

## Capítulo 8

# Respuesta de los portainjertos a los volúmenes de agua aplicada

### **Giovanni Lobos L.**

Ingeniero Agrónomo M.Sc.  
globos@inia.cl

### **Jaime Otárola A.**

Ingeniero Agrónomo M.Sc.

En este capítulo se detallan los volúmenes de agua aplicada a los portainjertos de nogales en cada uno de los huertos, capacidad que depende de la temporada, demanda ambiental y oferta hídrica, donde todos los portainjertos recibieron el mismo aporte hídrico según la localidad.

Los requerimientos hídricos de los nogales dependen de las condiciones medioambientales de la zona donde se ubican los huertos. Una de las formas para estimar las necesidades hídricas de este cultivo ( $ET_c$ ), es la ecuación descrita por Allen *et al.* (1998), donde se utiliza el desarrollo de la planta a través del coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) y la evapotranspiración potencial ( $ET_0$ ) obtenida a través de una estación meteorológica. El uso del  $ET_c$  permite ser guía para definir cuánta agua reponer, y qué se corrige a través del monitoreo de humedad de suelo y las mediciones del potencial hídrico, a través de bomba Scholander.

De acuerdo a Ferreyra y Sellés (2013), un huerto de nogal ubicado en la zona central de Chile, requiere entre 6.562 m<sup>3</sup>/ha (zonas bajas de los valles) a 11.406 m<sup>3</sup>/ha (zonas interiores de los valles) en la temporada, siendo menor el requerimiento en aquellos huertos ubicados en las zonas bajas de los valles, como Melipilla, María Pinto y La Estrella, mientras que aquellos ubicados en zonas interiores como Pirque, registran un requerimiento mayor, con valores similares para los valles de la Región de Coquimbo.

Los portainjertos fueron establecidos en el año 2017, y los aportes hídricos aplicados fueron de acuerdo al tamaño de la planta, condición ambiental y de suelo; volúmenes que se detallan a continuación.

## Volúmenes de agua aplicada por temporada

En el **Cuadro 1** aparecen las tasas de riego aplicadas a los huertos de Rengo y Ovalle entre las temporadas 2018/2019 a 2022/2023.

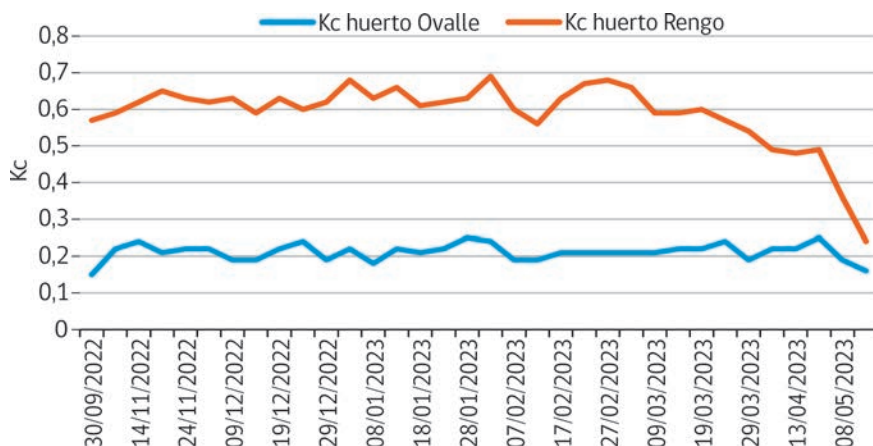
De acuerdo a los datos del **Cuadro 1**, se aprecia que las tasas de riego son diferentes en cada predio, donde las dos primeras temporadas (2018/2019 - 2019/2020), los volúmenes responden acorde al tamaño de la planta, para el caso de Rengo y Ovalle, pero a partir de la temporada 2020/2021 a 2022/2023 en el huerto de Ovalle, lo aplicado responde a la oferta hídrica disponible, que equivale a un 30 % menos de la demanda ambiental. Mientras que en Rengo, los volúmenes

**Cuadro 1.** Volúmenes de agua aplicada ( $m^3/ha$ ), de acuerdo a la temporada, en los huertos de Rengo y Ovalle.

Temporada	Rengo	Ovalle
	$m^3/ha$	
2018-2019	2.100	1.560
2019-2020	3.281	2.130
2020-2021	6.589	1.960
2021-2022	9.684	2.132
2022-2023	9.524	3.315

de agua aplicado responden a las condiciones ambientales ( $ET_c$ ) y de suelo, montos que en la última temporada fue de 65 % más que en Ovalle.

Cabe destacar que el tamaño de las plantas en ambos huertos es diferente, presentando valores promedios de 60 % de interceptación PAR las plantas de Rengo, mientras que la de Ovalle, un promedio de 40 %, se detalla en el **Capítulo 7**. La diferencia en el crecimiento entre plantas de Rengo y Ovalle se aprecia en la **Figura 1**, donde el desarrollo de la planta de acuerdo al coeficiente de cultivo, determinado a través del índice de vegetación normalizado NDVI, obtenido de la plataforma agrícola satelital Agrisat, lo describe Balbontín *et al.* (2016). Los valores de  $K_c$  utilizados corresponden al promedio del huerto, variedad y no portainjerto, ya que por diseño estadístico y el tamaño de la repetición, impide obtener imágenes por portainjerto, debido a que el tamaño del pixel es de 30 x 30 metros.

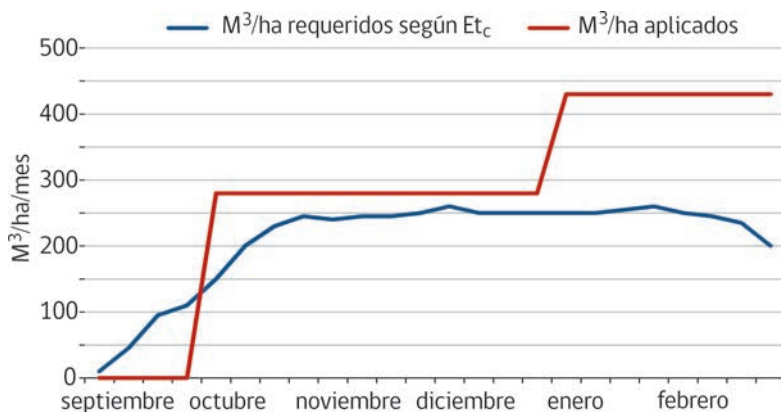


**Figura 1.** Curvas del coeficiente del cultivo (Kc) para la variedad Serr en los huertos de Rengo y Ovalle, para la temporada 2022/2023 a través de la plataforma Agrisat.

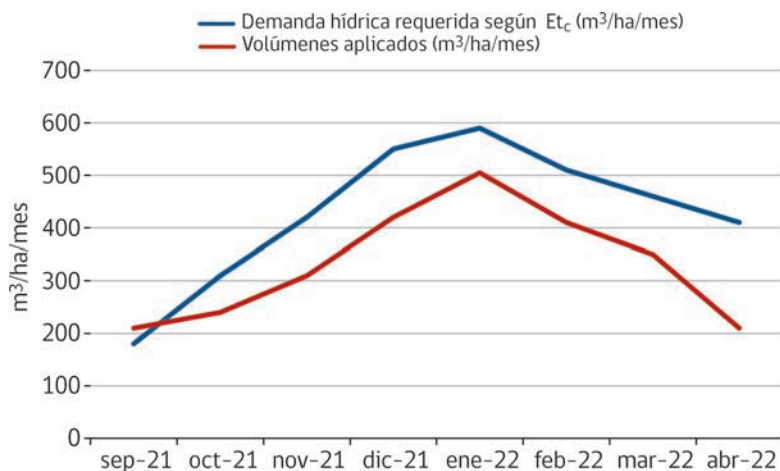
En la **Figura 1**, la diferencia de crecimiento de las plantas en Rengo y Ovalle es amplia, las plantas de Ovalle presentan un promedio de Kc de 0,2 llegando a pick de crecimiento de 0,24, mientras que el promedio de las plantas de Rengo, para la variedad Serr, fue de 0,58 con un pick de 0,69 Kc.

En 2021/2022, en el huerto de Rengo, se realizó una corrección de los volúmenes aplicados, donde los aportes determinados a través de la  $ET_c$  no permitieron suplir la demanda hídrica de la planta, condición que fue ratificada con los valores de potencial hídrico superior a  $-1,0$  Mpa. De acuerdo a lo descrito por Faltón *et al.* (2014), las plantas de nogal se encuentran en un grado moderado de estrés hídrico, por lo que se decidió aumentar el tiempo de riego a partir del mes de enero, aumento que permitió mejorar el estado de las plantas, presentando valores de potenciales hídricos ( $< -0,9$  Mpa). El agua aplicada en Rengo en la temporada 2021/2022 (**Figura 2**), en el periodo septiembre/febrero, suma  $6.800$   $m^3/ha$ , versus la curva del agua requerida por la planta que, de acuerdo a la  $ET_c$ , en el mismo periodo fue de  $5.020$   $m^3/ha$ .

Para el caso del huerto de Ovalle la situación es diferente, desde el establecimiento del huerto, la oferta hídrica fue menor a lo requerido, producto de la disponibilidad de agua de riego. En la **Figura 3** se presenta la comparación entre la oferta y demanda para la temporada 2021/2022, donde el requerimiento hídrico fue de  $3.430$   $m^3/ha$ , mientras que el agua que se aplicó de acuerdo a oferta hídrica fue de  $2.655$   $m^3/ha$ , siendo solo un 77 % de lo demandado de acuerdo a  $ET_c$ .



**Figura 2.** Curvas de las tasas de riego aplicado al huerto de Rengo, *versus* lo requerido según demanda hídrica  $E_t_c$ , temporada 2021/2022.

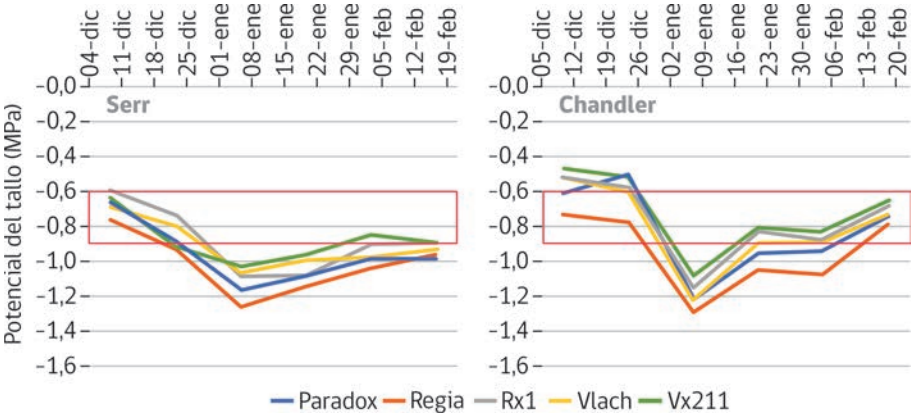


**Figura 3.** Volúmenes de agua aplicada *versus* lo requerido por el huerto de nogales de Talhuén, Ovalle. Temporada 2021/2022.

## Potencial hídrico xilemático

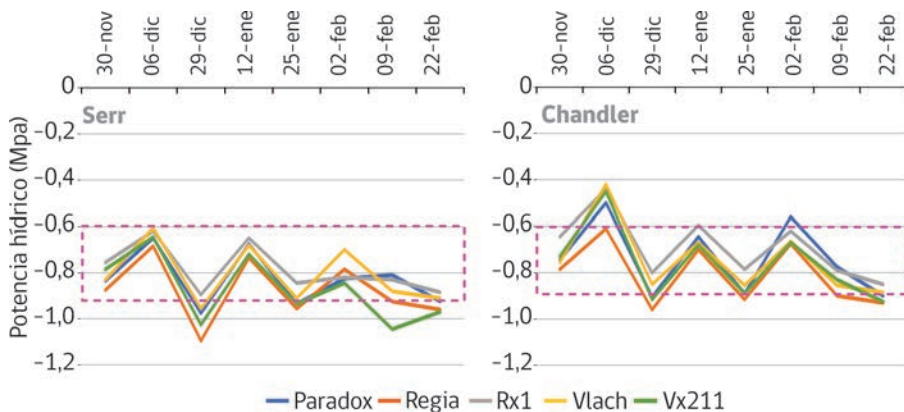
Una de las metodologías utilizadas para definir el estado hídrico de las plantas, es a través de las mediciones de potencial hídrico xilemático, tal como lo describe Fulton *et al.* (2014), metodología utilizada en ambos huertos de nogales, para comparar los volúmenes de agua aplicados y ver si existen comportamientos diferentes entre portainjertos.

En el caso del huerto de Rengo, a pesar de que el requerimiento hídrico fue menor, respecto de lo aplicado, la condición hídrica de las plantas indica que al monitorear a través de potencial hídrico xilemático (**Figura 4**), la variedad Serr y Chandler se encuentran bajo un alto estrés hídrico, hasta 1,4 MPa, de acuerdo a lo descrito por Fulton *et al.* (2014), siendo el portainjerto *J. regia*, el que registra mayor condición de estrés, por lo que se decide aumentar las tasas de riego de 280 a 430 m<sup>3</sup>/ha/semana, lo que permite que la planta presente potenciales hídricos cercanos a lo óptimo (-0,6 a -0,9 MPa). Esta mayor demanda por parte de las plantas de Rengo, se debe principalmente a la condición de presentar un suelo más liviano (**Capítulo 5**), la capacidad de retención es menor, por lo que amerita una mayor dotación y frecuencia de riego para evitar someter a las plantas a estrés hídrico.



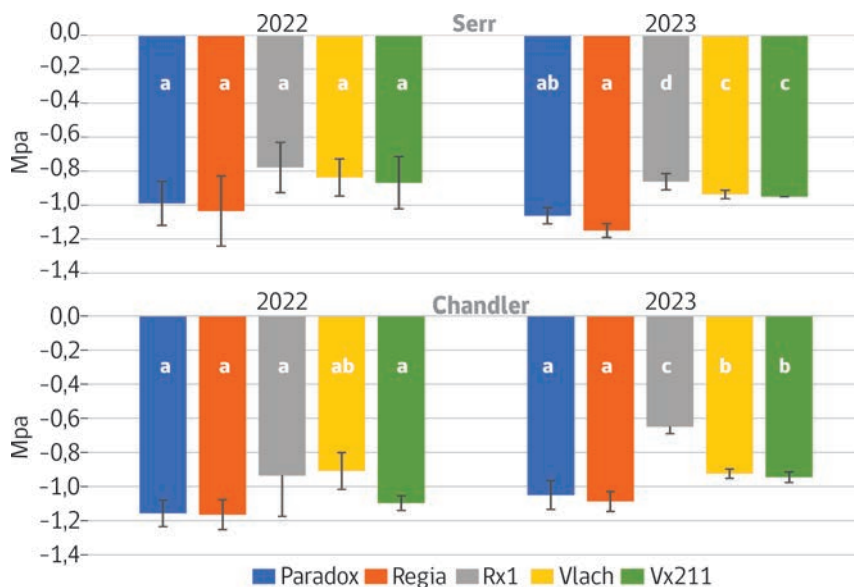
**Figura 4.** Potenciales hídricos xilemáticos presentados por la variedad Serr y Chandler en el huerto de Rengo, temporada 2021/2022.

A pesar de que la tasa de riego aplicada en Ovalle fue 23 % menor a lo requerido por el huerto, las mediciones de potencial hídrico xilemático (**Figura 5**), tanto en Serr como en Chandler, se mantuvieron cercano a una condición óptima de acuerdo a lo descrito por Fulton *et al.* (2014). Solo en la variedad Serr las mediciones realizadas el 29 de diciembre estuvieron con un alto estrés hídrico, es decir, mayor a -1,0 MPa. El suelo en Ovalle es franco arcilloso, lo que permite tener una capacidad mayor de retención hídrica, sumado a la influencia marina que tiene el predio por estar a 40 km en línea recta de la costa, esto favorece que las plantas no estén sometidas a un nivel de estrés hídrico mayor, tal como lo reporta K. Jarvis-Shean *et al.* (2023a), donde indica que los portainjertos clonales en condiciones edafoclimáticas tienen diferentes comportamientos, como se registra en Rengo y Ovalle.



**Figura 5.** Potenciales hídricos presentados por Serr y Chandler en el huerto de Talhuén, Ovalle, en la temporada 2021/2022.

Respecto de las mediciones realizadas en la temporada 2022/2023 en el huerto de Ovalle (**Figura 6**), se puede indicar que las plantas establecidas sobre el portainjerto RX1 en ambas variedades se encuentran en un mejor confort hídrico, de acuerdo a lo descrito por Fulton *et al.* (2014) y coincide con lo reportado por



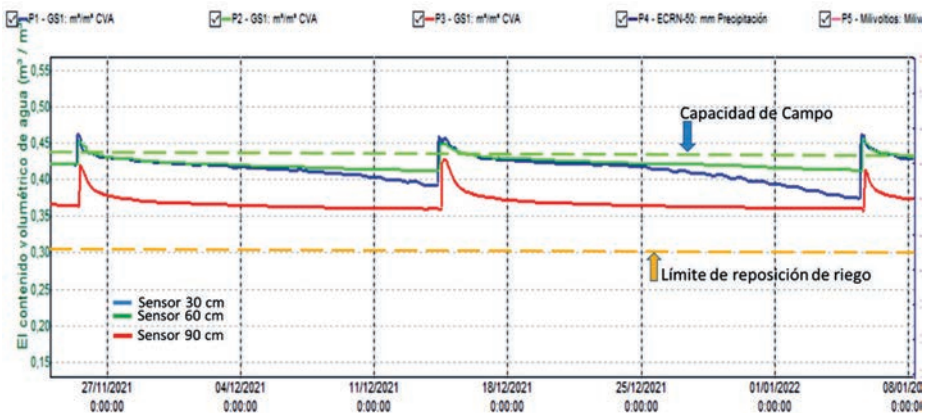
**Figura 6.** Mediciones de potencial hídrico xilemático realizados a las variedades Serr y Chandler, de acuerdo a cada portainjerto durante la temporada 2022/2023 en el huerto de Talhuén, Ovalle.

Knipfer *et al.* (2020a), siendo *Juglans regia* el portainjerto que presenta los potenciales hídricos más negativos, indicando un nivel de estrés mayor al momento de la medición bajo el mismo régimen hídrico.

## Humedad de suelo

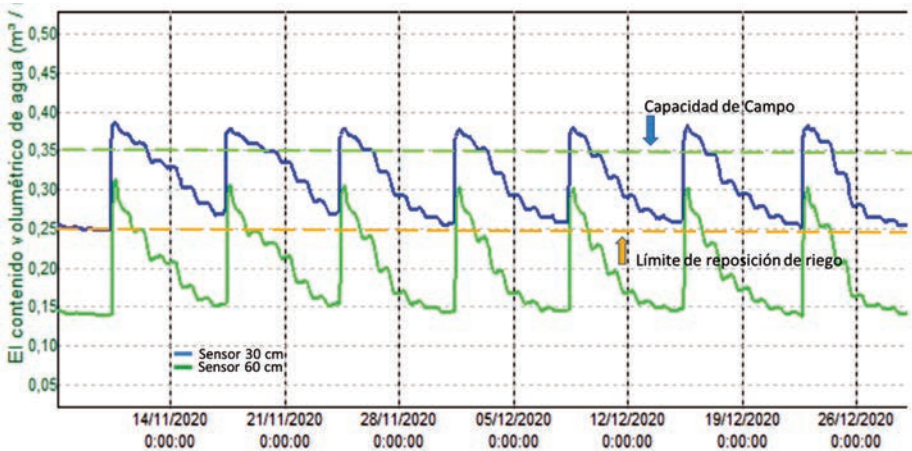
La textura franco arcillosa que presenta el suelo del huerto de Talhuén, Ovalle, permite una mayor retención de humedad a nivel de suelo en las plantas, logrando que el agua esté disponible por más tiempo entre riego, a pesar de los menores volúmenes de agua aplicada, debido a la baja oferta hídrica del huerto, lo que genera que los niveles de potenciales hídricos xilemáticos presentados por los portainjertos clonales, sean menos negativos.

Como se aprecia en la **Figura 7**, la capacidad de campo del suelo arcilloso del huerto de Talhuén es de 44 %, mientras que la zona límite para reponer el riego es de 30 %, condición que permite generar una frecuencia de riego más amplia, sin someter a estrés hídrico a la planta. Esto se valida con los valores de potenciales hídricos presentado por los portainjertos.



**Figura 7.** Curvas de humedad de suelo del huerto de Talhuén, Ovalle, entre el 25 de noviembre y 5 de enero de 2022.

Para el caso del huerto de Rengo, donde el suelo es más liviano, la frecuencia de riego debe ser mayor, tal como se aprecia en la **Figura 8**, suelo que presenta una capacidad de campo de 35 %, mientras que el límite de reposición de riego es de 25 %, teniendo una menor amplitud para volver a reponer el agua perdida



**Figura 8.** Curvas de humedad de suelo del huerto de Rengo entre el 14 de noviembre y 26 de diciembre de 2020.

por  $ET_c$ . De acuerdo a los riegos aplicados durante la temporada 2020/2021, la frecuencia de riego ideal es de cinco a seis días, tal como se aprecia en la gráfica, donde la reposición del riego se realiza antes que el sensor de humedad establecido a los 30 cm de profundidad llegue al 25 %. Para evitar que la planta esté sometida a estrés hídrico, la reposición del riego se realiza una vez que se agota el 30 % del valor de capacidad de campo, para evitar que la planta cierre estomas y deje de crecer.

## Literatura citada

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (1998). Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO 56. <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>.
- Balbondín, C., Odi, M., Poblete, R., Garrido, J., Campos, I., & Calera, A. (2016). Uso de herramientas de teledetección y SIG para el manejo del riego en los cultivos. 50 p. Boletín INIA N° 335. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional Intihuasi, La Serena, Chile. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40534.pdf>.



Ferreyra, R. y Sellés, G. 2013. Manual de riego para frutales: uso eficiente del agua de riego y estrategias para enfrentar períodos de escasez. 319 p. Boletín INIA N° 278. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centros Regionales de Investigación La Platina y La Cruz. Santiago, Chile.

Fulton, A., Grant, J., Buchner, R., & Connell, J. (2014). Using the Pressure Chamber for Irrigation Management in Walnut, Almond and Prune. <https://doi.org/10.3733/ucanr.8503>.

Knipfer, T., Reyes, C., Momayyezi, M., Brown, P. Kluepfel, D., & McElrone, A.J. (2020a). A comparative study on physiological responses to drought in walnut genotypes (RX1, Vlach, VX211) commercially available as rootstocks. *Trees*, 34(3), 665–678. <https://doi.org/10.1007/s00468-019-01947-x>