

## CAPÍTULO 2



## REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

**Miguel Ellena D., Ing. Agrónomo Dr.**  
**Abel González G., Ing. Agrónomo M.Sc.**  
**Paola Sandoval F., Ing. Agrónomo**

## 2.1 Clima

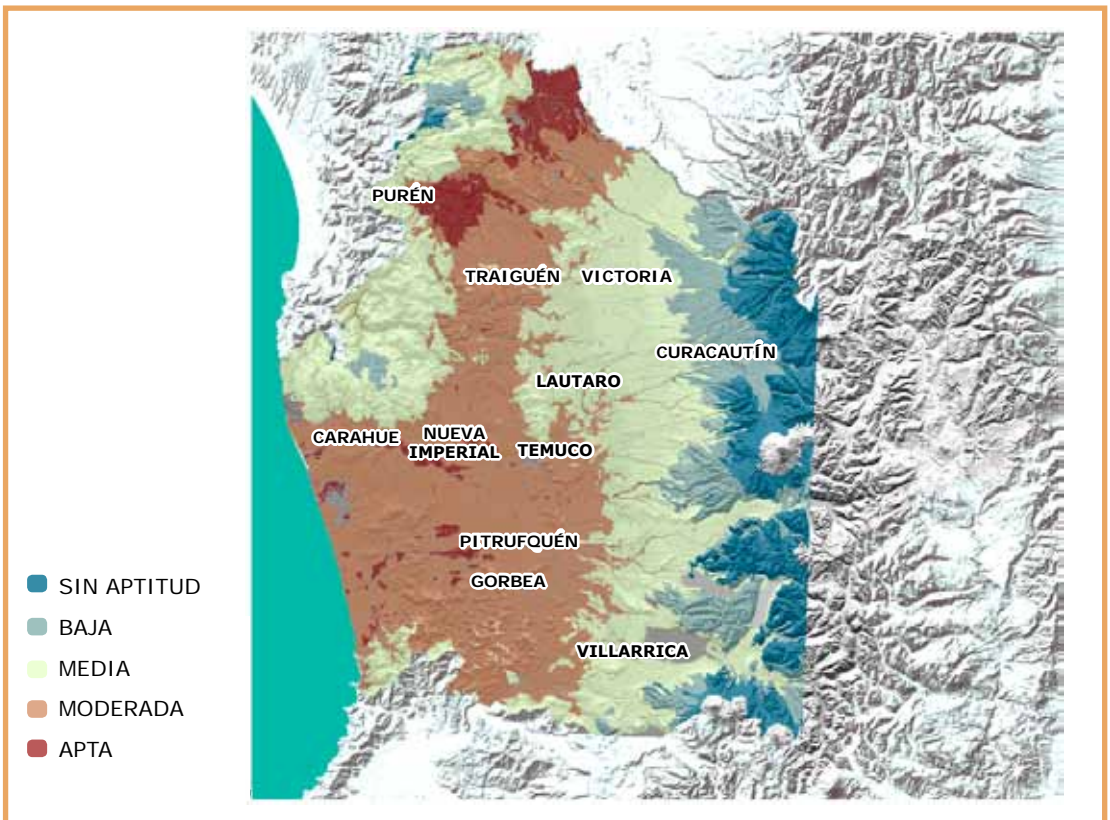
El avellano europeo presenta en general una amplia adaptabilidad a las distintas condiciones climáticas, existiendo no obstante diferencias importantes en las diferentes variedades según su origen. Sin embargo, el ambiente óptimo corresponde a aquellas localidades con temperaturas medias anuales entre 12 y 16°C, en las cuales se cumplen las exigencias en frío de las yemas vegetativas con 700-1.200 horas (inferiores a 7°C), que para yemas mixtas con 700 horas y de yemas que dan origen a los amentos (flores masculinas) con 500 horas, existiendo diferencias entre las distintas variedades. Las temperaturas mínimas invernales no deben ser inferiores a -8°C ya que temperaturas más extremas causan daños a nivel de inflorescencias femeninas, existiendo diferencias de importancia entre los distintos cultivares (Köksal, 2002; Ellena, 2013).

En materiales antiguos presentes en el sur de Chile, introducidos del norte de Europa, se ha observado un mayor grado de resistencia al frío. En relación a los tubos polínicos, éstos se desarrollan incluso a temperaturas cercanas a 0°C. Sin embargo, las temperaturas óptimas para su adecuado desarrollo varían entre 10 y 20°C (Köksal, 2002).

En brotación, una vez que han aparecido 2 a 3 hojas desde las pérulas, el nivel de resistencia es de -1°C, por esto las heladas en primavera pueden causar daños severos en los árboles, particularmente en zonas con mayor ocurrencia de ellas en dicho período y en variedades de brotación temprana. No obstante, existen también diferentes niveles de tolerancia entre las variedades. Las temperaturas adecuadas para el desarrollo de la especie varían entre 22-27°C durante el día y de 16-18°C durante la noche. Las temperaturas altas, particularmente superiores a 35°C, aumentan la transpiración y pueden ocasionar el desecamiento de la lámina foliar (Ellena, 2013; Köksal, 2002).

El avellano europeo puede ser cultivado sin riego en aquellas zonas con pluviometrías de al menos 800 mm anuales, con buena distribución durante el año y con períodos secos inferiores al mes. En este sentido, en gran parte de la zona de cultivo de Chile, especialmente en la zona centro sur y sur, se requiere riego para el desarrollo del cultivo de este frutal y alcanzar elevados rendimientos, sobre los 3.000 kg ha<sup>-1</sup>. Esta especie no tolera las aguas salinas, incluso en zonas costeras con presencia de brisas marinas se han observado daños por sales (Ellena, 2013; Koval, 1972).

Condiciones atmosféricas de brisas suaves y baja humedad ambiental favorecen el transporte del polen desde los cultivares polinizadores a las variedades principales. Las lluvias excesivas en invierno y principios de primavera dificultan la polinización y en otoño la cosecha mecanizada de la fruta. En relación al viento, las brisas ligeras favorecen el movimiento del polen, mientras que vientos fuertes en verano aumentan la transpiración, pueden causar la caída prematura de las avellanas y daños en brotes, particularmente en aquellos no lignificados en pleno crecimiento. Este factor afecta el crecimiento de los avellanos principalmente en sus primeros años al producir doblamiento del eje principal, problemas en la conducción, deformación estructural y muerte de yemas. Adicionalmente, el viento causa un aumento en la demanda hídrica de los árboles. En zonas con ocurrencia frecuente de vientos es recomendable (previo al establecimiento de los huertos) implementar cortinas corta vientos naturales (especies arbóreas) o artificiales (mallas). En el caso de cortinas naturales, se deben privilegiar aquellas especies de rápido crecimiento, que no interfieran con el huerto y que no sean hospederas de plagas potenciales para el avellano (Ellena, 2013).



**Figura 1. Aptitud climática para el avellano europeo, en la Región de La Araucanía.**

Fuente: CIREN, 2016. Zonificación de la aptitud productiva de frutales y berries en la Región de La Araucanía.



Las zonas con aptitud climática para el cultivo del avellano europeo en la Región de La Araucanía se localizan principalmente en la zona norte de la provincia de Malleco y gran parte del valle central de la provincia de Cautín. Estas zonas se caracterizan por presentar un menor riesgo de eventos climáticos adversos (granizo, viento fuerte, helada, lluvia intensa) que pueden afectar estados fenológicos críticos tales como polinización, brotación y cuaja.



**Fotomontaje 2. Estados fenológicos del avellano europeo, cultivar Barcelona.**

Fuente: Plataforma Frutícola INIA Carillanca

Otro factor climático a considerar es la radiación, particularmente en los últimos años por efecto del cambio climático. Un exceso de radiación solar causa lo que se denomina golpe de sol, que puede afectar madera, hojas y frutos, especialmente en localidades con mayor radiación y en variedades más susceptibles. Como manejo preventivo se sugiere el pintado (color blanco) del tronco y ramas principales, en especial en árboles jóvenes que están más expuestos y en variedades menos tolerantes. En algunas localidades y huertos más expuestos también se ha evaluado la aplicación de productos bloqueadores a base de caolinita para proteger el follaje del exceso de radiación y evitar así el daño por golpe de sol. En relación al rendimiento, en general, se ha observado un aumento de éste en la medida que los huertos se ubiquen más al norte, desde la comuna de Collipulli hacia la zona centro sur del país. Ello se debe fundamentalmente

a que en dichas áreas existen menores riesgos climáticos, particularmente mejores condiciones de temperatura durante el proceso de fecundación en esta especie frutal (Ellena, 2013).



**Foto 1. Daño por viento en huerto de avellano europeo, comuna de Nueva Imperial, Región de La Araucanía, Chile.**

Fuente: INIA Carillanca



**Foto 2. Cortina cortavientos de pino Oregón (comuna de Vilcún, Región de La Araucanía) y de eucaliptus (Comuna de Osorno, Región de Los Lagos), Chile.**

Fuente: INIA Carillanca



**Foto 3. Daño por “golpe de sol” en frutos y hojas de avellano, cv. Tonda di Giffoni. Comuna de Nueva Imperial, Región de La Araucanía, Chile.**

Fuente: INIA Carillanca



**Foto 4. Pintado de tronco en huerto joven de avellano europeo, Centro Regional INIA Carillanca.**

Fuente: INIA Carillanca

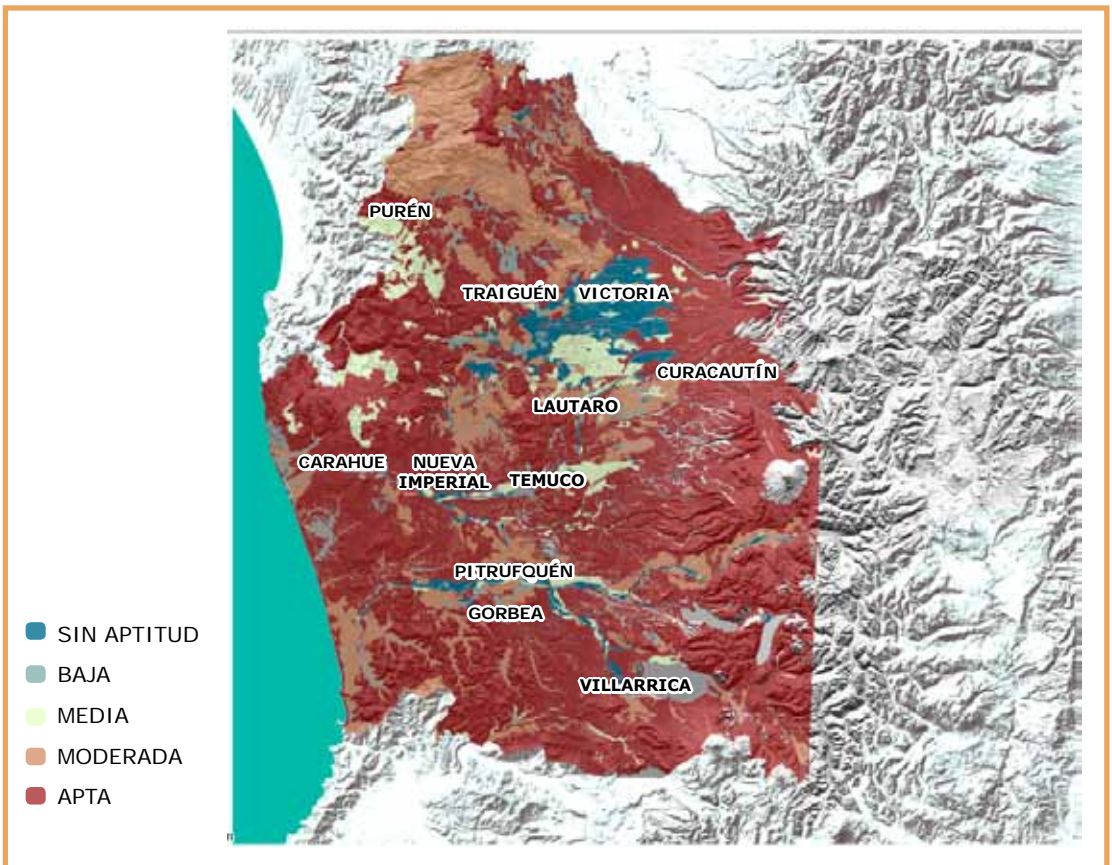
## 2.2. Suelo

Los árboles de avellano europeo crecen y se desarrollan mejor en suelos profundos, fértiles, con buen drenaje y pH entre 6,0 y 7,5. No obstante, en el sur de Chile las plantaciones efectuadas en suelos con pH 5,7-6,0 han mostrado un buen crecimiento, rendimiento y calidad de fruta. Por tanto, el suelo es uno de los factores que más influye en el crecimiento y productividad de esta especie.

Para una rápida amortización de la inversión, en el manejo actual de los huertos, es prioritario desarrollar rápidamente las plantas durante la fase de formación, por ello deben establecerse de preferencia en suelos de textura media, con buena permeabilidad, evitándose aquellos estratificados, con pobre infiltración en algunos horizontes o en el perfil completo. Los suelos con textura muy pesada (suelos arcillosos) o la presencia de una capa impermeable en ellos pueden ocasionar asfixia radicular, por bajos niveles de oxígeno. La permeabilidad muy lenta también condiciona el movimiento del agua en el suelo, influyendo en la disponibilidad de oxígeno a nivel radicular. Esto provoca inicialmente la muerte de raíces más finas, y si las condiciones anaeróbicas persisten, también comienzan a morir las raíces fibrosas o maduras, perjudicando la absorción y traslocación de nutrientes (Köksal, 2002).



La profundidad del suelo también condiciona el desarrollo de los árboles. No obstante, su sistema radicular es relativamente superficial, de crecimiento lateral y de menor exploración en profundidad, respecto a otras especies frutales. Lo anterior, está determinado por el tipo de suelo y la disponibilidad de riego tecnificado. La existencia de capas duras o rocosas a escasa profundidad limitan el desarrollo de raíces y por tanto, a la parte epigea de los árboles de avellano, atrasando el desarrollo de las plantas y la entrada en producción del huerto. En la zona sur de Chile, las plantas de avellano europeo presentan un mejor desarrollo de la parte aérea y radicular en suelos profundos de origen volcánico (p. ej. trumaos) que en aquellos con menor profundidad y compactados (arcillosos, graníticos). En relación a los tipos de suelos considerados en estudios realizados, en la Región de La Araucanía, no se han observado diferencias importantes en el desarrollo de los árboles, productividad y calidad de la fruta (Ellena, 2013; Ellena *et al.*, 2014).



**Figura 3. Aptitud de suelo para el avellano europeo en la Región de La Araucanía.**  
Fuente: CIREN, 2016. Zonificación de la aptitud productiva de frutales y berries en la Región de La Araucanía.

Por lo tanto, suelos con mayor aptitud para el establecimiento del avellano europeo en la Región de La Araucanía son principalmente aquellos profundos y de buen drenaje, ubicados en el valle central de las provincias de Malleco y Cautín y en algunas localidades de la precordillera con suelos trumaos sin limitaciones físicas.



**Foto 5. Sistema radicular de avellano europeo, cv. Barcelona (4 años de edad), bajo riego tecnificado. Comuna de Gorbea, Región de La Araucanía, Chile.**

Fuente: INIA Carillanca



**Foto 6. Diferencias en desarrollo de sistemas radicales de huertos de avellano europeo, cvs. Barcelona (derecha) y Tonda di Giffoni (izquierda), (7 años de edad), suelo rojo arcilloso. Comuna de Nueva Imperial, Región de La Araucanía, Chile.**

Fuente: INIA Carillanca

Como ya fue señalado, es de gran importancia elegir un suelo con buena permeabilidad, que permita una adecuada infiltración de agua a través de su perfil. Para la determinación práctica de la permeabilidad del suelo se recomienda efectuar una calicata de aproximadamente 1 m de profundidad y luego de ocurrida una lluvia de mediana intensidad, observar el comportamiento del agua depositada en el fondo del hoyo de la excavación. Si el agua permanece por varios días apozada, el suelo debería considerarse



no apropiado para la plantación. Alternativamente debería contemplarse el diseño y construcción de una obra de drenaje. El uso de técnicas culturales como araduras profundas (por ejemplo, con arado topo), permite mejorar temporalmente la permeabilidad del suelo, creando un ambiente inicial muy favorable para el desarrollo de los árboles, en particular del sistema radicular en profundidad. Sin embargo, con el transcurso del tiempo las raíces eventualmente pueden presentar problemas en su desarrollo y sobrevivencia, especialmente en aquellas localizadas a mayor profundidad en el perfil del suelo (Ellena *et al.*, 2012; Ellena, 2013).



**Foto 7. Construcción de calicata para determinación práctica de permeabilidad del suelo, comuna de Nueva Imperial, Región de La Araucanía, Chile.**

Fuente: INIA Carillanca

## **2.2.1. Características de los principales suelos cultivados con avellano europeo en el sur de Chile y sus efectos sobre el comportamiento de los árboles.**

### **2.2.1.1 Suelos trumaos**

Estos suelos presentan una mayor superficie con aptitud para el establecimiento de huertos de avellano en la zona sur de Chile. Se caracterizan por tener un desarrollo no muy avanzado, derivado de un material generador formado principalmente de cenizas volcánicas y que presentan una baja cantidad de bases de intercambio en sus horizontes (Mac Donald, 1987). La ceniza volcánica es de tipo andesítico-basáltico (CIREN-CORFO-UACH, 1978). Estas se han depositado sobre diferentes sustratos por medio eólica directa o depositación sub aérea, aluvial, corrientes de barro, por el viento (loess nefrítico) y transporte glacial (Wright, 1965). En relación a su topografía, es compleja con dominancia de terrenos planos y lomajes suaves o levemente ondulados en la depresión intermedia, y con mayor pendiente en la precordillera y cordillera andina (Mac Donald, 1987).

### 2.2.1.2. Suelos rojo arcillosos

Este tipo de suelos corresponde a un complejo de suelos diferentes localizados en la cordillera, precordillera de la costa y depresión intermedia. Algunos son generados a partir de roca metamórfica, sedimentos marinos y de cenizas volcánicas pleistocénicas y han sido clasificados como Humults, Ustoxs, Ustafals y (Soil Management Support Service y Sociedad chilena de la Ciencia del Suelo, 1984; Alcayaga y Luzio, 1987; CIREN- CORFO-UACH, 1978). En estos suelos predominan colores rojizos y son de textura franco arcillosa o arcillosa en superficie, incrementándose significativamente el contenido de arcilla en profundidad. Esto implica que posean menor aireación y porosidad de agua útil que los trumaos, presentando un mayor déficit hídrico en verano. Estos suelos son friables cuando su contenido de humedad es bajo, lo cual limita considerablemente las oportunidades de laboreo y aumenta los riesgos de erosión de ellos (Ellies y Mac Donald, 1985).

En relación a su caracterización química, estos suelos podrían considerarse más aptos para el cultivo del avellano en relación con los trumaos, dada su menor capacidad de fijación de fósforo (65-86%). No obstante, en general, sus niveles de fósforo disponible son medios a bajos en el rango de 2 a 6 ppm. El nivel de nitrógeno total y disponible es bajo, presentando por tanto alta respuesta a la fertilización nitrogenada. El contenido de azufre es medio a bajo lográndose también una respuesta efectiva a la fertilización azufrada. En relación a micronutrientes, el boro presenta niveles medios y los cationes de intercambio como calcio, magnesio, potasio y sodio se encuentran en niveles medios (Honorato *et al.*, 1984).

En general, la mayoría de los suelos con mejores condiciones para el establecimiento de avellano europeo corresponde a los trumaos y a escasas áreas de rojo arcillosos. Entre las características físicas a considerar se pueden mencionar las siguientes: topografía, profundidad de arraigamiento, textura y drenaje.

### 2.3. Topografía del suelo

Para la facilidad de laboreo del suelo, manejos agronómicos (riego, fertirrigación) y mecanización (soplado e hilerado de frutos, poda, cosecha) es recomendable que los suelos sean planos a ondulados con pendientes máximas de 8%. Suelos con pendientes superiores ocasionan mayores dificultades de manejo, particularmente para conservar el recurso suelo con menor posibilidad de evitar su degradación (Ellena *et al.*, 2012; Ellena, 2013).

## 2.4. Profundidad del suelo

Los árboles con su sistema radicular exploran un volumen de suelo que les proporciona nutrientes y agua, esta última de gran importancia para el desarrollo y respuesta productiva de las plantas. No obstante, se puede proporcionar agua mediante riego. Si el volumen de suelo o el volumen total de poros para los árboles de avellano es reducido, se requiere una mayor frecuencia de riego, lo que implica un aumento de costos. Para especies arbóreas como avellano europeo, la profundidad de suelo deseable varían entre 60-90 cm, dependiendo del desarrollo radicular de las diferentes variedades y combinación portainjerto-variedad (Ellena, 2013).

## 2.5. Textura y estructura del suelo

La textura o granulometría y la estructura definen la cantidad y distribución de poros y también las características de consistencia, esta última definirá oportunidades de laboreo. Para frutales como el avellano europeo se consideran principalmente texturas medias. Las texturas más finas y gruesas afectan el drenaje y por tanto, el desarrollo y productividad de los árboles (Ellena, 2013).

## 2.6. Drenaje del suelo

El drenaje de los suelos para el cultivo de esta especie frutal debe ser bueno con el fin de evitar asfixia radicular, pudriciones de raíces y ataque de enfermedades como *Phytophthora spp.* Los suelos con mal drenaje pueden presentar anegamientos, que ocurren cuando su contenido de agua se mantiene en valores superiores a los de su capacidad de campo, hasta ocasionar la saturación total de los poros.

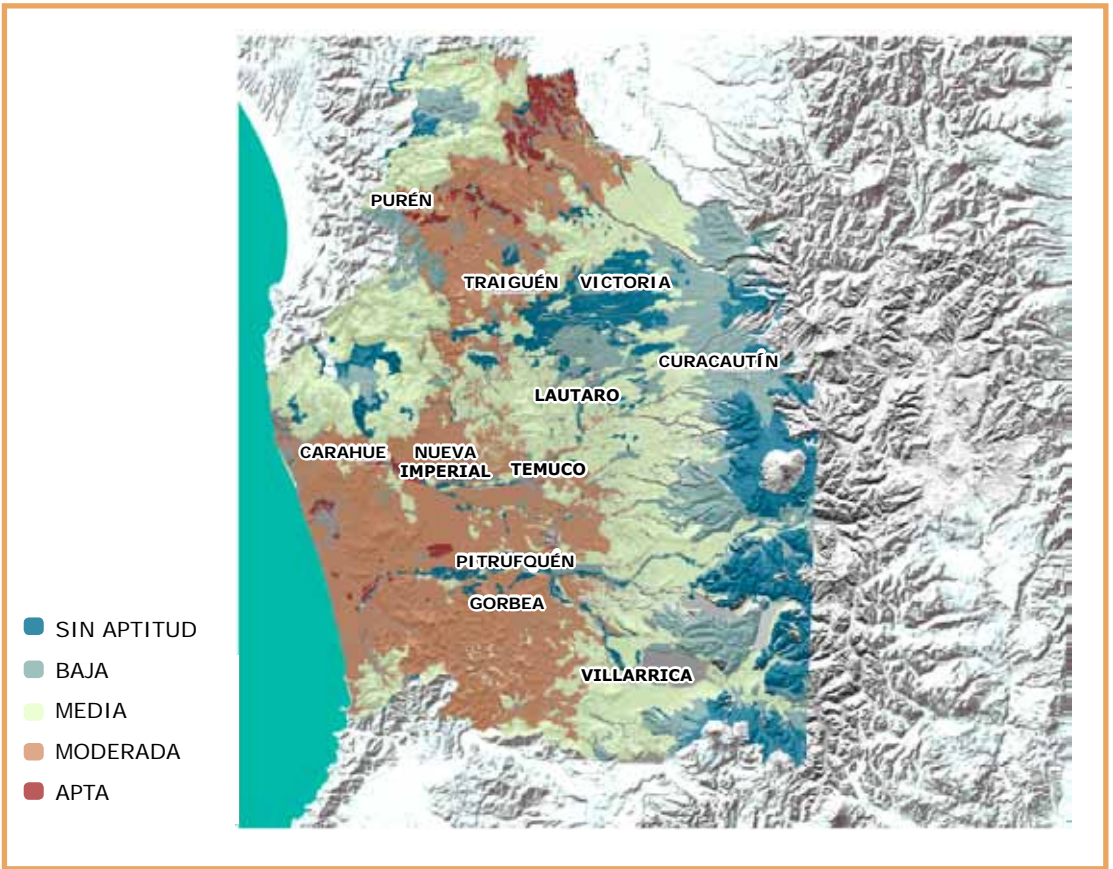




**Foto 8. Suelo con limitación física, comuna de Cunco (localidad Radal), Región de La Araucanía, Chile.**

Fuente: INIA Carillanca

El anegamiento puede ser subterráneo o bien presentarse en la superficie del terreno. Lo anterior es poco habitual en suelos de textura gruesa y bastante común en aquellos de tipo arcillosos o limosos no drenados. Los suelos expuestos a encharcamiento presentan destrucción de agregados en su estructura, descenso del potencial de oxidorreducción, detención de procesos de nitrificación, inicio de desnitrificación, aumento del contenido de anhídrido carbónico, etileno, formación de toxinas y disminución de la actividad de microorganismos aerobios, sustituida por la de los microorganismos anaerobios. Esto produce consecuencias negativas en los árboles, en la mayoría de los casos consecuencias graves, sobre todo si la situación perdura y no ocurre el drenaje del agua en exceso. Como ya se señaló, el efecto más importante es la asfixia radicular debida al reducido contenido de aire en el suelo. Las raíces de las plantas se deterioran progresivamente, se ennegrecen y luego se saturan de agua, presentando síntomas visibles de lenticelosis; y finalmente se producen exfoliaciones en torno a éstas y una envoltura constituida por partículas arcilliformes de color gris ceniciento con desprendimiento de un fuerte olor azufrado. Por otra parte, la falta de oxígeno causa fermentación celular, con formación de compuestos tóxicos (ácido cianhídrico), que contribuyen en a la necrosis de tejidos y muerte de raíces (Baldini, 1992).



**Figura 4. Aptitud clima-suelo para el avellano europeo en la Región de La Araucanía, Chile.**  
Fuente: CIREN, 2016. Zonificación de la aptitud productiva de frutales y berries en la Región de La Araucanía.

En la Región de La Araucanía las principales zonas con aptitud para el cultivo del avellano europeo se localizan en la parte norte de la provincia de Malleco, particularmente en las comunas de Angol, Renaico, Collipulli y Ercilla y en el valle central de la provincia de Cautín, destacando las comunas de Freire, Pitrufquén, Gorbea y Loncoche, y algunas localidades del secano interior y precordillera.

## 2.7. Interacción clima-suelo-genética y fisiología del cultivo y manejo

El potencial productivo de una determinada variedad de avellano europeo está directamente relacionado con la interacción del clima, suelo, genética fisiología y manejo del cultivo. Cada uno de estos factores juega un rol fundamental para lograr altos rendimientos y calidad de fruta. Dentro de los manejos cabe destacar la nutrición, riego, poda, polinización y manejo sanitario. Aspectos que se consideran en detalle en los próximos capítulos.

## Referencias Bibliográficas

Alcayaga, S., y W. Luzio. 1987. Taxonomía de los suelos de la zona semi-árida, subhúmeda y húmeda de la Región Central de Chile. V. Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo y Universidad Católica de Valparaíso. p. 251-257.

Baldini, E. 1992. Arboricultura General. Ediciones Mundi –Prensa, p.381. Madrid, España.

CIREN-CORFO-UACH. 1978. Suelos de la Provincia de Valdivia. 178 p. Santiago, Chile.

CIREN.CL: <http://bibliotecadigital.ciren.cl>

Proyecto zonificación de la actitud productiva de frutales y berries en la Región de La Araucanía, 2016.

Ellena, M. 2010. Polinización y manejo del avellano europeo. Boletín INIA N° 202. 88 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Ellena, M., Sandoval, P., y González., A. 2012. Il boom della coricoltura cilena. Rivista Centro Studi e Ricerche sul nocciolo e Castagno. p.21-28.

Ellena, M. 2013. Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. Boletín INIAN°274. 202 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Ellena, M., Sandoval, P., González, A., Montenegro, A., y Jequier, J. 2014. Preliminary observations on the effects of soil management techniques on hazelnut growing in the Gorbea area, in the South of Chile. Proc. VIII<sup>th</sup> International Congress on Hazelnut. Acta Horticulturae 1052: 225-230.

Ellies, A., y R. Mac Donald. 1985. Evaluación de la consistencia de los principales suelos de la provincia de Valdivia y Osorno. Agro Sur 13 (2): 77-83.

Honorato, R., Galindo, G., y D. Pinochet. 1987. Aplicación de algunos indicadores de propiedades andinas en suelos chilenos derivados de material volcánico. Ciencia e Investigación Agraria 11 (3): 179-180.

Köksal, A. 2002. Turkish hazelnut cultivars. Hazelnut Promotion Group. p.131.



Koval, G. K. 1972. Development of the reproductive organs in hazelnuts in relation to the Winter hardiness. *Sel'skokhozyajst vennaja Biologiya* 7: 295-297.

Mac Donald, R. 1987. Suelos con aptitud hortofrutícola. Perspectivas hortofrutícolas de la Región de Los Lagos, Universidad Austral de Chile. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. p. 13-19.

Soil Managment Support Service y Sociedad Chilena del Suelo. 1984. VI. International Soil Classification Workshop, Chile and Ecuador, 9 to 20 January. 223p.

Wright, C. 1965. The volcanic ash soils of Chile. Report to the goverment of Chile. FAO (Rome) Rep. N° 2017.p. 201.

