Vega, Elsa Daniela¹, y Guimarães, María de Fátima²,

1 Universidad Nacional de Chilecito (La Rioja, Argentina)

2 Universidad Estatal de Londrina (Paraná, Brasil)

@acarrizo@undec.edu.ar

Recibido: 14/02/2024

Aceptado: 19/09/2024

Resumen. El riego deficitario controlado (IDC) suministra deliberadamente, en diferentes etapas fenológicas del cultivo, una cantidad menor de agua que la requerida, para afectar el rendimiento y la calidad del fruto. En viticultura se utiliza IDC por sus efectos sobre las sustancias fenólicas en las bayas. Sin embargo, la mayoría de los estudios son de Mendoza y San Juan, y no contamos con información técnica para el NOA. Aquí evaluamos el efecto del IDC en el rendimiento y calidad enológica de las uvas Malbec y Ttorrontés Riojano. El experimento fue conducido en el Valle Antinaco - Los Colorados, provincia de La Rioja, Argentina, durante 2018-2019, en un viñedo comercial, con riego por goteo, conducción en parral y vides de 20 años. Se aplicó IDC al 50 % del requerimiento de agua, desde envero hasta la cosecha. El experimento se diseñó en bloques completamente al azar, con tres repeticiones. Se evaluaron el rendimiento de vides, parámetros morfométricos y químicos de las bayas y el mosto. Encontramos que en las uvas Malbec no hubo diferencias significativas para kilos y número de racimos por planta, excepto por el peso de racimos y bayas. En la Ttorrontés Riojano, el único parámetro que no respondió al IDC fue el número de racimos por planta. Los parámetros, bayas por racimo, volumen, peso promedio y diámetro mostraron diferencias significativas en las dos variedades, siendo mayores sin déficit hídrico. El análisis químico en hollejos y mosto no mostró alteraciones, a excepción de la acidez total en el mosto de uva Malbec. Señalamos que las antocianinas del cv. Ttorrontés Riojano con IDC aumentaron significativamente. La IDC afectó negativamente la mayoría de los parámetros morfométricos de las bayas. Aunque, los polifenoles presentes en el hollejo del cv. Ttorrontés Riojano y la acidez total del mosto de uva Malbec se vieron afectados.

Palabras clave: viticultura; riego; Chilecito; Malbec; Ttorrontés Riojano; IDC.

Abstract. The quantitative and qualitative influence of controlled deficit irrigation on the ttorrontés riojano and malbec grapes. Controlled deficit irrigation (CDI) intentionally provides less water than needed at various stages of the crop's growth cycle to impact fruit yield and quality. CDI is commonly employed in viticulture for its influence on phenolic compounds in berries. However, existing studies mainly focus on Mendoza and San Juan, lacking technical data for the NOA region. In this study, we assess the impact of CDI on the yield and enological quality of Malbec and Ttorrontés Riojano grapes. The research took place in the Antinaco Valley - Los Colorados, La Rioja province, Argentina, from 2018 to 2019, in a commercial vineyard with drip irrigation, vine care, and 20-year-old vines trellis. CDI was applied at 50 % of the water requirement from veraison to harvest, using a completely randomized block design with three repetitions. The study evaluated vine yield, morphometric characteristics, and chemical parameters of the berries and must. Results showed no significant differences in Malbec grape weight and cluster number per plant, except for cluster and berry weight. Ttorrontés Riojano exhibited no response to CDI in cluster number per plant. Notably, parameters such as berries per cluster, volume, average weight, and diameter differed significantly between the two varieties, with superior results observed without water deficit. Chemical analysis indicated no changes in skins and must, except for total acidity in Malbec grape must. Anthocyanins in Ttorrontés Riojano grapes significantly increased with CDI. While CDI negatively impacted most morphometric berry parameters, polyphenols in Ttorrontés Riojano skin and total acidity in Malbec grape must were affected.

Key words: viticulture; irrigation; Malbec; Chilecito.

INTRODUCCIÓN

El agua es el componente principal de las uvas maduras (75-85 %) y actúa como disolvente de diversos compuestos químicos (volátiles y no volátiles). Aproximadamente el 99 % del agua presente en las bayas es absorbida por las raíces en el suelo, por lo tanto, la disponibilidad de agua afectará significativamente el crecimiento de las plantas y el desarrollo de las bayas (Fanzone Sánchez, 2012). La disponibilidad de agua en el

Cómo citar este trabajo:

Carrizo, A. R., de la Vega, E. D. y Guimarães, M. F. (2024). La influencia cuantitativa y cualitativa de la irrigación deficitaria controlada sobre las uvas Ttorrontés Riojano y Malbec. *Semiárida*, 34(2), 43-54.

suelo es un factor crítico para la producción del viñedo y la calidad de la uva, mayores niveles de riego permiten aumentar la producción, aunque puede ser deseable un cierto déficit hídrico para mejorar la calidad de los vinos e impactar positivamente en el consumo de agua de los productores de uva en regiones con escasez de este recurso.

El riego deficitario es una herramienta de manejo de cultivos que consiste en reducir el agua aplicada con el mínimo impacto en la producción. Se basa en la aplicación deliberada de una cantidad menor a la correspondiente a la evapotranspiración máxima (Santa Olalla Mañas et al., 2005).

En los últimos años, la técnica del riego deficitario controlado se ha utilizado como una herramienta práctica para mejorar los estándares de calidad enológica de la uva. El período de estrés aplicado tras el inicio de la maduración (etapa M en la escala de Baggioolini) estimula la producción y concentración de polifenoles, pero también afecta a los niveles de producción total por hectárea. Según investigaciones del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la aplicación de IDC ha dado buenos resultados en la calidad enológica de variedades de uva tintas, sin embargo, en Argentina no existe ningún precedente de estas mejoras en variedades blancas (Ferreira et al., 2003). Investigadores como Ferreira et al. (2019); Martínez Cutillas, Romero y Fernández-Fernández (2007); Dayer et al. (2012); Lissarrague García-Gutiérrez et al. (2012), entre otros, realizaron estudios sobre IDC en uvas tintas en las principales regiones vitivinícolas, observando resultados similares a los descritos.

El déficit hídrico que ocurre cerca de la antesis y el cuajado tiene el potencial de reducir la cantidad y el tamaño de las bayas, mientras que el déficit hídrico que ocurre en las etapas posteriores solo reduce su tamaño. El período posterior al inicio de la maduración es particularmente crítico debido al conflicto entre el mantenimiento del suministro de agua para asegurar el crecimiento de las bayas y sus requisitos de composición, que pueden beneficiarse del IDC (Steduto et al., 2014).

La variedad Torrontés Riojano (*Vitis vinifera* L.) es un cultivar autóctono de Argentina, obtenido del cruce natural entre Moscatel de Alejandría y Criolla Chica y es considerada la uva blanca emblemática del país (Griguol y Ontivero, 2015). La Torrontés Riojano es reconocida por su gran capacidad productiva y alto vigor. Esta variedad de uva se utiliza para elaborar un vino que, en general, se caracteriza por un color amarillo dorado, alta intensidad aromática y un ligero gusto amargo en boca. La particularidad más llamativa es su potencial aromático, [...] aromas a miel, rosas y azahar, ligados a la uva moscatel. En el caso de los vinos elaborados en La Rioja, se caracterizan por un carácter floral y cítrico, con una marcada acidez (Fanzone et al., 2019).

La variedad Malbec es también la variedad insignia argentina, a pesar de ser originaria de Burdeos (suroeste de Francia). El fruto tiene racimo mediano, cónico, suelto a lleno, con bayas medianas, esferoides y elipsoidales, de color negro azulado, neutras y de pulpa blanda. El vino Malbec también es emblemático del país, tiene una tremenda expresión frutal y taninos suaves, es exigente en cuanto a clima, condiciones de suelo y manejo del cultivo a la hora de expresar todo su potencial (Catania y Avagnina, 2007).

En Argentina, la mayoría de las investigaciones sobre la vid se concentran en la provincia de Mendoza, el principal productor de vino del país. Sin embargo, considerando que el medio ambiente condiciona las actividades productivas y la calidad de la uva, algunos investigadores como Vila et al. (2010), enfatizan el papel de la altitud, el clima, el tipo de suelo, los sistemas de formación, las prácticas culturales, el vigor y la productividad, como variables importantes en la diferenciación de las regiones productoras del país. Así, las peculiaridades del Valle de Antinaco - Los Colorados demandan investigaciones que consideren los efectos y particularidades de sus propios parámetros agrícolas.

Otro aspecto importante es la expansión de la vitivinicultura en el Valle, que se sustentó principalmente en la explotación del acuífero mediante riego localizado. Esta configuración del sector agrícola ha generado una fuerte dependencia energética, dado que el riego de los oasis productivos consume el 50 % de la energía en la provincia de La Rioja (Gareis y Miguel, 2019). En

consecuencia, en esta región, el riego se convirtió en uno de los tres costos más significativos en la producción de uva.

En vista de todo lo anterior, el objetivo de este artículo es evaluar en las cvs. Torrontés Riojano y Malbec, los efectos que produce el riego deficitario controlado sobre el rendimiento y los parámetros morfométricos y químicos de las bayas y del mosto.

METODOLOGÍA

Localización geográfica

El experimento se realizó durante la cosecha 2019, conducido en un viñedo comercial ubicado en la localidad de Vichigasta, Municipio de Chilecito (ubicado en el valle de Antinaco - Los Colorados), en la provincia de La Rioja, Argentina (29° 29' 48.51" lat. Sur; 67° 28' 27.32" largo. Oeste; 831 msnm).

Esta ubicación se diferencia principalmente por estar dentro de la ecorregión Norandina, dentro de la subregión de Valles Áridos. Tiene inviernos cortos y fríos y veranos calurosos. Presenta un clima árido con baja humedad relativa, precipitaciones escasas (80 a 180 mm anuales) predominantes en verano en condiciones torrenciales, con inundaciones violentas, con mucho transporte de sedimentos, favorecido por la inclinación de los conos aluviales. Las heladas se producen desde finales de mayo hasta principios de septiembre, con un período libre de heladas de 281 días. Estos Valles Áridos incluyen las llamadas "Bolsones Pampeanos", que son más bajas y relativamente planas. En general, los suelos son de textura media a gruesa, arenosos, pobres en materia orgánica, por tanto, con baja retención de líquidos y alcalinos. Los materiales son de origen aluvial, con arena en zonas cercanas a las montañas, arcilla en las partes bajas y, donde se evapora el agua, se forman depósitos salinos (Bravo et al., 2008).

Diseño experimental

El experimento se realizó en una propiedad agrícola con una superficie total de 70 hectáreas, dividida en 14 unidades de 5 hectáreas. Las viñas fueron plantadas en el año 1996, con marco de plantación de 3 x 3 m, riego por goteo con mangueras con un lateral de 100 metros que cuentan con goteros autocompensantes de 4 L.h⁻¹, espaciados 1 metro entre sí.

El experimento se implementó dentro de una unidad de 5 hectáreas (Figura 1). Se seleccionaron 18 plantas, divididas en 3 bloques, con 6 vides distribuidas aleatoriamente en cada uno de ellos, completamente al azar.

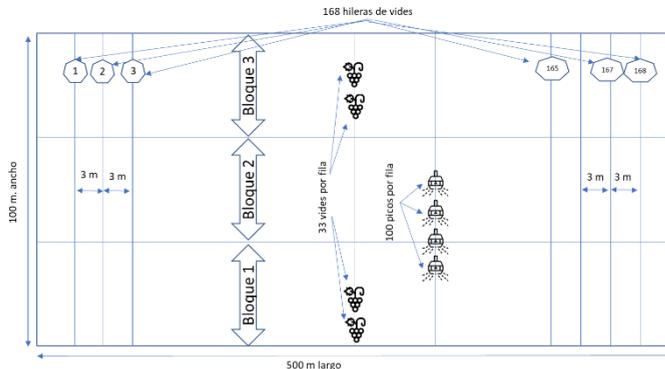


Figura 1. Diseño del área total donde se encuentra el experimento

Figure 1. Design of the total area where the experiment is located.

Se aplicó riego deficitario controlado a las dos variedades de vid sin modificar otras prácticas culturales promovidas por el productor. En la finca, cada hilera de vides tiene 100 m de largo, donde se colocan mangueras de riego con goteros cada 1 m. Los 100 goteros aportan 400 L.h^{-1} a 33 plantas, lo que significa que en el tratamiento de Control cada planta recibió $12,12 \text{ L.h}^{-1}$. Y, en el tratamiento bajo restricción hídrica, cada cepa recibió $6,6 \text{ L.h}^{-1}$.

En cada bloque se instalaron 2 tratamientos. Cada tratamiento contó con 3 cepas, las cuales se consideraron como 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo compuesta por cada planta de vid, elegida considerando su uniformidad con respecto al diámetro de tronco medido a 1,1 metros. Las plantas de cada cuadra se ubicaron en tres hileras de viñas.

Los tratamientos estuvieron acompañados del inicio de maduración o etapa M en la escala Baggiolini (3 de diciembre de 2018) y se prolongaron hasta la cosecha de la uva (5 de febrero de 2019 para la variedad Malbec y 20 de febrero de 2019 para Torrontés Riojano).

El primer tratamiento consistió en aplicar agua equivalente al 100 % de la evapotranspiración (ETc) del cultivo durante todo el experimento, y corresponde al tratamiento control. En el segundo tratamiento se aplicó agua equivalente al 50 % de ETc durante todo el período del experimento. Esa reducción en el volumen se realizó con el cambio de emisores, es decir, se reemplazaron los goteros de 4 L.h^{-1} por goteros de 2 L.h^{-1} .

En la selección de plantas se consideró el efecto bordadura, para ello se cambiaron las mangueras de riego originales por mangueras de 2 L.h^{-1} en la línea en estudio y en las dos líneas adyacentes. También se cambiaron las mangueras de riego 4 L.h^{-1} en la línea experimental y adyacentes, para evitar errores o efectos no deseados por emisores con diferentes tiempos de uso (Figura 2).

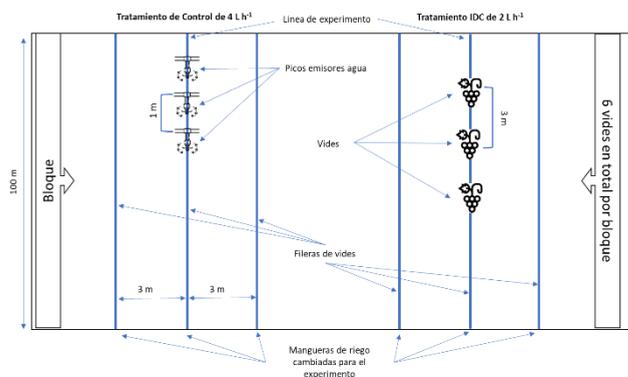


Figura 2. Diseño del área experimental muestreada.

Figure 2. Design of the sampled experimental area.

Durante el periodo de diciembre de 2018 a febrero de 2019 las precipitaciones estuvieron dentro de los límites normales, lo que no representó cambios en el riego de las viñas.

Muestreo

Las uvas se cosecharon en fechas establecidas en base a los grados Brix como indicador de madurez industrial con fines enológicos. Estos valores los definen las bodegas según el proceso de elaboración del vino (la cosecha de las uvas para el experimento coincidió con la cosecha de la finca).

Las muestras para evaluar los kilogramos totales de uva estuvieron compuestas por 18 vides, 9 plantas por tratamiento, y se diferenciaron por bloque, tratamiento y variedad de vid.

Del total de uvas cosechadas se extrajeron muestras de bayas, para evaluar parámetros morfométricos y químicos, diferenciando bloque, tratamiento y variedad de viña. El tamaño de cada muestra fue de 4 racimos seleccionados al azar, superando en todos los casos las 200 bayas.

Parámetros morfométricos

En cada unidad experimental se midieron los siguientes parámetros:

Componentes de rendimiento

a) Número de racimos por planta: el número de racimos por planta se determinó antes de la cosecha.

b) Grados Brix: de los racimos en las vides, se midieron a partir del prensado de las bayas recolectadas de los racimos en las vides (antes de la cosecha). Las bayas fueron seleccionadas de diferentes sectores del racimo (ápice, parte central y parte basal).

c) Kilogramos de uva por planta: las uvas se cosecharon con tijeras cosechadoras, se colocaron en recipientes adecuados y se pesaron en campo, en una báscula digital portátil con capacidad máxima de 50 kg.

d) Mediciones en racimos de uva: de las uvas cosechadas, las muestras se colocaron en bolsas plásticas de 1 kg, se etiquetaron y se llevaron refrigeradas en contenedores al laboratorio. En un ambiente acondicionado a 22 °C, en el laboratorio del INTA, utilizando balanza analítica, bisturí y probeta graduada de 1 L, se evaluaron los siguientes parámetros (Vila et al., 2009):

1. Peso de los racimos: se pesaron individualmente con el raquis.

2. Número de bayas por racimo: las bayas se contaron individualmente.

3. Peso del raquis: se pesó después de separar las bayas.

4. Volumen de 10 bayas: determinado mediante el método del tubo de ensayo, según la fórmula que se describe a más abajo.

5. Peso de la piel: a la baya se le quitó la piel con un bisturí, retirando los residuos de pulpa y se pesó.

e) Extracción del mosto: el mosto se obtuvo de muestras de 4 racimos de uvas cosechadas, seleccionados al azar según bloque, tratamiento y variedad de vid. Las bayas de uva fueron molidas en laboratorio, separándolas del raquis. El mosto se filtró para eliminar restos de piel, semillas y pulpa. Posteriormente, el mosto fue envasado en botellas plásticas de 1 litro, etiquetadas y cerradas, almacenadas a una temperatura de -21 °C para evitar oxidación y cambios por calor (Vila et al., 2009).

f) Muestras de bayas para laboratorio: se eligieron al azar 4 racimos de uvas, para cada bloque y tratamiento, se colocaron en bolsas plásticas de 1 kg y se almacenaron a una temperatura de -21 °C para evitar cambios por calor (Vila et al., 2009).

Para determinar el peso de los racimos, bayas, raquis y piel se utilizó una báscula digital de precisión Pioneer® Ohaus. Para medir los grados Brix en el campo, se utilizó un refractómetro óptico portátil e-LABShop. El equipo está certificado y calibrado por la Agencia de Extensión INTA Chilecito.

Parámetros químicos evaluados en uvas y mosto

Para determinar los compuestos en la uva se analizó el mosto y la piel de la uva. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Alta Complejidad de la UNDeC. Se evaluaron los siguientes parámetros utilizando los métodos descritos en la Organización Internacional de la Viña y el Vino (2000):

pH según Método: OIV-MA-AS313-15. Detección Conductimétrica

Densidad por el Método de Picnometría a 20 °C

Sólidos solubles por Método: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Compendio de métodos internacionales de análisis de vinos y mostos. 41-58 (1990). Refractómetro tipo Abbe.

Grados Brix: por Método de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Compendio de métodos internacionales de análisis de vinos y mostos. 41-58 (1990). Refractómetro tipo Abbe.

Índice de Refracción: por Método de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Compendio de métodos internacionales de análisis de vinos y mostos. 41-58 (1990). Refractómetro tipo Abbe.

Caracteres cromáticos: por método de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Compendio de métodos internacionales de análisis de vinos y mostos. 41-58 (1990). Refractómetro tipo Abbe.

Acidez Total: por Método de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Compendio de métodos internacionales de análisis de vinos y mostos. 155-158 (1990). Titulación potenciométrica.

Polifenoles Totales: por Método de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Compendio de métodos internacionales de análisis de vinos y mostos. OIV-MA-AS2-10. Método espectrofotométrico.

Potasio y Sodio: por Método Oficial de la Analytical Chemistry Association, 1984. Fotometría de llama.

Antocianinas totales en piel: por Método RIOU-ASSELIN. Maceración de hollejos con solución hidroalcohólica (solución de extracción de Angers). Espectrofotometría UV-Visible a 520 nm.

Polifenoles totales en piel: por Método RIOU-ASSELIN. Maceración de hollejos con solución hidroalcohólica (solución de extracción de Angers). Espectrofotometría UV-Visible a 280 nm.

Fórmulas para cálculo de resultados

A partir de las mediciones de peso, volumen y diámetro de las bayas, se determinaron los parámetros morfométricos, utilizando las siguientes fórmulas (Vila et al., 2009):

Peso Medio de las bayas: $g = (\text{peso total de la muestra}) / (\text{número de bayas})$;

Volumen total de las bayas en ml: $v = (\text{vol. probeta final}) - (\text{vol. probeta inicial})$;

Volumen medio de las bayas (cm³): $\bar{v} = v / (\text{número de bayas})$;

Radio de la baya: $r = \sqrt[3]{[(\bar{v} * (\text{cm}^3) * 3) / 4\pi]}$;

Diámetro de la baya: $d = 2 * r$;

Superficie de la piel: $s=4*\pi*r^2$

Para determinar las relaciones piel: pulpa se utilizó balanza analítica, bisturí y papel absorbente sobre 10 bayas seleccionadas al azar, se rasparon las pieles, sin residuos de pulpa, se secaron sobre papel absorbente, se pesaron y se identificaron por muestra.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el programa InfoStat versión 2020. Infostat ©2010 es un programa estadístico desarrollado por un equipo de trabajo conformado por profesores-investigadores de Estadística y Biometría y Diseño de Experimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

RESULTADOS

Al analizar los resultados en cuanto a rendimiento –kilos de uva y racimos producidos por planta– se observó que, para el cv. Malbec, el tratamiento IDC, no mostró diferencias significativas respecto a las plantas control. Sin embargo, para el peso promedio de los racimos y el número de bayas por racimo, el tratamiento con restricción hídrica presentó una caída significativa ($p < 0,05$).

En uva Torrontés Riojano todos los parámetros morfométricos relacionados con el rendimiento de la vid se vieron afectados por el riego deficiente. Estos resultados alcanzaron valores predecibles y fueron referidos en literatura especializada entre las que podemos mencionar a Villalobos et al. (2009); Santa Olalla Mañas, López Fuster y Calera Blemonte (2005).

En la Tabla 1 se muestran los datos morfométricos obtenidos para los cvs. Malbec y Torrontés Riojano en la cosecha 2019. Al observar las diferencias significativas se encontró que la cv. Malbec presentó una caída promedio del 47 % en el peso del racimo y del 39 % en el número de bayas por racimo bajo IDC. El efecto sobre la uva Torrontés Riojano fue menor, con una caída del 18% en los kilos de uva producidos por planta, una caída del 33 % en el peso de los racimos y el número de bayas, y una caída del 14 % en el número de racimos por planta. Las caídas en el rendimiento de las vides Malbec en este trabajo fueron menores que las presentadas por otros investigadores como Romero et al. (2015) quienes obtuvieron reducciones de hasta 54 % en kilos cosechados. Igualmente, Dayer et al. (2012) obtuvieron valores similares a los nuestros.

Tabla 1. Parámetros Morfométricos en viñedos cv. Malbec y Torrontés Riojano. Chilecito, LR, Argentina (2019).

Table 1. Morphometric Parameters in vineyards cv. Malbec and Torrontés Riojano. Chilecito, LR, Argentina (2019).

Varietal	Treatment	Kilos/Planta	Racimo/Planta	Peso racimo (gr)	N° bayas/racimo
Malbec	Sin IDC	16,8 A	174,44 A	171,66 A	106,33 A
Malbec	Con IDC	13,17 A	135,89 A	90,69 B	65,25 B
Torrontés Riojano	Sin IDC	53,18 A	132,33 A	526,67 A	128,92 A
Torrontés Riojano	Con IDC	43,44 B	113,89 A	355,47 B	105,08 B

Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada cultivar de vid (Test LSD Fisher, $p < 0,05$).

Different letters in the columns indicate significant differences between treatments for each vine cultivar (LSD Fisher Test, $p < 0,05$).

Los resultados muestran que los promedios en kilos y racimos por planta para cada una de las variedades estudiadas y tratamientos aplicados son distintos por cultivar. En cv. Malbec, no hubo diferencia estadística en las variables kilos y racimos de plantas entre los experimentos. Sin embargo, en la cv. Torrontés Riojano, hubo una reducción significativa de kilos por planta en condiciones de IDC.

Otros parámetros morfométricos evaluados en las bayas se presentan en la Tabla 2. Todos los parámetros fueron afectados por el riego deficitario controlado en los cultivares de uva estudiados, con excepción de la relación piel: pulpa en la cv. Torrontés Riojano.

Al aplicar IDC a las vides, el parámetro con mayor respuesta al tratamiento, independientemente de la variedad, fue el peso del raquis. En la cv. Malbec cayó un 32 % y en cv. Torrontés Riojano un 42 % menor en comparación con el tratamiento control. Las demás variables mostraron variaciones menores que las mencionadas.

Tabla 2. Parámetros Morfométricos en bayas de uva cv. Malbec y Torrontés Riojano. Chilecito, LR, Argentina (2019).

Table 2. Morphometric parameters in grape berries cv. Malbec and Torrontés Riojano. Chilecito, LR, Argentina (2019).

Variedad	Tratamiento	Volumen 10 bayas (mL)	Peso raquis (g)	Diámetro Baya (mm)	Peso Medio Baya (g)	Relación Piel: Pulpa
Malbec	Sin IDC	33,33 A	8 A	16,68 A	1,56 A	270,75 A
Malbec	Con IDC	26,67 B	5,41 B	14,95 B	1,29 B	249,84 B
Torrontés Riojano	Sin IDC	88,33 A	17,74 A	27,31 A	4,05 A	221,22 A
Torrontés Riojano	Con IDC	71,81 B	10,37 B	24,57 B	3,36 B	192,59 A

Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada cultivar de vid (Test LSD Fisher, $p < 0,05$).

Different letters in the columns indicate significant differences between treatments for each vine cultivar (LSD Fisher Test, $p < 0,05$).

En la cv. Malbec, el volumen de 10 bayas y el diámetro y peso promedio de una baya, la caída en los valores promedio respecto al control fue del 20 %, 10 % y 17 % respectivamente. El menor efecto del déficit hídrico en este cultivar se observó para la relación piel: pulpa que fue del 8 %.

En el caso de la uva Torrontés Riojano, el riego deficiente no tuvo ningún efecto en la relación piel: pulpa. Sin embargo, el volumen de 10 bayas, el peso del raquis, el diámetro y el peso de cada baya disminuyeron un 19 %, 42 %, 10 % y 17 % respectivamente.

Los resultados de reducción del tamaño de las bayas se mencionan en la literatura específica de Villalobos Martín y Ferreres Castiel (2017), y también en investigaciones de Deis et al. (2010), con comportamientos similares en variedades blancas y tintas.

Tabla 3. Parámetros Químicos de Antocianinas y Polifenoles Totales en hollejos de uvas cv. Malbec y Torrontés Riojano. Chilecito, LR, Argentina (2019).

Table 3. Chemical Parameters of Anthocyanins and Total Polyphenols in grape skins cv. Malbec and Torrontés Riojano. Chilecito, LR, Argentina (2019).

Variedad	Tratamiento	Antocianos en Piel	Polifenoles Totales en Piel
Malbec	Sin IDC	750,98 A	47,43 A
Malbec	Con IDC	715,26 A	46,61 A
Torrontés Riojano	Sin IDC	2,4 A	7,66 A
Torrontés Riojano	Con IDC	30,65 B	6,13 A

Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada cultivar de vid (Prueba de Fisher LSD, $p < 0,05$).

Different letters in the columns indicate significant differences between treatments for each vine cultivar (LSD Fisher Test, $p < 0,05$).

Los resultados de los análisis de las bayas de uva con relación a los polifenoles presentes en ella se muestran en la Tabla 3. En esta Tabla no se observan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, con excepción de las antocianinas en el caso de la cv. Torrontés Riojano. Según Vila et al. (2009) las antocianinas son pigmentos rojos que forman parte del grupo de los flavonoides (junto con los flavonoles, que son pigmentos amarillos y las flavonas), presentes en la piel de las bayas y son responsables de aportar sabor y olor a los vinos. Normalmente, la importancia de estos compuestos fenólicos está asociada a la técnica utilizada para elaborar los vinos blancos y tintos. Así, los vinos tintos se maceran con la piel, principalmente porque los polifenoles se transfieren al vino (Kountoudakis et al., 2009). Sin embargo, los vinos blancos son

sometidos, en la mayoría de los casos, únicamente al proceso de fermentación (Corporación Vitivinícola Argentina, 2017). Con todo, el vino Torrontés Riojano en el Valle de Antinaco - Los Colorados, se elabora mediante la técnica de maceración prefermentativa en frío con el fin de favorecer la extracción de compuestos polifenólicos de los hollejos. Lo anterior revela la importancia de los resultados del contenido de antocianos en los hollejos de las uvas Torrontés Riojano expuestos en la Tabla 3.

El mayor contenido de antocianinas en las bayas de Torrontés Riojano no concuerda con la investigación de Steduto et al. (2014) en las variedades Chasselas, Silvaner, Sauvignon Blanc y Riesling. En el caso de los polifenoles totales, no existen estudios similares para el cultivar Torrontés Riojano, sin embargo, Ferreyra et al. (2003) realizaron investigaciones con una variedad de uva cv Chardonnay e IDC donde obtuvieron resultados similares a los aquí observados.

La falta de cambios en las uvas Malbec al tratarlas con déficit hídrico, Tabla 3, también se ha observado en investigaciones con otras variedades de uvas tintas. En un estudio de Gastaminza Amodeo y Lizama Abad (2013), en el caso de las antocianinas, las vides no mostraron diferencias significativas hasta alcanzar un alto nivel de aporte hídrico. Por el contrario, la investigación de Deis et al. (2010) el uso de IDC en la maduración de uvas tintas provocó un aumento en el contenido de antocianinas.

Se analizó el efecto del IDC sobre mosto de uva de los dos cultivares estudiados. Se realizó una evaluación y comparación entre los tratamientos de mostos conservados en frío y en la Tabla 4 se presentan estos datos. Solo la acidez total del mosto de uva Malbec presentó una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el control y el tratamiento, siendo el ultimo el de valores inferiores. Los demás parámetros no fueron afectados por los tratamientos, no mostrando diferencias estadísticas significativas por causa de la IDC.

Tabla 4. Parámetros Químicos en Mosto de Uva cv. Malbec y Torrontés Riojano. Chilecito, LR, Argentina (2019).

Table 4. Chemical Parameters in Grape Must cv. Malbec and Torrontés Riojano. Chilecito, LR, Argentina (2019).

Variedad	Tratamiento	pH en mosto	Densidad Mosto	Sólidos Solubles	Polifenoles Totales en mosto	Acidez Total
Malbec	Sin IDC	3,89 A	1,08 A	19,66 A	6,71 A	2,79 A
Malbec	Con IDC	3,83 A	1,07 A	17,06 A	6,23 A	2,32 B
Torrontés Riojano	Sin IDC	3,83 A	1,08 A	17,43 A	4,81 A	2,24 A
Torrontés Riojano	Con IDC	3,7 A	1,07 A	15,97 A	4,44 A	1,89 A

Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada cultivar de vid (Prueba de Fisher LSD, $p < 0,05$).

Different letters in the columns indicate significant differences between treatments for each vine cultivar (LSD Fisher Test, $p < 0,05$).

La acidez total es la suma de todas las formas libres de ácido presentes en la uva, mosto o vino, y reaccionan dependiendo de las condiciones ambientales, variedad de uva y cantidad de riego (Blouin y Guimberteau, 2002), y aquí es la única variable que respondió a déficit hídrico significativamente ($p < 0,05$) en la cv Malbec.

Los resultados obtenidos en la cv. Torrontés Riojano, se puede comparar con los resultados de la investigación de Ferreyra et al. (2003) donde el IDC no produjo variaciones en los parámetros de las uvas blancas, mostrando un comportamiento similar a los datos del Cuadro 4. En el caso de las uvas Malbec, el investigador Rojas Palacios (2002), realizando sus estudios con el cv. Cabernet Sauvignon procedente de uvas tintas, al reducir en un 50 % el volumen de riego tras el inicio de la maduración mostró un comportamiento opuesto al del Malbec en acidez total.

Para Steduto et al. (2014) los compuestos fenólicos se consideran menos deseables en las uvas blancas porque los atributos sensoriales, como la astringencia o el amargor asociados con los fenoles flavonoides y los fenoles no flavonoides, son incompatibles con el tipo actual de vino blanco

popular entre los clientes. En la misma línea de análisis, algunos investigadores como Romano (2013) y Fanzone et al. (2019) consideran que para los vinos elaborados a partir de uvas blancas no existe un sistema analítico que permita la diferenciación a través del perfil de antocianinas, debido a que en los vinos tintos este perfil proviene del color, el cual no suele evaluarse en los vinos blancos. Aun así, se destaca que los compuestos flavonoides en el vino [...] aumentan en función del estrujado de la uva, la temperatura y el tiempo de contacto con los hollejos o piel y que, en los vinos blancos, los compuestos flavonoides representan el 25 % de polifenoles totales (Chávez Rabanal, 2019).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El IDC mostró mayores efectos sobre los parámetros de rendimiento de la vid que los análisis sobre compuestos enológicos. En Malbec mostraron diferencias estadísticas significativas sólo en el peso y número de bayas en los racimos. En las uvas Torrontés Riojano estas diferencias fueron en kilos por planta, peso y número de bayas en los racimos.

En la evaluación de los parámetros morfométricos de las bayas de uva, los resultados son más homogéneos, con excepciones puntuales. Independientemente de la variedad de uva, todos los parámetros medidos en las bayas se vieron afectados por el déficit hídrico y mostraron diferencias significativas entre los dos tratamientos. Sólo la proporción piel: pulpa del Torrontés Riojano no presentó diferencias entre el tratamiento y el control.

En los análisis de antocianinas y polifenoles totales en piel, el riego deficiente generó diferencias estadísticamente significativas en las antocianinas de las bayas de Torrontés Riojano. Finalmente, en los parámetros químicos medidos en el mosto (pH, densidad, sólidos solubles, polifenoles totales y acidez total) el único que difirió según los tratamientos fue la acidez total del mosto de uva Malbec.

La literatura disponible presenta resultados que generalmente concuerdan con nuestros resultados. Sin embargo, debe destacarse el alto valor de los antocianos totales en la piel de las bayas de Torrontés Riojano sometido a la IDC. Su importancia se debe a que la producción de vinos blancos en el Valle de Antinaco - Los Colorados, utiliza la técnica de la pre maceración en frío para transferir los compuestos fenólicos al vino. Especialmente, porque llamativo color amarillo dorado, en además del intenso aroma frutal son características diferenciadoras del vino producido en La Rioja.

Finalmente, se demostró que el riego deficitario controlado no afectó en gran medida los parámetros enológicos de la uva en general (excepto los ya mencionados) lo que permite concluir que el ahorro de agua puede representar buenos resultados al no producir caídas en la calidad enológica de la uva. Sin embargo, sus efectos sobre el rendimiento productivo de la uva mostraron un comportamiento dispar y variado dependiendo de la variedad y parámetro considerado. Esto deja abierta la posibilidad de alterar los experimentos y variar los niveles de suministro de agua en otras etapas fenológicas o combinarlos con otras labores culturales. El objetivo es aligerar las mermas en los kilos cosechados de uva y al mismo tiempo que se asegura su calidad enológica. En este mismo sentido, el experimento deja abierta la posibilidad de vincular también los efectos de la reducción de los niveles de suministro de agua a los viñedos con la dependencia del sistema energético y las condiciones ambientales. Pero también deben introducir a la discusión el impacto que tiene en la renta de los productores de vid una caída en los niveles de cosecha.

En resumen, la discusión de los resultados del riego deficitario abre aristas productivas, ambientales y económicas que todavía no son discutidas ampliamente en el sector vitícola riojano y que precisan de mayores resultados y experimentación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo de la Coordinación de Mejoramiento de Personal Educación Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamiento 001 y por la Universidad Nacional de Chilecito – Argentina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blouin, J. y Guimberteau, G. (2002). *Maduración y madurez de la uva*. (J. Vidal Ragoût, Trad.). Mundi-Prensa.
- Bravo, G., Arzeno, J., Corvalan, E., Menendez Sevillano, M., Ferreyra, M., Piccolo, M. y Pais, A. (2008). *Ecorregión Norandina*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Salta: INTA. <https://inta.gob.ar/documentos/ecorregion-norandina>
- Catania, C. y Avagnina, S. (2007). Malbec. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Mendoza.
- Chávez Rabanal, J. E. (2019). Los compuestos fenólicos de las uvas de vinificación (*Vitis vinifera* L.) y su efecto en la calidad de los vinos. *Revista Científica Caxamarca*, 18(1-2), 107-118. <http://190.116.36.87/index.php/Caxamarca/index>
- Corporación Vitivinícola Argentina. (2017). OIV. observatoriova.com <https://observatoriova.com/wp-content/uploads/2017/05/36-Preguntas.pdf>
- Daye, S., Perez Peña, J., Prieto, J., Galat, E. y Pulitti, F. (2012). Evaluación de la sostenibilidad del riego deficitario controlado y manejo de la carga en vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Malbec. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Luján de Cuyo, Luján de Cuyo (Argentina). <https://www.ina.gob.ar/cra/riego/tertirriego/pdf/DAYERS.pdf>
- Deis, L., Cavagnaro, J. B., Silva, M. F., Talaguirre, M. y López, R. (2010). Efecto del estrés hídrico y aplicaciones de ABA sobre la concentración de compuestos polifenólicos en uvas y vinos (*Vitis vinifera* L. cv Cabernet-Sauvignon). Disertación, Facultad de Ciencias Agrarias. UNCUIYO - CONICET, Mendoza. <https://www.ina.gob.ar/legacy/pdf/CRA-VFERTI/CRA-RYD-9-Deis.pdf>
- Fanzone Sanchez, M. L. (2012). Caracterización de la composición fenólica de uvas y vinos de la variedad Malbec (*Vitis vinifera* L.): su relación con el origen geográfico, factores vinícolas y valor comercial [Tese de Doctorado]. Universitat Rovira I Virgili, Tarragona.
- Fanzone, M., Griguol, R., Mastropietro, M., Sari, S., Pérez, D., Catania, A. y Salafia, A. (2019). Perfil químico y sensorial de vinos Torrontés riojano provenientes de distintas zonas geográficas de Argentina. *ICU Investigación, Ciencia y Universidad*, 3(4), 22-29.
- Ferreyra, R., Sellés, G., Ruiz, R. y Sellés, I. (07 de 2003). Efecto del estrés hídrico aplicado en distintos periodos de desarrollo de la vid cv. Chardonnay en la producción y calidad del vino. *Agricultura Técnica*, 3(63), 277-286. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000300007>
- Gareis, M. C. y Miguel, R. E. (10 de 05 de 2019). Análisis del consumo eléctrico en el Valle Antinaco-Los Colorados. Relevancia del sector agrícola. (U. N. Dr. Martín Ignacio Maldonado, Ed.). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 30(58), 182-204. <https://doi.org/https://doi.org/10.33255/3058>
- Gastaminza Amodeo, J. y Lizama Abad, V. (2013). Composición química de hollejos y pepitas de uvas cabernet sauvignon en relación a diferentes niveles de riego. Caracterización del grado medio de polimerización de proantocianidinas utilizando cromatografía líquida de alta presión. Universitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. <http://hdl.handle.net/10251/28126>
- Griguol, R. y Ontivero, J. (2015). Torrontés Riojano: insignia argentina en vinos blancos. VII Jornadas de Investigación UMaza 2015 - I Jornadas Internacionales de Investigación, Ciencia y Universidad. Mendoza: Universidad de Mendoza. <http://www.umaza.edu.ar/archivos/files/Jornadas%20de%20investigacion%20N7%202015%20%282%29.pdf>
- Kountoudakis, N., Canals, R., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J. M. y Zamora, F. (2009). Maceración prefermentativa en frío. Aspectos tecnológicos en la elaboración de vinos de crianza. (S. Rubes Ed.) *ACENOLOGIA Revista de Enología*, 105. http://www.acenologia.com/cienciaytecnologia/maceracon-prefermentativa_frio_cien0509.htm
- Lissarrague García-Gutiérrez, J. R. (2012). Consecuencias del déficit hídrico en viñedos de zonas cálidas y estrategias de riego en función de los objetivos de la producción de uva. III Jornadas de Riego y Nutrición: vid y olivar. Valde Sequera: Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden. https://oa.upm.es/20984/1/INVE_MEM_2012_130880.pdf
- Martínez Cutillas, A., Romero Azorín, P. y Fernández Fernández, J. I. (2007). Técnicas de riego deficitario en el cultivo de la vid. *Vida Rural*, (244), 68-64. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/152885>
- Organización Internacional de la Viña y el Vino. (2000). OIV Métodos de Análisis. <https://www.oiv.int/es/normas-y-documentos-tecnicos/metodos-de-analisis>

Carrizo, A. R., de la Vega, E. D. y Guimarães, M. F.

- Rojas Palacios, C. J. (2002). Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica post-pinta sobre la calidad de mostos y vinos en *Vitis Vinifera* cv. Cabernet Sauvignon [Tesis de Maestría] Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Universidad de Talca, Talca, Chile.
- Romano, R. S. (2013). Clasificación y predicción del origen varietal y de Terroir de vinos blancos monovarietales argentinos mediante el análisis del perfil aromático por cromatografía gaseosa. Relación con la flora autóctona [Tesis de Doctorado] Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/posgraafa/index/assoc/HWA_1335.dir/1335.PDF
- Romero, P., Fernández-Fernández, J., Martínez-Cutillas, A., Gil-Muñoz, R., García-García, J. y Botía, P. (2015). El secado parcial de raíces (PRD) mejora la calidad y rentabilidad de la uva y el vino monastrell comparado con un riego deficitario controlado (RDC) en el sureste español. *Enovicultura*, 33, 2-16. <https://quatrecbn.es/enovicultura-no33>
- Santa Olalla Mañas, F., López Fuster, P. y Calera Blemonte, A. (2005). *Agua y Agronomía*. Mundi-Prensa.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E. y Raes, D. (2014). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). www.fao.org
- Vila, H. F., Paladino, S. C., Nazralla, J. J. y Lucero, C. C. (2010). *Manual de calidad de uva. Guía práctica para conocer y evaluar la calidad de uva para vino*. (1° ed.). (C. R.-S. Juan Ed.). Ediciones INTA. www.inta.gov.ar/region/mesa/index.html
- Vila, H., Paladino, S., Nazralla, J. y Lucero, C. (2009). *Manual de Técnicas Analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva*. Ediciones INTA. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20_500.12123/6665
- Villalobos Martín, F. y Ferreres Castiel, E. (2017). *Fitotecnía. Principios de agronomía para una agricultura sostenible*. (J. Hernández Húbeda Ed.). Mundi-Prensa.
- Villalobos, F., Maters, L., Orgáz, F. y Ferreos, E. (2009). *Fitotecnía. Bases y tecnologías de la producción agrícola*. (2° ed.). Mundi-Prensa.