

Manual técnico productivo y económico bajo condición actual y clima proyectado al 2030

Proyecto: Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas prioritizadas en la Región del Biobío.



AVELLANO EUROPEO



Proyecto apoyado por



ISBN: 978-956-9365-18-8
Publicación Ciren N°: 203
Registro de propiedad intelectual: 285.304

Autores

Carolina Leiva Madrid, Ing. Agr.
Carla Schmidt Gómez, Ing. Agr.
Gonzalo Gajardo Escobar, Ing. Agr.

Equipo de trabajo

Carolina Leiva Madrid, Ing. Agr. Ciren
Carla Schmidt Gómez, Ing. Agr. Ciren
Gonzalo Gajardo Escobar, Ing. Agr. Ciren
Carlos Torres Miranda, Cartógrafo. Ciren
Marcelo Retamal Gajardo, Cartógrafo. Ciren
Fernando Santibáñez Quezada, Ing. Agr. Dr. Agrimed
Paula Santibáñez Varnero, Ing. Civil en Geografía, Dr. Agrimed
Carolina Caroca Torres, Ing. Civil en Geografía, M.S. Agrimed
Alejandra Rodríguez Pacheco, Ing. Agr. Inia
Marcel Fuentes Bustamante, Ing. Civil Agrícola, Mg. Inia
Paulina Sánchez Sagardía, Ing. Agr. Inia
Pablo Grau Beretta, Ing. Agr. Ph. D. Inia
Marisol Reyes Muñoz, Ing. Agr. Dr. Inia
Juan Pablo Martínez Castillo, Ing. Agr. Ph. D. Inia

Diseñador

Igor Sánchez Abdala

Manual técnico productivo y económico para la producción del avellano europeo en la Región del Biobío bajo condición actual y clima proyectado al 2030

Proyecto: Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío.



Proyecto apoyado por



Agradecimientos

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a los siguientes agricultores, profesionales y empresas que colaboraron desinteresadamente en el proyecto:

Rodrigo García, Seremi de Agricultura de la Región del Biobío
Miguel Rubilar, Corfo Biobío
María Iliá Cárdenas, Ciren
Javier Chillian, Inia Quilamapu
Alfredo Wahling, Asociación Ñuble
Álvaro Gatica, Asociación Ñuble
Carlos Smith, Asociación Ñuble
Ernesto Jahn, Asociación Ñuble
Pablo Acuña, Asociación Ñuble
Ana Corina Fuentes, Indap Cañete
Jaime Ugarte, Socabío
Alejandro Ponce, Nodo Hortícola Regional
Susana Fischer, Universidad de Concepción

Asimismo, agradecemos a las ejecutivas de Corfo, Sra. Marianna Delgado, Catalina Torres y Wanda García, por el apoyo durante la realización del proyecto.

Prólogo

La agricultura, a nivel global, es uno de los sectores productivos más expuestos al cambio climático que se prevé para las próximas décadas. Las especies frutales se ven enfrentadas, dentro de su desarrollo productivo, a diversos factores atmosféricos que condicionan, en mayor o menor medida, la productividad de un huerto. Si bien, la tecnología permite mejorar el manejo agronómico, el factor clima no es siempre económicamente factible de modificar. Es por esto que, en la actualidad, el análisis de las ventajas y riesgos atmosféricos esperados para el clima futuro, ha pasado a ser esencial en la determinación de las aptitudes de los cultivos de una zona geográfica o predio en particular.

El aumento de temperaturas mínimas y máximas es considerado una limitante productiva para los cultivos en general, ya que afecta tanto procesos de desarrollo como de crecimiento de ellos. Al respecto, diversos estudios de clima futuro coinciden en que habrá aumentos en dichas temperaturas

frente a lo cual la Región del Biobío no queda ajena, donde el alza de las temperaturas se sentirá con mayor intensidad hacia el interior de la Región, tal como lo muestra el análisis espacial de distribución de los elementos atmosféricos más relevantes.

Frente a estos antecedentes, el presente manual de producción, tiene como propósito ayudar a la toma de decisiones productivas de agricultores, profesionales y empresarios, así como de instituciones públicas y privadas, que tengan interés en la producción de avellana en la Región del Biobío. Este manual es uno de los productos del proyecto financiado por Corfo “Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío”, ejecutado por Ciren en colaboración de Inia Quilamapu y el Centro de Agricultura y Medio Ambiente (Agrimed) con la Seremi de Agricultura de la Región del Biobío, como mandante.

Índice

1.Introducción	11
2.Aspectos técnicos	13
2 .1 Características botánicas	13
2 .2 Estados fenológicos	15
2 .3 Requerimientos climáticos	17
2 .4 Requerimientos de suelo	18
2 .5 Requerimientos hídricos	19
2 .6 Requerimientos nutricionales	19
2 .7 Principales especies	21
2 .8 Variedades	21
2 .9 Polinización	25
2 .10 Desarrollo de frutos	26
2 .11 Plantación	27
2 .12 Enfermedades y plagas	30
2 .13 Cosecha	32
3. Aspectos económicos	35
3 .1 Superficie y producción mundial	35
3 .2 Comercio internacional	37
3 .3 Superficie y plantación en Chile	40
3 .4 Análisis económico	44
3 .5 Análisis económico con cambio climático	47
4. Mapas de aptitud productiva	57
5. Recomendaciones productivas	65
6. Bibliografía	69

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Características generales del avellano europeo	14
Cuadro 2.	Grados días requeridos para cada etapa fenológica en el cultivo de avellano europeo	16
Cuadro 3.	Requerimientos climáticos del cultivo de avellano europeo	17
Cuadro 4.	Requerimientos de suelo para el cultivo de avellano europeo	18
Cuadro 5.	Superficie cosechada (ha) y participación porcentual de los países productores respecto de la producción mundial al año 2014	36
Cuadro 6.	Superficie plantada (ha)	41
Cuadro 7.	Costos directos de producción de avellano europeo (1 ha)	44
Cuadro 8.	Costos de establecimiento de avellano europeo (1 ha)	44
Cuadro 9.	Rendimiento promedio por año según variedad (kg/ha) de avellano europeo	45
Cuadro 10.	Análisis de sensibilidad de avellano europeo (1 ha)	45
Cuadro 11.	Costos directos de producción de avellano europeo (1 ha)	47
Cuadro 12.	Costos de establecimiento de avellano europeo (1 ha)	47
Cuadro 13.	Rendimiento promedio por año según variedad de avellano europeo (kg/ha)	48
Cuadro 14.	Análisis de sensibilidad de avellano europeo (1 ha)	48
Cuadro 15.	Costos directos de producción de avellano europeo (1 ha)	49
Cuadro 16.	Costos de establecimiento de avellano europeo (1 ha)	49
Cuadro 17.	Rendimiento promedio por año según variedad (kg/ha) de avellano europeo	50
Cuadro 18.	Análisis de sensibilidad de avellano europeo (1 ha)	50
Cuadro 19.	Costos directos de producción de avellano europeo (1 ha)	51
Cuadro 20.	Costos de establecimiento de avellano europeo (1 ha)	51
Cuadro 21.	Rendimiento promedio por año según variedad (kg/ha) de avellano europeo	52
Cuadro 22.	Análisis de sensibilidad de avellano europeo (1 ha)	52

Índice de figuras

Figura 1.	Hoja de avellano europeo	13
Figura 2.	Flor femenina de avellano europeo	14
Figura 3.	Flor masculina de avellano europeo	14
Figura 4.	Fruto del avellano europeo	14
Figura 5.	Curva fenológica de avellano europeo en dos localidades de la región del Biobío. Temporada 2015 – 2016	16
Figura 6.	Agalla de corona y raíces	30
Figura 7.	Pudrición de raíces	30
Figura 8.	Cabrito de los frutales	31
Figura 9.	Pulgón del avellano europeo	32
Figura 10.	Producción mundial de avellano europeo	35
Figura 11.	Participación mundial en la producción de avellanas	37
Figura 12.	Frutos de cáscara exportados el año 2013 en toneladas métricas	37
Figura 13.	Exportación mundial con cáscara y sin cáscara	38
Figura 14.	Principales importadores de avellanas	38
Figura 15.	Principales exportadores de avellanas	39
Figura 16.	Exportaciones chilenas de avellana sin cáscara	39
Figura 17.	Importaciones chilenas de avellana sin cáscara	40
Figura 18.	Superficie plantada de avellana a nivel nacional	41
Figura 19.	Variación anual de la superficie plantada	42
Figura 20.	Estado de desarrollo de las plantaciones de las principales regiones productoras del cultivo	42
Figura 21.	Participación de la Región del Biobío	43
Figura 22.	Participación por comunas de la provincia de Ñuble	43



1. Introducción

El avellano europeo (*Corylus avellana* L.) es originario de la Mesopotamia, área geográfica del actual Irán, Irak y Turquía y se encuentra difundido en la cuenca del Mediterráneo, Estados Unidos (estado de Oregón) y más recientemente, en América del sur, particularmente en el centro sur y sur de Chile, entre las regiones del Maule y Los Lagos (provincia de Osorno) (Ellena, 2013).

El avellano llegó a Chile probablemente con los españoles, siendo en la década de los 90 cuando se comienza a cultivar comercialmente. En nuestro país se le denomina avellano europeo sólo para diferenciarlo de la avellana chilena (*Gevuina avellana* Molina), especie completamente distinta y nativa en Chile (Grau, 2009).

La superficie estimada al 2013 para la zona sur de Chile son de 4.364 ha, representando el 40% a nivel nacional, mientras que la mayor superficie se encuentra establecida desde las regiones del Maule al Biobío con 6.669 ha (60%). Para el 2020 se espera un crecimiento significativo a nivel nacional alrededor de 17 mil ha. La zona sur de Chile representará el 49% de las plantaciones (8.363 ha), mientras que la Región del Maule al Biobío representará

el 51% (8.721 ha) (Ellena, 2013).

Desde el punto de vista cultural, el avellano presenta numerosas ventajas en relación a otros frutales, pues se trata de un árbol rústico que se adapta a diferentes condiciones edafoclimáticas. Además, este cultivo presenta otras características favorables, como la posibilidad de manejo y cosecha completamente mecanizados, bajo requerimiento de mano de obra luego de la poda de formación que dura 4 años, ya que requiere una mínima poda posterior, a diferencia de la mayoría de los frutales (Grau, 2009).

Dentro de los frutos de nuez, las avellanas son una de las especies que registran mayores niveles de producción en el mundo, siendo sólo superadas por nueces y almendras. La ventaja de Chile consiste fundamentalmente en asegurar el abastecimiento en contra estación de la industria de chocolate y confites del Hemisferio Norte, manteniendo la calidad de la fruta requerida para los distintos usos que se dan a esta especie. El avellano europeo producido en Chile es una excelente alternativa de exportación al exigente mercado europeo (Grau, 2009).



2. Aspectos técnicos

2.1 Características botánicas

El avellano pertenece a la familia Betulaceae, subfamilia Coryloidea, género *Corylus* con alrededor de 15 especies. La mayoría de las especies son nativas de Norteamérica, Europa o Asia. La única especie cultivada por sus frutos es el avellano europeo, *Corylus avellana* L. (Grau, 2009). Es un arbusto de forma globosa, que de forma natural posee varios ejes. Posee raíces poco profundas, largas, nudosas y emiten normalmente vástagos de estas nudosidades. Puede alcanzar alturas entre los 3 a 5 metros. Sus hojas son grandes, alternas, ovales, redondeadas, pecioladas, rugosas, pilosas en el haz, de color verde – amarillento y doblemente aserradas. El pecíolo es muy corto y las estípulas son oblongas, obtusas, verdes y caducas (Valenzuela *et al.*, 2001).

El avellano es una especie monoica, es decir en el mismo árbol tiene flores masculinas y femeninas agrupadas cada una de ellas en inflorescencias. No obstante, lo anterior, presenta autoesterilidad y dicogamia, con falta



Figura 1. Hoja de avellano europeo

de sincronización entre la liberación del polen y la receptividad del estigma en la misma variedad. Esto hace estrictamente necesario la asociación con variedades polinizadoras para lograr rendimientos satisfactorios. Por ello, se deben establecer en un mismo huerto diversas variedades genéticamente compatibles y que florezcan de manera simultánea (Ellena, 2013).

Las flores masculinas están dispuestas en amentos o racimos cilíndricos, de 4 – 6 cm de largo, colgantes, amarillentos y colocados hacia la parte externa del ramo. Cada flor masculina tiene una escama trilobulada, en cuya cara interna se insertan unos 8 estambres y sin restos de pistilo. Las escamas son algodonosas, trilobuladas, de color verde claro y con extremidad terminada en punta larga. Las flores femeninas se agrupan en la

terminación de las ramillas laterales, en número de 1 – 5, formando glomérulos escamosos de los que sobresalen los estigmas rojos, dos por cada pistilo.

El fruto es un aquenio o fruto seco, indehiscente, con una semilla cuyo pericarpio óseo encierra estrechamente a la semilla en forma de copa partida. La testa lisa, casi de color canela. Envuelve generalmente una sola semilla (Grau, 2009).



Figura 2. Flor femenina del avellano



Figura 3. Flor masculina del avellano



Figura 4. Fruto del avellano europeo

Cuadro 1. Características generales del avellano europeo

Aspectos generales	
Nombre científico	<i>Corylus avellana</i> L.
Duración del ciclo vegetativo	Desde Inducción y diferenciación a Floración 190-220 días
Rendimiento con alta tecnología	3.500 kg/ha al 7 ^{mo} año
Cultivares principales	Barcelona y Tonda di giffoni

2.2 Estados fenológicos

Fenología de la planta

- V01: Yema durmiente: las yemas no están infladas todavía
- V02: Yemas infladas: las yemas están a punto de abrirse pero no se pueden ver foliolos
- V03: Yemas infladas al mismo tiempo que yemas abiertas que tienen foliolos doblados
- V04: Mayoría de las yemas abiertas: parte de los foliolos extendidos
- V05: Todos los foliolos extendidos
- V06: Las primeras hojas desarrolladas coexisten con los foliolos
- V07: Hojas totalmente desarrolladas
- V08: Las hojas empiezan a decolorizarse por la senilidad
- V09: La mayoría de las hojas están decolorizadas
- V10: Las hojas empiezan a secarse
- V11: La mayoría de las hojas están secas
- V12: Las hojas empiezan a caerse
- V13: La mayoría de las hojas están caídas
- V14: Plantas sin hojas

Fenología de las flores

- R01: Amentos visibles pero todavía subdesarrollados
- R02: Amentos totalmente desarrollados pero verdes: las anteras no sueltan todavía polen
- R03: Algunos amentos están maduros y sueltan polen
- R04: Todas las flores masculinas están floreciendo: las anteras están totalmente abiertas y sueltan polen
- R05: Amentos empiezan a marchitarse: la floración es completa
- R06: La marchitación es completa, los amentos se quedan secos sobre la planta
- R07: Principio de la floración femenina: es posible ver los puntos rojos brillantes de los estilos
- R08: Pico de la floración, los estilos están extendidos y pegajosos
- R09: Finalización de la floritura femenina: los estilos están secos y oscuros
- R10: El ovario empieza a inflarse: los ovarios fecundantes se convierten en frutos
- R11: Fructificación: los ovarios inflados coexisten con los pequeños frutos
- R12: Los frutos son visibles pero subdesarrollados
- R13: Pico de la fructificación: los frutos están maduros, se endurecen y cambian de color
- R14: Los frutos empiezan a caerse (<10%)
- R15: La mayoría de los frutos están caídos (>50%)
- R16: Todos los frutos están caídos, sólo los frutos vacíos se quedan sobre la planta

En el Cuadro 2 y la Figura 5, se pueden observar la ocurrencia de los distintos estadios fenológicos en la temporada 2015-2016 en dos localidades de la región del Biobío.

Cuadro 2. Grados días requeridos para cada etapa fenológica en el cultivo de avellano europeo

	Santa Rosa (Coihueco)			Human (Los Ángeles)		
	Fecha	GDD	Horas frío	Fecha	GDD	Horas frío
Floración 50%	15-08-2015	55,4	1.106	20-08-2015	58,4	958
Fructificación	11-11-2015	216,9		15-11-2015	219,9	
Frutos visibles subdesarrollados	24-11-2015	271,5		01-12-2015	282,4	
Cambio color fruto	30-01-2016	856,8		07-02-2016	858,0	
Caída de fruto	09-02-2016	962,1		22-02-2016	974,8	
Cosecha	15-03-2016	1.247,4		23-03-2016	1.146,4	
Horas frío: Brotación yema vegetativa (formación a 3 ^{era} hoja)	01-09-2015		1.193			1.034

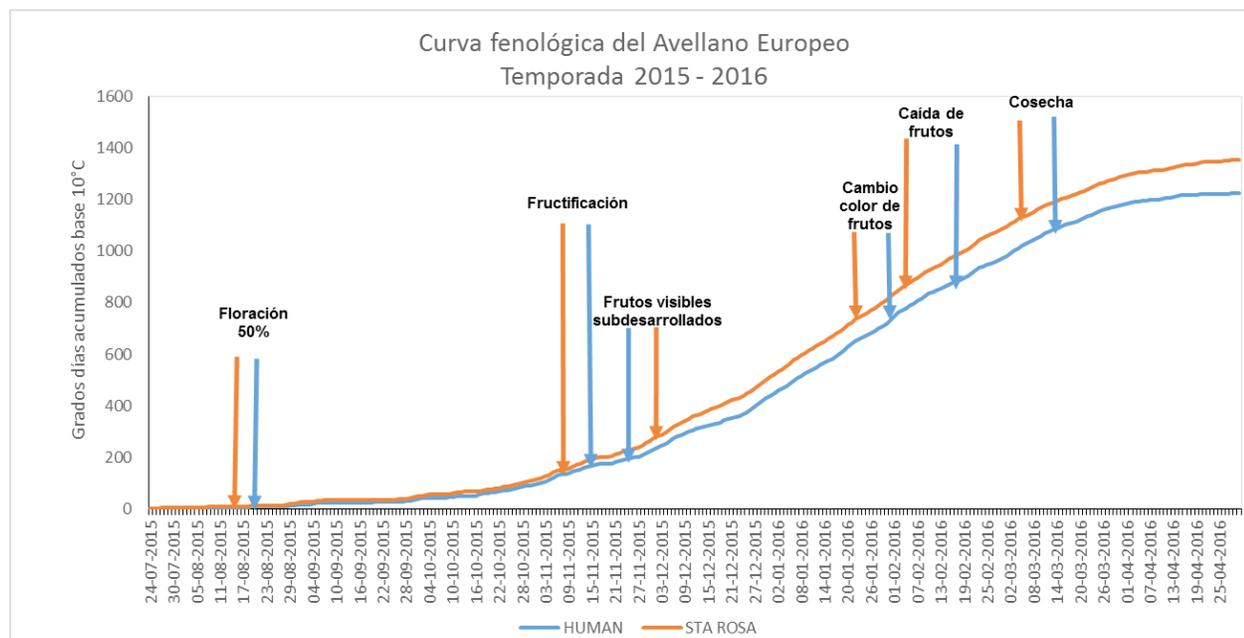


Figura 5. Curva fenológica de avellano europeo en dos localidades de la región del Biobío en la temporada 2015 – 2016

2.3 Requerimientos climáticos

Esta especie presenta una amplia adaptabilidad a las condiciones climáticas. Sin embargo, el ambiente óptimo para el cultivo se encuentra en localidades con temperaturas medias anuales comprendidas entre 12 y 16°C, con las cuales se satisfacen las exigencias en frío de las yemas vegetativas con alrededor de 700- 1.200 horas inferiores a 7°C, para las yemas mixtas 700 horas y para las yemas que darán origen a los amentos (flores masculinas) se requieren 500 horas. Las temperaturas mínimas en invierno no deberán descender de -8°C, grado de resistencia de las flores femeninas. En relación a los tubos polínicos, estos se desarrollan incluso a temperaturas cercanas a los 0°C siendo los valores óptimos entre 10 y 20°C. A la brotación en primavera, cuando se produce la emergencia de 2 a 3 hojas de las férulas, el grado de resistencia a las bajas temperaturas es de -1°C. El avellano no tolera veranos excesivamente calurosos y secos, las heladas tardías en octubre-noviembre reducen el número de yemas en el racimo y brotes nuevos y tiernos. La ocurrencia tardía de heladas en primavera puede afectar seriamente el desarrollo vegetativo de los árboles atrasando de este modo su fase de formación y entrada en producción. En las zonas más bajas, los árboles durante el período de brotación son sensibles a la disminución de temperatura bajo 0°C que destruye los ápices vegetativos y las flores. En los tejidos dañados (necrotizados) ocurre con mayor frecuencia bacteriosis (*Xanthomonas*). Al estado de primera hoja el daño se produce con temperaturas entre -3,5 y -4,0°C, al estado de tres hojas a -2,5°C. Entre las variedades existen diferencias de sensibilidad a las heladas (Ellena, 2013).

Los vientos excesivos pueden provocar daños en el desarrollo de los árboles, haciendo poco estable el anclaje de las plantas e influyendo negativamente en el crecimiento vegetativo y en la productividad de los huertos. Sin embargo, durante el proceso de anthesis masculina (liberación de polen) es adecuada una brisa ligera a objeto de favorecer el transporte del polen hacia los estigmas de las inflorescencias femeninas. Por otro lado, vientos calurosos y aumentos en la evapotranspiración provoca deshidratación de los márgenes de las hojas (Ellena, 2013).

En el Cuadro 3 se pueden observar los requerimientos de clima recopilados para el desarrollo del avellano europeo.

Cuadro 3. Requerimientos climáticos del cultivo de avellano europeo

Aspectos Climáticos	
Sensibilidad a heladas	Resistencia media (Flor femenina soporta hasta -7°C en julio-agosto, flor masculina puede soportar hasta -10°C en junio- julio)
Etapa o parte más sensible a las heladas	Brotación yema vegetativa (formación a 3 ^{era} hoja) (-2,5°C en agosto -septiembre)
Temperatura crítica o de daño por heladas	-2,5°C
Temperatura base o mínima de crecimiento	10°C
Rango de temperatura óptima de crecimiento	Temperaturas medias alrededor 10 a 20°C
Límite máximo de temperatura de crecimiento	35°C
Suma térmica entre yema hinchada y cosecha	960 - 1.000
Requerimiento de horas frío (T°<7°)	500 - 800
Requerimiento de fotoperíodo	no tiene

2.4 Requerimientos de suelo

Los suelos utilizados para este cultivo, debieran ser caracterizados química, física y agrológicamente antes de la plantación. La información obtenida será fundamental para planificar las operaciones de fertilización y riego futuras. Cuando el suelo presente defectos físicos o químicos, se debiera establecer en forma precisa el tipo de trabajo de habilitación y corrección requerido, tomando en consideración los requerimientos edáficos de la variedad contemplada en el proyecto. Algunas de las labores de habilitación y corrección de suelo que pueden realizarse en forma previa al establecimiento del huerto son construcción de camellones, subsolado de estratas compactadas, mejoramiento del drenaje, correcciones de suelo con cal agrícola u otras enmiendas (acidificantes, yeso), así como, fertilizaciones fosfatadas y potásicas de corrección (fertilización difusa de fondo y localizada en el hoyo de plantación) (Cazanga y Leiva, 2013).

El avellano se adapta a casi todos los tipos de suelo, excepto los que no tienen capacidad de retención de agua y los excesivamente compactos. Las condiciones óptimas son terrenos profundos, blandos, de naturaleza franco o franco arcillosa y con un subsuelo permeable con un pH que varía entre los 6 a 8, aunque se ha observado una buena adaptación a pH entre 5,5 y 6,2. Si el suelo no es el adecuado la planta florece poco, presentando una baja producción con frutos insípidos y poco desarrollados (Grau, 2009).

En el Cuadro 4 se puede observar en forma resumida los requerimientos de suelo necesarios para el desarrollo del avellano europeo.

Cuadro 4. Requerimientos de suelo para el cultivo de avellano europeo

Aspectos de suelo			
Profundidad de suelo		Subsuelo suelto	Subsuelo compacto
	Rango óptimo	60 cm	1,5 m
Acidez (pH)	Mín. tolerado	5,5	
	Óptimo	6,2 - 7,6	
	Máx. tolerado	7,5	
Salinidad	Valor tolerado de conductividad eléctrica	<1 dS/m	
	Valor crítico de conductividad eléctrica	no se cuenta con esta información	
Textura	Franca o franco - arenosa a franco limo arenosa pueden tolerar suelos de textura medianamente fina o medianamente gruesas.		
Drenaje	Moderado a bueno, sin nivel freático		
Pedregosidad	No pedregoso <15% piedras, pero no tolera piedras pequeñas y compactas		
Pendiente	Suave 2-6%		

2.5 Requerimientos hídricos

Debe hacerse un uso racional del agua de riego, debiéndose aportar sólo las cantidades necesarias para permitir un suficiente y adecuado crecimiento de los árboles, lograr un equilibrado crecimiento y calidad interna y externa de la fruta, considerándose que la humedad excesiva determina una calidad deficiente. Se debe evitar la lixiviación de nutrientes, las pudriciones del cuello y raíz, y el derroche del agua. El riego deberá aplicarse de acuerdo al balance hídrico de cada período, debiéndose estimar el déficit de humedad acumulado. El riego deberá suministrarse de acuerdo con el déficit y la capacidad de retención máxima de agua del suelo. Independientemente del sistema de riego utilizado, junto con la determinación de las necesidades hídricas de esta especie en los distintos períodos de la temporada, es muy conveniente operar en función de unidades homogéneas de manejo. El avellano europeo no es gran demandante de agua, es resistente a la sequía y sólo necesita la recuperación de la lámina de evapotranspiración. De ser cultivado en secano, se debe disponer de suficientes precipitaciones en primavera y verano con un mínimo de lluvia otoñal, para mantener una buena vegetación en el momento de la aparición de los órganos florales y del desarrollo del fruto. Las necesidades de agua se incrementan durante el crecimiento vegetativo, la inducción floral y el desarrollo de la avellana (Valenzuela *et al.*, 2001). Sistemas de riego tecnificado localizado (goteo o microaspersión) han dado buenos resultados. El volumen de agua requerido suele estar entre los 2.500 a 3.000 m³/ha.

2.6 Requerimientos nutricionales

En materia de manejo de suelos y fertilización se debe buscar la conservación y mejoramiento de la fertilidad natural del suelo mediante el empleo de prácticas que promuevan el reciclaje de los nutrientes y residuos orgánicos, reduzcan los efectos de compactación, impidan la erosión hídrica superficial, eviten el encostramiento superficial, la acidificación acelerada (desbasificación), alcalinización y salinización del suelo. La utilización de fertilizantes debiera restringirse a las cantidades necesarias de nutrientes que permitan la obtención de rendimientos altos de fruta de calidad y que preserven el equilibrio nutricional de las plantas. Se deben realizar en forma periódica análisis químicos de suelo y foliares, una vez iniciado el período de producción del huerto. En base a ellos y cálculos de balance nutricional (demandas del cultivo y oferta nutricional del suelo), deben determinarse las necesidades de nutrientes. Se busca mantener un equilibrio de nutrientes en la planta para el óptimo desarrollo del fruto, éste se obtiene en base a las dosis de macro y micronutrientes que se le entregan al cultivo.

Hay que tener en cuenta que el avellano es muy demandante de calcio (Ca) y en menor grado de potasio (K) y fósforo (P). En plantaciones tradicionales bajo riego, con cosechas medias de 2.500 kg/ha de avellana con cáscara, se recomiendan dosis referenciales aproximadas de 120 kg/ha de N, 40 kg/ha de P₂O₅ y 100 kg/ha de K₂O (Valenzuela *et al.*, 2004).

Nitrógeno (N):

La fertilización debe calcularse utilizando el método del balance. Las necesidades totales deben ser aplicadas en forma parcializada vía riego (fertirrigación) para su mejor aprovechamiento. Se recomiendan dosis referenciales de 120 kg/ha de N en cosechas medias de 2.500 kg/ha de avellana con cáscara (Valenzuela *et al.*, 2004).

Fósforo (P):

La fertilización fosforada de corrección, se sugiere realizarla antes de la plantación, previo análisis de suelo; también debe asociarse a una gran cantidad de abonos orgánicos enriquecidos con fuentes fosfóricas. Se recomiendan dosis referenciales aproximadas de 40 kg/ha de P_2O_5 en cosechas medias de 2.500 kg/ha de avellana con cáscara (Valenzuela *et al.*, 2004). Además, cada temporada debe aplicarse fertilización de mantención de acuerdo al rendimiento obtenido.

Potasio (K):

Es importante conocer qué porcentaje de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) total es ocupada por éste y además su relación con el calcio y el magnesio; ya que éstas inciden en su absorción por parte de la planta. Para ser considerado normal, el contenido de K debiera moverse en un rango entre 3 a 4% de saturación de la CIC (valores en mmol/kg).

Magnesio (Mg):

Las necesidades de fertilización resultan de los análisis de suelo y foliares, además de la observación visual del cultivo; donde el porcentaje de saturación de la CIC por Mg (valores en mmol/kg) en suelo debiera estar idealmente entre 10 a 15%.

Calcio (Ca):

Además de aportar este elemento a las

plantas, también es utilizado para mejorar algunas características del suelo, tales como la estabilidad estructural, generando condiciones favorables para la absorción de los demás elementos. La capacidad de saturación del Ca (valores en mmol/kg) en el complejo de intercambio debiera alcanzar un 60% en suelos livianos y un 80% en suelos más pesados.

Manganeso (Mn):

Para la corrección de esta deficiencia se pueden usar aspersiones foliares, en primavera con sulfato de manganeso en concentraciones de 50 g/L una o dos semanas después de caída de pétalos o cuando se evidencien síntomas de deficiencia en las hojas. No se recomiendan las aplicaciones al suelo por tener un efecto lento o parcial.

Boro (B):

Se puede aplicar este elemento tanto al suelo como en forma foliar. Se consideran adecuados contenidos de este elemento en el suelo del orden de 0,4 a 0,6 ppm. Basándose en los resultados de los análisis de suelo, foliares y sintomatología visual, se recomiendan aplicaciones al suelo con productos como borax, en dosis de 30 kg/ha o aplicaciones foliares con productos boratados. Se debe tener cuidado de no aplicar en exceso debido a que los márgenes entre niveles de deficiencia, nivel óptimo y contenidos excesivos son en este elemento muy estrechos.

Zinc (Zn):

Deficiencias de este elemento aparecen asociadas a suelos de naturaleza muy arenosa, o plantaciones efectuadas en suelos intensamente nivelados. La corrección de esta deficiencia puede realizarse mediante aplicaciones en períodos de varios años. De efecto más inmediato son las aplicaciones foliares.

2.7 Principales especies

Se pueden reunir en tres grupos, pertenecientes a las siguientes cuatro subespecies:

Corylus avellana racemosa:

De fruto redondo, ramas oblicuas, hojas amplias y numerosas, avellanas agrupadas en racimos, redondas, con frecuencia estriadas y muy voluminosas. Variedades: Santa María de Jesús, San Juan, y San Cono, entre otras.

Corylus avellana glandulosa:

De fruto grueso, mediano o pequeño como una bellota, en forma de mitra cónico con base más estrecha y ápice terminado en punta o deprimido. Cáscara menos dura. Es muy rústica y vigorosa, alcanzando un desarrollo casi arbóreo. Variedades: Ghiannusa, Cannellina, Minnulara, Nepuli, Panuttara, Baccilara, Muddisi, Piattiddara, avellano común, avellano ordinario, avellano de España, entre otras.

Corylus avellana maxima:

Conocido como Napolitano o avellano de fruto globoso, crece muy rápidamente y alcanza gran altura, con ramificaciones y hojas raras. El fruto es globoso o redondo, grueso, mediano, de cáscara dura. Variedades: Badara ubertosa, Cerro, Pigra, Privitera, Balzanotto, San Giorgio, Reganati, Rizo, San Elmo, avellano de Inglaterra, avellano estriado, entre otras.

Corylus americana Marshall:

Avellano de América, las hojas son mucho más anchas que las de las otras especies; el cáliz del fruto (estructura exterior formada por los sépalos) es acampanado, de forma redondeada, más largo que la avellana que encierra. Crece en Norteamérica y en Canadá, y se cultiva con éxito en Francia (Grau, 2009).

2.8 Variedades

Barcelona

Barcelona es una variedad de origen desconocido, difundida en Estados Unidos (Oregón), Francia, Chile, (en la zona centro sur y sur) y en menor grado en otros países productores de avellana.

En la zona de cultivo de avellanas en Chile, predomina la variedad "Barcelona chilena". Esta variedad-población presenta crecimiento cerrado, elevada productividad, vigor elevado, floración masculina y femenina precoz, dicogamia, proteandria, brotación tardía, 3,2 frutos por grupo, longitud de involucro más bien largo. Sus principales polinizantes son: Daviana, Butler, Hall Giant, Mortarella,

Trebizonda. En relación a los frutos, estos son de forma cónica, (característica demandada por la industria), color marrón oscuro, espesor de la cáscara gruesa, peso promedio de las avellanas 3,5 g, peso promedio de la semilla 1,5 g y rendimiento al descascarado de 39-42%, pelado o blanching intermedio.

El cultivar tiene gran potencial productivo, que puede superar los 3.000 kg/ha. Esta variedad tiene gran adaptación a las especiales condiciones edafoclimáticas del centro sur y sur de Chile.

Tonda di Giffoni

En relación a las características del árbol, este presenta un rápido crecimiento, vigor intermedio, precocidad productiva elevada, una notable proteandria y autoesterilidad, floración masculina y femenina muy precoz. Las flores masculinas (amentos) se encuentran separadas de las flores femeninas (glomérulos) y se encuentran presentes en brotes del año, son visibles a partir del mes de febrero, mientras que las flores femeninas se evidencian a partir de fines de otoño-invierno. La plena floración se alcanza casi completamente alrededor de la mitad de junio, época en que se produce la polinización y la fecundación ocurre al culminar la maduración de los órganos florales femeninos en diciembre-enero, dependiendo de las zonas de cultivo. La brotación y época de cosecha son precoces.

En relación a los frutos, presentan un promedio de 2,8 núculas (nuez) por grupo, longitud del involucro muy largo, forma globular, color marrón oscuro, con índice de redondez uno, peso promedio de avellanas de 2,5 g, peso promedio de semilla de 1,16 g, rendimiento al descascarado de 46-47% y pelado.

En los últimos años se ha incrementado el establecimiento de huertos con esta variedad, debido a la excelente calidad de su fruta para la industria de transformación, en particular para la industria chocolatera, helados, confites, entre otros productos.

Tonda Gentile Romana

Varietal de origen italiano. Presenta una floración precoz, autoincompatible y frutos sub-esféricos, con rendimiento promedio al descascarado del orden del 45%. Las semillas son esféricas, de color claro, muy demandada por la industria. Los principales cultivares polinizadores son Tonda di Giffoni, Imperiale de Trebizonda, Mortarella, Riccia de Talanico, Nocchione.

También es compatible con Barcelona, Tonda Gentile delle Langhe, Daviana, entre otros cultivares. Los rendimientos promedios en plena producción fluctúan entre 2.200-3.000 kg/ha. Comercialmente, esta variedad no se ha difundido ampliamente en Chile.

Tonda Gentile delle Langhe (TGL)

Varietal italiana de origen piamontés, norte de Italia, caracterizada por presentar una notable protandria y autoincompatibilidad, con hábito de crecimiento intermedio, precocidad productiva y vigor intermedio.

Produce frutos de color marrón claro sub-esféricos con rendimientos al descascarado del 45-50%, las semillas son esféricas de color blanco marfil con buen desprendimiento del perisperma, muy apreciada por la industria del chocolate. El número de avellanas por "clúster" es de 2,9, involucro largo, índice de redondez de 0,98, tamaño de 18,6 x 18,6 x 17,9 mm, peso de fruto 2,60 g, espesor de la cáscara delgada. En relación a la semilla o pepa el tamaño es de 13,9 x 11,9 x 12,9 mm, peso de 1,17 g.

Los cultivares polinizadores para esta variedad son Cosford, Camponica, Mortarella y selváticos de la Región de Piemonte.

Como conclusión la TGL, presenta óptimas características tecnológicas y organolépticas como: buen rendimiento al descascarado (45-50%), buena forma (redonda), característica indispensable para la elaboración de productos como chocolates, confites que requieren frutos enteros. Su calibre varía entre 11 a 13 mm, cualidad que es preferida por la industria. Las partidas son muy homogéneas, de cáscara delgada y el perisperma tiene un espesor reducido como se indicó anteriormente, calidad que resulta importante para el descascarado y rendimiento.

Montebello

Variedad de origen siciliano (Italia), cultivada bajo diferentes sinónimos, incluyendo Nocchione, Nostrale, Comune di Sicilia, Siciliana, Santa María del Gesú, de crecimiento cerrado, vigor medio y precocidad productiva intermedia. La floración masculina es intermedia y aquella femenina precoz, presenta dicogamia: protándrica con brotación tardía y cosecha precoz (mediados de febrero a inicios de marzo). Esta variedad presenta autocompatibilidad parcial. El árbol mantiene una brotación tardía.

Cabe destacar, que en la zona centro sur y sur de Chile ha presentado buenos rendimientos (sobre 3.000 kg/ha).

En relación a los frutos, el número de avellanas por grupo o clúster es de 2, involucro largo, forma del fruto globular, color marrón claro, índice de redondez 0,97, tamaño 18,4 x 19,4 x 16,3 mm, peso del fruto 2,94 g, espesor de la cáscara gruesa. Respecto a la semilla, el tamaño es de 13,8 x 13,3 x 10,8 mm, con un peso de 1,17 g, rendimiento al descascarado de 39,7%, pelado o blanching medio.

Negret

Cultivar de origen español, siendo el más importante y difundido en España, particularmente, en la provincia de Tarragona. En relación al árbol, presenta vigor medio a bajo y de hábito de crecimiento semi-abierto y elevada productividad en las condiciones agroecológicas de su lugar de origen.

La floración masculina, con la liberación de polen ocurre entre fines de mayo y comienzos de junio, finalizando entre fines de junio e inicios de julio, dependiendo

de las zonas agroecológicas donde se encuentren ubicados los huertos. La floración femenina, en particular la receptividad de los estigmas, se produce entre inicios y mediados de junio, terminando a mediados de julio (dependiendo de la zona en que se encuentren las plantaciones y de las condiciones climáticas de la temporada). En relación al carácter de la floración, dependiendo de las condiciones climáticas del año, puede comportarse homógama o dicógama, en este último caso, protándrica.

La maduración de la fruta ocurre entre mediados y fines de febrero y se puede extender hasta finales de marzo e inicios de abril, dependiendo de la ubicación geográfica en que se encuentre el huerto.

En relación a la fruta, es de tipo alargado, de tamaño medio-pequeño (2,0 g) de forma subovoide (19,5 x 16,9 x 14,5 mm), avellana en número de 2,5 por cluster o grupo, involucro levemente más largo que el fruto, tegumento medio-sutil, pericarpio de color café oscuro, levemente estriado y pubescente en el ápice. La semilla, es de tamaño pequeña-mediana (1,0 g), con óptima remoción del perisperma para elaboración de confites como turrone, con un buen rendimiento al descascarado del orden del 48 %. En conclusión es un cultivar de excelente calidad para uso industrial.

No obstante lo anterior, bajo las condiciones agroecológicas del sur de Chile esta variedad no ha presentado un buen comportamiento agronómico.

Trebizonda

Variedad de origen turco, sinónimo Karidaty. El árbol presenta un bajo vigor, de crecimiento abierto y productividad media y precoz. Su bajo vigor permite densificar el huerto.

La floración masculina y femenina es intermedia, presentando dicogamia, proteandria- homógama.

Los polinizadores principales para dicho cultivar son: Tombul, Tonda Romana, Riccia di Talanico y Palaz. Esta variedad fue introducida a Chile por el Inia en la década del 80. No se ha difundido comercialmente debido a que Barcelona chilena y últimamente Tonda di Giffoni han presentado una amplia adaptabilidad y buen comportamiento agronómico.

2.9 Polinización

Se denomina polinización al proceso de transporte o movilización del polen desde las anteras de las flores masculinas a los estigmas de las flores femeninas al momento de la antesis (plena floración). El polen del avellano, se caracteriza por ser de pequeño tamaño y muy liviano, facilitando su transporte a grandes distancias a través del viento (polinización anemófila).

La polinización de esta especie frutal ocurre en invierno, durante un periodo en que las condiciones ambientales no son lo más favorable para el desarrollo biológico del proceso. Sin embargo, el avellano está muy bien adaptado para realizarlo. Este cultivo presenta gran resistencia al frío, en particular de las flores femeninas que pueden soportar hasta -10°C sin ser afectadas, mientras que las masculinas pueden llegar a tolerar hasta -16°C cuando se encuentran en desarrollo y hasta -7°C durante plena floración (Valenzuela *et al.*, 2004). Las flores femeninas tienen una gran superficie estigmática (elevada capacidad de retener gran cantidad de granos de polen). El tiempo de receptividad es de aproximadamente un mes y la cantidad de granos de polen, permite que ocurra la polinización. Determinadas condiciones ambientales como: vientos frecuentes en época de antesis, inexistencia de nieblas, lluvias, tiempo seco, días serenos y temperaturas suaves después de la polinización favorecen este proceso. En términos generales, la mayoría de los cultivares, tienen un elevado porcentaje de polen viable (50-80%). Sin embargo, algunas variedades presentan una translocación heterocigótica a nivel de un cromosoma por causas genéticas.

Lo anterior, reduce el porcentaje de polen viable. No obstante, lo precedentemente señalado, una pequeña cantidad de granos de polen que lleguen a la superficie estigmática germina y se inicia sucesivamente el crecimiento del tubo polínico a través de los tejidos de los estilos en dirección a los ovarios. Su crecimiento es muy rápido, en 4 u 8 días llegan a la base del estilo.

Tubo polínico

Los granos de polen transportados por el viento a los estigmas germinan emitiendo un tubo polínico, desarrollados al interior de los tejidos del estilo. La germinación de los granos de polen se puede ocurrir en 2-3 días, alcanzando la base del pistilo, donde se desarrolla el ovario. En la germinación del grano de polen influyen positivamente los iones Ca^{++} y la cantidad de polen captado por los estigmas. Este fenómeno es conocido como "efecto masa" y se traducen en el hecho que la germinación y la velocidad de crecimiento de los tubos germinativos se incrementan al aumentar también la densidad de granos existente en los estigmas. El mecanismo bioquímico de la germinación es bastante complejo y prevé la liberación, por parte de la membrana de cada grano de polen, de proteínas que actúan en muy poco tiempo y la síntesis de otras proteínas y de ácidos nucleicos que intervienen, algunas veces, consecutivamente.

El polen una vez llegado al estigma se hidrata y libera las denominadas "proteínas de reconocimiento" del tipo del estigma en el que está retenido. Un papel fundamental en el proceso germinativo es el que representan las auxinas (de las que el polen es muy rico)

y otros reguladores del crecimiento, entre los que destacan en particular las poliaminas (putrescina, espermitina, espermidina).

El tubo polínico se forma durante el invierno. Este queda en estado de latencia y se encuentra protegido en la yema, activándose recién durante la primavera, esperando que se formen los óvulos para ser fecundados. El proceso fecundativo se desarrolla por ello en dos tiempos: al principio los granos de polen retenidos en los estigmas germinan y llegan con sus tubos polínicos a la base de los estilos. Posteriormente, una vez terminada la macroesporogénesis, se produce la gamia. Cabe destacar, que entre el período de polinización y fecundación transcurren alrededor de 4 a 5 meses.

La fecundación se produce desde fines de noviembre a mediados de enero, período en que las condiciones climáticas son más favorables. El núcleo germinativo del polen se “funde” con la ovocélula para originar el embrión, mientras el núcleo vegetativo se une al núcleo secundario para desarrollar el endosperma. Una vez fecundados los óvulos se inicia su desarrollo. Al principio, durante las primeras 3 a 5 semanas después de la fecundación, la evolución del embrión es lenta. El crecimiento del fruto y la lignificación del endocarpio (cáscara) ocurren entre fines de enero y principios de febrero. Posteriormente, el embrión evoluciona con rapidez, alcanzando su volumen definitivo en aproximadamente 2 a 3 semanas, entre mediados de febrero y principios de marzo dependiendo de la variedad. Inicialmente, los tejidos son ricos en agua, el incremento de materia seca es gradual y constante hasta la cosecha. Los frutos maduros caen

desprendiéndose del involucro y están constituidos por un 50 -60% de cáscara, un 40-50% de semilla, dependiendo de la variedad y de los manejos culturales. El fruto del avellano corresponde a un achenio de diferentes formas, redondo en algunas variedades, como es el caso de Tonda di Giffoni, y alargado como Daviana. El fruto puede ser único o reunido en infrutescencias, es decir, se presentan en grupos de 2, 3 o más frutos.

2.10 Desarrollo de frutos

Luego de la fecundación, los frutos presentan un rápido crecimiento, alcanzando en el transcurso de un mes sus tamaños definitivos. Sin embargo, los tejidos contienen una elevada cantidad de agua y un bajo contenido de materia seca. Cabe señalar, que considerando el peso seco de los frutos, se evidencia que estos incrementan su propio peso a partir de fines de febrero a cosecha. Por lo anterior, primeramente el fruto crece, luego consolida la estructura y la consistencia de la cáscara y finalmente se complementa el desarrollo de la semilla.

La avellana presenta una curva tipo sigmoidea y tres diferentes periodos de desarrollo tanto en los frutos como en las semillas. El primer estadio se produce a partir de la fecundación con una duración aproximada de 4-5 semanas; un segundo estadio desde la semana 5 a la semana 12, y el tercero desde la semana 14 hasta su completo desarrollo.

Una vez, que los frutos alcanzan su completa maduración están constituidos por un 50-60% de cáscara y por un 40-50% o más de semilla según la variedad y manejo agronómico

del huerto. Cabe destacar que las avellanas vanas, sin presencia de semillas, caen al suelo con su involucro previo a la maduración de los frutos. Bajo las condiciones agroecológicas del sur de Chile, los porcentajes de frutas vanas son variables desde un 6-10% dependiendo de los cultivares, inadecuada polinización, condiciones climáticas de la temporada y técnicas culturales. Entre los manejos que pueden incidir sobre el número de frutos vanos se pueden mencionar la poda, déficit hídrico y nutrición. En el caso de la poda, se ha evidenciado que la falta de esta práctica para la renovación de madera frutal afecta negativamente la producción con una mayor presencia de frutos vanos. Adicionalmente, la carencia de agua puede estar asociada a un elevado porcentaje de frutos con estas características. Los frutos vanos también están relacionados al tipo de suelo, particularmente con la disponibilidad de potasio. Una adecuada disponibilidad de este elemento pareciera reducir el número de avellanas vacías. Junto a los factores genéticos y culturales, también los parámetros climáticos juegan un rol importante en este fenómeno. Se ha observado que bajas temperaturas y elevadas precipitaciones durante la fecundación están relacionadas con un alto porcentaje de frutos vanos.

2.11 Plantación

La densidad de plantación depende de factores como el vigor de la planta (variedad), el clima, la fertilidad del suelo, riego, etc. En la actualidad, en huertos intensivos la tendencia actual es a la alta densidad. Densidades de 800 árboles (5 m entre hilera y 2,5 m sobre la hilera) o 666 árboles (5 x 3), se

espera lograr precocidad y elevada rentabilidad del huerto (Grau, 2009).

De acuerdo a estudio realizado por Inia Quilamapu en la localidad de Villarrica, las variedades Quila y Tonda di Giffoni presentaron los más altos niveles productivos de la zona, mientras que la variedad Barcelona fue ligeramente inferior a éstas. Las variedades Montebello, Grifoll y Morell tuvieron rendimientos muy inferiores a los señalados, mientras que la variedad Tonda Gentile delle Langhe tuvo la menor producción, siendo la más baja de todas las variedades (Grau, 2009).



La conducción tradicional del avellano europeo es como arbusto, forma de crecimiento natural de la especie. No obstante, hoy se realiza con sistemas de vaso, o sea un árbol con un solo tronco. En el extranjero se han evaluado plantaciones en alta densidad (1.400 a 2.000 plantas por hectárea) con forma de setos. Los setos presentan la ventaja de entrar rápidamente en producción y con producciones elevadas los primeros años. Sin embargo, también hay desventajas: en el tiempo se afecta la calidad de los frutos (menor tamaño), el costo de establecimiento es alto, y el control del

desarrollo vegetativo resulta complicado. Por lo anterior, es preferible establecer huertos con densidades entre 500 y 670 plantas por hectárea con sistemas de conducción en un eje o un tronco del cual nacen tres a cuatro ramas. Así se favorece la entrada de luz, mejora la calidad y la productividad, y se facilita la cosecha, ya sea manual o mediante máquinas aspiradoras. Las densidades indicadas se están empleando en los grandes huertos comerciales que se están estableciendo en el sur, en particular en La Araucanía, sobre la base de antecedentes extranjeros y nacionales (resultados de huertos experimentales y comerciales) (Ellena *et al.*, 2006).

Sistemas de conducción

En relación con los sistemas de conducción y distancias de plantación, no existen opiniones coincidentes entre productores, técnicos e investigadores para determinar los más adecuados y eficaces desde el punto de vista agronómico y económico. Las principales formas de conducción utilizadas en los principales países productores de avellana en el mundo son el multieje o sistema arbustivo, el vaso arbustivo y el monoeje o árbol.

Multieje

Forma de conducción muy difundida en los principales países productores de avellana, que respeta el modo natural de vegetación o crecimiento de la especie. Para este sistema las plantas se establecen en otoño o invierno y al año siguiente, durante el receso vegetativo, se rebajan los árboles a nivel del suelo. Los brotes vigorosos que emergen posteriormente se seleccionan, eligiendo 4-5 distribuidos de manera adecuada, los que formarán el arbusto, eliminándose aquellos supernumerarios y vigorosos que nacen a partir del sistema radical o base

de la planta.

Vaso arbustivo

Es una forma multieje en volumen, cuyos brotes se ubican a 40-50 cm del suelo, con el fin de manejar más fácilmente la planta. Para la formación de este sistema de conducción se procede con la plantación de árboles de 1-2 años de vivero, la idea que tenga 2 temporadas de crecimiento en vivero, durante fines de otoño e invierno, los que inmediatamente se rebajan a 50-60 cm desde el nivel del suelo. En el caso que la brotación y desarrollo de los brotes no haya sido adecuada, se procederá a rebajar nuevamente la planta en el otoño o invierno siguiente a una altura de 30-40 cm.

En la temporada siguiente, se eligen 4-5 brotes de similar vigor, adecuadamente orientados hacia el exterior para formar la estructura del vaso, eliminándose aquellas supra numerarias y eventuales hijuelos que nacen de la base de la planta. Las ramas elegidas (4-5) se dejan crecer libremente en los años sucesivos, las que se revestirán de ramillas ubicadas regularmente en éstas, con el objeto de garantizar una correcta entrada y distribución de la luz al interior de la copa del árbol.

Los cortes de poda en los primeros años de formación de la copa están orientados principalmente al aclareo de las ramillas que se encuentran en número excesivo, particularmente para los brotes muy densos y vigorosos ubicados al interior del vaso. Los mejores brotes de un año serán aquellos que alcancen una longitud de 15-20 cm.

Monoeje

La plantación en monoeje se recomienda principalmente para cultivares vigorosos como Barcelona Oregon y Barcelona chilena.

La planta debe tener un año de vivero o más (dos años), y ser, vigorosa, preferentemente de 1 metro o más de altura, de buen desarrollo radical y libre de enfermedades y plagas. No se recomienda utilizar árboles con escaso desarrollo, poco vigor y débiles. Lo anterior retrasa la entrada en producción del huerto y además conduce a que las plantas estén más propensas a ataques de enfermedades, particularmente bacteriosis. Esta forma de conducción se caracteriza por presentar un tronco único del cual nacen 4-5 ramas, insertas a una altura de 80-90 cm desde el nivel del suelo.

Para una adecuada formación de este sistema de conducción se procede con la plantación en otoño-invierno rebajando a nivel de suelo si las plantas no tienen una pre formación en vivero. En el verano del año siguiente, se elige el brote más vigoroso para formar el tronco y a fines de la estación de crecimiento se procede a rebajarlo a 80-90 cm desde el nivel del suelo, con el fin de vigorizar y mejorar

la brotación lateral. Durante los años sucesivos se mantiene un eje central y se eligen las ramas (4-5) adecuadamente orientadas, con el fin de formar el volumen o futuro esqueleto del árbol. En variedades vigorosas (Barcelona, Tonda di Giffoni) cuando el vigor de los árboles es normal, es importante lograr crecimientos idealmente superiores a 60-80 cm. En variedades de vigor medio, se recomienda despuntar a unos 60 cm desde el punto de la inserción de estas ramas con el eje principal, a objeto de promover el desarrollo de brotes vigorosos que formarán la primera estrata o nivel de ramas. Si el vigor de los árboles es débil y el crecimiento de los brotes es escaso, inferior a 60 cm en variedades vigorosas (ej. Barcelona) y 40 cm en variedades de vigor medio se recomienda realizar una poda fuerte a 2-3 yemas. En el caso de árboles que solamente han desarrollado un brote de suficiente vigor y el resto débiles, se deberán rebajar los brotes vigorosos a unos 60 cm y dejar intactos aquellos que se encuentran en el esqueleto de la planta (Ellena *et al.*, 2006).

2.12 Enfermedades y plagas

Enfermedades

Agalla de coronas y raíces (*Agrobacterium tumefaciens*)

Esta enfermedad provoca la formación de agallas de las raíces y a veces en partes enterradas de los tallos de plantas de vivero.

La invasión de *A. tumefaciens* se produce a través de las heridas. Existen datos que esta enfermedad va asociada a suelos con altos niveles de humedad, existiendo relación con aquellas plantas estresadas por asfixia radical (Grau, 2003).



Figura 6. Agalla de corona y raíces
Fuente: Inia

Pudrición de raíces (*Phytophthora sp.*)

El avellano es susceptible al ataque de este hongo que causa daño en el sistema radical y/o cuello de la planta. El hongo penetra a la planta atacando el sistema vascular, el que pierde su función de transporte de agua y solutos. Factores como exceso de profundidad de plantación y/o suelo cubriendo el cuello, exceso de riego, suelos muy húmedos, suelos con exceso de arcilla o compactados, etc., son factores predisponentes a la presencia de este hongo afectando la planta. Por lo tanto, para prevenir la enfermedad se debe evitar el exceso de humedad producto de los riegos, no dejar suelo en contacto con el cuello del árbol y tener especial cuidado con aquellos suelos con una alta capacidad de retención de agua (Grau, 2003).



Figura 7. Pudrición de raíces
Fuente: Inia

Xanthomonas campestris **pv. *Corylina***

Esta bacteria ataca a todo el árbol ocasionando amarillez de las hojas que con el tiempo se caen al igual que las ramillas y provoca la muerte de yemas y brotes nuevos. Se pueden observar canchales especialmente en la zona de las yemas afectadas. Los frutos atacados presentan manchas café oscuro a negro, rodeadas por mancha acuosa. Estas lesiones preferentemente ocurren en los lados de la nuez, las lesiones de la parte basal son más superficiales e irregulares (Guerrero y Lobos, 1987).

Plagas

Cabrillo de los frutales **(*Aegorhinus* sp.)**

Sus huevos de color blanco, son depositados en forma aislada en la parte baja del tronco.

La larva es de color blanco, mide entre 16 a 20 mm, de forma semicurvada. En tanto el adulto presenta cabeza, tórax y patas de color negro, posee escamas blancas esparcidas por todo el cuerpo, élitros (par de alas duro o coriáceo) de color blanco con tres fajas transversales negra (Lemus, 2004).

El insecto adulto es fácilmente detectable consumiéndose o trepando árboles al atardecer durante los meses de primavera y verano. El daño en la parte aérea es imperceptible, excepto cuando es un daño muy severo (Grau, 2003).



Figura 8. Cabrillo de los frutales
Fuente: Inia Quilamapu

Pulgones (*Myzocallis corylii*)

Los pulgones aparecen en primavera y están presentes durante todo el verano. Los adultos miden 1,5 mm, viven en el envés de las hojas y sobre las yemas, donde se alimentan succionando savia, por lo que el daño provoca debilitamiento general de la planta y, por lo tanto, reducción de la cosecha.



Figura 9. Pulgón del avellano europeo
Fuente: Inia

2.13 Cosecha

Existen dos tipos de cosecha, la cosecha en verde, es decir, la cosecha de la avellana encerrada en su involucre, y la cosecha en seco, es decir, recoger la avellana que ha caído al suelo.

Cosecha en verde

En un huerto ésta puede tener una duración de 15 días. Las avellanas son cosechadas desde el árbol en forma manual.

Cosecha en seco

Se recogen los frutos desde el suelo cuando todos han caído. La caída de los frutos dura alrededor de 4 a 6 semanas y los frutos que caen primero pueden esperar en el suelo sin riesgo de deterioro. En la región del Biobío la cosecha comienza a inicios de febrero y se extiende hasta fines de marzo. La duración de caída de fruto es de aproximadamente 45 – 50 días en un cultivar determinado. Este tipo de cosecha puede realizarse de forma manual o mecánica (Grau, 2003).



3. Aspectos económicos

3.1 SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN MUNDIAL

Producción Mundial

Dentro de los frutos secos el avellano europeo tiene un importante lugar. Dependiendo de la temporada y las condiciones climáticas que afectan a los principales países productores, la producción mundial oscila entre 600 y 900 mil toneladas anuales. Esto ubica al avellano europeo en el segundo lugar dentro de los frutos secos más producidos a nivel mundial, justo por debajo de las almendras y por encima de las nueces (Viveros Nefuen, 2013).

El cultivo del avellano europeo se concentra en zonas de clima mediterráneo. Las mayores producciones de avellano europeo se encuentran en el continente asiático representando un 78% del total de la producción mundial, lo que equivale aproximadamente a 633.875,20 toneladas.

Producción mundial de avellanas con cáscaras (2000-2014)

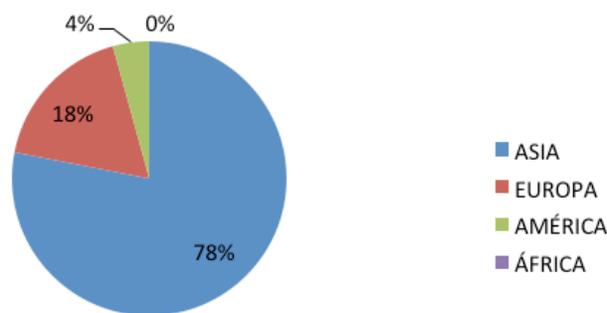


Figura 10. Producción mundial de avellano europeo

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO

Principales productores mundiales del cultivo

Turquía concentra un 76,6% de la superficie cosechada a nivel mundial, seguida por Italia con un 7,9%, Azerbaiyán con un 2,8% y República Islámica de Irán con un 2,5%, dejando a Chile en el décimo lugar con una participación de un 1,1% en este ámbito.

Cuadro 5. Superficie cosechada (ha) y participación porcentual de los países productores respecto de la producción mundial al año 2014.

Localidad	Elemento	Año	Unidad	Valor	Participación (%)
Turquía	Área cosechada	2014	Hectárea	701.141	76,6
Italia	Área cosechada	2014	Hectárea	72.125	7,9
Azerbaiyán	Área cosechada	2014	Hectárea	25.207	2,8
República Islámica de Irán	Área cosechada	2014	Hectárea	23.220	2,5
Georgia	Área cosechada	2014	Hectárea	20.433	2,2
España	Área cosechada	2014	Hectárea	13.591	1,5
Estados Unidos de América	Área cosechada	2014	Hectárea	12.141	1,3
China	Área cosechada	2014	Hectárea	11.888	1,3
China Continental	Área cosechada	2014	Hectárea	11.888	1,3
Chile	Área cosechada	2014	Hectárea	9.836	1,1

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT

Participación mundial del cultivo

Turquía produce un promedio alrededor de 450.000 toneladas de avellanas europeas al año, representando aproximadamente el 63,1% del total de la producción mundial, convirtiéndolo en el mayor productor del mundo y actor muy relevante a la hora de establecer los precios internacionales. Pese a ello, sus sistemas de producción son bastante precarios, especialmente en lo que se refiere al uso de tecnología.

Por otra parte Italia, representa un 10,6% del total producido, este se caracteriza por producir avellanas de buena calidad y consumir la totalidad de su producción a nivel interno con el principal fin de ser procesada y colocada en diversos mercados.

Turquía, en tanto, posee la mayor superficie cosechada de avellano europeo a nivel mundial y a su vez la mayor cantidad de toneladas producidas de este cultivo, es también el país que presenta los rendimientos más bajos en este ranking.

Participación Mundial Superficie-Producción

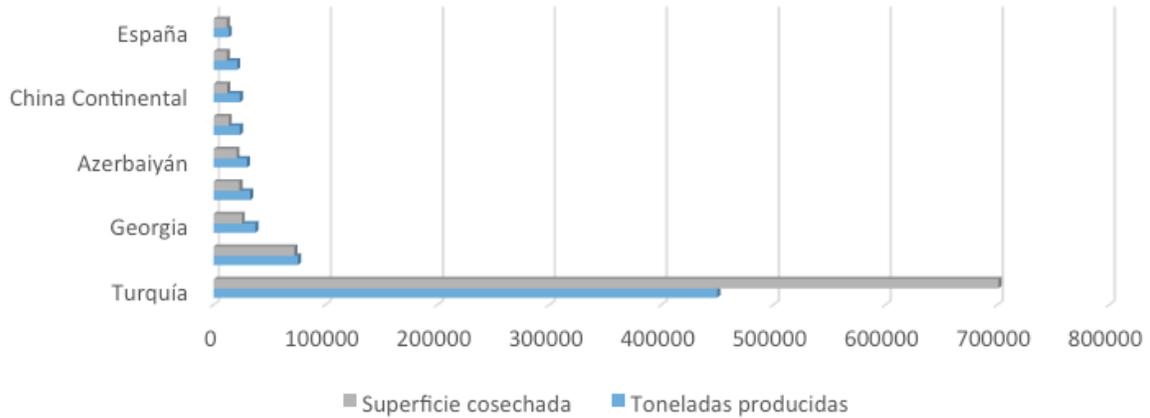


Figura 11. Participación mundial en la producción de avellanas
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT

3.2 COMERCIO INTERNACIONAL

Formas de comercialización

La avellana europea es el tercer fruto seco de cáscara exportado mundialmente después de la almendra y la nuez de nogal. Se comercializa en distintas formas: entera con cáscara, entera sin cáscara, tostadas, repelada, cubeteada, pasta de avellanas, aceite de avellanas, harina de avellanas (Gritsko, 2014), siendo las dos primeras las más importantes y las que más se comercializan a nivel internacional.

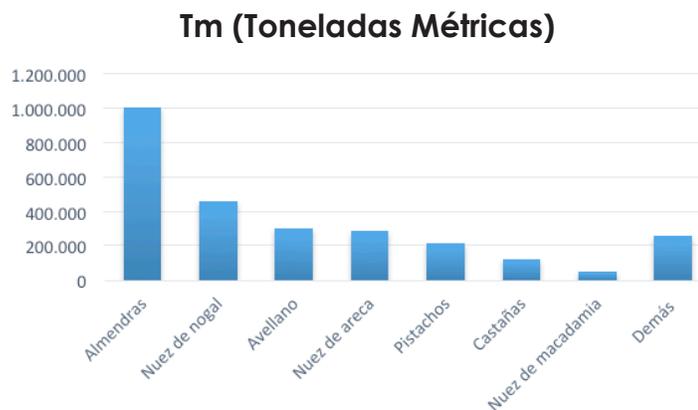


Figura 12. Frutos de cáscara exportados el año 2013 en Toneladas Métricas
Fuente: Gritsko, 2014

La exportación de avellana europea ha tenido sus altos y sus bajos a lo largo del tiempo, siendo el 2012 el año donde la avellana con cáscara alcanza sus mayores valores en cuanto a exportaciones. La avellana europea sin cáscara alcanza su mayor valor de exportación mundial en el año 2013, donde se transaron más de 240.000 toneladas de este fruto.

Exportación Mundial Avellana Con cáscara - Sin cáscara (2005-2014)

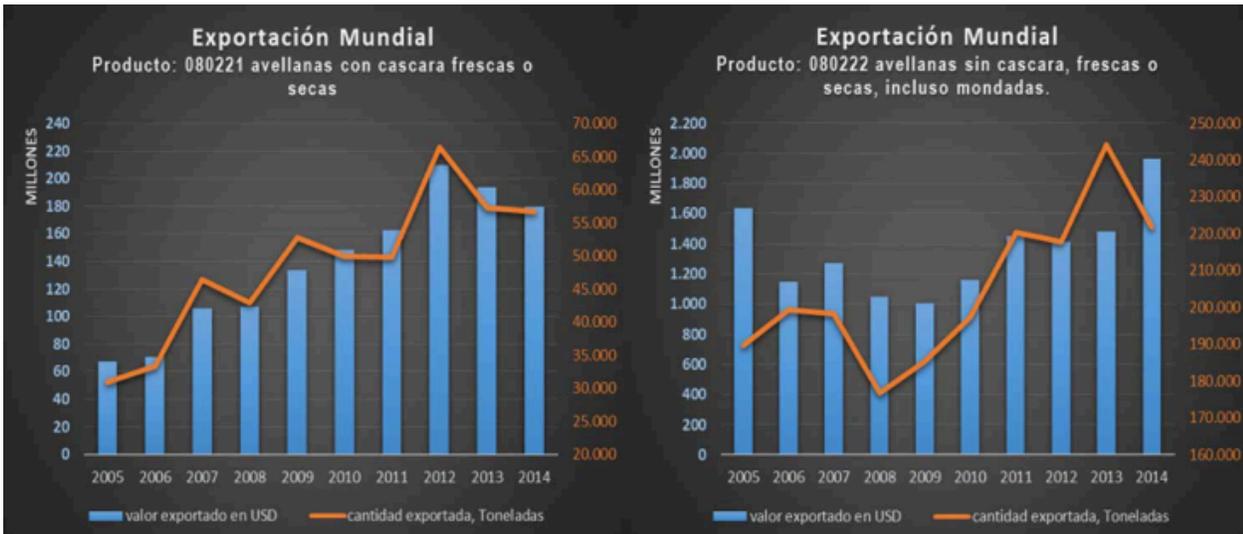


Figura 13. Exportación mundial con cáscara y sin cáscara
Fuente: Inia

Principales importadores de avellano europeo

Tal como indica el gráfico, es posible observar que los principales importadores de avellano son: Alemania (60.381,21 ton), Italia (31.583,50 ton), Francia (15.964,50 ton), Bélgica (13.412,14 ton) y Suiza (10.683,57 ton).

Importaciones de los 5 importadores principales de Avellanas, peladas promedio 2000-2013

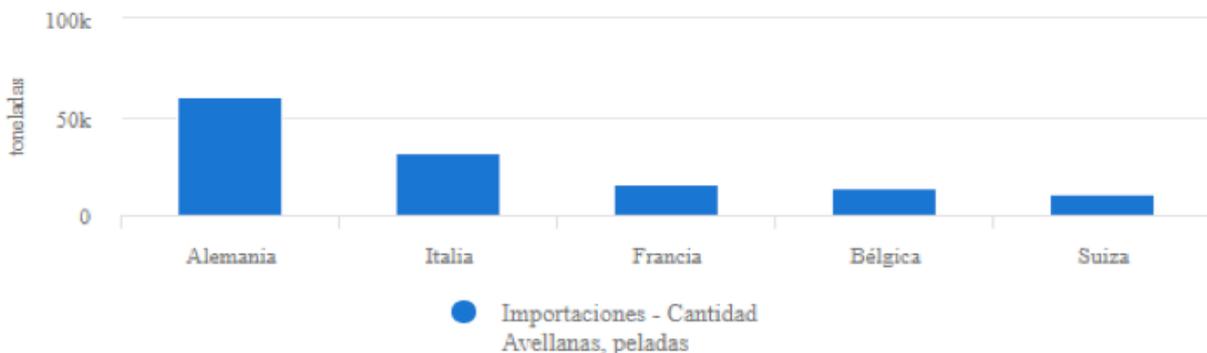


Figura 14. Principales importadores de avellana
Fuente: FAO

Principales exportadores de avellano europeo

Tal como indica el gráfico, es posible observar que los principales exportadores de avellano son: Turquía (144.986,64 toneladas), Italia (16.015,29 toneladas), Georgia (10.384,21 toneladas), Azerbaiyán (8.464,29 toneladas) y Alemania (3.751,36 toneladas).

Exportaciones de los 5 exportadores principales de Avellanas, peladas promedio 2000-2013

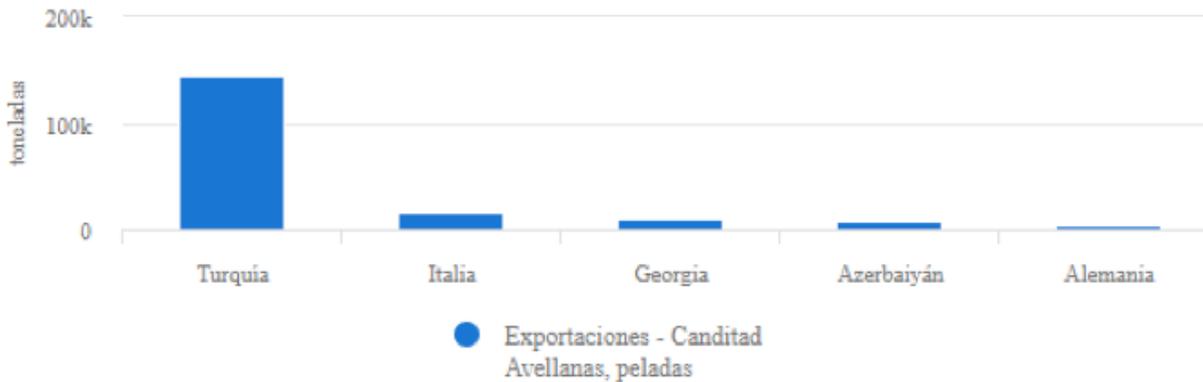


Figura 15. Principales exportadores de avellana
Fuente: FAO

Exportaciones nacionales de avellana

Enfocándose en la realidad nacional, se puede observar un fuerte incremento en la cantidad exportada de avellanas peladas entre los años 2008 y 2012, seguida por una caída considerable en el 2013.

Exportaciones de Avellanas, peladas en Chile 2000-2013

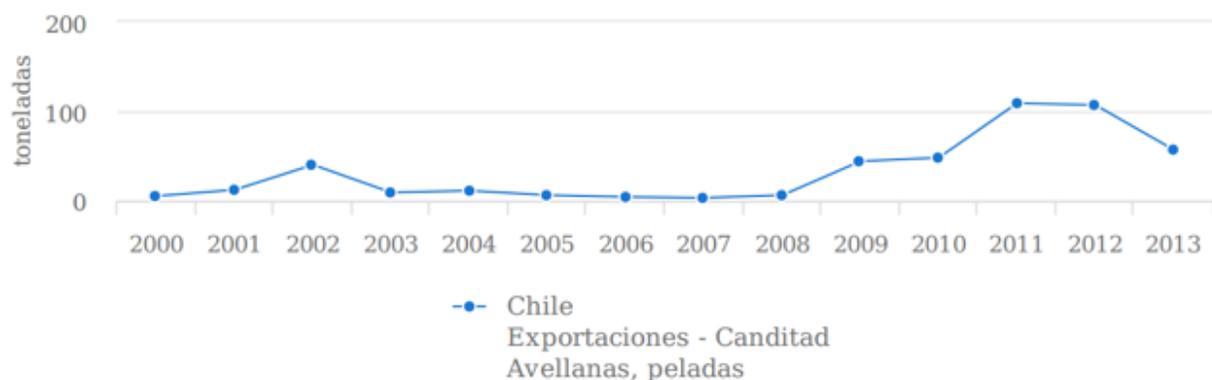
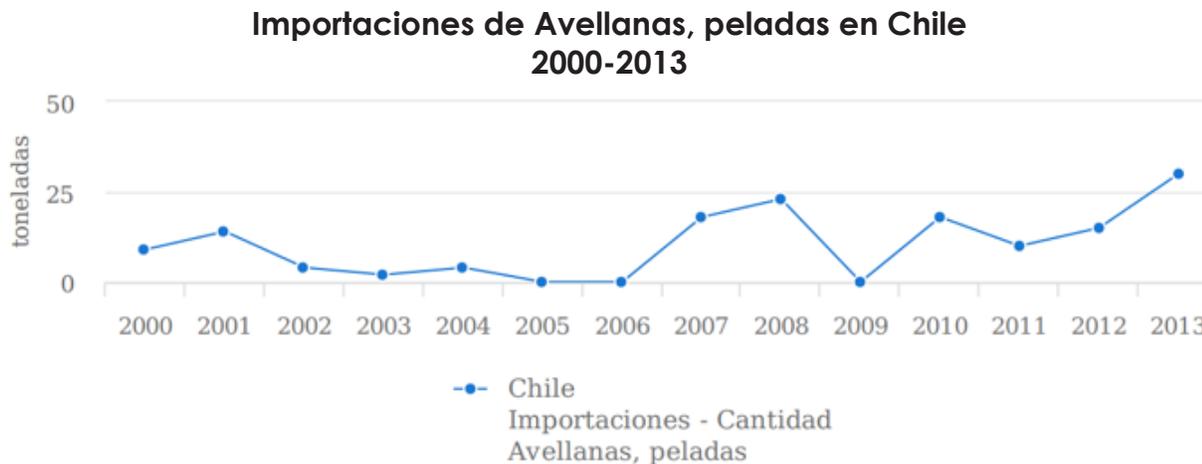


Figura 16. Exportaciones chilenas de avellana sin cáscara
Fuente: FAO

Importaciones nacionales de avellana

En las importaciones de avellanas peladas en Chile, se puede observar un incremento constante en las cantidades importadas entre los años 2009 y 2013, superando la barrera de las 25 toneladas.



*Figura 17. Importaciones chilenas de avellana sin cáscara
Fuente: FAO*

3.3 SUPERFICIE Y PLANTACIÓN EN CHILE

En los últimos años la producción del avellano europeo ha venido desarrollándose de manera importante en Chile, lo que ha instalado al país como el mayor productor de este fruto en el hemisferio sur.

Actualmente en Chile, la superficie plantada de avellano europeo supera las 13.000 ha en 2016, concentrándose fuertemente en la región del Maule, La Araucanía y Biobío. Aseguran que el avance es mayor, que se están plantando unas tres mil hectáreas al año y que en 2030 se alcanzarán las 30 mil hectáreas¹.

Superficie plantada por regiones

La mayor parte de la superficie con huertos comerciales se encuentra concentrada en la zona centro sur del país, específicamente en la región del Maule, la que posee alrededor de 6.586,3 ha de este cultivo, le sigue la región de La Araucanía con 4.433,6 ha plantadas y finalmente, la región del Biobío con una superficie de 1.218,3 ha.

¹ El avellano europeo sigue imparable, *El Mercurio* (2017)

Superficie de Avellano

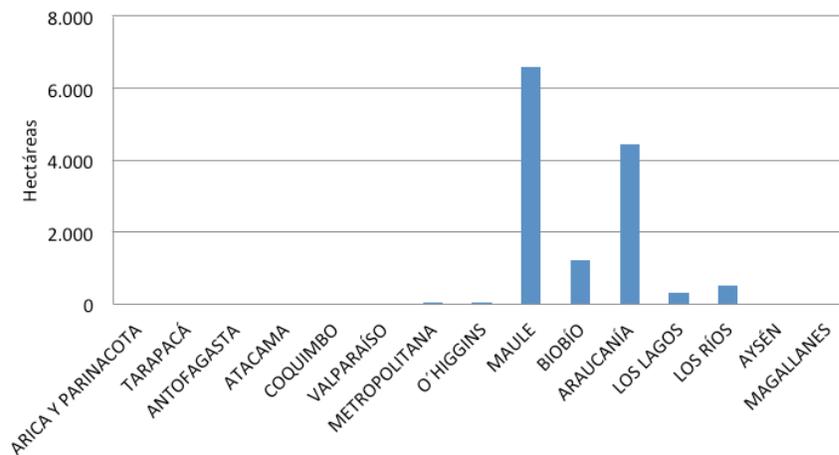


Figura 18. Superficie plantada de avellano a nivel nacional
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

Variación nacional de plantaciones de avellano europeo

Durante los últimos años, el cultivo del avellano europeo ha experimentado un fuerte desarrollo en Chile, particularmente en la zona centro sur y sur del país, mostrando un fuerte incremento de la superficie plantada desde el año 2000 al 2016 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Superficie plantada (ha)

REGIÓN	2000-2001	2006-2007	2012-2013	2016
MAULE	853,37	2.739,20	5.680,50	6.586,30
BIOBÍO	2,42	49,08	386,40	1.218,32
ARAUCANÍA	2,81	548,67	2.251,50	4.433,60
LOS RÍOS	9,43	29,12	260,90	509,48

Fuente: Elaboración propia con datos de Catastro Frutícola 2016

Se estima que para el año 2017 Chile producirá alrededor de 19 mil toneladas de avellano europeo, profundizando así la tendencia de crecimiento que se viene observando en los últimos años².

La región del Maule cuenta con más de seis mil hectáreas plantadas de avellano europeo y posee alrededor de 150 productores de este fruto cuyo principal destino es la confitería y pastelería, utilizando este fruto como materia prima de productos para el Grupo Ferrero, tales como Nutella y los bombones Ferrero Rocher. Luego le sigue La Araucanía, con una plantación actual de aproximadamente 4.400 ha. En tercer lugar se encuentra Biobío, que ha mostrado un fuerte crecimiento en los últimos 16 años, quien pasó de tener una superficie de 2 ha, en el periodo 2000-2001, a tener alrededor de 1.200 ha en el periodo 2015-2016. Y finalmente se encuentra la región de Los Ríos quien en la actualidad posee una superficie plantada de aproximadamente 510 ha.

Varación de la superficie plantada

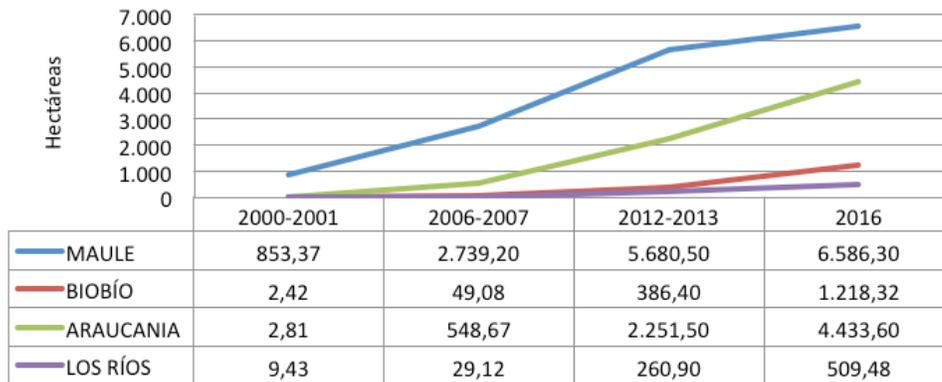


Figura 19. Variación anual de la superficie plantada
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

Estado de desarrollo de las plantaciones en la región del Biobío

De acuerdo con la plantación de avellano europeo en Chile, más de un millón de árboles se encuentran en fase de formación y más de cuatro millones de árboles están en fase de crecimiento, por lo que se visualizará un fuerte incremento de la oferta en los próximos años.

Eugenio Ulrici del grupo italiano Ferrero, afirma que el avellano empieza a producir entre el tercer y cuarto año, alcanzando su plena producción entre el séptimo y octavo año.

Estado de desarrollo de las plantaciones

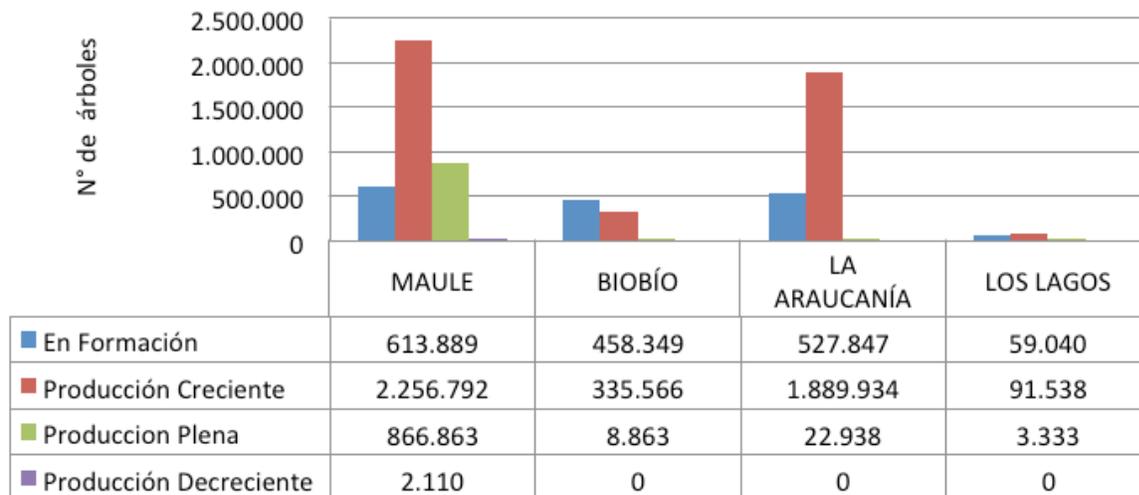


Figura 20. Estado de desarrollo de las plantaciones de las principales regiones productoras del cultivo
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

Respecto a la región del Maule, presenta un 17% de las plantaciones en formación, un 60% en producción creciente y el 23% restante en producción plena.

La región de La Araucanía presenta un 22% de las plantaciones en estado de formación, mientras que un 77% en producción creciente y el 1% restante en producción plena.

La región del Biobío por su parte presenta un 56% en estado de formación, un 42% en producción creciente y un 1% en producción plena.

Finalmente, la región de Los Lagos, en estado de formación cuenta con un 38% de las plantaciones, un 60% en producción creciente y un 2% restante en producción plena.

Participación en los últimos años de la región del Biobío

Desde el año 2006 la superficie plantada en la región ha mostrado un constante crecimiento, con más fuerza desde el año 2012, incrementando mayormente en la provincia de Ñuble donde alcanzó al año 2016 las 759,5 ha de superficie plantada.

Participación de la superficie plantada

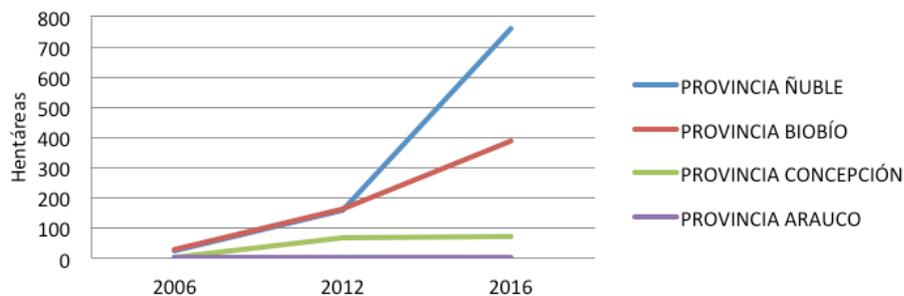


Figura 21. Participación de la región del Biobío
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

Concentrándose en la provincia de Ñuble, que ha presentado el mayor crecimiento en los últimos años, es posible afirmar que la comuna de Ñiquén posee la mayor participación del cultivo avellano europeo representado por un 34% del total de la superficie plantada en la provincia de Ñuble, le sigue la comuna de Coihueco con un 22% del total de superficie plantada.

Participación del cultivo

■ ÑIQUÉN ■ COIHUECO ■ BULNES ■ CHILLÁN ■ OTRAS COMUNAS

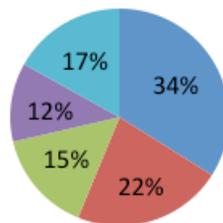


Figura 22. Participación por comunas de la provincia de Ñuble
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación se presentan los resultados del análisis de factibilidad económica del avellano europeo para la región del Biobío.

Es importante señalar que para el análisis, se tomaron como base los costos promedios por hectáreas de los distintos agricultores entrevistados, considerando como costos directos de producción los costos de mantención del huerto en plena producción (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costos directos de producción de avellano europeo (1 ha)

Costo de Mano de Obra	VALOR (PESO CHILENO)
Riego	60.000
Poda	100.000
Acarreo poda	100.000
Capataz	320.000
Cosecha	217.000
Costo de Insumos	
Insecticidas	20.735
Fungicidas	342.000
Imprevistos (5%)	57.987
TOTAL COSTOS DIRECTOS	1.217.722

En cuanto a la inversión inicial, ésta considera los costos asociados al establecimiento del cultivo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Costos de establecimiento de avellano europeo (1 ha)

Labores	VALOR (PESO CHILENO)
Análisis de suelos	25.000
Bulldozer	300.000
Rastra	50.000
Riego	2.000.000
Mano de obra	
Plantación	150.000
Hoyo de plantación	100.000
Control malezas	20.000
Insumos	
Plantas	1.334.000
Fertilizantes	226.802
Control de malezas	11.400
TOTAL COSTOS DIRECTOS	4.217.202

Para el presente análisis económico, se tomó como referencia el valor de mercado de dos variedades de avellano europeo, Tonda di Giffoni y Barcelona. La primera, Tonda di Giffoni, representa aproximadamente el 80% de la plantación de un huerto (1 ha), mientras que la variedad Barcelona representa el 20% restante. Ya definida la proporción de cada variedad, se aplicó este porcentaje para determinar el rendimiento esperado y los ingresos en cada uno de los años (Cuadro 9).

Cuadro 9. Rendimiento promedio por año según variedad de avellano europeo (kg/ha)

Año	1	2	3	4	5	6	7-15
Rendimiento V1	0	0	560	1.040	1.520	2.000	2.480
Rendimiento V2	0	0	140	260	380	500	620
Rendimiento T	0	0	700	1.300	1.900	2.500	3.100

Para la proyección del flujo de caja a 15 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 3.100 kg/ha desde el año 7 hasta el 15 (plena producción); un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 4,7 para la variedad Tonda di Giffoni y de US\$ 3,8 para la variedad Barcelona. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$20.792.957, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de avellano europeo presenta una rentabilidad máxima de 34,2%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR) (Anexo 1).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado del avellano europeo cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. El Cuadro 10 representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio, en donde se destaca que un aumento en el precio de un 20% aumenta el VAN en un 32,4%.

Cuadro 10. Análisis de sensibilidad de avellano europeo (1 ha)

		Precio de Mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de Cambio	-10%	11.347.526	14.383.557	17.419.588	20.455.620	23.491.651	-10%
	-5%	12.696.873	15.901.573	19.106.272	22.310.972	25.515.672	-5%
	Promedio	14.046.220	17.419.588	20.792.957	24.166.325	27.539.693	Promedio
	5%	15.395.567	18.937.604	22.479.641	26.021.677	29.563.714	5%
	10%	16.744.915	20.455.620	24.166.325	27.877.030	31.587.735	10%

Anexo 1.

Flujo de caja
proyectada de 1
hectárea de avellano
europeo

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
kg/ha Total V1	-	-	-	560	1.040	1.520	2.000	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480
kg/ha Total V2	-	-	-	140	260	380	500	620	620	620	620	620	620	620	620	620
kg/ha Total	-	-	-	700	1.300	1.900	2.500	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Precio US\$/kg V1	-	-	-	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Precio US\$/kg V2	-	-	-	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Tipo de Cambio	-	-	-	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620
Ingresos V1	-	-	-	1.631.840	3.030.560	4.429.280	5.828.000	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720
Ingresos V2	-	-	-	329.840	612.560	895.280	1.178.000	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720
Ingreso por venta	-	-	-	1.961.680	3.643.120	5.324.560	7.006.000	8.687.440	8.687.440	8.687.440	8.687.440	8.687.440	8.687.440	8.687.440	8.687.440	8.687.440
Costos directos	-	805.897	833.125	910.513	982.267	1.055.439	1.130.100	1.217.722	1.263.448	1.299.349	1.336.894	1.376.164	1.417.242	1.460.219	1.505.186	1.552.243
Margen Bruto	-	-805.897	-833.125	1.051.167	2.660.853	4.269.121	5.875.900	7.469.718	7.423.992	7.388.091	7.350.546	7.311.276	7.270.198	7.227.221	7.182.254	7.135.197
Inversión	-4.217.202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Var. Capital de trabajo	-805.897	-833.125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg. Capital de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.639.022
Flujo de Caja	-5.023.099	-1.639.022	-833.125	1.051.167	2.660.853	4.269.121	5.875.900	7.469.718	7.423.992	7.388.091	7.350.546	7.311.276	7.270.198	7.227.221	7.182.254	8.774.219

3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO CON CAMBIO CLIMÁTICO

A continuación se presentan los resultados del análisis de factibilidad económica del avellano europeo para la Región del Biobío, incorporando los costos asociados al cambio climático que afectará a la zona centro-sur del país en los próximos años.

Para dicho análisis se tomarán como base los costos utilizados anteriormente, pero se incorporará el uso del fitoregulador Dormex, utilizado para complementar las horas frío requeridas del cultivo, y el uso de un nebulizador para su aplicación (costos por hectárea) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Costos directos de producción de avellano europeo (1 ha)

Costo de Mano de Obra	VALOR (PESO CHILENO)
Riego	60.000
Poda	100.000
Acarreo poda	100.000
Capataz	320.000
Cosecha	217.000
Nebulizador	25.000
Costo de Insumos	
Insecticidas	20.735
Fungicidas	342.000
Fitoregulador	9.141
Imprevistos (5%)	59.694
TOTAL COSTOS DIRECTOS	1.253.570

En cuanto a la inversión inicial, ésta considera los costos asociados al establecimiento del cultivo sin alteraciones a raíz del cambio climático (Cuadro 12).

Cuadro 12. Costos de establecimiento de avellano europeo (1 ha)

Labores	VALOR (PESO CHILENO)
Análisis de suelos	25.000
Bulldozer	300.000
Rastra	50.000
Riego	2.000.000
Mano de obra	
Plantación	150.000
Hoyo de plantación	100.000
Control malezas	20.000
Insumos	
Plantas	1.334.000
Fertilizantes	226.802
Control malezas	11.400
TOTAL COSTOS DIRECTOS	4.217.202

Para el análisis se consideró el rendimiento óptimo del cultivo al igual que en la situación original, conservando la misma proporción de rendimientos entre las distintas variedades, 80% para la variedad 1 (Tonda di Giffoni) y 20% para la variedad 2 (Barcelona), sumando entre ambas el total del rendimiento del cultivo para una hectárea (Cuadro 13).

Cuadro 13. Rendimiento promedio por año según variedad de avellano europeo (kg/ha)

Año	1	2	3	4	5	6	7-15
Rendimiento V1	0	0	560	1.040	1.520	2.000	2.480
Rendimiento V2	0	0	140	260	380	500	620
Rendimiento T	0	0	700	1.300	1.900	2.500	3.100

Para la proyección del flujo de caja a 15 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 3.100 kg/ha desde el año 7 hasta el año 15 (plena producción); un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 4,7 para la variedad Tonda di Giffoni y de US\$ 3,8 para la variedad Barcelona. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$ 20.665.092, presentando una disminución de \$127.865 con respecto a la situación original, calculado a partir del VAN, con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de avellano europeo presenta una rentabilidad máxima de 34,1%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR) (Anexo 2).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado del avellano europeo cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. El Cuadro 14 representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio, en donde se destaca que un aumento en el precio de un 20% aumenta el VAN en un 32,6%.

Cuadro 14. Análisis de sensibilidad de avellano europeo (1 ha)

		Precio de Mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de Cambio	-10%	11.219.661	14.255.692	17.291.723	20.327.755	23.363.786	-10%
	-5%	12.569.008	15.773.708	18.978.407	22.183.107	25.387.807	-5%
	Promedio	13.918.355	17.291.723	20.665.092	24.038.460	27.411.828	Promedio
	5%	15.267.702	18.809.739	22.351.776	25.893.812	29.435.849	5%
	10%	16.617.050	20.327.755	24.038.460	27.749.165	31.459.870	10%

Análisis con rendimiento de 2.100 kg/ha

Si bien los precios son un factor importante a la hora de evaluar los proyectos, los rendimientos también son otro factor relevante a la hora de tomar decisiones, es por esto que se considerarán dos escenarios en donde los rendimientos son menores a los óptimos.

Para el primer caso se tomaron los costos asociados a la mantención del huerto, incorporando los costos que se deberían realizar a raíz del cambio climático (Cuadro 15).

Cuadro 15. Costos directos de producción de avellano europeo (1 ha)

Costo de Mano de Obra	VALOR (PESO CHILENO)
Riego	60.000
Poda	100.000
Acarreo poda	100.000
Capataz	320.000
Cosecha	147.000
Nebulizador	25.000
Costo de Insumos	
Insecticidas	20.735
Fungicidas	342.000
Fitoregulador	9.141
Imprevistos (5%)	56.194
TOTAL COSTOS DIRECTOS	1.180.070

En cuanto a la inversión inicial, ésta considera los costos asociados al establecimiento del cultivo sin alteraciones a raíz del cambio climático ni a la baja en el rendimiento (Cuadro 16).

Cuadro 16. Costos de establecimiento de avellano europeo (1 ha)

Labores	VALOR (PESO CHILENO)
Análisis de suelos	25.000
Bulldozer	300.000
Rastra	50.000
Riego	2.000.000
Mano de obra	
Plantación	150.000
Hoyo de plantación	100.000
Control malezas	20.000
Insumos	
Plantas	1.334.000
Fertilizantes	226.802
Control malezas	11.400
TOTAL COSTOS DIRECTOS	4.217.202

Para el análisis se consideró un rendimiento de 2.100 kg/ha, conservando la misma proporción de rendimientos entre las distintas variedades, 80% para la variedad 1 (Tonda di Giffoni) y 20% para la variedad 2 (Barcelona), sumando entre ambas el total del rendimiento del cultivo para una hectárea (Cuadro 17).

Cuadro 17. Rendimiento promedio por año según variedad (kg/ha) de avellano europeo

Año	1	2	3	4	5	6	7-15
Rendimiento V1	0	0	383	708	1.034	1.361	1.680
Rendimiento V2	0	0	96	177	259	340	420
Rendimiento T	0	0	478	886	1.293	1.701	2.100

Para la proyección del flujo de caja a 15 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 2.100 kg/ha desde el año 7 hasta el año 15 (plena producción); un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 4,7 para la variedad Tonda di Giffoni y de US\$ 3,8 para la variedad Barcelona. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$ 10.107.946, presentando una disminución de \$10.685.011 con respecto a la situación original, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de avellano europeo presenta una rentabilidad máxima de 25,1%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR) (Anexo 3).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado del avellano europeo cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. El Cuadro 18 representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio, en donde se destaca que un aumento en el precio de un 20% aumenta el VAN en un 45,1%.

Cuadro 18. Análisis de sensibilidad de avellano europeo (1 ha)

		Precio de Mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de Cambio	-10%	3.699.270	5.759.202	7.819.133	9.879.065	11.938.996	-10%
	-5%	4.614.795	6.789.167	8.963.540	11.137.912	13.312.284	-5%
	Promedio	5.530.320	7.819.133	10.107.946	12.396.759	14.685.572	Promedio
	5%	6.445.845	8.849.099	11.252.352	13.655.606	16.058.859	5%
	10%	7.361.371	9.879.065	12.396.759	14.914.453	17.432.147	10%

Análisis con rendimiento mínimo

Finalmente se analizará el rendimiento mínimo que debe tener un huerto de avellano europeo para que el VAN del proyecto sea 0 y el Índice de Rentabilidad (IR) sea igual a 1, ósea cuando no existe pérdida ni ganancia al realizar el proyecto. Para este caso los costos directos en los que deberá incurrir el agricultor son los que se muestran en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Costos directos de producción de avellano europeo (1 ha)

Costo de Mano de Obra	VALOR (PESO CHILENO)
Riego	60.000
Poda	100.000
Acarreo poda	100.000
Capataz	320.000
Cosecha	80.887
Nebulizador	25.000
Costo de Insumos	
Insecticidas	20.735
Fungicidas	342.000
Fitoregulador	9.141
Imprevistos (5%)	52.888
TOTAL COSTOS DIRECTOS	1.110.651

En cuanto a la inversión inicial, ésta considera los costos asociados al establecimiento del cultivo sin alteraciones a raíz del cambio climático ni a la baja en el rendimiento (Cuadro 20).

Cuadro 20. Costos de establecimiento de avellano europeo (1 ha)

Labores	VALOR (PESO CHILENO)
Análisis de suelos	25.000
Bulldozer	300.000
Rastra	50.000
Riego	2.000.000
Mano de obra	
Plantación	150.000
Hoyo de plantación	100.000
Control malezas	20.000
Insumos	
Plantas	1.334.000
Fertilizantes	226.802
Control malezas	11.400
TOTAL COSTOS DIRECTOS	4.217.202

Para el análisis se consideró un rendimiento de 1.156 kg/ha, conservando la misma proporción de rendimientos entre las distintas variedades, 80% para la variedad 1 (Tonda di Giffoni) y 20% para la variedad 2 (Barcelona), sumando entre ambas el

total del rendimiento del cultivo para una hectárea (Cuadro 21).

Cuadro 21. Rendimiento promedio por año según variedad de avellano europeo (kg/ha)

Año	1	2	3	4	5	6	7-15
Rendimiento V1	0	0	210	390	569	749	924
Rendimiento V2	0	0	53	97	142	187	231
Rendimiento T	0	0	263	487	711	936	1.156

Para la proyección del flujo de caja a 15 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 1.156 kg/ha desde el año 7 hasta el año 15 (plena producción), siendo esta cantidad la mínima que debe rendir un huerto para no obtener ni pérdidas ni ganancias en el proyecto; un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 4,7 para la variedad Tonda di Giffoni y de US\$ 3,8 para la variedad Barcelona. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$ 0, presentando una disminución de \$20.792.957 con respecto a la situación original, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de avellano europeo presenta una rentabilidad máxima de 12%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR) (Anexo 4).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado del avellano europeo cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. El Cuadro 22 representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio, en donde se aprecia que ante cualquier baja, ya sea en el tipo de cambio o en el precio de alguna de las variedades de avellano europeo, trae consigo una pérdida al realizar el proyecto, y por otra parte, un alza en el tipo de cambio o en cualquiera de las variedades traería consigo ganancias para quien ejecuta el proyecto.

Cuadro 22. Análisis de sensibilidad de avellano europeo (1 ha)

		Precio de Mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de Cambio	-10%	-3.653.241	-2.478.985	-1.304.729	-130.473	1.043.783	-10%
	-5%	-3.131.350	-1.891.857	-652.365	587.128	1.826.621	-5%
	Promedio	-2.609.458	-1.304.729	0	1.304.729	2.606.479	Promedio
	5%	-2.087.566	-717.601	652.365	2.022.330	3.362.129	5%
	10%	-1.565.675	-130.473	1.304.729	2.732.421	4.117.780	10%

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
kg/ha Total V1	-	-	-	560	1.040	1.520	2.000	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480	2.480
kg/ha Total V2	-	-	-	140	260	380	500	620	620	620	620	620	620	620	620	620
kg/ha Total	-	-	-	700	1.300	1.900	2.500	3.100								
Precio US\$/kg V1	-	-	-	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Precio US\$/kg V2	-	-	-	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Tipo de Cambio	-	-	-	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620
Ingresos V1	-	-	-	1.631.840	3.030.560	4.429.280	5.828.000	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720	7.226.720
Ingresos V2	-	-	-	329.840	612.560	895.280	1.178.000	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720	1.460.720
Ingreso por venta	-	-	-	1.961.680	3.643.120	5.324.560	7.006.000	8.687.440								
Costos directos	-	805.897	833.125	910.513	982.267	1.055.439	1.164.547	1.253.570	1.300.698	1.338.067	1.377.150	1.418.031	1.460.797	1.505.543	1.552.363	1.601.362
Margen Bruto	-	-805.897	-833.125	1.051.167	2.660.853	4.269.121	5.841.453	7.433.870	7.386.742	7.349.373	7.310.290	7.269.409	7.226.643	7.181.897	7.135.077	7.086.078
Inversión	-4.217.202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Var. Capital de trabajo	-805.897	-833.125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rec. Capital de Trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.639.022
Flujo de Caja	-5.023.099	-1.639.022	-833.125	1.051.167	2.660.853	4.269.121	5.841.453	7.433.870	7.386.742	7.349.373	7.310.290	7.269.409	7.226.643	7.181.897	7.135.077	7.086.078

Anexo 2
Flujo de caja proyectada
de 1 hectárea de
avellano europeo
3.100 kg/ha + cambio
climático

Anexo 3

Flujo de caja proyectada de 1 hectárea de avellano europeo 2.100 kg/ha + cambio climático

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
kg/ha Total V1	-	-	-	383	708	1.034	1.361	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680
kg/ha Total V2	-	-	-	96	177	259	340	420	420	420	420	420	420	420	420	420
kg/ha Total	-	-	-	478	886	1.293	1.701	2.100								
Precio US\$/Kg V1	-	-	-	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Precio US\$/Kg V2	-	-	-	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Tipo de Cambio	-	-	-	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620
Ingresos V1	-	-	-	1.114,761	2.064,372	3.013,682	3.965,371	4.895,520	4.895,520	4.895,520	4.895,520	4.895,520	4.895,520	4.895,520	4.895,520	4.895,520
Ingresos V2	-	-	-	225,324	417,267	609,149	801,511	989,520	989,520	989,520	989,520	989,520	989,520	989,520	989,520	989,520
Ingreso por venta	-	-	-	1.340,085	2.481,639	3.622,831	4.766,882	5.885,040								
Costos directos	-	805,897	833,125	895,026	953,328	1.013,038	1.108,756	1.180,070	1.223,523	1.260,892	1.299,975	1.340,856	1.383,622	1.428,368	1.475,188	1.524,187
Margen Bruto	-	-805,897	-833,125	445,059	1.528,311	2.609,793	3.658,126	4.704,970	4.661,517	4.624,148	4.585,065	4.544,194	4.501,418	4.456,672	4.409,852	4.360,853
Inversión	-4.217,202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Var. Capital de trabajo	-805,897	-833,125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rec. Capital de Trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.639,022
Flujo de Caja	-5.023,099	-1.639,022	-833,125	445,059	1.528,311	2.609,793	3.658,126	4.704,970	4.661,517	4.624,148	4.585,065	4.544,194	4.501,418	4.456,672	4.409,852	5.999,875

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
kg/ha Total V1	-	-	-	210	390	569	749	924	924	924	924	924	924	924	924	924	
kg/ha Total V2	-	-	-	53	97	142	187	231	231	231	231	231	231	231	231	231	
kg/ha Total	-	-	-	263	487	711	936	1.156									
Precio US\$/kg V1	-	-	-	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	
Precio US\$/kg V2	-	-	-	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	
Tipo de Cambio	-	-	-	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	
Ingresos V1	-	-	-	613.396	1.135.919	1.658.276	2.181.942	2.693.755	2.693.755	2.693.755	2.693.755	2.693.755	2.693.755	2.693.755	2.693.755	2.693.755	
Ingresos V2	-	-	-	123.984	229.601	335.183	441.031	544.482	544.482	544.482	544.482	544.482	544.482	544.482	544.482	544.482	
Ingreso por venta	-	-	-	737.381	1.365.520	1.993.459	2.622.973	3.238.238									
Costos directos	-	805.897	833.125	880.009	925.518	972.440	1.055.338	1.110.651	1.150.633	1.188.002	1.227.085	1.267.966	1.310.732	1.355.478	1.402.298	1.451.297	
Margen Bruto	-	-805.897	-833.125	-142.628	440.001	1.021.019	1.567.634	2.127.587	2.087.605	2.050.236	2.011.153	1.970.272	1.927.505	1.882.760	1.835.940	1.786.941	
Inversión	-4.217.202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Var. Capital de Trabajo	-805.897	-833.125	-142.628	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rec. Capital de Trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.781.650	
Flujo de Caja	-5.023.099	-1.639.022	-975.753	-142.628	440.001	1.021.019	1.567.634	2.127.587	2.087.605	2.050.236	2.011.153	1.970.272	1.927.505	1.882.760	1.835.940	1.882.760	3.568.591

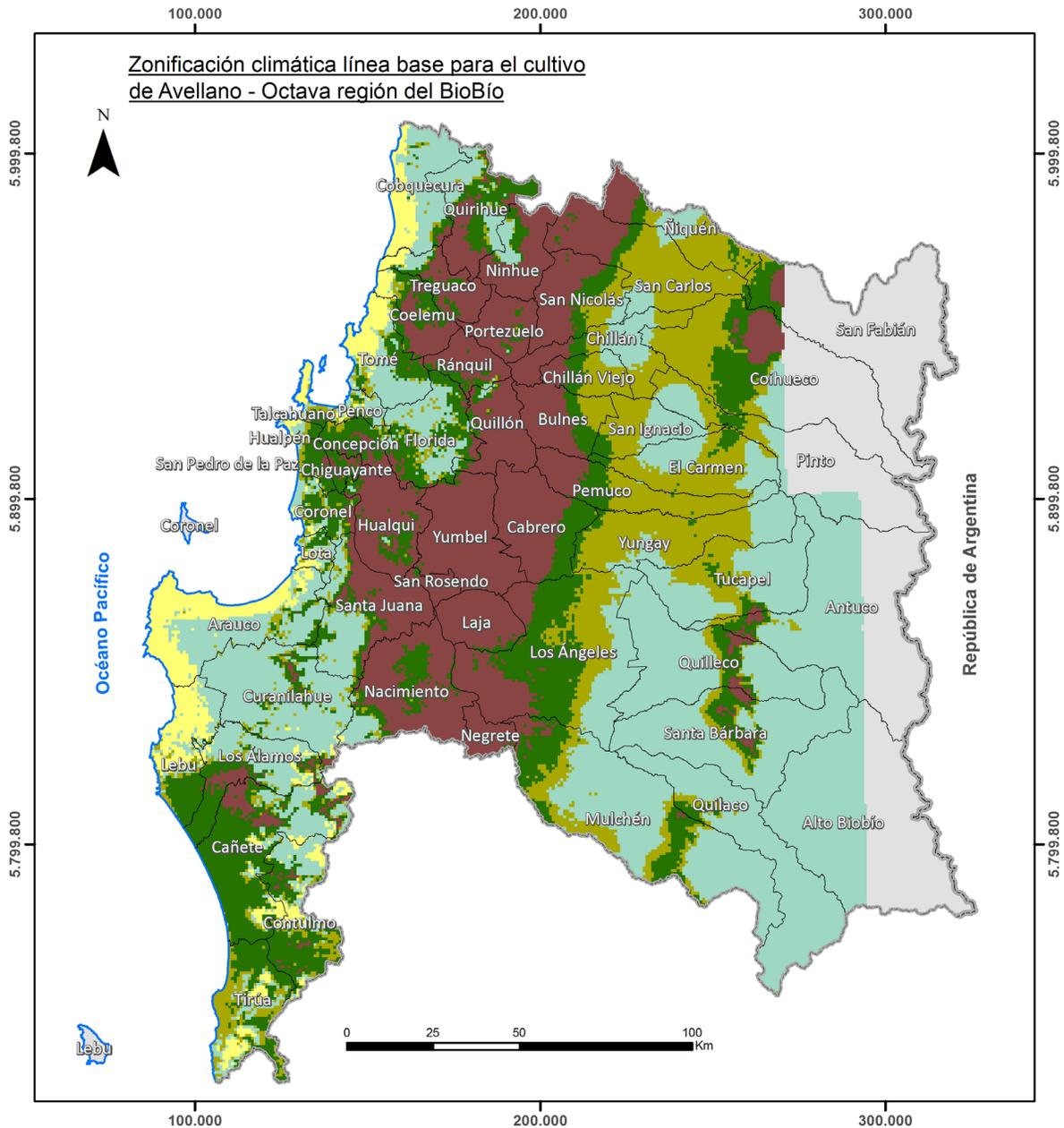
Anexo 4
Flujo de caja proyectada
de 1 hectárea de
avellano europeo
1.156 kg/ha + cambio
climático



4. Mapas de aptitud productiva

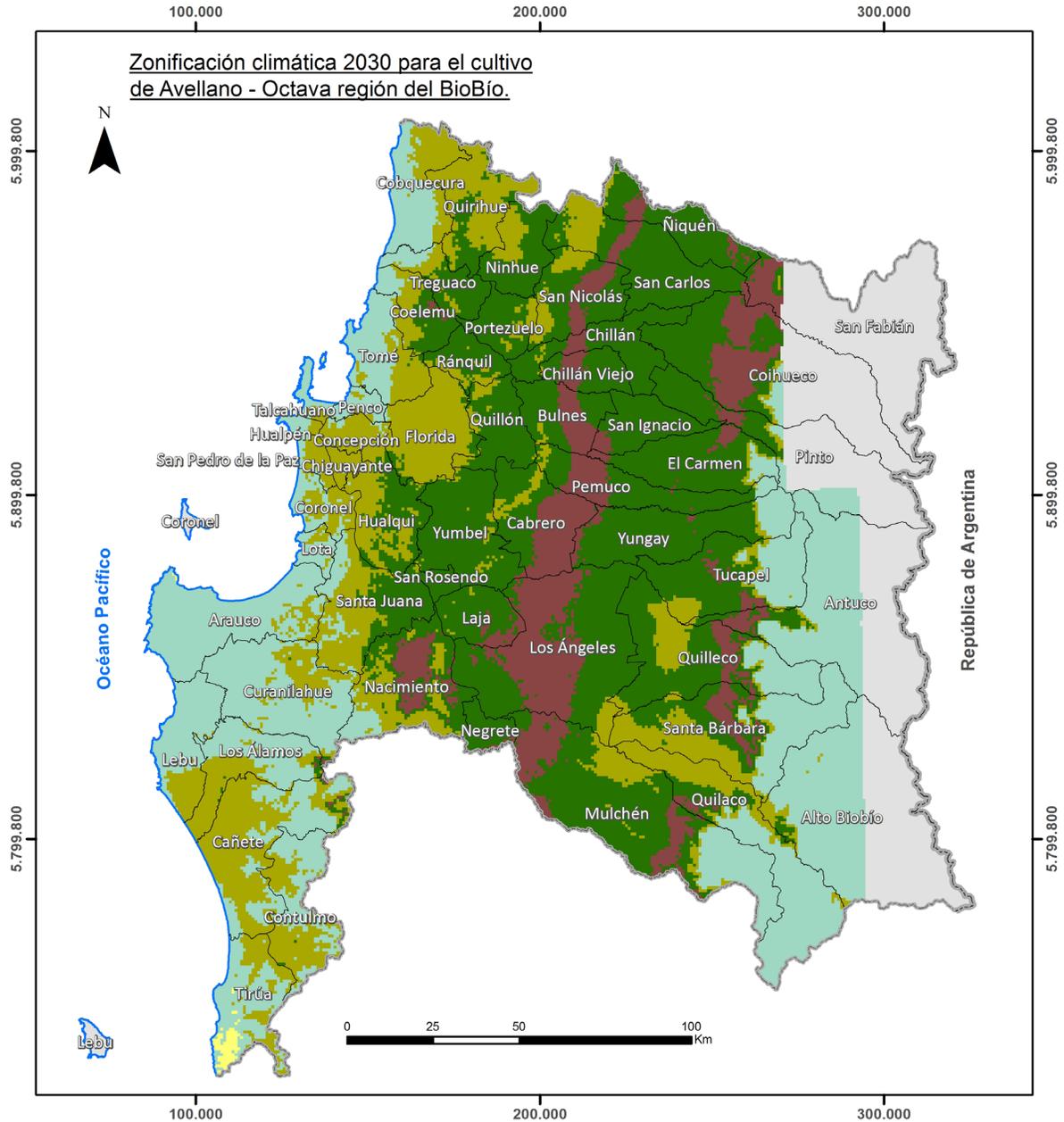
A continuación se presentan los mapas de aptitud productiva por clima (condición actual y futura), por suelo, por clima (condición actual y futura) y suelo conjuntamente, para avellano europeo.

1. Mapa de aptitud productiva por clima, condición actual



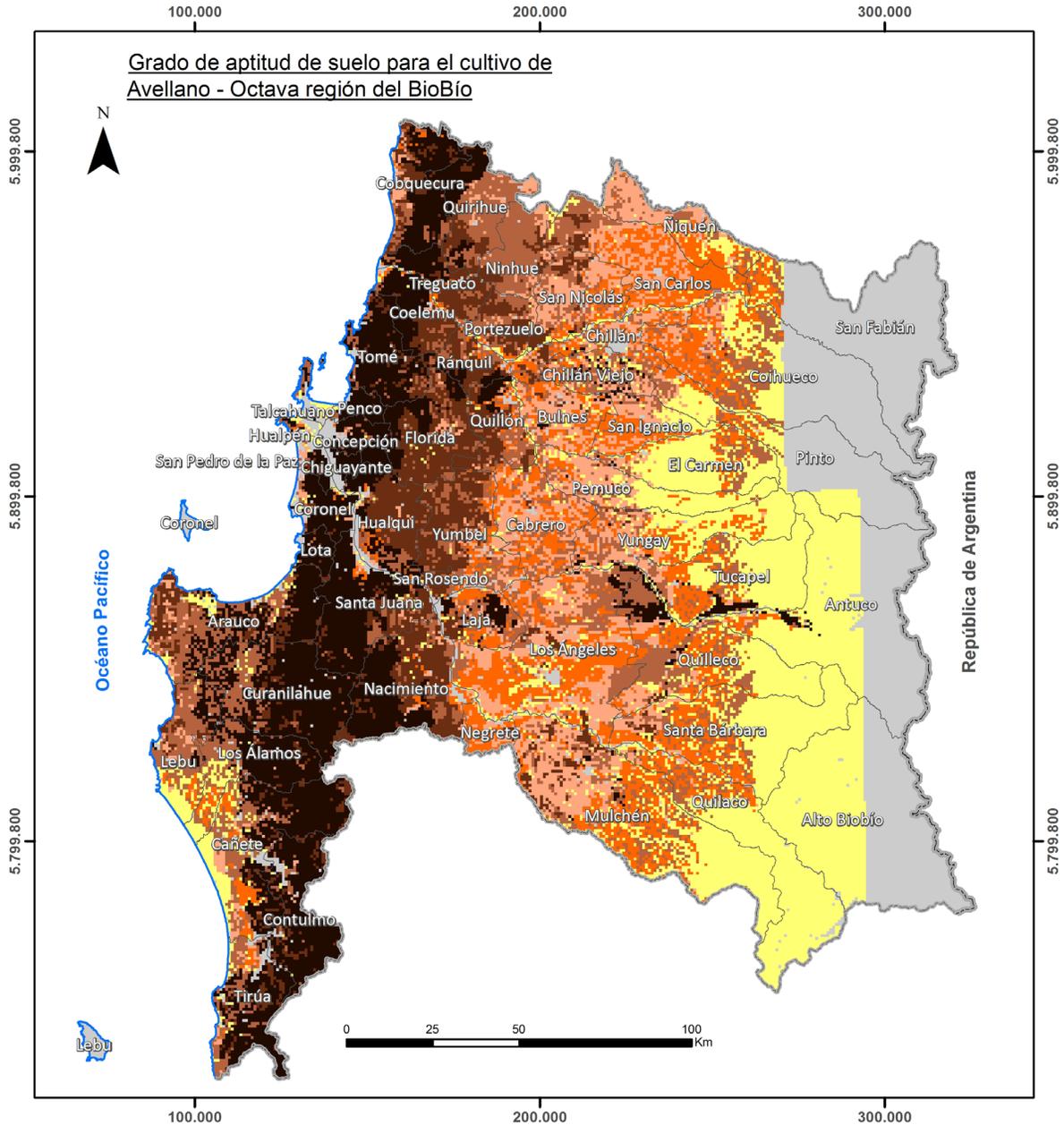
PRODUCTIVIDAD POTENCIAL Límites Político Administrativos Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del BioBío.	Título Zonificación climática línea base para el cultivo de Avellano - Octava región del BioBío.
	Escala 1:1.500.000.-	Proyección y Dátum Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur
La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.		

2. Mapa de aptitud productiva por clima, condición futura (2030)



PRODUCTIVIDAD POTENCIAL Límites Político Administrativos Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del BioBío.	Título Zonificación climática 2030 para el cultivo de Avellano - Octava región del BioBío.	
	Escala 1:1.500.000.-	Proyección y Dátum Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur	
	La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.		

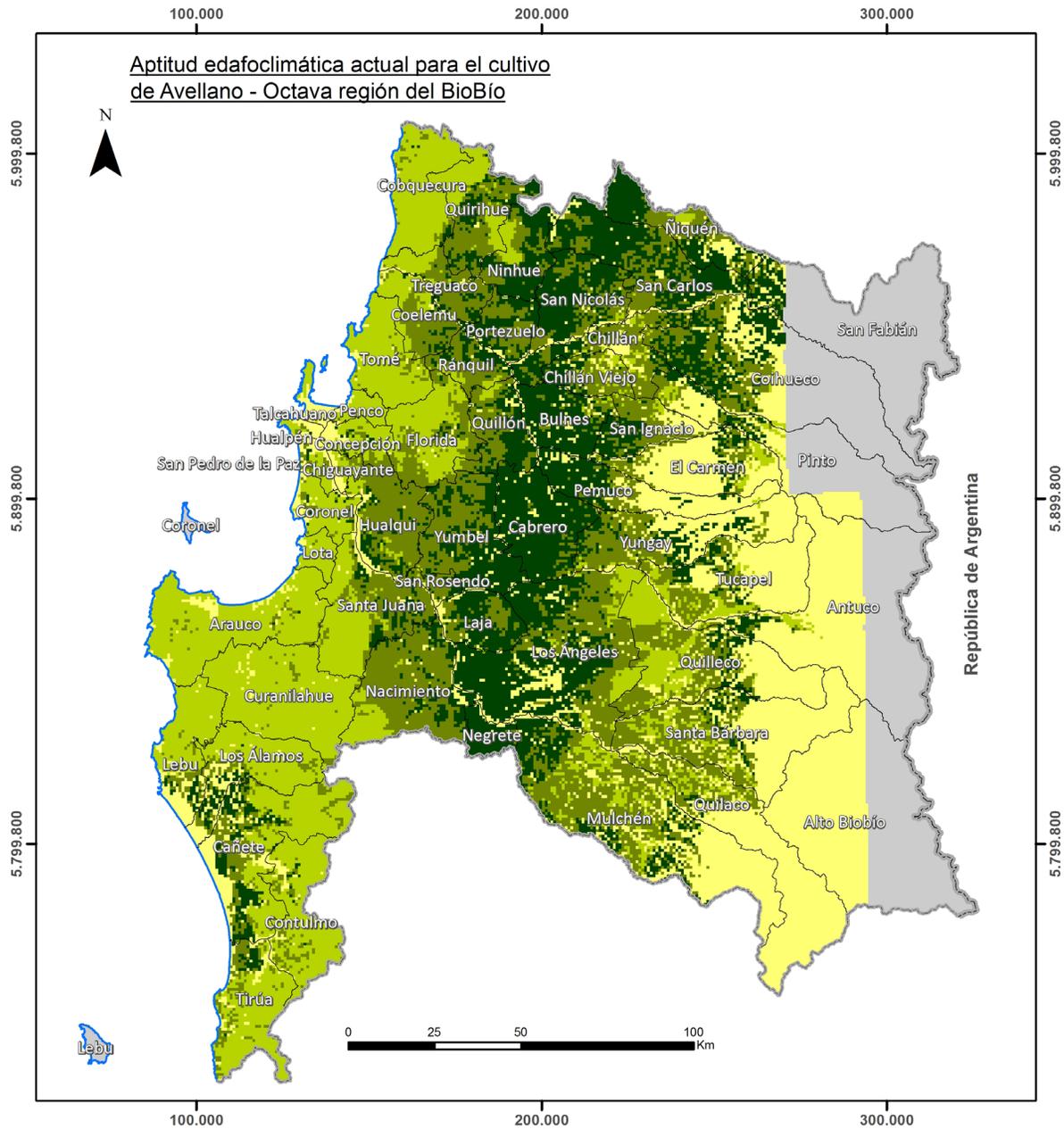
3. Mapa de aptitud productiva por suelo



PRODUCTIVIDAD POTENCIAL Límites Político Administrativos Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del Biobío.		Título Grado de aptitud de suelo para el cultivo de Avellano - Octava región del Biobío.	
	Escala 1:1.500.000.-	Proyección y Dátum Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur		
	La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.			

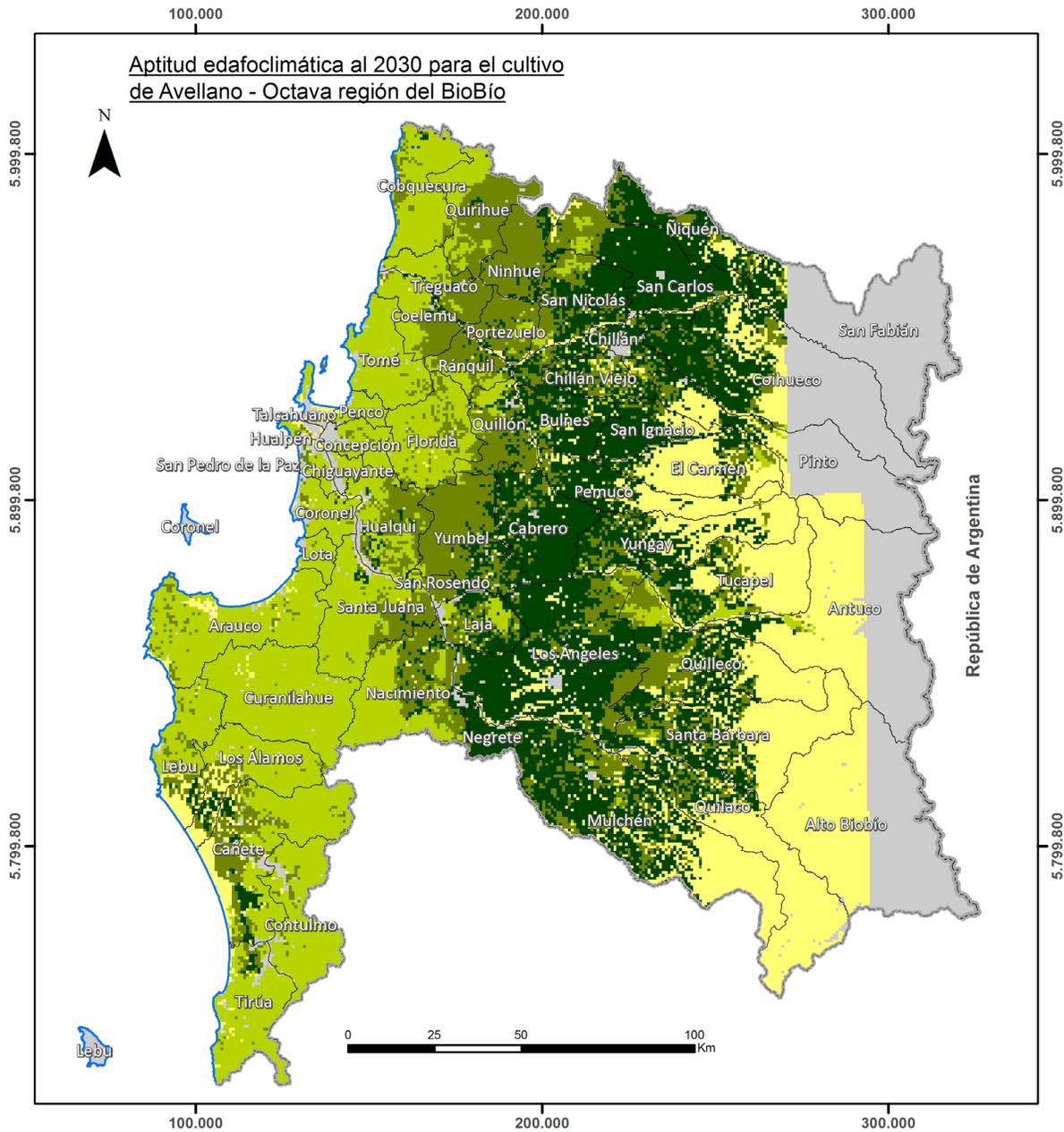


4. Mapa de aptitud por suelo-clima, condición actual



<p>PRODUCTIVIDAD POTENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ALTO MEDIO BAJO INDETERMINADA ÁREA DE EXCLUSIÓN <p>Límites Político Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional 	<p>Estudio</p> <p>Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas prioritizadas en la región del BioBío.</p>	<p>Título</p> <p>Aptitud edafoclimática actual para el cultivo de Avellano - Octava región del BioBío.</p>	
	<p>Escala</p> <p>1:1.500.000.-</p>	<p>Proyección y Dátum</p> <p>Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur</p>	
	<p>La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.</p>		

5. Mapa de aptitud por suelo-clima, condición futura (2030)



PRODUCTIVIDAD POTENCIAL Límites Político Administrativos 	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del Biobío.		Título Aptitud edafoclimática al 2030 para el cultivo de Avellano - Octava región del Biobío.	
	Escala 1:1.500.000.-	Proyección y Dátum Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur		
La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.				



5. Recomendaciones productivas

La agricultura, a nivel global, es uno de los sectores más expuestos al cambio climático. Las especies frutales se ven enfrentadas, dentro de su desarrollo productivo, a diversos factores que condicionan, en mayor o menor medida, la productividad de un huerto. Sin bien la tecnología permite mejorar el manejo agronómico, por otro lado, el factor clima no es siempre económicamente factible de modificar. Es por esto que, en la actualidad, el análisis de las ventajas y riesgos climáticos, ha pasado a ser esencial en la determinación de las aptitudes frutícola de una zona o predio en particular.

La temperatura es considerada una limitante productiva para los cultivos en general, ya que afecta tanto los proceso de desarrollo como de crecimiento de ellos. Al respecto, diversos estudios de clima futuro coinciden en que habrán aumentos de las temperaturas mínimas y máximas, frente a lo cual la región del Biobío no queda ajena, donde el alza de las temperaturas se sentirán con mayor intensidad hacía el interior de la región.

El aumento de temperaturas máximas traerá como consecuencia el incremento en la demanda hídrica de los cultivos, como también, se verán aumentadas las demandas evapotranspirativas de las plantas, presionando así al alza de los requerimientos de riego, en especial de los frutales. Y esto sumado a que cada vez se acentúa una menor disponibilidad hídrica, generando un mayor consumo de agua de las plantas, por lo que ser eficientes en el uso del recurso hídrico es primordial. Lo anterior se refiere a transformar los sistemas productivos para que produzcan en condiciones de menos agua y mayores temperaturas, instalar tecnologías que ahorren un agua cada vez menos disponible.

Por otro lado, el aumento de temperaturas mínimas para la región del Biobío traerá como consecuencia una disminución del número de horas frío, lo cual podría acarrear problemas en prácticamente todas las especies frutícolas de clima templado, considerando que frutales de hoja caduca requieren de acumulación

de frío invernal para romper el receso y luego calor, para el desarrollo y correcta maduración de la fruta. Esto tiene un paliativo tecnológico con la aplicación de productos químicos compensadores de frío invernal, y por eso el impacto sólo se reflejaría en el incremento de costos.

Otra implicancia respecto al aumento de las temperaturas mínimas estaría asociado al aumento de insectos y enfermedades, que son reguladas por el frío invernal, generando cambios en la dinámica de desarrollo de agentes patógenos. Las temperaturas más altas, por ejemplo, además de disminuir la mortalidad estacional (invierno) de los insectos, permitirán que ellos crezcan más rápido, aumentando las generaciones disponibles. En consecuencia, con el cambio climático se dan ambientes propicios para la reproducción de las plagas, permitiendo que haya cada vez más generaciones por temporada.

Una afección relacionada con una alta irradiación solar y temperatura que reciben los frutos, así como otros órganos de la planta, es el golpe de sol, lo cual genera daño en tejidos y sus frutos pierden calidad y valor comercial. Si bien, en la actualidad ya es frecuente observar daño en fruta por quemado de sol, en el futuro no se descarta su aumento, lo que dependerá igualmente de la especie, variedad, estado nutricional, sistema de conducción, orientación, entre otros. La idea, de todos modos, es apostar por la prevención a través del manejo del cultivo como también del uso de tecnología; considerar por ejemplo sistemas de conducción y orientación del huerto, el uso de cobertura con malla de sombra y aplicación de protectores solares de diversa naturaleza (filtro de radiación UV, reflectantes, antioxidantes). Por último, se deberá considerar la correcta elección y/o identificación de variedades que se adapten mejor a las condiciones climáticas particulares según la localidad donde se desea establecer el huerto.

Antes de decidir si se optará por un cultivo bajo protección se deben analizar las características geográficas y climáticas del huerto, la función que se desea desempeñar y las necesidades de la especie y variedad plantada. Con esta información en mano, el siguiente paso es elegir el método más apropiado para cada productor.

En la zonificación climática al año 2030 para el cultivo de avellano europeo, se observan algunos cambios en las variables climáticas que podrían afectar los potenciales productivos, principalmente, en dos zonas de la región del Biobío. Dichas zonas son valle central y litoral, en algunas comunas de la región, lo que se describe a continuación.

Para la zona del valle central se muestra como factores limitantes a la producción de avellano europeo, las horas frío y un elevado número de días con temperatura sobre 30°C, lo que reduce el periodo de fructificación y aumentaría los niveles de estrés térmico, esto se produce principalmente en las comunas de Bulnes, Cabrero, Chillán viejo, Coihueco, Los Ángeles, Mulchén, Nacimiento, Negrete, Ninhue, Portezuelo, Quillón, Ránquil, San Carlos, San Nicolás y Santa Juana.

Para la zona de litoral, por su parte, se presentan como limitantes la cantidad de horas frío, la suma térmica o días grados y déficit hídrico, principalmente para las comunas de Trehuaco, Cañete, Coelemu, Lebu y Los Álamos.



6. Bibliografía

Cazanga, R., Leiva, C. 2013. Antecedentes técnicos y económicos para la producción de Avellano Europeo en la Región del Maule. Ciren. Santiago, Chile.

Ellena, M. 2013. Avellano Europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. Publicación editada en el contexto del proyecto Corfo: "Evaluación de tecnologías para mejoramiento de la productividad y la calidad del fruto del avellano europeo (*Corylus avellana* L.) en la zona sur de Chile destinado a la industria alimentaria.

Ellena, M., Montenegro, A., Ferrada, S. 2006. Elementos básicos del cultivo del avellano europeo para el sur de Chile. Tierra Adentro. pp: 30 - 32.

FAO. Indicadores por país. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#country/401>. Leído el 01 de Septiembre de 2017.

Grau, P. 2003. Avellano Europeo. Manual de plantación y manejo. Boletín N° 108 INIA Quilamapu. Chillán, Chile.

Grau, P. 2009. Manual de Avellano Europeo. Boletín N° 195 INIA Quilamapu. Chillán, Chile.

Gritsko, O. 2014. Sostenibilidad del Avellano Europeo (*Corylus avellana* L.) como Producto Emergente de Exportación Chilena. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Guerrero, J., Lobos, W. 1987. *Xanthomonas campestris* pv. *corylina* agente causal del tizón bacteriano o Bacteriosis del Avellano europeo, en la IX región, Chile. Agricultura Técnica.

Lemus, G. 2004. El cultivo del avellano (*Corylus avellana*). Santiago: INIA La Platina - FIA. Proyecto FIA N° C. 96 - I - 1 - 025.

Odepa. Catastro frutícola Ciren-Odepa. Obtenido de http://www.odepa.gob.cl/documentos_informes/catastro-fruticola-ciren-odepa/ Leído el 05 de Septiembre de 2017.

TRADE MAP. (1 de Septiembre de 2017). Inicio & Búsqueda: TRADE MAP. Obtenido de Trade Map: <http://www.trademap.org/Index.aspx>

TRADE MAP. 2017. Inicio & Búsqueda: TRADE MAP. Disponible en: <http://www.trademap.org/Index.aspx>. Leído el 01 de Septiembre de 2017.

Valenzuela, J., Lemus, G., Lobato, A. 2001. El cultivo del avellano. En: Lemus, G. Curso frutales de nuez no tradicionales: Macadamia, Pecano, Pistacho, Avellano Europeo. pp: 84-112. INIA La Platina. Santiago, Chile.

Viveros Nefuen. 2013. El Avellano Europeo en el mundo: Viveros Nefuen. Disponible en: http://www.nefuen.com/?page_id=350. Leído el 02 de Septiembre de 2017.

CIREN

**Av. Manuel Montt #1164,
Providencia, Santiago
Teléfono (56) 2 2200 8900**

WWW.CIREN.CL



Proyecto apoyado por

