

Capítulo 5

Características edafoclimáticas de las zonas de evaluación de portainjertos

Giovanni Lobos L.

Ingeniero Agrónomo M.Sc.
globos@inia.cl

Jaime Otárola A.

Ingeniero Agrónomo M.Sc.

Características de suelo de Rengo y Ovalle

Los lugares que fueron seleccionados para el establecimiento de los portainjertos de nogal, tienen relación entre sí respecto de las realidades del cultivo en Chile, el primero se estableció en la provincia de Limarí, localidad de Talhuén, Región de Coquimbo ($30^{\circ}34'38.0''S$ / $71^{\circ}14'32.6''W$) (**Figura 1**). El otro se estableció en la zona central, Requínoa, localidad de Rengo, Región del Libertador Bernardo O'Higgins ($34^{\circ}19'14.5''S$ / $70^{\circ}50'16.1''W$), predio administrado por el Centro Regional de Investigación INIA Rayentué (**Figura 2**). Lugares donde las condiciones hídricas y climáticas son favorables para este cultivo.



Figura 1. Imagen satelital predio Ovalle.

Fuente: Google Earth, 2023.



Figura 2. Imagen satelital predio Requínoa.

Fuente: Google Earth, 2017.

A continuación, se describen las condiciones de suelo y clima de cada lugar.

Para determinar las características de los suelos de ambos huertos plantados con nogal, se realizaron dos calicatas con una profundidad de un metro cada una (A y B). De cada calicata se obtuvieron muestras de suelo correspondientes a las estratas E0, E1, E2 y E3. A partir de las muestras obtenidas se analizaron las características físicas y químicas utilizando el método de Sadzawka (1990), y Sadzawka *et al.*, (2006), como también, descripciones específicas de cada una de las estratas en terreno.

En relación con la composición física del suelo, se realizó una descripción en terreno para cada una de las calicatas y sus respectivas estratas. El **Cuadro 1** muestra la descripción de las calicatas ubicadas en la zona de plantación del huerto de Ovalle.

De acuerdo a la descripción, se puede señalar la presencia de un suelo con elevado contenido de arcilla y de estructura principalmente en bloques (**Figura 3**), lo cual dificulta el desarrollo del nogal, puesto que la textura óptima para su desarrollo es franco o franco arenoso con buen drenaje, de manera que se evita la asfixia radicular. Por otro lado, es importante destacar la profundidad del suelo que va entre 80 y 100 cm dependiendo de la calicata,

Cuadro 1. Descripción en terreno de calicatas A y B del huerto de Talhuén, Ovalle.

Estrata	Calicata A			Calicata B		
	E0	E1	E2	E0	E1	E2
Límite (cm)	0-15	15-80	80+	0-22	22-70	50-100
Textura	Franco	Franco arcilloso	Piedras	Materia orgánica	Arcilloso	Franco arcilloso
Estructura:						
Tipo	Granular	Bloques	-	Granular	Bloques	-
Tamaño	-	Grandes	-	-	Grandes	-
Grado	-	Firme	-	-	Firme	-
Color	Pardo	Rojo	Amarillo	Pardo	Pardo	Pardo
Ac. Biológica	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Raíces:						
Tamaño	Finas	Finas	-	Finas	Finas	Finas
Cantidad	Escasas	Escasas	-	Escasas	Medias	Abundantes
Pedregosidad:						
Tamaño	-	-	Grandes	-	-	-
Cantidad	Baja	Baja	Alta	Escasa a nula en todo el perfil.		



Figura 3. Características del suelo del huerto de Ovalle.

lo cual es levemente limitante considerando que la profundidad adecuada para un frutal como el nogal es mayor a 1,2 m. Sin embargo, para el objetivo del proyecto, el suelo es apto para realizar experimentos entre patrones y

Phytophthora del nogal, con especial cuidado al momento de diferenciar efectos debidos a hipoxia versus a aquellos causados por *Phytophthora*. En el **Cuadro 2** se detalla el análisis químico de ambas calicatas.

Cuadro 2. Análisis químico de calicatas A y B. En rojo, valores que se encuentran por sobre el nivel óptimo para el crecimiento del nogal.

Identificación calicata	pH a 25 °C	CE a 25 °C (dS/m)	Sodio (mmol+/L)	Magnesio (mmol+/L)	Sulfato (mmol+/L)	RAS	PSI (%)
	Rango normal	6,5-7,5	1,5-2,5	15,0-20,0	0,51-1,00	10,0-15,0	2,0-4,0
A-E0	8,26	0,47	1,86	0,86	2,65	2,43	3,40
A-E1	8,07	1,35	9,73	1,08	8,30	12,2	15,0
A-E2	7,88	8,04	62,2	11,6	154	15,8	18,6
B-E0	8,39	0,51	1,86	0,95	9,57	1,92	2,70
B-E1	8,15	1,69	8,49	3,59	13,1	4,94	6,67
B-E2	8,47	2,73	24,5	1,23	0,51	25,2	26,7

A modo de resumen y de acuerdo a las condiciones del análisis de suelo del huerto de Ovalle y según los requerimientos edafológicos para el cultivo del nogal establecidos por Fulton (2015), se indica lo siguiente:

- pH: sobrepasa levemente en la mayoría de los casos, el máximo para el rango de crecimiento óptimo del nogal, el cual va desde 6,5 hasta 8.
- CE: los valores entre 1,5-4,8 incrementan el grado de reducción del rendimiento del nogal, llegando a ser severo cuando los valores sobrepasan los 4,8 dS/m.

Según las características del suelo, pueden generar un efecto negativo sobre el crecimiento del árbol, sin embargo, esto ocurre en la estrata dos de cada calicata, es decir, por debajo de los 80 cm de profundidad. Por otro lado y según los resultados obtenidos, el suelo va desde ligeramente salino en la primera estrata (E0), hasta fuertemente salino en la E2 de ambas calicatas.

- RAS: en las estratas E1 y E2 se evidencian altos valores de RAS. Cabe destacar que sobre 10 existe un efecto severo de la reducción del rendimiento del nogal. Las razones de estos valores se deben principalmente al efecto del alto contenido de sodio (Na⁺) y magnesio (Mg⁺) en el suelo, siendo (Na⁺) aquel con mayor riesgo de generar toxicidad a las plantas.

- PSI: como ocurre con los antecedentes anteriores, el porcentaje de sodio intercambiable es mayor en las estratas E1 y E2 de ambas calicatas.

Respecto de las características del suelo del huerto en Rengo, se realizaron cinco calicatas (A, B, C, D, E), todas dentro de la zona designada para la plantación de nogales (**Figura 4**). Sin embargo, dos de ellas (A y B) se seleccionaron para el análisis físico y químico del suelo, debido a que el suelo era bastante homogéneo en tipos de estratas entre calicatas (solamente variaba la profundidad de cada estrata).



Figura 4. Características del suelo del huerto de Rengo, Calicata B.

De cada calicata se obtuvieron muestras de suelo correspondientes a las estratas E0 y E1, en el caso de la calicata A, y de E0, E1 y E2 de la calicata B. A partir de las muestras obtenidas, se analizaron las características físicas y químicas del suelo utilizando el método de Sadzawka (1990) y Sadzawka *et al.* (2006), así como también, se hicieron descripciones específicas de cada una de las calicatas y sus respectivas estratas.

En relación con la composición física del suelo, se realizó una descripción en terreno para cada una de las calicatas y sus respectivas estratas. A continuación, en el **Cuadro 3** se muestra la descripción de las calicatas A y B ubicadas en la zona de plantación, orientadas noroeste y noreste, respectivamente.

De acuerdo a la descripción del **Cuadro 3** y tal como se verifica en la **Figura 5** se puede mencionar que hay presencia de un suelo con contenido adecuado de arena. Este tipo de texturas (arenosas y franco arenosas) suelen ser óptimas para el desarrollo del nogal, considerando también, la presencia de piedras, las cuales otorgan mejor drenaje para evitar la asfixia radicular. Por otro lado, es importante destacar la profundidad del suelo, siendo muy variable entre calicatas, pero óptima en el caso de la calicata A-NO (sobre los 100 cm). Se destaca, además, una mayor presencia de raíces y actividad biológica.

Cuadro 3. Descripción en terreno de calicatas A y B del huerto en Rengo.

Estrata	Calicata A-NO		Calicata B-NE		
	E0	E1	E0	E1	E2
Límite (cm)	0-45	45-130	0-40	40-55	55+
Textura	Franco	Franco arenoso + piedras	Franco arenoso	Franco arenoso + piedras	Piedras
Estructura:					
Tipo	Granular	Granular	Granular	Granular	Granular
Tamaño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño
Grado	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Color	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris
Ac. biológica	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Raíces:					
Tamaño	Grandes y finas	Finas	No hay presencia		
Cantidad	Abundante	Moderado	-	-	-
Pedregosidad:					
Tamaño	Pequeñas	Grandes	-	Grandes	-
Cantidad	Bajo	Alto	-	Media	-
Moteados:					
Tamaño	-	Medio	-	-	-
Cantidad	No hay presencia	Escaso	No hay presencia		



Figura 5. Características del suelo del huerto en Rengo, calicata A.

Características edafoclimáticas de los huertos en Rengo y Ovalle

Las zonas que se seleccionaron para la evaluación del comportamiento de los portainjertos presentan condiciones climáticas diferentes, ya que uno de los objetivos que busca el proyecto es ver la respuesta de los portainjertos bajo diversas condiciones ambientales.

Si se analiza la temperatura de ambos huertos (**Figura 6**) se puede ver que Rengo presenta durante el periodo (2017-2022), temperaturas extremas en mínimas y máximas, siendo en promedio la mínima de 0,2 °C generada en julio, mientras que la temperatura máxima se registró en diciembre con un promedio de 32,6 °C, mientras que el huerto en Ovalle presentó mínimas promedios de 3,3 °C y máximas de 29 °C generadas en enero. A pesar de que el huerto de Ovalle se encuentra en la zona norte, las temperaturas son más bajas que en Rengo, lo que se debe a la influencia marina que recibe el huerto en Ovalle por la cercanía a la costa (30 km). Rengo, al presentar temperaturas extremas, tanto para las máximas como mínimas, genera un comportamiento diferente de las plantas respecto de Ovalle, condición que se detalla más adelante.

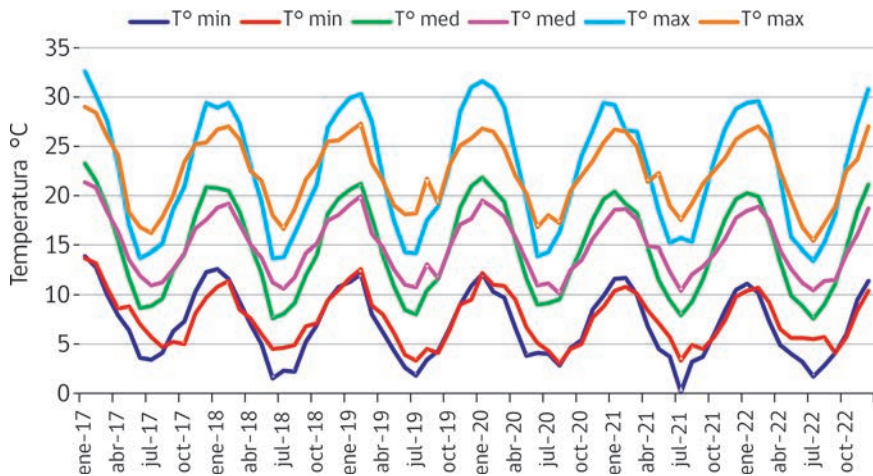


Figura 6. Temperaturas mínimas, medias y máximas, generadas en los huertos de Rengo y Ovalle en el periodo 2017 y 2022.

Bajo el mismo análisis de temperaturas se realizó la comparación de los días grados, parámetro que permite definir el umbral de crecimiento del nogal (Villaseca, 2007), y de acuerdo al rango analizado, el huerto en Rengo presenta la mayor acumulación de días grados (DG°), en las seis temporadas analizadas respecto de Ovalle, condición que se ha traducido en un adelanto de las brotaciones, tanto para la variedad Serr como Chandler, efecto directo en la fenología, la que se analiza en los capítulos siguientes.

Los días grados requeridos por el nogal van entre 1.300 a 1.700 DG°, parámetros que comienzan a contabilizarse desde yema hinchada y madurez de cosecha, condición que se genera primero en la variedad Serr y, posteriormente, en la variedad Chandler. De acuerdo a la **Figura 7** se puede observar que la acumulación de días grados en Rengo va desde 1.600 a 1.980 DG° durante el periodo 2017 a 2023, mientras que en Ovalle se logró una acumulación que va entre 1.400 a 1.840 DG°, rango que se encuentra dentro de lo requerido por el nogal según a lo descrito por Villaseca (2007).

Otra influencia directa de las temperaturas generadas en ambas localidades es la acumulación de horas frías (Base 7°), parámetro climático fundamental para toda especie de hoja caduca como el nogal. Para este cultivo el requerimiento va a depender de la variedad, el que va desde 400 a 1.200 horas frías (Lemus, 2001), siendo de menor requerimiento invernal la variedad Serr con aproximadamente 400

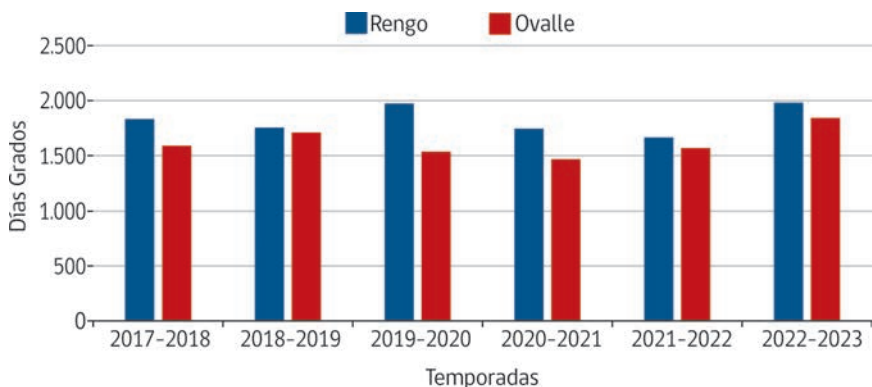


Figura 7. Diferencia de los días grados (DG°) acumulados en cada temporada en los huertos de Rengo y Ovalle en el periodo 2017 y 2023.

HF, mientras que Chandler requiere alrededor de 800 HF (Valenzuela *et al.*, 1992). Rengo, al presentar temperaturas medias de promedios más bajos que Ovalle (**Figura 6**), se traduce en una mayor acumulación de horas frías, tal como se detalla en la **Figura 8**, que las analiza en las cinco temporadas. En Rengo se acumula la mayor cantidad de HF con una diferencia que va desde un 18 a 46 % más, respecto de lo que acumula el huerto de Ovalle, lo que se traduce en una brotación más homogénea, anticipada y que requiere de aplicación de Cianamida hidrogenada para

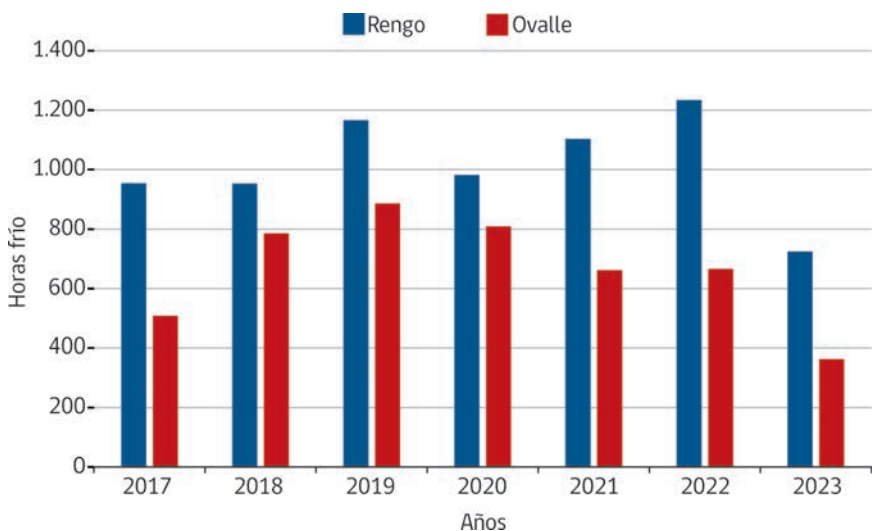


Figura 8. Registro y comparación de horas frías acumuladas en los huertos de Rengo y Ovalle en seis temporadas.

suplir la falta de horas frías, tal como se realiza en el huerto de Ovalle en las tres últimas temporadas. Cabe destacar que en la temporada (2023), es donde se ha acumulado la menor cantidad de frío invernal del periodo analizado, donde Rengo acumuló un total de 725 HF, mientras que en Ovalle la acumulación solo llegó a 363 HF, este último es insuficiente para generar una buena brotación tanto en la variedad Serr y Chandler. Esta baja acumulación generada en la temporada 2023 en ambos huertos, se debe principalmente al efecto del fenómeno del Niño, lo cual genera un alza en las temperaturas medias, impidiendo la acumulación de horas frías (Santibáñez *et al.*, 2017).

La precipitación es otro parámetro que se ha analizado en ambas localidades, ya que define la disponibilidad hídrica de cada zona, siendo mucho menor el caso del huerto de Ovalle (78 mm). De acuerdo a la **Figura 9**, se puede apreciar que al igual que otros parámetros analizados, Rengo presenta una precipitación anual de 232 mm, presentado en promedio en las últimas cinco temporadas, diferencial que se traduce en un 66 % más. La Región de Coquimbo, desde 2011 hasta el 2023, ha estado sometida a un déficit hídrico permanente asociado al cambio climático (Santibáñez, 2017), lo que ha generado que la precipitación anual esté por debajo de un año normal que es de 85 mm, condición que se generó en 2018 (38 mm), 2019 (16 mm), 2020 (63 mm) y 2021 (22 mm), mientras que en los años 2017 y 2022, las precipitaciones de la zona estuvieron por sobre un año normal, condición

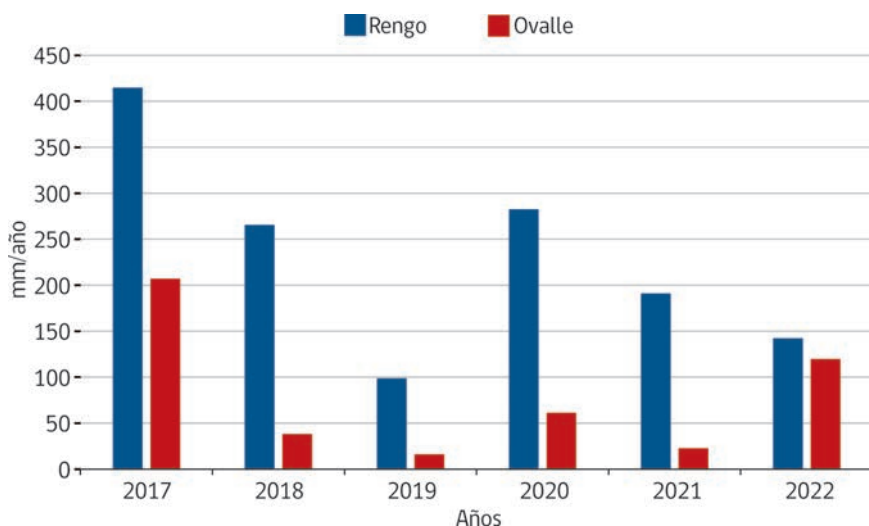


Figura 9. Registro y comparación de la precipitación en los huertos de Rengo y Ovalle en el periodo 2017 y 2022.

que no termina con el déficit de la zona. La baja precipitación de Ovalle repercute directamente en la disponibilidad hídrica de la zona, y obliga a regar el huerto en invierno, para suplir la falta de lluvias y aun así, se genera déficit que se analiza en los capítulos siguientes.

La definición de la demanda hídrica de cualquier cultivo se determina de acuerdo a lo propuesto por FAO 56 (Allen *et al.*, 1998), y se basa en el estado fenológico del huerto (Kc) y en las condiciones ambientales de la zona, como la evapotranspiración potencial (ETo), registro que se observa en cada huerto. A diferencia de las otras variables analizadas en Ovalle, es mayor en las cinco temporadas (1.360 mm/año), mientras que el promedio de Rengo es de 1.034 mm/año. Una mayor ETo genera más demanda hídrica por parte de la planta, y si la disponibilidad es menor, se producen diversos trastornos a nivel de la planta. La mayor ETo es en diciembre para ambos huertos, mes esencial ya que se define el calibre de la nuez y cualquier deficiencia hídrica que se origine en ese periodo, repercutirá en el calibre de la fruta, así como en la producción del huerto (Lobos, 2018).

Al analizar la temporada 2021/2022, en el huerto de Ovalle fue donde se generó la mayor demanda de acuerdo a ETo, con 1.412 mm, mientras que en Rengo se generó en la temporada 2017/2018 con 1.102 mm. En la **Figura 10** se detalla el registro de la ETo de cada temporada y huerto.

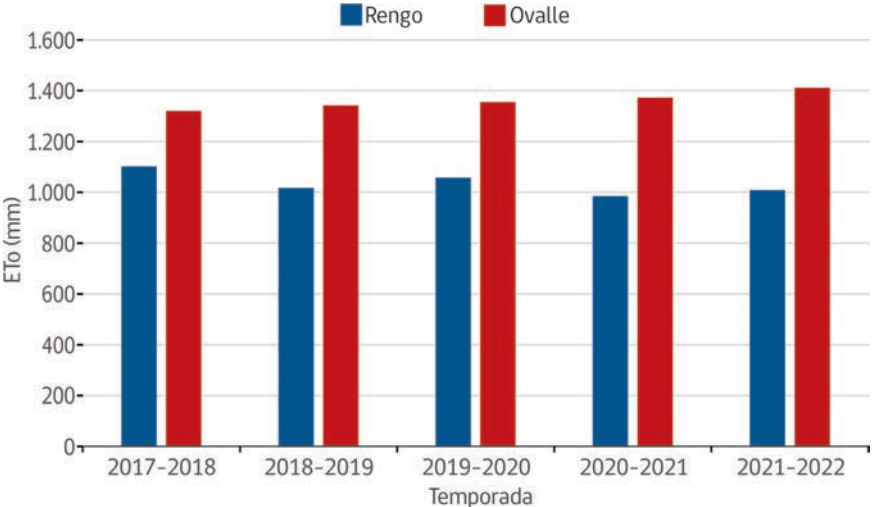


Figura 10. Registro y comparación de la evapotranspiración potencial generada en las localidades de Rengo y Ovalle, en el periodo 2017 a 2022.

Literatura citada

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., y Smith, M. (1998). Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO 56. Retrieved from <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>.
- Sadzawka, A. (1990). Métodos de análisis de suelos [en línea]. Santiago, Chile: Serie La Platina. N° 16. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/35495> (Consultado: 22 agosto 2023).
- Sadzawka, A., Carrasco, M., Grez, R., Mora, M., Flores, H. y Neaman, A. (2006). Métodos de análisis recomendados para los suelos de Chile. Revisión 2006 [en línea]. Santiago, Chile: Serie Actas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 34. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/8541> (Consultado: 22 agosto 2023).
- Santibáñez, F. (2017). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. 2º Sección "Reflexiones y Desafíos al 2030: Perspectiva de Especialistas Externos AGRICULTURA CHILENA Reflexiones y Desafíos al 2030". Retrieved from website: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/cambioClim12parte.pdf>.
- Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca, C., & González, P. (2017). Atlas Tomo 2. www.agrimed.cl. <http://www.agrimed.cl/atlas/tomo2.html>.
- Valenzuela, J., Espinoza, J. y Parra, A. 1992. Variedades comerciales de nogal. Serie La Platina N° 34, 18 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile.
- Villaseca C., S. (May/Jun-2007). El nogal, una especie exigente en suelo y clima. Tierra Adentro. N° 74, pp 33-35.