

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 priorizadas en la Región del Biobío.

ARÁNDANO



Proyecto apoyado por



ISBN: 978-956-9365-16-4
Publicación Ciren N°: 201
Registro de propiedad intelectual: 285.302

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 arándano 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 arándanos 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 del cultivo	13
2.2 Variedades	14
2.3 Estados fenológicos	17
2.4 Requerimientos climáticos	20
2.5 Requerimientos edáficos	23
2.6 Requerimientos hídricos	24
2.7 Requerimientos nutricionales	26
2.8 Poda	30
2.9 Plagas y enfermedades	31
3. Aspectos económicos	39
3.1 Superficie y producción mundial	39
3.2 Comercio internacional	40
3.3 Superficie y plantación en Chile	42
3.4 Análisis económico	44
3.5 Análisis económico con cambio climático	48
4. Mapas de aptitud productiva	59
5. Recomendaciones productivas	67
6. Bibliografía	71

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Requerimientos climáticos para el desarrollo del arándano	21
Cuadro 2.	Temperaturas críticas para las etapas fenológicas sensibles del arándano	21
Cuadro 3.	Grados días requeridos para cada etapa fenológica del cultivo del arándano, cultivar tardío	22
Cuadro 4.	Requerimientos de suelo para el cultivo del arándano	23
Cuadro 5.	Exportaciones chilenas 2014-2015	41
Cuadro 6.	Superficie plantada entre los años 2000 a 2016 (ha)	42
Cuadro 7.	Costos de establecimiento de arándano (1 ha)	45
Cuadro 8.	Costos directos de producción de arándano (1 ha)	45
Cuadro 9.	Indicadores de evaluación económica de arándano (1 ha)	46
Cuadro 10.	Análisis de sensibilidad de arándano (1 ha)	46
Cuadro 11.	Costos directos de producción de arándano (1 ha)	48
Cuadro 12.	Costos de instalación de mallas año 3 de arándano (1 ha)	48
Cuadro 13.	Costos reposición de mallas año 7 de arándano (1 ha)	48
Cuadro 14.	Costos de establecimiento de arándano (1 ha)	41
Cuadro 15.	Rendimiento promedio por año (kg/ha) de arándano	49
Cuadro 16.	Análisis de sensibilidad de arándano (1 ha)	49
Cuadro 17.	Costos directos de producción de arándano (1 ha)	50
Cuadro 18.	Costos instalación mallas año 3 de arándano (1 ha)	50
Cuadro 19.	Costos reposición de mallas año 7 de arándano (1 ha)	50
Cuadro 20.	Costos de establecimiento de arándano (1 ha)	50
Cuadro 21.	Rendimiento promedio por año (kg/ha) de arándano	51
Cuadro 22.	Análisis de sensibilidad de arándano (1 ha)	51
Cuadro 23.	Costos directos de producción de arándano (1 ha)	52
Cuadro 24.	Costos de instalación de mallas año 3 de arándano (1 ha)	52
Cuadro 25.	Costos de reposición de mallas año 7 de arándano (1 ha)	52
Cuadro 26.	Costos de establecimiento de arándano (1 ha)	52
Cuadro 27.	Rendimiento promedio por año (kg/ha) de arándano	52
Cuadro 28.	Análisis de sensibilidad de arándano (1 ha)	53

Índice de figuras

Figura 1.	Ramilla con yemas simples vegetativas y florales	13
Figura 2.	Estado fenológico yema hinchada	17
Figura 3.	Estado fenológico racimo apretado	17
Figura 4.	Estado fenológico botón floral rosado temprano	18
Figura 5.	Estado fenológico primeras flores abiertas	18
Figura 6.	Estado fenológico plena floración	18
Figura 7.	Estado fenológico fruto cuajado	19
Figura 8.	Estado fenológico fruto cremoso	19
Figura 9.	Estado fenológico primer fruto azul	19
Figura 10.	Estado fenológico 25% frutos azules	20
Figura 11.	Estado fenológico fruto maduro	20
Figura 12.	Curva fenológica del cultivo del arándano, cultivar tardío.	22
Figura 13.	Coeficientes de reparto de nutrientes para variedades intermedias y tardías.	27
Figura 14.	Escarabajos	32
Figura 15.	Adulto de burritos	32
Figura 16.	Adulto de trips	33
Figura 17.	Pudrición radical por <i>Phytophthora</i> sp.	34
Figura 18.	Clorosis producida por <i>Verticillium</i>	34
Figura 19.	Tizón bacteriano	35
Figura 20.	Tizón producido por <i>Botrytis</i>	35
Figura 21.	Producción mundial de arándano	39
Figura 22.	Producción de arándano a nivel mundial	40
Figura 23.	Participación mundial en la producción de arándano	40
Figura 24.	Exportación Chilena periodo 2014 - 2015	41
Figura 25.	Exportaciones chilenas de arándanos	41
Figura 26.	Superficie plantada de arándano a nivel nacional	42
Figura 27.	Variación anual de la superficie plantada	43
Figura 28.	Estado de desarrollo de las plantaciones de las principales regiones productoras del cultivo	43
Figura 29.	Participación por comunas de la provincia de Ñuble	44



1. Introducción

El arándano es una planta originaria de la costa este de América del Norte. Se cultiva en Europa, Asia, América Central y del Sur. Bajo condiciones de cultivo puede alcanzar alturas de hasta 2,5 m. En su mejoramiento genético se han utilizado una serie de otras especies, principalmente *Vaccinium australe* y *V. darrowi*, con el objeto de ampliar la zona de adaptación de los distintos cultivares.

Este es un arbusto pequeño, pertenece a la Familia Ericaceae y Género *Vaccinium*, de los cuales destacan tres especies de mayor relevancia en cuanto a su cultivo y comercialización: *Vaccinium corymbosum* L. (arándano de arbusto alto), *Vaccinium ashei* Reade (arándano ojo de conejo) y *Vaccinium angustifolium* Ait (arándano de arbusto bajo). La especie de

arándanos más plantada en Chile y el mundo corresponde al arándano de arbusto alto (highbush).

En Chile, gracias a sus condiciones edafoclimáticas, se comenzó a cultivar arándano alto desde 1987.

De la información aportada por el Catastro Frutícola de Ciren en la Región del Biobío publicado el año 2012, el arándano alcanza una superficie de 4.028,2 hectáreas plantadas, que representan el 34,5% de la participación nacional para este frutal, donde más del 95% de la producción es destinada a exportación. La comuna de Los Ángeles es la que tiene mayor superficie plantada con 886,1 ha. Las principales variedades de arándano plantadas en la Región son: Duke, Brigitta, Legacy, O'Neal, Brightwell, Elliot y Bluecrop.



2. Aspectos técnicos

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Los arándanos se caracterizan por ser plantas de tipo leñoso, perennes y con una vida comercial del orden de los 20 años, encontrándose algunos huertos con variedades establecidas con más de 30 años aún en producción. Los arándanos, son arbustos leñosos de 1,5 a 2,5 m de altura aproximadamente, con hábito de crecimiento erecto y; aunque existen algunas especies siempre verdes, todas las especies domesticadas son de hoja caduca. Su sistema radical no posee pelos radicales por eso su baja absorción, solo posee finas raicillas, es superficial, fibroso y de poca extensión. Al ser de aspecto fibroso su sistema radical, es lo que las hace dependientes de una provisión constante de humedad (Georgi, 1992). Las hojas son simples, se distribuyen en forma alterna en la ramilla, varían entre uno a ocho cm en el largo y la forma puede ir de ovada a lanceolada. Tienen color verde pálido y en otoño desarrollan una pigmentación rojiza. Hay estomas solamente en el envés de

las hojas encontrándose en densidades de 300 por mm² (Buzeta, 1997).

Las ramillas son brotes que tienen yemas florales en la parte terminal y yemas vegetativas en la base (Figura 1). Las yemas florales son más grandes y de tipo redondo, se localizan en la parte apical de los brotes y ramillas de un año, mientras que las vegetativas se encuentran en la parte basal de dichas estructuras.

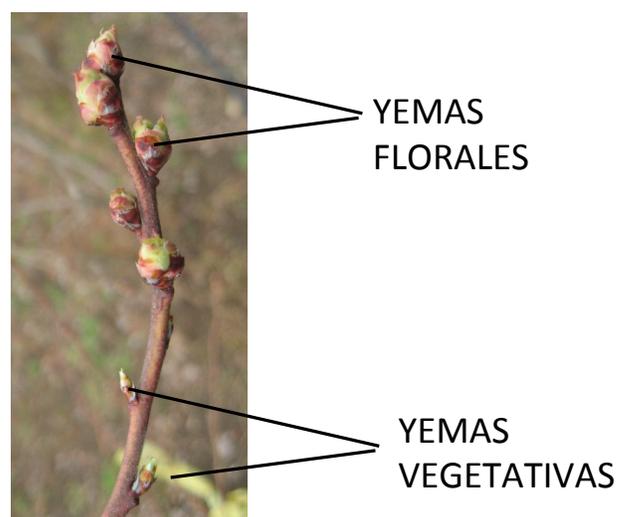


Figura 1. Ramilla con yemas simples vegetativas y florales
Fuente:Inia

Las flores tienen una forma típica de campana, con pétalos soldados entre sí. Esta forma es común a todas las especies de la familia Ericaceae. Pueden tener una coloración que va del blanco al rosado y se encuentran en inflorescencias en forma de racimos en la parte terminal de ramillas de un año y más.

Los frutos tienen aspecto de bayas, que en realidad corresponden a falsas bayas, porque se originan de los sépalos, pétalos y estambres, además del ovario. Estos tienen coloración variable de acuerdo a la especie. Son de color negro, rojo o negroazul, azul en el caso del arándano alto. Los frutos están recubiertos de un estrato o capa protectora de pruina.

2.2 VARIEDADES

Dentro de los arándanos podemos distinguir distintos tipos. Uno de ellos es el arándano alto, correspondiente a las especies *V. corymbosum* y *V. australe*. Este tipo de arándano es un arbusto leñoso de hoja caduca, que llega a crecer hasta 3 m de altura en la madurez. Además, produce fruto de mayor calidad, en cuanto a tamaño y sabor, que los otros tipos de arándano. También requieren de menor cantidad de horas frío acumuladas y son más resistentes a la sequía (Sudzuki, 2002).

Otro tipo de arándano es el denominado “ojo de conejo” o “Rabbiteye”. Corresponde a la especie *V. ashei* que es nativo de latitudes del sudeste de Estados Unidos. Se caracteriza por tolerar suelos con pH más altos y tener mayor resistencia a la sequía que los arándanos alto y bajo. Produce mayor cantidad de frutos, comparados con los arándanos altos y los arándanos bajos. Además, sus frutos poseen mayor duración postcosecha. Su desventaja con respecto al arándano alto es que posee una menor calidad organoléptica. Este tipo de arándano, al ser de polinización cruzada, requiere de dos cultivares de floración simultánea, intercalados para obtener polinización cruzada (Sudzuki, 2002).

Por último, otro tipo de arándano, es el arándano bajo. Pertenecen a este tipo las especies *V. myrtilloides*, *V. angustifolium* y *V. brittoni*. Este tipo de arándano es el de mayor requerimiento de horas de frío acumuladas. Esta especie se encuentra en estado silvestre y tiene importancia económica debido al gran volumen de producción que se origina. También es un aporte para la selección de clones mejorados de arándano alto (Sudzuki, 2002).

Variedades de bajo requerimiento de frío o Southern Highbush Blueberry han sido desarrolladas a partir de hibridación interespecífica entre arándano alto o highbush (*V. corymbosum*) y dos especies nativas del sudeste de Norteamérica: un arándano siempre verde (*V. darrowii*) y el arándano ojo de conejo o Rabbiteye (*V. ashei*). Estas variedades híbridas requieren entre 200 y 600 horas bajo 7°C, lo que ha permitido cultivar arándanos en zonas más cálidas como Florida, estados del Golfo de México, y zonas interiores y costeras de California y Chile. El arándano ojo de conejo también se adapta a zonas más cálidas, pero los híbridos o variedades

de bajo requerimiento de frío maduran mucho más temprano, producen fruta de mejor calidad (mayor tamaño de baya y piel más delgada) y producen arbustos más pequeños y más fáciles de manejar que el arándano ojo de conejo.

Las variedades de estos híbridos cultivadas en Chile tales como O'Neal, Georgia Gem y Misty tienen la ventaja de no tener derechos de propiedad y pueden ser cultivadas libremente.

O'Neal:

Requiere de 200 a 300 horas de frío y se ha adaptado bien a las condiciones de los valles interiores de la zona centro norte de Chile. Aún cuando es una variedad autofértil, produce bayas de mayor tamaño cuando se planta junto a otra variedad. La fruta es grande, azul claro y de excelente calidad. La planta es vigorosa y de hábito de crecimiento erecto, crece hasta 1,8 m.

Georgia Gem:

Tiene las mismas características mencionadas para O'Neal, agregando que la fruta es de tamaño mediano, tiene excelente sabor y la planta es erecta alcanzando una altura entre 1,5 y 1,8 m y tolera bien altas temperaturas. En Chile se ha adaptado muy bien, es productiva y con excelente crecimiento vegetativo, la planta crece rápido y se forma antes que otras variedades.

Misty:

Tiene un requerimiento de 150 a 300 horas de frío, su fruto es grande azul claro, firme y de excelente sabor. Produce fruta muy temprano y puede tener una segunda cosecha de menor cantidad durante el otoño. La planta tiene un hábito de crecimiento arbustivo y requiere un manejo de poda para evitar sobreproducción. En el último tiempo han sido creadas nuevas variedades para reemplazar a las antes mencionadas, las cuales se caracterizan por características sobresalientes de calidad y de producción. Estas variedades fueron

creadas en condiciones de suelo ligeramente más alcalinas que sus antecesoras por lo que se adaptarían en mejor forma a las condiciones de suelos como aquellos de la zona centro norte y norte de Chile. Por otra parte, la calidad de fruto se ha mejorado notablemente, privilegiando el calibre y la firmeza del fruto, lo que otorga una mejor vida de postcosecha y almacenaje de la fruta. Otro aspecto que se ha mejorado es la firmeza del fruto (característica de ser crocante) que es muy apreciada por el consumidor americano que consume esta fruta como snack. Nuevas variedades de este tipo son Star (cosecha muy temprana), Biloxi, Jewel, Emerald (cosecha temprana), y Southmoon, Jubilee, Reveille y Legacy (cosecha de media estación).

Star:

Requiere un mínimo de 400 horas de frío. Produce fruta muy temprano, de gran tamaño, dulce y color azul claro de excelente calidad y de fácil cosecha. La planta tiene hábito de crecimiento ligeramente abierto y de vigor moderado. La floración ocurre ligeramente después de O'Neal y Misty, pero la fruta madura con O'Neal y antes que Misty. La maduración es concentrada.

Biloxi:

Requiere un mínimo de 400 horas de frío. Es de producción temprana, madura justo después de O'Neal y Star. Florece muy temprano por lo que puede ser afectada por heladas. Tiene fruta de

tamaño mediano, de color azul claro, muy firme y de excelente sabor. La planta es de hábito erecto, vigorosa, y productiva.

Jewel:

Al igual que Emerald requiere alrededor de 250 horas de frío. La fruta es grande, azul claro y con una pequeña cicatriz del pedicelo. La planta desarrolla un gran vigor y es altamente productiva. Tiene hábito de crecimiento levemente abierto. El período de floración coincide con O'Neal y una semana antes que Star.

Emerald:

Requiere bajos requerimientos de frío, estimado en 250 horas. La fruta es muy grande, firme, azul claro con excelente sabor y una pequeña cicatriz. La planta es vigorosa y de hábito abierto. Es muy productiva a pesar de producir una cierta cantidad de frutos en el otoño sin reducir la producción de primavera.

Southmoon:

Requiere 500 horas de frío, la fruta es muy grande, firme, con excelente sabor. La planta es moderadamente vigorosa y productiva, tiene hábito de crecimiento erecto. La fruta tiene una excelente apariencia, madura 10 a 14 días después que O'Neal.

Jubilee:

Los requerimientos de frío de Jubilee se estiman en 500 a 700 horas. Considerada de media estación, produce fruta de calibre mediano, azul muy claro, notablemente firme, de buen sabor y pequeña cicatriz de pedicelo. La planta es de crecimiento erecto y compacta, vigorosa, y productiva. El período de madurez es muy concentrado, la fruta se cosecha principalmente en dos cosechas.

Reveille:

Requiere un mínimo de 600 horas de frío. Esta variedad tiene la fruta más firme de las evaluadas y con textura crocante y excelente sabor. Por su firmeza de fruta y hábito de crecimiento erecto y angosto se recomienda para cosecha mecánica. La fruta es de calibre mediano y presenta poca consistencia en el color a la cosecha, pero desarrolla color completamente luego de cosechada.

Legacy:

Es una variedad vigorosa y productiva, sus bayas son de tamaño medio y muy firmes, de buen sabor y cicatriz pequeña y seca. Debido a su excesivo vigor puede requerir poda de verano y por sus altos niveles productivos puede requerir estructuras de soporte. Tiene buena exposición de la fruta lo que facilita la cosecha. Se adapta bien a cosecha mecánica. Se caracteriza por tener alta producción y fruta de muy buena calidad.

2.3 ESTADOS FENOLÓGICOS

En términos generales, durante el otoño e invierno las plantas de arándano se encuentran en un período de dormancia, visible a nivel de cultivo por el cambio de color del follaje. El desarrollo de la dormancia y de la resistencia al frío es un proceso gradual que se inicia con el acortamiento de los días y la disminución de la temperatura en otoño (Lyrene y Williamson, 2004). Seguido a este período, cuando las plantas acumulan las horas de frío requeridas según las necesidades de cada variedad, se encuentra la etapa de floración.

Según Michigan State University, 2012; las etapas fenológicas son las siguientes:

Yema dormida:

Los brotes se mantienen cerrados y sin presentar hinchazón visible. No hay signos de crecimiento.

Yema hinchada:

El primer signo de crecimiento comienza en primavera con una hinchazón en las yemas florales (Figura 2). Las escamas exteriores comienzan a separarse. Durante este estado, las plantas toleran temperaturas de -12 a -9°C .



Figura 2. Estado fenológico yema hinchada

Brote de las yemas:

Las yemas florales se abren y quedan a la vista pequeñas flores individuales entre las escamas de la yema. Las plantas durante este período pueden tolerar temperaturas de -7°C .

Racimo apretado:

Las yemas florales se comienzan a expandir. Las flores parcialmente formadas están visibles y separadas (Figura 3). Durante esta fase, la planta tolera temperaturas entre $-7,8$ a $-3,9^{\circ}\text{C}$.



Figura 3. Estado fenológico racimo apretado

Botón floral rosado temprano:

Las flores se encuentran separadas y en expansión, por lo que son fácilmente visibles. La corola, es de color rosado y se encuentra cerrada (Figura 4). Durante este estado, las plantas toleran temperaturas de -5 a -4°C .



Figura 4. Estado fenológico botón floral rosado temprano

Botón floral rosado tardío:

Las flores individuales se encuentran totalmente desarrolladas. Las corolas expandidas aún siguen cerradas y se tornan de color blanco.

Primeras flores abiertas:

Algunas de las corolas se presentan completamente expandidas y abiertas (Figura 5). Para cuantificar la floración, se observa el porcentaje de flores abiertas.

Muchas flores se encuentran cerradas. Durante este estado las plantas toleran temperaturas de -4 a $-2,2^{\circ}\text{C}$.



Figura 5. Estado fenológico primeras flores abiertas

Plena floración:

La mayor parte de las flores del racimo se encuentran abiertas. Las corolas se presentan totalmente expandidas y se observan pétalos en el suelo (Figura 6). Se considera que temperaturas de $-2,8^{\circ}\text{C}$ son críticas para plena floración, sin embargo, por la superposición de estados, se toma que $-0,6^{\circ}\text{C}$ es la temperatura crítica.



Figura 6. Estado fenológico plena floración

Caída de pétalos:

Las corolas caen de las flores, revelando un pequeño fruto verde. Este estado es el más vulnerable al daño por frío. Los daños ocurren a los 0°C.

Fruto cuajado:

Durante este período, las flores ya han sido polinizadas y fecundadas. Se da inicio al engrosamiento del ovario (Figura 7). La temperatura crítica durante este estado es de -0,6°C.



Figura 7. Estado fenológico fruto cuajado

Fruto cremoso:

Los frutos se encuentran en pleno crecimiento y pueden llegar a alcanzar distintos tamaños. La coloración de los frutos puede ser de color verde claro y luego adquirir un tono cremoso (Figura 8). La temperatura crítica es de -2,2°C.



Figura 8. Estado fenológico fruto cremoso

Primer fruto azul:

Se observan los primeros frutos de color azul en la planta (Figura 9). La expansión total de la baya ya culminó en la mayoría de los frutos. Las bayas de mayor tamaño comienzan a ablandarse y a cambiar de color de verde a rosa y luego a azul.



Figura 9. Estado fenológico primer fruto azul

10% de frutos azules:

Algunas bayas del racimo, alrededor del 10% de la planta, están listas para la cosecha. Es común que durante esta etapa se comienza la aplicación de fungicidas de precosecha.

25% de frutos azules:

El 25% de las bayas están maduras, por lo que durante esta etapa se realiza la primera cosecha de los frutos (Figura 10).



Figura 10. Estado fenológico 25% frutos azules

Fruto maduro:

Período de maduración de los frutos (Figura 11). Se puede clasificar de acuerdo al porcentaje de frutos maduros (azules) en la planta. Los arándanos maduros son recogidos con 2 a 5 cosechas.



Figura 11. Estado fenológico fruto maduro

2.4 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

El clima es uno de los factores de gran influencia en la productividad del arándano. El análisis de las ventajas y riesgos climáticos, en la actualidad, es un factor esencial en la definición de las estrategias de producción. En este sentido, en un ámbito de fuerte competitividad es cada vez más necesaria la búsqueda de eficiencia productiva, aprovechando al máximo las potencialidades que ofrece el clima. Entre los fenómenos climáticos que afectan la producción y calidad de arándanos en la zona sur están: heladas en floración (temperaturas menores a 0°C), lluvias en cosecha (precipitaciones mayores a 5 mm), temperaturas altas extremas (temperaturas mayores a 29°C) y elevada radiación en verano (27 MJ/m²).

El arándano necesita de una estación de crecimiento de 160 días, además de un receso invernal, creciendo en una amplia gama de climas porque sus requerimientos de frío van desde las 400 a 1.100 horas (Medel, 1982; Sudzuki, 1993).

En el Cuadro 1, se pueden ver los requerimientos climáticos necesarios para el desarrollo de esta especie.

Cuadro 1. Requerimientos climáticos para el desarrollo del arándano

Requerimientos climáticos	
Sensibilidad a heladas	Resistencia media
Etapa o parte más sensible a las heladas	Floración
Temperatura crítica o de daño por heladas	(-4,5°C)
Temperatura base o mínima de crecimiento	10 °C
Rango de temperatura óptima de crecimiento	Temperaturas medias alrededor 15°C
Límite máximo de temperatura de crecimiento	29 a 30°C
Suma térmica entre yema hinchada y cosecha	490 a 500
Requerimiento de horas frío ($T^{\circ} < 7^{\circ}$)	400 a 1.000
Requerimiento de fotoperíodo	No limitante

A menudo una helada en plena flor no produce daños aparentes, pero el pistilo, que es muy sensible al congelamiento, puede necrosarse impidiendo la fecundación de los óvulos. Los frutos pequeños tienen su punto más sensible en el pedúnculo, el cual se necrosa y estrangula provocando la caída de ellos. En el Cuadro 2 se indican las temperaturas críticas para el desarrollo del cultivo del arándano.

La sensibilidad de los tejidos a las heladas aumenta desde el estado de yema hinchada a cuaja, siendo este último, el de menor tolerancia. Aunque las especies varían en resistencia a las heladas, las temperaturas críticas de daño, en promedio son: -6°C en yema hinchada, -4°C en botón floral y -2,3°C en plena flor y -1,1°C durante la cuaja. A menudo una helada en plena flor no produce daños aparentes, pero el pistilo, que es muy sensible al congelamiento, puede necrosarse impidiendo la fecundación de los óvulos. Los frutos pequeños tienen su punto más sensible en el pedúnculo, el cual se necrosa y estrangula provocando la caída de ellos (González *et al.*, 2013).

Cuadro 2. Temperaturas críticas para las etapas fenológicas sensibles del arándano

Temperaturas críticas	
Yema hinchada	(-6°C)
Botón floral	(-4°C)
Plena flor	(-2,3°C)
Cuaja	(-1,1°C)

El exceso de radiación solar y el impacto directo de los rayos solares puede causar daños irreversibles en diferentes órganos y tejidos del arándano. Las partes más expuestas a este tipo de problema son la fruta, la corteza de ramas y las hojas. La exposición prolongada a la radiación solar con temperatura del aire altas favorece la aparición del daño en frutos y en las hojas. La aparición del daño está directamente relacionada con la temperatura superficial de la fruta, que se inicia entre los 46 a 49°C. Esta temperatura superficial de la fruta está correlacionada con la temperatura y velocidad del aire, radiación solar y humedad relativa del aire.

En la Figura 12, se pueden observar las curvas fenológicas construidas a partir de datos de literatura asociados a los datos de clima (cuadros 1 y 2), como son

temperatura media diaria para determinar grados días acumulados, base 10 a partir de las estaciones meteorológicas perteneciente a Inia ubicadas en Santa Rosa (Coihueco) y Los Ángeles (Estación experimental Humán), Región del Biobío.

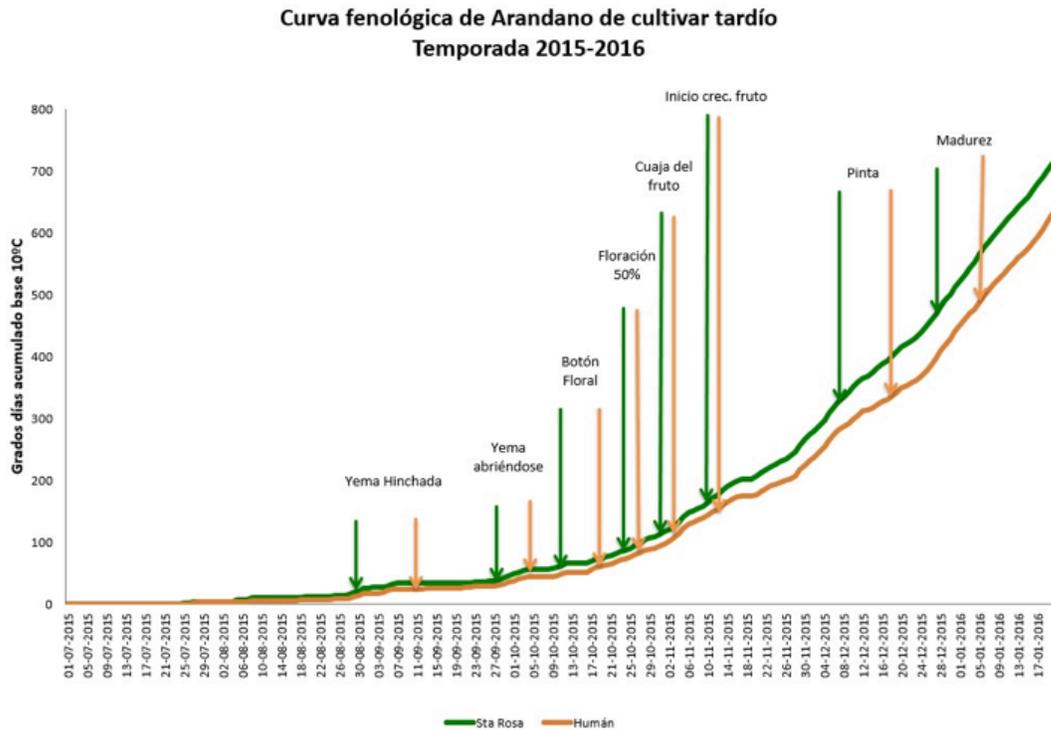


Figura 12. Curva fenológica del cultivo del arándano, cultivar tardío

Cuadro 3. Grados días requeridos para cada etapa fenológica del cultivo del arándano, cultivar tardío

Santa Rosa (Coihueco)				Humán (Los Ángeles)			
Etapa fenológico	GDD	Fecha	Hrs Frío Acumuladas	Etapa fenologica	GDD	Fecha	Hrs Frío Acumuladas
YEMA HINCHADA	22	30-08-15	494 hrs*	YEMA HINCHADA	22	10-09-15	408**
YEMA ABRIENDOSE	38	27-09-15		YEMA ABRIENDOSE	38	01-10-15	
BOTON FLORAL	60	10-10-15		BOTON FLORAL	60	18-10-15	
FLORACIÓN 50%	84	23-10-15		FLORACIÓN 50%	84	27-10-15	
CUAJA	108	30-10-15		CUAJA	108	03-11-15	
INICIO CREC. FRUTO	158	09-11-15		INICIO CREC. FRUTO	158	13-11-15	
PINTA	334	08-12-15		PINTA	334	18-12-15	
MADUREZ	490	29-12-15		MADUREZ	490	06-01-16	

*Horas frío acumuladas desde el 1/mayo/2015 a 30/agosto/2015;

** Horas frío acumuladas desde el 1/mayo/2015 a 10/Sept/2015

2.5 REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

El sistema radical del arándano está compuesto principalmente por raíces finas y fibrosas que se concentran en un 80% a 50 cm de profundidad del suelo, es decir, muy cerca de la superficie. Estas raíces fibrosas carecen de pelos radicales y tienen relativamente baja capacidad de absorción. Las raíces del arándano no son capaces de atravesar superficies de suelo compactas y requieren de suelos sueltos y bien drenados, con buen contenido de materia orgánica (3 a 5%). Sin embargo, se pueden realizar algunos esfuerzos económicos para establecer plantaciones en suelos con mayores dificultades de aireación y mala condición, como es el caso de la adición de enmiendas en el hoyo de plantación y la preparación de camellones de 1 m de ancho, 50 cm de alto y de bordes suaves. Los arándanos crecen bien en suelos con pH entre 4,4 y 5,5, aunque en Chile se ven huertos creciendo bien con pH de 5,8 a 6,0. Se recomienda realizar análisis químico de suelos para conocer los macro y micronutrientes, salinidad (conductividad eléctrica), materia orgánica y pH. Si el pH es alto es vital la determinación de la cantidad de azufre elemental necesario para acercarse a la acidez requerida. En todo caso la acidez del suelo debe ser verificada anualmente para asegurar el desarrollo normal de las plantas de arándano. En el Cuadro 4, se muestran los requerimientos físicos de suelo para el cultivo del arándano (Undurraga y Vargas, 2013).

Cuadro 4. Requerimientos de suelos para el cultivo del arándano

Aspectos de suelo		
Profundidad de suelo	Rango óptimo	1 m
	Valor mínimo	70 cm + camellon
Acidez (pH)	Óptimo	4,5 a 5,0
Salinidad	Valor tolerado de conductividad eléctrica	Menor a 1,5 dS/m
	Valor crítico de conductividad eléctrica	Superior a 1,5 dS/m
Textura	Franco-arenosa a franco limo arenosa/ Franco limo arenosa	
Drenaje	Moderadamente bueno, sin nivel freático	
Pedregosidad	No pedregoso <15% piedras	
Pendiente	Suave 2 a 6%	

2.6 REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

Debido a sus raíces superficiales, fibrosas y de poca extensión, el arándano es muy sensible al déficit y exceso de agua. Donde no se conozca la calidad del agua de riego se recomienda realizar un análisis químico para determinar pH, sales solubles (conductividad eléctrica), y razón de adsorción de sodio (RAS). Además, deberá sacarse otra muestra de agua para análisis microbiológico para asegurar y demostrar que se regará con agua de buena calidad y limpia. Los sistemas de riego localizados permiten mantener un nivel adecuado de humedad en los primeros 15 a 20 cm del suelo, donde se encuentra gran parte de las raíces. Adicional al sistema de riego del cultivo, en aquellos lugares con peligro de heladas primaverales se utiliza el riego por aspersión para su control.

La humedad aprovechable, es la cantidad de agua entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Sin embargo, si la planta consume toda el agua disponible en la humedad aprovechable significa que ha llegado al punto de marchitez permanente (PMP) y por tanto, es una situación de estrés para ella que implica un efecto adverso en la producción.

Desde el punto de vista de la producción se debe definir un porcentaje de agua que la planta puede utilizar pero que no ejerza un efecto detrimental en el desarrollo de ella o en el rendimiento del cultivo. Por esta razón se utiliza el concepto Criterio de Riego, que corresponde a la fracción del agua disponible en el suelo que la planta puede utilizar sin que su productividad sea afectada. En el caso del arándano el factor de riego alcanza al 30% ó 0,3. Este factor no se utiliza frecuentemente como elemento de manejo en el riego por goteo, ya que la idea es reponer el agua utilizada por el cultivo antes de alcanzar el nivel en que el rendimiento de éste sea afectado.

Ello es útil tenerlo en cuenta ya que, en el caso del arándano cultivado en suelos de textura arenosa, la cantidad de agua disponible en el suelo es suficiente sólo para las necesidades de un día para plantas adultas y por tanto, requiere que el manejo del riego sea monitoreado para no afectar la productividad de éstas. Por el contrario, en un suelo franco la disponibilidad del agua permite realizar un manejo que implique regar día por medio, ya que el suelo tiene una capacidad de almacenaje suficiente para el abastecimiento de la planta sin poner en riesgo la productividad del cultivo (González *et al.*, 2013).

Métodos de riego

Los arándanos pueden ser regados por goteo, micro aspersión y aspersión. En Chile los agricultores han optado por riego por goteo dado que el beneficio de aplicar agua en la cantidad y momento adecuado justifica plenamente la inversión. Se debe subrayar que la distribución de la humedad en el suelo es un factor fundamental, por ello en suelos de textura media o liviana se recomienda doble línea de emisores. Esto es relevante, por ejemplo, cuando se modifica la

estructura del suelo al mezclarlo con aserrín, produciendo un comportamiento de la distribución del agua similar a un suelo liviano.

Si existe riesgo de heladas es recomendable contar con un sistema de riego adicional por aspersión para su control (Undurraga y Vargas, 2013).

Factores para determinar el método de riego

Otros factores para tener en cuenta para determinar el método de riego más adecuado son:

- Disponibilidad de agua. El agua debe estar disponible en forma suficiente y oportuna. Dado que la distribución del agua de canales se realiza por turnos, por ejemplo una vez por semana, existe una limitante para la oportunidad de riego localizado debiendo complementar el sistema con acumuladores. Si se cuenta con pozos o norias con baja disponibilidad se debe privilegiar un método que sea eficiente, como el riego por goteo. Para evaluar la disponibilidad de agua se debe comparar la demanda de agua del cultivo (ver sección más adelante) con respecto al agua disponible.
- Tipo de suelo. La textura del suelo es trascendental puesto que determina la distribución del agua en la zona de raíces, factor considerado clave para lograr buen rendimiento y calidad de frutos. En suelos livianos se debe asegurar un porcentaje de humedecimiento del suelo adecuado.
- Topografía del terreno. Suelos planos con pendiente uniforme no presentan problemas, sin embargo si la pendiente es irregular o existen pendientes fuertes es más recomendable usar emisores autocompensados.
- Disponibilidad de energía. En general en huertos menores a 3 ha el riego localizado requiere electrificación monofásica, normalmente presente en las casas de los agricultores. Sin embargo para superficies mayores se necesita electrificación trifásica. En cualquiera de los dos casos es necesario verificar la distancia del tendido eléctrico puesto que se trata de costos que podrían afectar la factibilidad económica del proyecto. Si los costos de electrificación son muy altos se deberá optar por riego por surcos. Si no existe posibilidad de una conexión eléctrica a una distancia económicamente factible es posible evaluar el uso de energías alternativas como solar o eólica.
- Disponibilidad de mano de obra. Si la disponibilidad de mano de obra es baja es recomendable el riego tecnificado puesto que libera personal para otras actividades productivas (Undurraga y Vargas, 2013).

2.7 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

El manejo nutricional es uno de los factores de mayor importancia en el cultivo de arándanos. Para el manejo convencional se puede emplear cualquier tipo de fertilizante en dosis y épocas oportunas. En cambio, para el manejo orgánico se deben emplear fuentes de fertilización autorizadas, las cuales deben ser aplicadas en los momentos oportunos de acuerdo a su velocidad de entrega de nutrientes, dado que muchas de estas fuentes como los compost y los abonos verdes necesitan de la actividad biológica del suelo, proceso que ocupa mucho tiempo, para entregar algunos de sus nutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). Otros nutrientes, como potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son entregados de manera más rápida (Undurraga y Vargas, 2013).

Demanda nutricional del cultivo

Corresponde a los requerimientos de nutrientes para el crecimiento anual de las plantas en plena producción, para un crecimiento y desarrollo equilibrado dentro de un determinado ecosistema frutal. El crecimiento anual puede variar en distintos ecosistemas en función a diferentes condiciones de suelo y clima. También, puede ser distinto de acuerdo al nivel tecnológico o manejo de una determinada área frutícola o de un huerto en particular. El crecimiento anual alcanzable, determina a su vez una demanda diferente de nutrientes para satisfacer la formación de fotosintatos, estructuras y reacciones metabólicas. Este puede ser en función de la productividad y/o de la calidad y condición de la fruta, que puede variar cada año según el desarrollo del cultivo (Gonzalez *et al.*, 2013).

Coeficientes de reparto

Una vez definida la demanda anual del cultivo, es necesario determinar la necesidad de nutrientes en los distintos estados fenológicos -coeficientes de reparto- identificando las épocas críticas de demanda de los distintos nutrientes, con especial relevancia aquellos que afectan directamente la calidad y condición de la fruta.

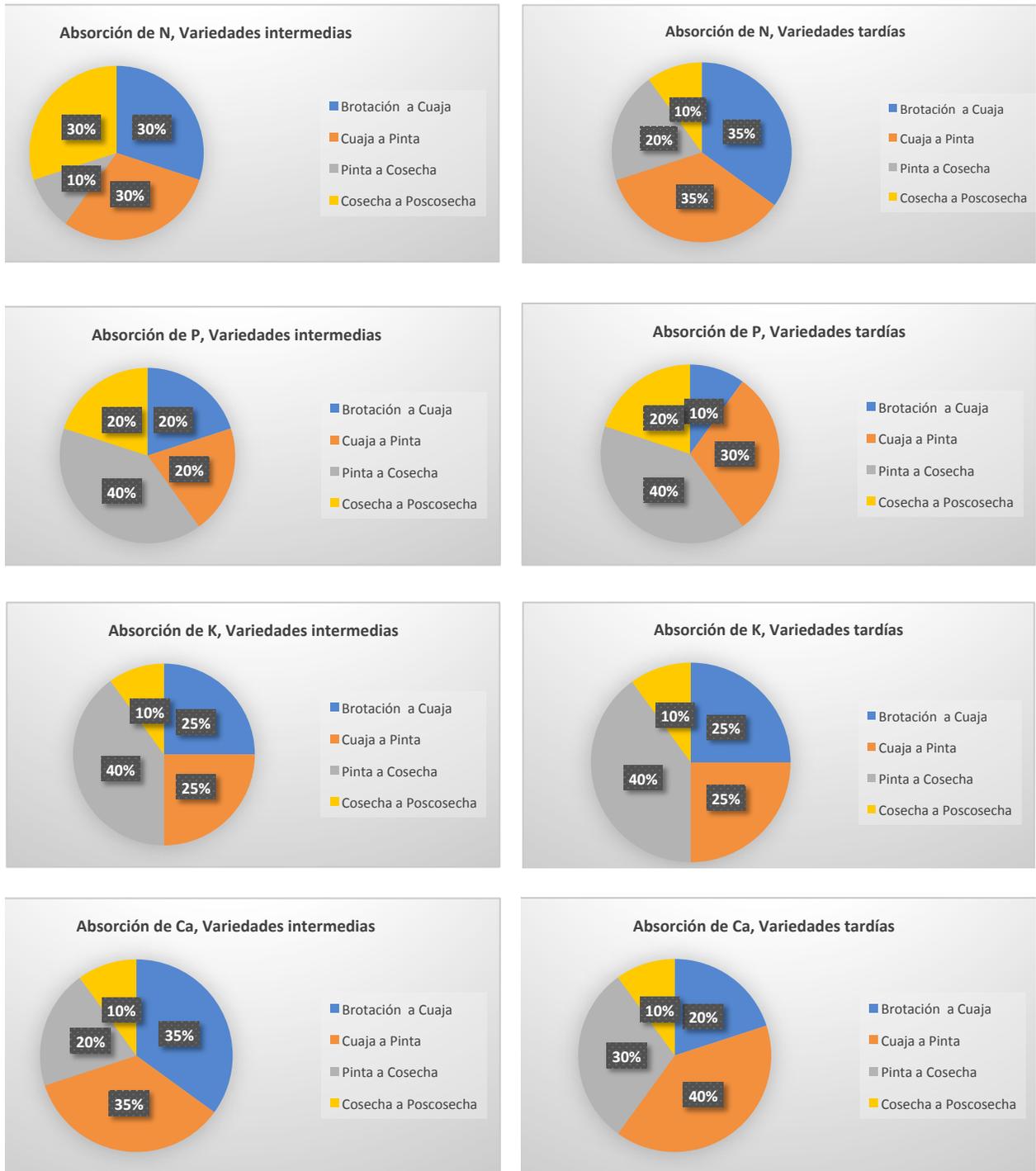


Figura 13. Coeficientes de reparto de minerales para variedades intermedias y tardías
Fuente: Inia

La dosis a aplicar de cada nutriente debe estar relacionada al nivel de rendimiento del huerto y a las propiedades químicas del suelo (análisis de suelo), por lo cual el programa de fertilización a emplear temporada a temporada debe ser específico en cada huerto (no se puede generalizar una receta para todas las condiciones), dado que la falta o exceso de algún nutriente afectará directamente la productividad del huerto y calidad de la fruta. Por ello, es necesario contar con análisis de suelo (en lo posible cada 2 a 3 años) y análisis foliares (todos los años), con los cuales el diagnóstico nutricional y la recomendación de fertilización para ese huerto serán específicos y se cumplirá el objetivo del productor: mayor rendimiento y calidad = mayor rentabilidad para el cultivo (Gonzalez *et al.*, 2013).

Para conocer la importancia de una fertilización balanceada, es necesario conocer las funciones de cada nutriente en el cultivo de arándano, las cuales se señalan a continuación:

Nitrógeno (N)

- Mejora el crecimiento vegetativo y vigor de la planta
- Aumenta el vigor de brotes
- Aumenta el vigor de raíces
- Aumenta la producción de flores
- Aumenta el crecimiento de frutos
- Aumenta las reservas para la siguiente temporada (yemas, corona y raíces)

Problemas por exceso de nitrógeno

- Exceso de vigor
- Mucho sombreado (menor entrada de luz)
- Fruta blanda
- Exudación de aminoácidos

a través de la fruta en plena cosecha

- Mayor ataque de enfermedades y plagas
- Mala maduración de madera a entradas de invierno
- Mayor incidencia de malezas

Fósforo (P)

- Mejora el crecimiento de raíces
- Mejora la floración
- Mejora la defensa contra ataque de enfermedades y plagas
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada

Problemas por exceso de fósforo

- Se pueden inducir deficiencias de zinc (Zn) en aquellos suelos con baja concentración de este nutriente
- Al usar mulch orgánico (paja, aserrín, corteza u otro) puede generar menor disponibilidad de N (mayor actividad de la biomasa del suelo que fija nutrientes)

Potasio (K)

- Mejora el vigor de brotes
- Aumenta la eficiencia en el uso del agua y resistencia a condiciones de estrés por falta de agua
- Aumenta la resistencia a problemas por exceso de frío invernal
- Mejora el calibre de frutos
- Aumenta la firmeza de frutos
- Mejora el sabor y olor de frutos
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas
- Aumenta el rendimiento

Problemas por exceso de potasio

- Se pueden inducir deficiencias de Mg y Ca

- En huertos con inadecuado manejo hídrico (muchas variaciones en el potencial hídrico de la planta durante su ciclo de desarrollo) y suelos con alto contenido de K se puede generar partidura de frutos en cosecha.

Calcio (Ca)

- Mejora la calidad de los brotes
- Mejora la cuaja y el calibre de frutos
- Aumenta la firmeza de frutos
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas
- Mejora la calidad de poscosecha (menor respiración de frutos)

Problemas por exceso de calcio

- Se pueden inducir deficiencias de Mg y K
- Excesos de Ca en el suelo pueden generar deficiencias de P, boro (B), Zn y manganeso (Mn)

Magnesio (Mg)

- Aumenta la intensidad en el color verde de las hojas
- Induce vigor de brotes (futura madera productiva)
- Contribuye a aumentar el rendimiento (mayor actividad fotosintética de las hojas)
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada

Problemas por exceso de magnesio

- Se pueden inducir deficiencias de Ca y K
- Indirectamente puede inducir mayor incidencia de enfermedades y plagas (estimula una mayor absorción y utilización del N)

Azufre (S)

- Mejora el desarrollo de brotes y coloración de las hojas
- Contribuye a reducir el pH del suelo (acidificación)
- En aplicación junto al K mejoran la firmeza de la fruta

Problemas por exceso de azufre

- En suelos con alta conductividad eléctrica genera un aumento en dicho parámetro pudiendo afectar el desarrollo de las plantas
- Aplicado como sulfato en suelos con baja concentración de Ca puede causar una deficiencia de Ca

Boro (B)

- Mejora la cuaja de flores
- Aumenta el calibre de frutos
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada
- Contribuye a una mejor brotación para la siguiente temporada

Problemas por exceso de boro

- La toxicidad por B genera los mismos síntomas que la salinidad en las plantas dañando hojas y consecuentemente la producción

Zinc (Zn)

- Mejora la producción de centros de crecimiento
- Mejora el enraizamiento de plantas nuevas
- Aumenta la cuaja de flores
- Mejora el vigor de plantas

Problemas por exceso de zinc

- Puede inducir deficiencias de P en suelos pobres en este nutriente
- Puede inducir deficiencias de cobre (Cu) y hierro (Fe)

DETERMINACIÓN DE DOSIS DE NUTRIENTES

Sin análisis de suelo y foliar

La dosis de nutrientes a aplicar para huertos en plena producción se puede determinar de forma simple relacionando el rendimiento a obtener con la necesidad nutricional por cada unidad de rendimiento, según la siguiente fórmula (Undurraga y Vargas, 2013):

Dosis de N (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 4 a 5 (kg/ton)

Dosis de P (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 1,5 a 2,5 (kg/ton)

Dosis de K (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 5 a 7 (kg/ton)

Dosis de Ca (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 1,2 a 1,5 (kg/ton)

Dosis de Mg (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 0,6 a 0,8 (kg/ton)

Dosis de S (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 0,6 a 0,8 (kg/ton)

Dosis de B (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 0,02 a 0,03 (kg/ton)

Dosis de Zn (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 0,02 a 0,04 (kg/ton)

2.8 PODA

Los arándanos requieren poda anualmente para mantener un buen nivel productivo y producir fruta de buena calidad, principalmente tamaño de fruto. Una planta productiva mantiene un adecuado equilibrio entre el crecimiento vegetativo, representado por brotes, hojas y raíces y el crecimiento reproductivo representado por yemas florales, flores y frutos. La poda es un manejo que tiene una marcada influencia en la mantención de este equilibrio. Normalmente, el arándano produce yemas florales en la parte apical de dichos brotes, que posteriormente se transforman en racimos frutales, y yemas vegetativas en la parte basal y media, que posteriormente se transforman en brotes con hojas. Por lo tanto se conforma una unidad fruta-hoja que se autosustenta. La poda moderada tiende a reducir el número de puntos de crecimiento, es decir un menor número de brotes, lo que tiene un efecto importante en el vigor y tamaño de estos y en la relación hoja / fruto. Estas condiciones producen un equilibrio adecuado de crecimiento y desarrollo que redundará en una planta bien desarrollada y productiva sin deterioro de la calidad de fruta.

El arándano es una especie de fruta pequeña con lo que requiere al menos un 60% de cuaja para producir volúmenes aceptables de fruta. Así mismo, el arándano es una especie que tiende a mantener su carga de fruta, a diferencia de otras especies de fruta de mayor tamaño que tienden a eliminar el exceso de

fruta luego de la cuaja. Por ello, la poda es un manejo que actúa como raleador al controlar el exceso de yemas florales, logrando un equilibrio entre número de hojas por fruto cuajado (San Martín, 2012).

Poda durante fase de crecimiento activo

Se tienen dos posibilidades con el manejo de poda en variedades de producción temprana. Una tradicional o poda de invierno que involucra las estrategias de poda que se realizan normalmente durante la etapa de receso, desde caída de hojas en otoño a brotación, a fines de invierno y que consiste en eliminar toda aquella madera que ha producido por uno o más períodos consecutivos. Los brotes cortos llevan yemas florales de mala calidad debido a que se han formado en madera que en cada año de producción la relación hoja/ yema floral se reduce. La fruta de mejor calidad se produce en ramillas de buen vigor a vigor medio, aproximadamente 15 a 25 cm y es este tipo de ramillas que debemos fomentar con una intensidad de poda entre moderada y severa dependiendo del vigor de cada planta. Si la planta presenta un buen vigor y crecimiento, la poda debe ser moderada y al revés si el vigor es bajo la poda debe ser severa o fuerte. Los brotes largos son muy importantes para la estructura de la planta y los que generan la madera productiva de recambio. El raleo (eliminación) de brotes antiguos en la base de la planta fomenta la producción de brotes de renuevo desde la corona. También el rebaje de ellos, dejando un tocón, sirve para forzar la brotación de yemas dormidas en la base de brotes antiguos. El manejo general de las plantas debe tender a favorecer este tipo de crecimiento ya sea con un buen plan de fertilización, riego y la poda misma. Otra estrategia es realizar una poda en fase de crecimiento (poda de verano), la que se lleva a cabo inmediatamente después de terminada la faena de cosecha. Esto es posible ya que en variedades tempranas como Duke, Bluetta y Earliblue y las variedades de bajo requerimiento de frío como O'Neal, Misty y Sharpblue producen temprano en la temporada, quedando después de cosecha un período prolongado de crecimiento, que va desde noviembre-diciembre a marzo. No hay que perder de vista que toda poda efectuada durante la estación de crecimiento es debilitante. Sin embargo, el principio utilizado aquí es eliminar la madera que cargó fruta, para evitar el crecimiento posterior de ella, pues sabemos que bajo un esquema de poda tradicional de todas maneras se eliminará durante el receso en invierno y por consiguiente se evitará una pérdida de energía para la planta (San Martín, 2012).

2.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES

El arándano es una especie vigorosa, de rápido crecimiento y altos rendimientos, pero susceptible a varias enfermedades que pueden alterar su desarrollo, acortar su vida productiva y afectar la calidad y cantidad de fruta. La alta densidad de plantas que poseen los huertos y los altos niveles de nutrientes que se utilizan para mantener máximos niveles productivos, facilita el establecimiento y diseminación de enfermedades. Por consiguiente, es importante conocer las patologías de esta especie, de manera de prevenir que las enfermedades se establezcan y

vuelvan improductivo el huerto. De hecho cualquier estrategia de control que se desea seguir pasa primero por el diagnóstico de la enfermedad; si no se conoce el problema no se puede aplicar una solución adecuada.

Por otro lado, el incremento sostenido de la superficie cultivada de arándanos y las nuevas variedades han permitido la incorporación de nuevas zonas y áreas productivas y considerando que la producción y exportación del arándano crece sostenidamente, las medidas de manejo sanitario deben permitir la ausencia de insectos. Actualmente el área de distribución productiva en el país se ha extendido desde la Región de Coquimbo hasta la Región de Los Lagos, asociado a diferentes condiciones edafoclimáticas, agroecológicas y de biodiversidad.

A continuación, se presentan grupos de insectos fitófagos que causan daño a la productividad del arándano.

Escarabajos

Las especies más importantes asociadas al arándano corresponden al San Juan verde (SJV), *Hylamorpha elegans*; pololo café grande (PCG), *Lygirus villosus*; pololo de patas largas (PPLO); pololo de la frambuesa, *Sericoides obesa*; pololito de la frambuesa, *Sericoides viridis*; pololo verde grande, *Brachysternus prasinus*; *B. spectabilis*, pololo café *Phytholaema herrmanni*, *P. dilutipes* y *Tomarus villosus* (Universidad Católica de Temuco, 2012).

En estado adulto, no generan daños de consideración, sin embargo, los estadios larvarios, son los que ocasionan el mayor daño en el cultivo, ya que poseen un hábito subterráneo y consumen raíces. Las larvas, se ubican generalmente sobre la hilera o camellón junto a las raíces y el mayor daño se presenta en plantas jóvenes con no más de tres años desde su establecimiento.

Burritos

Las especies conocidas en los cultivos de arándanos corresponden al burrito del poroto (BP), *Naupactus leucoloma*, burrito de la vid (BV), *Naupactus xantographus*, cabrito del maitén (CM), *Aegorhinus superciliosus*, cabrito del coigue (CC), *Aegorhinus nodipennis*, capachito rojizo globoso (CRG), *Otiorhynchus rugosostriatus* y capachito negro alargado,



Figura 14. Escarabajos



Figura 15. Adulto de burritos

Otiorhyncus sulcatus. El estado larvario del burrito, es el que provoca mayores daños en los cultivos, debido a que se alimentan de raicillas y coronas (Universidad católica de Temuco, 2012).

Las heridas que quedan, se convierten en una puerta de entrada para diversos agentes patógenos dañinos que pueden ocasionar la muerte de la planta.

Polillas

Las polillas pertenecientes a la familia Tortricidae y al género *Proeulia*, causan daños en los cultivos de arándanos, debido a los problemas de rechazo que generan en su comercialización, ya que son plagas cuarentenarias. A esto se suma la incorporación de *Lobesia Botrana* como plaga de importancia en la producción de arándanos, luego de algunas detecciones durante actividades de vigilancia e inspección realizadas por el Servicio Agrícola Ganadero, en las regiones de O'Higgins y Maule, razón por la que el Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA) estableció medidas de emergencia y restricciones para los envíos de la fruta a EE.UU.

Trips

Las principales especies asociadas al cultivo comercial del arándano son: *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci* y *Frankliniella australis* (Undurraga y Vargas, 2013).

El ciclo de vida de los trips, se puede completar en 15 a 20 días, pudiendo mantenerse activos por períodos de hasta un año, en caso de existir buenas condiciones ambientales.

Los trips, se alimentan de tejidos tiernos, además raspan células epidérmicas, provocando un plateado en hojas y frutos. Sin embargo el mayor daño lo causan al transmitir enfermedades, ya que son vectores de virus, bacterias y hongos.



Figura 16. Adulto de Trips

Pudrición Radical

Nombre científico: *Phytophthora cinnamomi*

La enfermedad puede comenzar desde el vivero, donde se produce muerte de brotes, necrosis de la base de la estaca y falta de desarrollo radical. En los huertos los síntomas son clorosis y necrosis del borde de las hojas, follaje rojizo, desfoliación, menor crecimiento y falta de vigor. Las plantas enfermas tienen mayor aborto floral y producen fruta más pequeña y ácida. El sistema radical muestra necrosis parciales o extensivas de raíces secundarias, y que pueden progresar hasta dejarlas completamente negras, la corteza de la raíz se desprende con facilidad, exhibiendo un centro de tonalidades café oscura.



Figura 17. Pudrición radical por *Phytophthora* sp.

La principal medida es evitar que el agua inunde el cuello de las plantas, lo que significa plantar en camellones, controlar el exceso de agua de riego, no tener goteros que mojen el cuello de las plantas y buen drenaje. No utilizar plantas enfermas de vivero. El uso de fungicidas como metalaxil, mfenoxam o fosetil aluminio son alternativas de control, pero innecesarias si se evita el exceso de humedad. Además, hay que evitar las heridas causadas por insectos del suelo ya que favorecen la entrada del patógeno a la planta.

Verticilosis

Nombre científico: *Verticillium dahliae*

Marchitez y clorosis moderada del follaje, seguido de un rápido desecamiento del borde de las hojas durante el verano; similar a la falta de agua. Esta marchitez o necrosis de hojas puede ser parcial dentro de las ramas o dentro del arbusto. La mayor intensidad de síntomas se produce en verano y se caracteriza por obstruir el sistema vascular (xilema) impidiendo el paso de agua y nutrientes hacia el follaje, lo que induce la marchitez. Al cortar los tallos afectados se observan anillos necróticos que pueden ser parciales o completos. También, ocurre pudrición de raíces y desarrollo de un micelio plumoso alrededor del cuello y raíces primarias de las plantas enfermas.

Esta enfermedad no se controla, sólo se previene. Es importante evitar las heridas en las raíces tanto mecánicas como aquellas causadas por insectos del suelo o nemátodos fitoparásitos. A las plantas sintomáticas se les debe eliminar la fruta y reducir el área foliar para que disminuya la transpiración, de lo contrario colapsan por



Figura 18. Clorosis producida por *Verticillium*

falta de flujo de agua desde las raíces. Las plantas se pueden recuperar al año siguiente.

Tizón Bacteriano

Nombre científico: *Pseudomonas syringae*

A inicio de la temporada de crecimiento las yemas y ramillas terminales parten por necrosarse en los ápices, luego avanza hacia la base anillando la madera alrededor de los brotes y deja grandes sectores del tallo necrosado. Cuando se afectan los brotes nuevos se produce una muerte regresiva, similar a la que causa *Phomopsis vaccinii*, pero en este caso la necrosis se limita a la corteza. Los síntomas en hojas más desarrolladas son lesiones necróticas en forma de V cuando parten desde el borde apical de la hoja, o deformación lateral si la infección comienza en un costado. Las infecciones tardías en 'Rabbiteye' producen desprendimiento de epidermis por el envés de las hojas, junto con una necrosis del mesófilo al quedar expuesto por esta pérdida de epidermis.

Esta enfermedad está condicionada a la presencia de heridas y agua libre, por lo cual se debe hacer control cuando la yema está recién hinchando, momento en el cual se produce una herida natural y masiva en los brotes. Posteriormente las heladas son la principal causa de heridas y establecimiento de la enfermedad, lo que obliga a realizar aplicaciones de antibióticos o productos cúpricos. Los tallos enfermos se deben podar y retirar del huerto.

Tizón de flores y frutos por *Botrytis cinerea*.

Botrytis sp., ataca flores, frutos y ramillas tiernas, generando síntomas de necrosis en el tejido. En presencia de humedad, cubre el órgano afectado con un micelio gris. En los brotes atizonados, se forman conidióforos que infectan los botones florales a través de la diseminación de sus conidias, lo que se traduce en la aparición de síntomas necróticos en las hojas, una o dos semanas después de la contaminación.

El hongo, posee una alta capacidad reproductiva, se disemina fácilmente a través del viento e inverna como micelio latente en tejidos atacados o como esclerocios lo que le confiere una amplia adaptación a las distintas temperaturas, por lo que tolera condiciones de almacenaje (Merlet *et al.*, 2015).

Control:

- Mejorar aireación
- Evitar exceso de N



Figura 19. Tizón bacteriano



Figura 20. Tizón producida por *Botrytis*

Tizón de los tallos o brotes por *Botryosphaeria*

Es un hongo que penetra por heridas y causa la muerte rápida de plantas de 1 ó 2 años post-plantación.

El síntoma más común es la amarillez y enrojecimiento de hojas de los tallos, lo que radica en la muerte de los mismos. Los tallos enfermos se tornan de color café claro, terminando en una necrosis que se puede extender por todo el tallo. La infección cuando llega a la corona, causa la muerte de la planta (Merlet *et al.*, 2015).

Control:

- Eliminar con poda tallos enfermos
- Eliminar plantas enfermas
- Fungicidas, no tienen efecto



3. Aspectos económicos

3.1 SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN MUNDIAL

Producción mundial

Las mayores producciones de arándano se concentran en el continente americano, representando un 72% de la producción mundial, siendo Estados Unidos el mayor productor de arándanos en América y en el mundo.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ARÁNDANOS

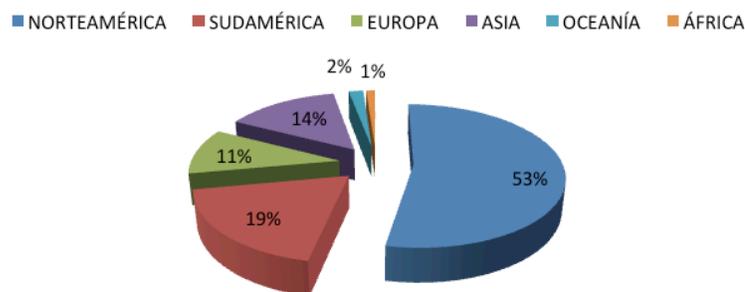


Figura 21. Producción mundial de arándano
Fuente: Elaboración propia con datos de FAO

Participación mundial del cultivo

A nivel mundial se estima que el 77% de la producción de arándanos se lleva a cabo en los Estados Unidos y en Chile. De acuerdo a las últimas cifras publicadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre los años 2014-2015, los principales países productores de arándanos fueron: Estados Unidos (330.000 toneladas), seguido por Chile (135.000 toneladas), Canadá (68.000 toneladas), Argentina (20.500 toneladas), China (18.000 toneladas), Polonia (16.500 toneladas) Perú (4.000 toneladas), Nueva Zelanda (3.500 toneladas), Sudáfrica (1.800 toneladas), Brasil (2.497.20 toneladas) y Colombia (150 toneladas).

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ARÁNDANO (Toneladas producidas 2014-2015)

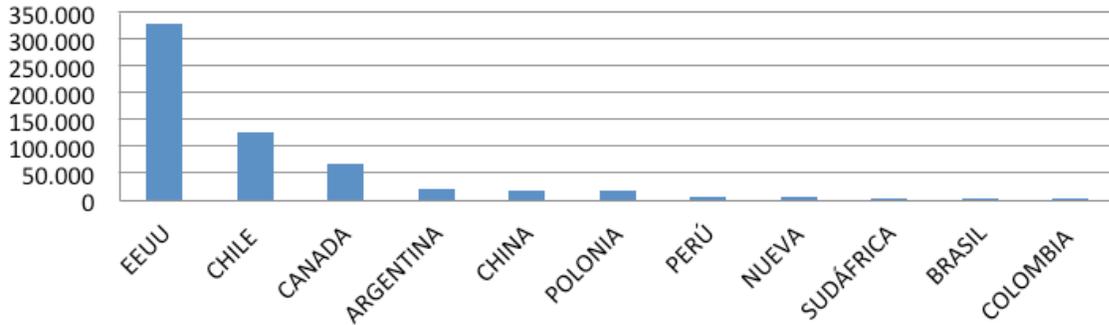


Figura 22. Producción de arándano a nivel mundial
Fuente: FAOSTAT

Estados Unidos y Chile conforman el mayor centro productor y comercializador de arándanos a nivel mundial, seguidos por Canadá. En promedio, entre los años 2014-2015, Estados Unidos participó con 56% de esa producción; Chile con 21% y Canadá con 12%. La producción de arándanos de Estados Unidos bordea las 330.000 toneladas producidas en alrededor de 39.500 hectáreas, distribuida entre silvestres y cultivadas, mientras que Chile bordea las 135.000 toneladas producidas en una superficie plantada de 14.500 hectáreas aproximadamente.



Figura 23. Participación mundial en la producción de arándano
Fuente: Elaboración propia con datos de FAO

3.2 COMERCIO INTERNACIONAL

Formas de comercialización

El arándano en Chile se comercializa principalmente de tres maneras: en fresco, congelado y procesado. La primera, en fresco, representó aproximadamente un 71% de las exportaciones entre los años 2014-2015, llegando a comercializarse alrededor de 91.300 toneladas de este cultivo; la segunda, congelado, representó aproximadamente un 26% de las exportaciones de Chile en el mismo perio-

do y alcanzó un total aproximado de 33.133 toneladas; y el tercero, procesados, representa aproximadamente el 4% de las exportaciones a nivel país, llegando a una cantidad aproximada de 5.000 toneladas.

Cuadro 5. Exportaciones chilenas 2014-2015

	Toneladas	Proporción
FRESCOS	91.300	71%
CONGELADOS	33.133	26%
PROCESADOS	5.000	4%
	129.433	100%

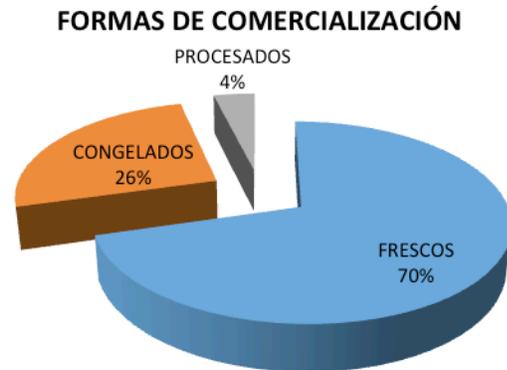


Figura 24. Exportación Chilena periodo 2014 - 2015

Fuente: Inia

Exportaciones chilenas de arándano

Desde el año 2012 al 2016 se logra observar un gran incremento en las exportaciones de arándanos chilenos al mundo, pasando de 70.000 toneladas exportadas en el 2012 a 120.000 toneladas en el 2016 (Figura 25), siendo los principales destinos Estados Unidos y Reino Unido.

La Federación de Productores de Frutas de Chile, Fedefruta, señaló que los arándanos podrían convertirse en la segunda fruta chilena con mayor valor de exportaciones después de la uva de mesa.

EXPORTACIONES DE ARÁNDANO, CHILE

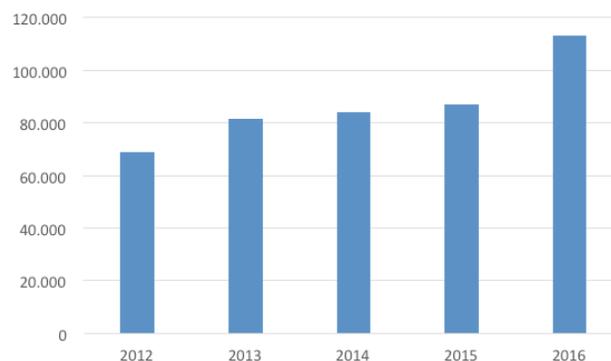


Figura 25. Exportaciones chilenas de arándanos

Fuente: Elaboración propia con datos de TradeMap

3.3 SUPERFICIE Y PLANTACIÓN EN CHILE

En los últimos años la producción del arándano en Chile ha ido en aumento, desarrollándose fuertemente en la zona centro sur del país.

Actualmente en Chile, la superficie plantada de arándano es de 15.800,12 hectáreas en 2016, concentrándose mayormente en las regiones del Biobío, Maule y La Araucanía.

Superficie plantada por regiones

La mayor parte de la superficie con huertos comerciales, se encuentra actualmente concentrada en la zona centro sur del país, principalmente en la Región del Biobío con una cantidad de 5.173,86 hectáreas plantadas, le sigue la Región del Maule con una superficie de 4.749,50 hectáreas y la Región de La Araucanía con 1.853,17 hectáreas plantadas de arándano.



Figura 26. Superficie plantada de arándano a nivel nacional
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

Variación por regiones con mayor superficie plantada

Durante los últimos años, el cultivo de arándano ha experimentado un fuerte desarrollo en Chile, particularmente en la zona centro sur y sur de Chile, con fuertes incrementos de superficie plantada entre los años 2000 a 2016.

Cuadro 6. Superficie plantada entre los años 2000 a 2016 (ha)

REGIÓN	2000-2001	2006-2007	2012-2013	2016
MAULE	174,42	2.018,51	4.365,80	4.749,50
BIOBÍO	302,90	1.577,88	4.280,20	5.173,86
ARAUCANÍA	208,09	721,36	1.561,00	1.853,17
LOS RÍOS	223,35	614,38	1.519,10	1.420,61

El siguiente gráfico muestra la variación de la superficie plantada de arándano en la Región de Maule, Biobío, Araucanía y Los Ríos entre los años 2000 y 2016, observando un fuerte incremento de ésta en el transcurso del tiempo, siendo la Región del Biobío quien a la fecha lidera las superficies plantadas a nivel país.

VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE PLANTADA

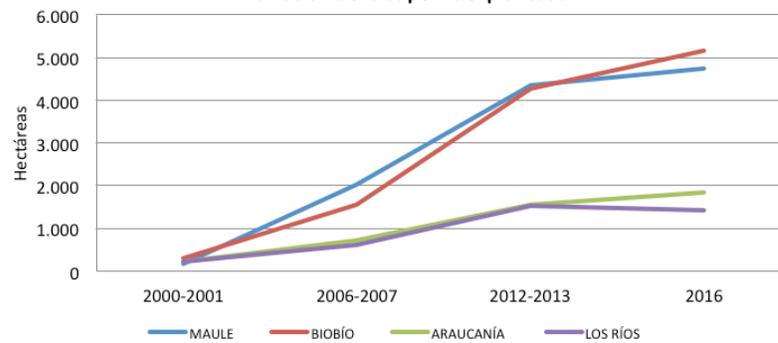


Figura 27. Variación anual de la superficie plantada
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

Estado de desarrollo de las plantaciones en la Región del Biobío

De acuerdo a la plantación de arándanos en Chile, más de cinco millones de árboles se encuentran en fase de formación y más de veinte millones de árboles están en fase de crecimiento, por lo que se visualizará un fuerte incremento de la oferta en los próximos años.

ESTADO DE DESARROLLO DE LAS PLANTACIONES 2016

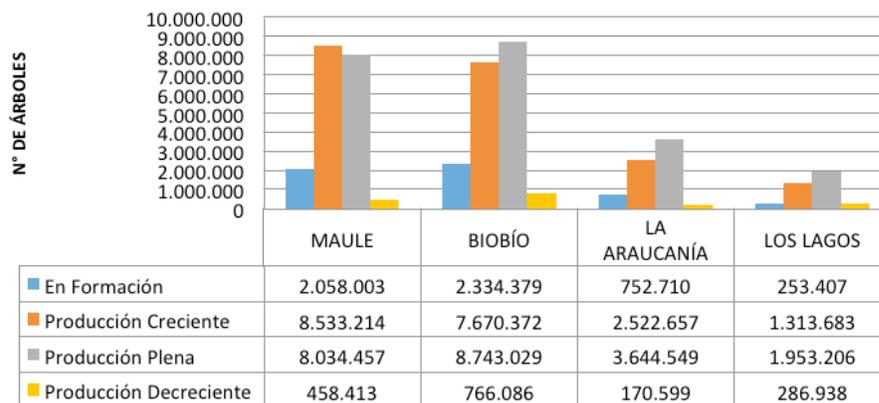


Figura 28. Estado de desarrollo de las plantaciones de las principales regiones productoras del cultivo
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

Respecto a la Región del Biobío, presenta un 12% en estado de formación, un 39% en producción creciente, un 45% en producción plena y un 4% en producción decreciente.

La Región del Maule, presenta que un 11% de las plantaciones se encuentran en formación, un 45% en producción creciente, 42% restante en producción plena y un 2% en producción decreciente.

La Región de La Araucanía, presenta que un 11% de las plantaciones se encuentran en estado de formación, mientras que un 36% en producción creciente, un 51% restante en producción plena y un 2% en producción decreciente.

Finalmente la Región de Los Lagos, en estado de formación cuenta con un 7% de las plantaciones, un 34% en producción creciente, un 51% restante en producción plena y un 8% en estado decreciente.

Participación en los últimos años de la Región del Biobío

Desde el año 2006 la superficie plantada en la Región del Biobío ha mostrado un constante desarrollo, siendo la provincia de Ñuble quien presenta un mayor crecimiento en cuanto a las demás, llegando en el 2016 a las 3.428,8 hectáreas de superficie plantada con arándano.

Enfocándonos en Ñuble, que es la provincia que presenta el mayor crecimiento de plantaciones en la Región, se puede observar que la comuna de Coihueco posee la mayor participación del cultivo, abordando cerca del 31% del total de la superficie provincial, le sigue la comuna de Chillán con un 13% y San Carlos con un 11%. No obstante, el 37% de superficie plantada que se muestra en la Figura 29, representa todas las plantaciones de el resto de comunas de la Región del Biobío.

PARTICIPACIÓN DEL CULTIVO EN ÑUBLE

■ COIHUECO ■ CHILLÁN ■ SAN CARLOS ■ SAN NICOLÁS ■ OTRAS COMUNAS

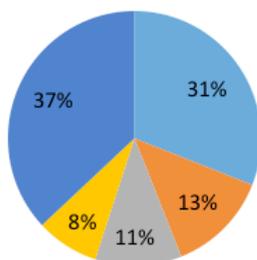


Figura 29. Participación por comunas de la provincia de Ñuble
Fuente: Elaboración propia con datos de Odepa

3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se ha elaborado una estimación del resultado económico de un huerto de arándanos para la Región del Biobío. Para esta estimación se consideraron los costos de establecimiento de 1 ha de arándanos con una densidad de plantación de 4.166 plantas/ha.

El horizonte de evaluación es de 10 años, los primeros dos corresponden al establecimiento y al tercer año la plantación entra en producción con un estimado de 1.588 kg/ha hasta alcanzar plena producción al año 7 con un potencial máximo de 13.000 kg/ha. Hay que destacar que este es el potencial de la variedad.

Los costos de establecimiento fueron considerados de acuerdo a los datos entregados por los productores de la zona y considerados para 1 há con densidad de 4.166 plantas/ha (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costos de establecimiento de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	\$ 4.505.000
Mano de obra	\$ 456.000
Insumos	\$ 4.756.609
Total costos directos	\$ 9.717.609

La estructura de costos considera los costos de labores (análisis de suelos, rastraje, nivelación, riego, etc.), el costo de la mano de obra asociado con la fertilización, control de malezas la plantación y finalmente, el costo de los insumos del establecimiento relacionado con el valor de las plantas, fertilizantes y foliar (Cuadro 8).

Cuadro 8. Costos directos de producción de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Mano de obra	\$ 5.211.920
Fertilizantes	\$ 239.653
Control plagas	\$ 87.330
Herbicidas	\$ 87.723
Fungicida	\$ 96.200
Foliar	\$ 64.309
Análisis	\$ 47.000
Electricidad y certificación	\$ 472.800
Imprevistos	\$ 315.347
Total costos directos	\$ 6.622.282

Para el cálculo de los ingresos, se decidió trabajar con un precio al productor de 3,1 US\$/kg por kilo de arándano y un tipo de cambio de \$620/US\$.

El costo de mantención anual del arándano, se reajusta en un cinco por ciento anual la mano de obra y en un dos punto cinco por ciento los insumos, ya que estos presentan menos cambios a través del tiempo en comparación a los costos de mano de obra.

La inversión del proyecto, corresponde a los costos de instalación y el capital de trabajo, que corresponde a los recursos iniciales necesarios para completar un ciclo productivo del arándano. El capital de trabajo para el funcionamiento del primer año corresponde a los costos directos de producción.

Mediante la proyección de los ingresos y los costos de producción del arándano, un horizonte de evaluación de 10 años y una inversión inicial asociada a la implementación y el capital de trabajo, el resultado de la evaluación económica de la producción de arándano se refleja en un aumento de riqueza para quien realice la inversión de casi 28 millones de pesos (\$27.480.060) representado por el valor actual neto (VAN). En relación a la rentabilidad de la producción de arándano, esta es un 29,8% y la riqueza del proyecto es 3,4 veces el valor de la inversión inicial y la recuperación de la inversión se realiza en el séptimo año en donde se

llega al tope en el nivel de producción de kilos por hectárea (Cuadro 9). Estos resultados estarían indicando que el cultivo del arándano es rentable para la Región del Biobío, siempre y cuando se cumplan los parámetros aquí indicados.

Cuadro 9. Indicadores de evaluación económica de arándano (1 ha)

Indicadores	
VAN (12%)	27.480.060
TIR 1	29,8%
TIR 2	29,8%
TIR 3	29,8%
IR	3,38
Periodo de recuperación de la inversión	7 años

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuanto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la conveniencia del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio del kilo de arándano las que tienen mayor cantidad de riesgo e impacto en el proyecto. Se consideró un cambio en un 10 y 20% en el precio (al alza o baja) y un 5 y 10% en el tipo de cambio (al alza o baja) para ver el comportamiento del VAN del proyecto. Resulta interesante destacar, ante una caída de un 20% en el precio del kilo de arándano y una baja en el 10% del tipo de cambio, la conveniencia del proyecto no se ve alterada, siendo este un escenario bastante pesimista para el cultivo pero que aun así es rentable.

Cuadro 10. Análisis de sensibilidad de arandano (1 ha)

		Precio de Mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de Cambio	-10%	9.477.081	15.340.129	21.110.606	26.843.115	32.575.623	-10%
	-5%	12.082.880	18.244.352	24.295.333	30.346.314	36.397.295	-5%
	Promedio	14.688.679	21.110.606	27.480.060	33.849.514	40.218.968	Promedio
	5%	17.288.934	23.976.860	30.664.787	37.352.713	44.040.640	5%
	10%	19.836.715	26.843.115	33.849.514	40.855.913	47.862.312	10%

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kg/ha Total	-	-	-	1.588	4.400	7.300	10.000	13.000	13.000	13.000	13.000
Precio US\$/kg	-	-	-	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Tipo de Cambio	-	-	-	620	620	620	620	620	620	620	620
Ingreso por venta	-	-	-	3.052.136	8.456.800	14.030.600	19.220.000	24.986.000	24.986.000	24.986.000	24.986.000
Costos directos	-	1.821.773	1.880.140	2.552.128	3.697.781	4.880.067	5.988.291	6.622.282	7.382.798	7.458.083	7.536.555
Margen Bruto	-	-1.821.773	-1.880.140	500.008	4.759.019	9.150.533	13.231.709	18.363.718	17.603.202	17.527.917	17.449.445
Inversión	-9.717.609	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Var. Capital de trabajo	-1.821.773	-1.880.140	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rec. Capital de Trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.701.913
Flujo de Caja	-11.539.382	-3.701.913	-1.880.140	500.008	4.759.019	9.150.533	13.231.709	18.363.718	17.603.202	17.527.917	21.151.358

Anexo 1.

Flujo de caja proyectada de 1 hectárea de arándano

3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO CON CAMBIO CLIMÁTICO

A continuación se presentan los resultados del análisis de factibilidad económica del arándano 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 (Cuadro 8), pero se incorporará el uso de mallas en los huertos y los costos asociados a su instalación (Cuadro 11). Es importante resaltar que, los costos asociados a la malla y su instalación se deberán realizar en el año 3, cuando el huerto ya comienza a tener producción (Cuadro 12), y en el año 7, cuando ésta ha cumplido su vida útil y necesita ser reemplazada (Cuadro 13), siendo su valor en este año aproximadamente un 50% del costo inicial pagado el año 3.

Cuadro 11. Costos directos de producción de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Mano de obra	\$ 5.211.920
Fertilizantes	\$ 239.653
Control plagas	\$ 87.330
Herbicidas	\$ 87.723
Fungicida	\$ 96.200
Foliar	\$ 64.309
Análisis	\$ 47.000
Electricidad y certificación	\$ 472.800
Imprevistos	\$ 598.534
Total costos directos	\$ 6.905.469

Cuadro 12. Costos de instalación de mallas año 3 de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Malla	\$ 10.540.000
Instalación malla	\$ 375.000
Total costos instalación	\$ 10.915.000

Cuadro 13. Costos reposición de mallas año 7 de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Malla	\$ 5.270.000
Instalación malla	\$ 393.750
Total costos reposición	\$ 5.663.750

En cuanto a la inversión inicial, ésta considera los costos asociados al establecimiento del cultivo sin alteraciones a raíz del cambio climático (Cuadro 14).

Cuadro 14. Costos de establecimiento de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	\$ 4.505.000
Mano de obra	\$ 456.000
Insumos	\$ 4.756.609
Total costos establecimiento	\$ 9.717.609

Para el análisis se consideró el rendimiento óptimo del cultivo al igual que en la situación original, conservando la misma proporción de rendimientos en los distintos años para una hectárea (Cuadro 15).

Cuadro 15. Rendimiento promedio por año (kg/ha) de arándano

Año	1	2	3	4	5	6	7-10
Rendimiento	0	0	1.588	4.400	7.300	10.000	13.000

Para la proyección del flujo de caja a 10 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 13.000 kg/ha desde el año 7 hasta el año 10 (plena producción); un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de mercado de 3,1 dólares. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$ 10.981.779, presentando una disminución de \$ 16.498.281 con respecto a la situación original, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de arándano presenta una rentabilidad máxima de 17,5% 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 arándano cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. El Cuadro 16 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 119%.

Cuadro 16. Análisis de sensibilidad de arándano (1 ha)

		Precio de Mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de Cambio	-10%	-7.258.814	-1.395.766	4.467.281	10.330.329	16.193.377	-10%
	-5%	-4.653.015	1.535.758	7.724.530	13.913.303	20.102.076	-5%
	Promedio	-2.047.216	4.467.281	10.981.779	17.496.277	24.010.774	Promedio
	5%	558.583	7.398.805	14.239.028	21.079.250	27.919.473	5%
	10%	3.164.382	10.330.329	17.496.277	24.662.224	31.828.171	10%

Análisis con rendimiento de 7.000 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 análisis se tomaron los costos asociados a la mantención del huerto (Cuadro 17), incorporando los costos que se deberían realizar a raíz del cambio climático en los años señalados anteriormente (cuadros 18 y 19).

Cuadro 17. Costos directos de producción de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Mano de obra	\$ 3.411.920
Fertilizantes	\$ 239.653
Control plagas	\$ 87.330
Herbicidas	\$ 87.723
Fungicida	\$ 96.200
Foliar	\$ 64.309
Análisis	\$ 47.000
Electricidad y certificación	\$ 472.800
Imprevistos	\$ 508.534
Total costos directos	\$ 5.015.469

Cuadro 18. Costos instalación mallas año 3 de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Malla	\$ 10.540.000
Instalación malla	\$ 375.000
Total costos instalación	\$ 10.915.000

Cuadro 19. Costos reposición de mallas año 7 de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Malla	\$ 5.270.000
Instalación malla	\$ 393.750
Total costos reposición	\$ 5.663.750

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 arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	\$ 4.505.000
Mano de obra	\$ 456.000
Insumos	\$ 4.756.609
Total costos establecimiento	\$ 9.717.609

Para el análisis se consideró un rendimiento de 7.000 kg/ha, conservando la misma proporción de rendimientos durante los años de producción (Cuadro 21).

Cuadro 21. Rendimiento promedio por año (kg/ha) de arándano

Año	1	2	3	4	5	6	7-10
Rendimiento	0	0	850	2.361	3.935	5.390	7.000

Para la proyección del flujo de caja a 10 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 7.000 kg/ha desde el año 7 hasta el año 10 (plena producción); un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 3,1. En este caso, con un rendimiento de 7.000 kg/ha los recursos que genera el proyecto no compensan la inversión inicial, provocando una pérdida de riqueza de \$ 13.012.804 con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de arándano presenta una rentabilidad máxima de 4,3%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR) y un Índice de Rentabilidad (IR) de -0,13 (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 arándano 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 destaca que un aumento en el precio de un 20% aumenta el VAN en un 54%, pero manteniendo una disminución de la riqueza de \$ 5.999.704.

Cuadro 22. Análisis de sensibilidad de arándano (1 ha)

		Precio de mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de cambio	-10%	-23.014.387	-19.675.249	-16.519.354	-13.363.459	-10.207.564	-10%
	-5%	-21.512.392	-18.097.302	-14.766.079	-11.434.857	-8.103.634	-5%
	Promedio	-20.025.904	-16.519.354	-13.012.804	-9.506.254	-5.999.704	Promedio
	5%	-18.623.284	-14.941.407	-11.259.529	-7.577.652	-3.895.774	5%
	10%	-17.220.664	-13.363.459	-9.506.254	-5.649.049	-1.791.845	10%

Análisis con rendimiento mínimo

Finalmente se analizará el rendimiento mínimo que debe tener un huerto de arándano 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 los cuadros 23, 24 y 25.

Cuadro 23. Costos directos de producción de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Mano de obra	\$ 4.388.860
Fertilizantes	\$ 239.653
Control plagas	\$ 87.330
Herbicidas	\$ 87.723
Fungicida	\$ 96.200
Foliar	\$ 64.309
Análisis	\$ 47.000
Electricidad y certificación	\$ 472.800
Imprevistos	\$ 557.381
Total costos directos	\$ 6.041.256

Cuadro 24. Costos de instalación de mallas año 3 de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Malla	\$ 10.540.000
Instalación malla	\$ 375.000
Total costos instalación	\$ 10.915.000

Cuadro 25. Costos de reposición de mallas año 7 de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Malla	\$ 5.270.000
Instalación malla	\$ 393.750
Total costos reposición	\$ 5.663.750

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 26).

Cuadro 26. Costos de establecimiento de arándano (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	\$ 4.505.000
Mano de obra	\$ 456.000
Insumos	\$ 4.756.609
Total costos establecimiento	\$ 9.717.609

Para el análisis se consideró un rendimiento de 10.256 kg/ha, conservando la misma proporción de rendimientos durante los años de producción (Cuadro 27).

Cuadro 27. Rendimiento promedio por año (kg/ha) de arándano

Año	1	2	3	4	5	6	7-10
Rendimiento T	0	0	1.245	3.459	5.765	7.897	10.256

Para la proyección del flujo de caja a 10 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 10.256 kg/ha desde el año 7 hasta el año 10 (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\$ 3,1. El aumento de riqueza que genera la plantación de

una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$ 0, presentando una disminución de \$ 27.480.060 con respecto a la situación original, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de arándano presenta una rentabilidad máxima de 12%, 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 arándano cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. El Cuadro 28 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, trae consigo una pérdida al realizar el proyecto, y por otra parte, un alza en el tipo de cambio o en el precio del arándano traería consigo ganancias para quien ejecuta el proyecto.

Cuadro 28. Análisis de sensibilidad de arándano (1 ha)

		Precio de mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de cambio	-10%	-14.385.927	-9.761.879	-5.137.831	-513.783	4.110.265	-10%
	-5%	-12.330.795	-7.449.855	-2.568.916	2.312.024	7.192.964	-5%
	Promedio	-10.275.662	-5.137.831	0	5.137.831	10.275.662	Promedio
	5%	-8.220.530	-2.825.807	2.568.916	7.963.638	13.358.361	5%
	10%	-6.165.397	-513.783	5.137.831	10.789.445	16.441.060	10%

ANEXO 2.

Flujo de caja proyectada de 1 hectárea de arándano 13.000 kg/ha + cambio climático

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kg/ha Total	-	-	-	1.588	4.400	7.300	10.000	13.000	13.000	13.000	13.000
Precio US\$/kg	-	-	-	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Tipo de Cambio	-	-	-	620	620	620	620	620	620	620	620
Ingreso por venta	-	-	-	3.052.136	8.456.800	14.030.600	19.220.000	24.986.000	24.986.000	24.986.000	24.986.000
Costos directos	-	1.821.773	1.880.140	14.012.878	3.697.781	4.880.067	5.988.291	12.569.219	7.587.548	7.877.821	8.182.029
Margen Bruto	-	-1.821.773	-1.880.140	-10.960.742	4.759.019	9.150.533	13.231.709	12.416.781	17.398.452	17.108.179	16.803.971
Inversión	-9.717.609	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Var. Capital de Trabajo	-1.821.773	-1.880.140	-10.960.742	-	-	-	-	-	-	-	-
Rec. Capital de Trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.662.655
Flujo de Caja	-11.539.382	-3.701.913	-12.840.882	-10.960.742	4.759.019	9.150.533	13.231.709	12.416.781	17.398.452	17.108.179	31.466.626

ANEXO 3.

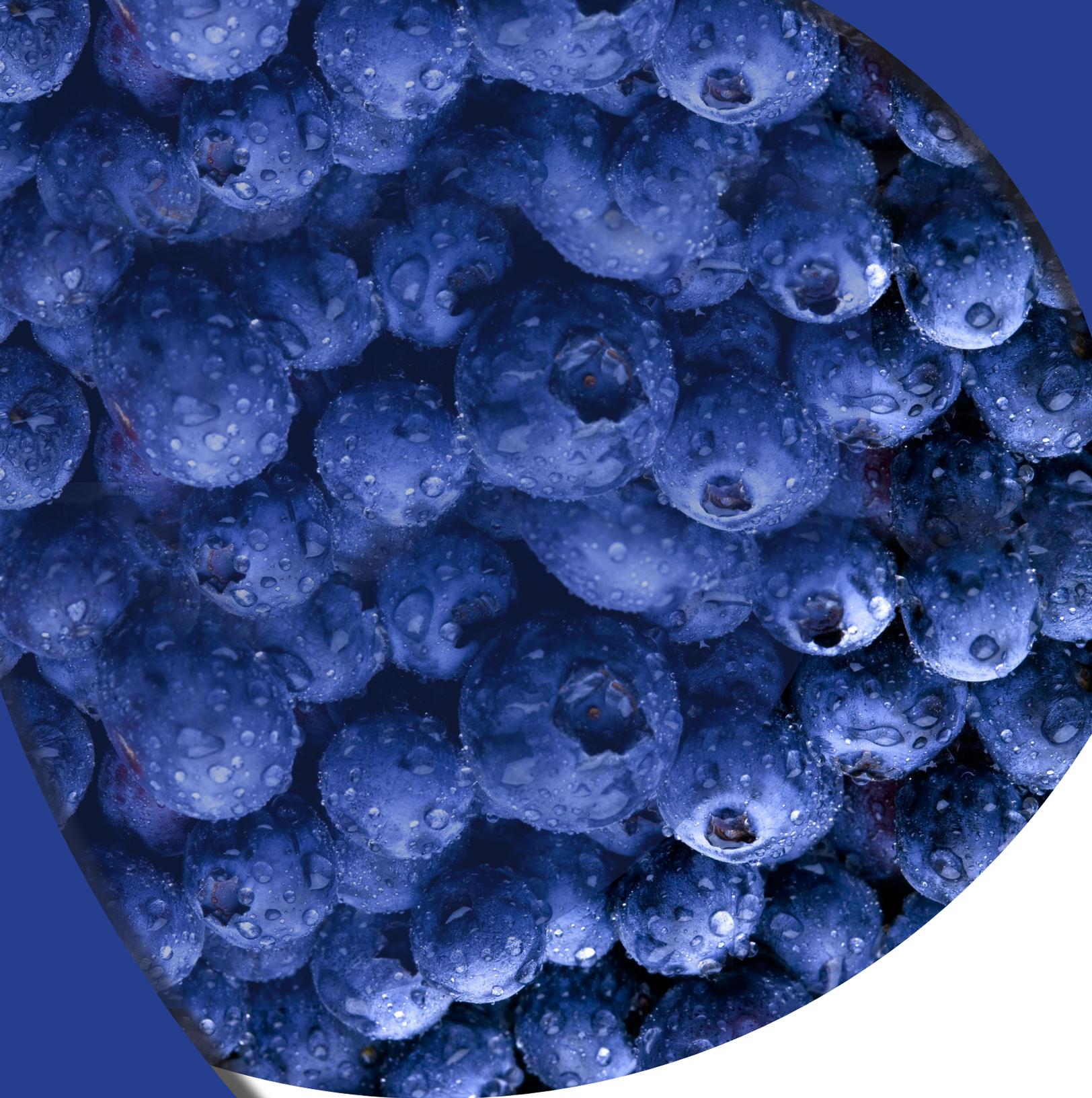
Flujo de caja
proyectada de 1
hectárea de arándano
7.000 kg/ha + cambio
climático

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kg/ha Total	-	-	-	850	2.361	3.935	5.390	7.000	7.000	7.000	7.000
Precio US\$/kg	-	-	-	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Tipo de Cambio	-	-	-	620	620	620	620	620	620	620	620
Ingreso por venta	-	-	-	1.633.499	4.537.496	7.562.493	10.359.580	13.454.000	13.454.000	13.454.000	13.454.000
Costos directos	-	1.821.773	1.880.140	13.728.837	2.913.054	3.585.015	4.214.248	10.679.219	5.139.998	5.331.046	5.531.068
Margen Bruto	-	-1.821.773	-1.880.140	-12.095.338	1.624.442	3.977.478	6.145.332	2.774.781	8.314.002	8.122.954	7.922.932
Inversión	-9.717.609	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Var. Capital de trabajo	-1.821.773	-1.880.140	-12.095.338	-	-	-	-	-	-	-	-
Rec. Capital de Trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.797.251
Flujo de Caja	-11.539.382	-3.701.913	-13.975.479	-12.095.338	1.624.442	3.977.478	6.145.332	2.774.781	8.314.002	8.122.954	23.720.183

ANEXO 4.

Flujo de caja proyectada de 1 hectárea de arándano 10.256 kg/ha + cambio climático

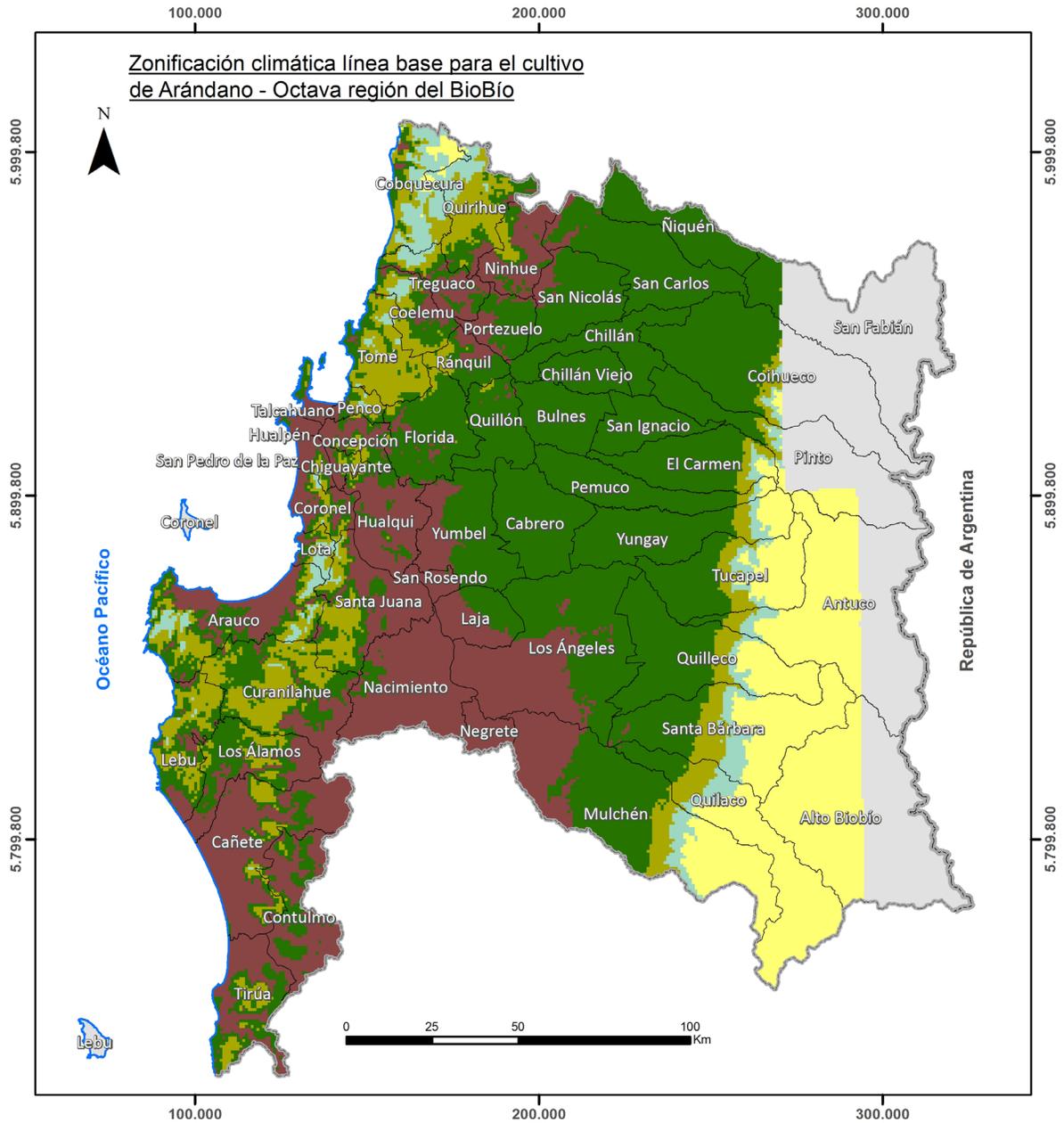
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kg/ha Total	-	-	-	1.245	3.459	5.765	7.897	10.256	10.256	10.256	10.256
Precio US\$/kg	-	-	-	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Tipo de Cambio	-	-	-	620	620	620	620	620	620	620	620
Ingreso por venta	-	-	-	2.393.418	6.648.383	11.080.639	15.178.958	19.712.932	19.712.932	19.712.932	19.712.932
Costos directos	-	1.821.773	1.880.140	13.880.989	3.335.698	4.289.423	5.179.189	11.705.007	6.468.392	6.713.294	6.969.863
Margen Bruto	-	-1.821.773	-1.880.140	-11.487.571	3.312.685	6.791.217	9.999.769	8.007.925	13.244.540	12.999.638	12.743.069
Inversión	-9.717.609	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Var. Capital de trabajo	-1.821.773	-1.880.140	-11.487.571	-	-	-	-	-	-	-	-
Rec. Capital de Trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.189.484
Flujo de Caja	-11.539.382	-3.701.913	-13.367.711	-11.487.571	3.312.685	6.791.217	9.999.769	8.007.925	13.244.540	12.999.638	27.932.552



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 arándano.

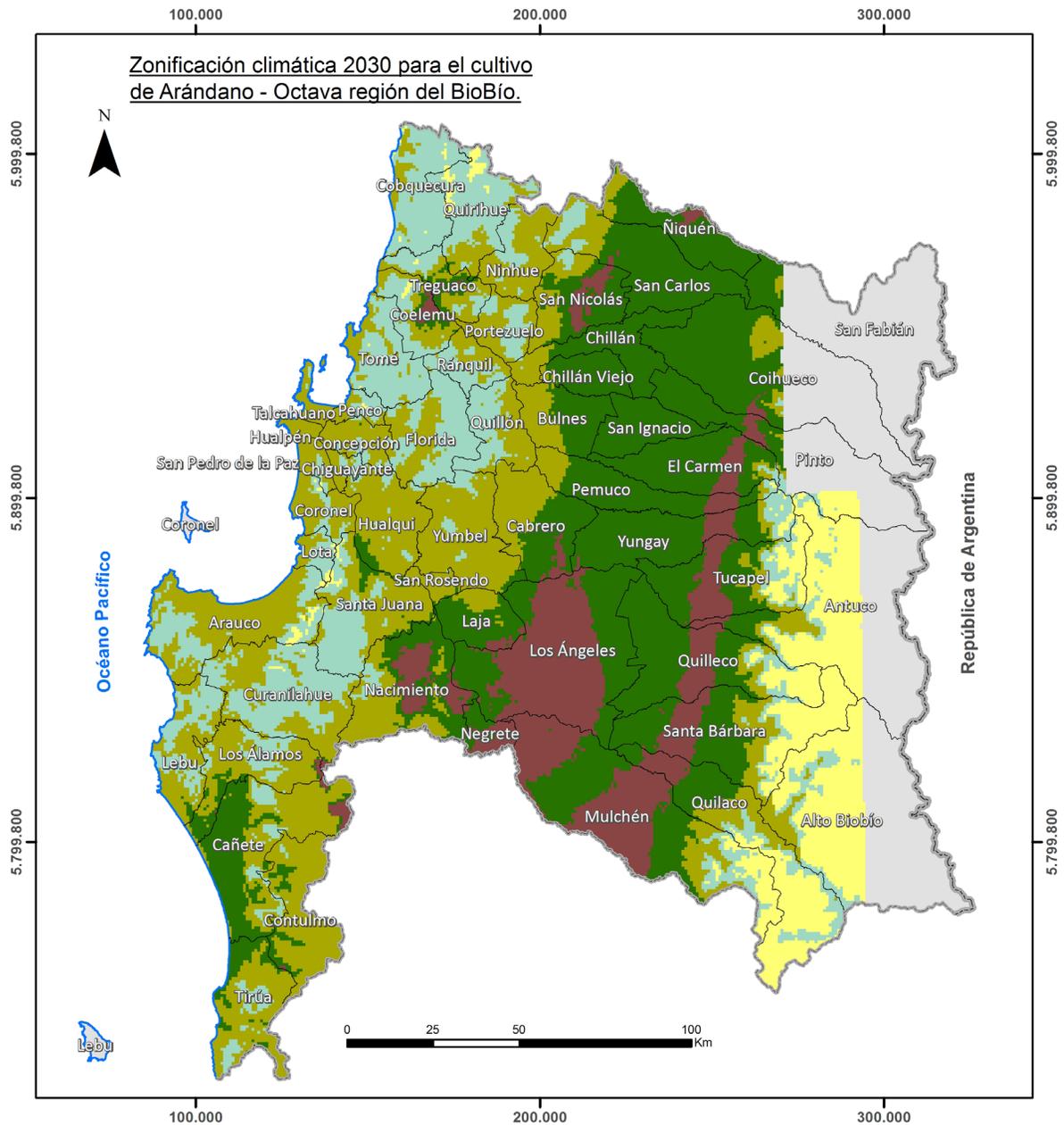
1. Mapa de aptitud productiva por clima, condición actual



PRODUCTIVIDAD POTENCIAL <ul style="list-style-type: none"> MUY ALTO ALTO MEDIO BAJO MUY BAJO <p> Límites Político Administrativos Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional </p>	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas prioritizadas en la región del Biobío.		Título Zonificación climática línea base para el cultivo de Arándano - Octava región del Biobío.	
	Escala 1:1.500.000.-	Proyección y Datum 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.			

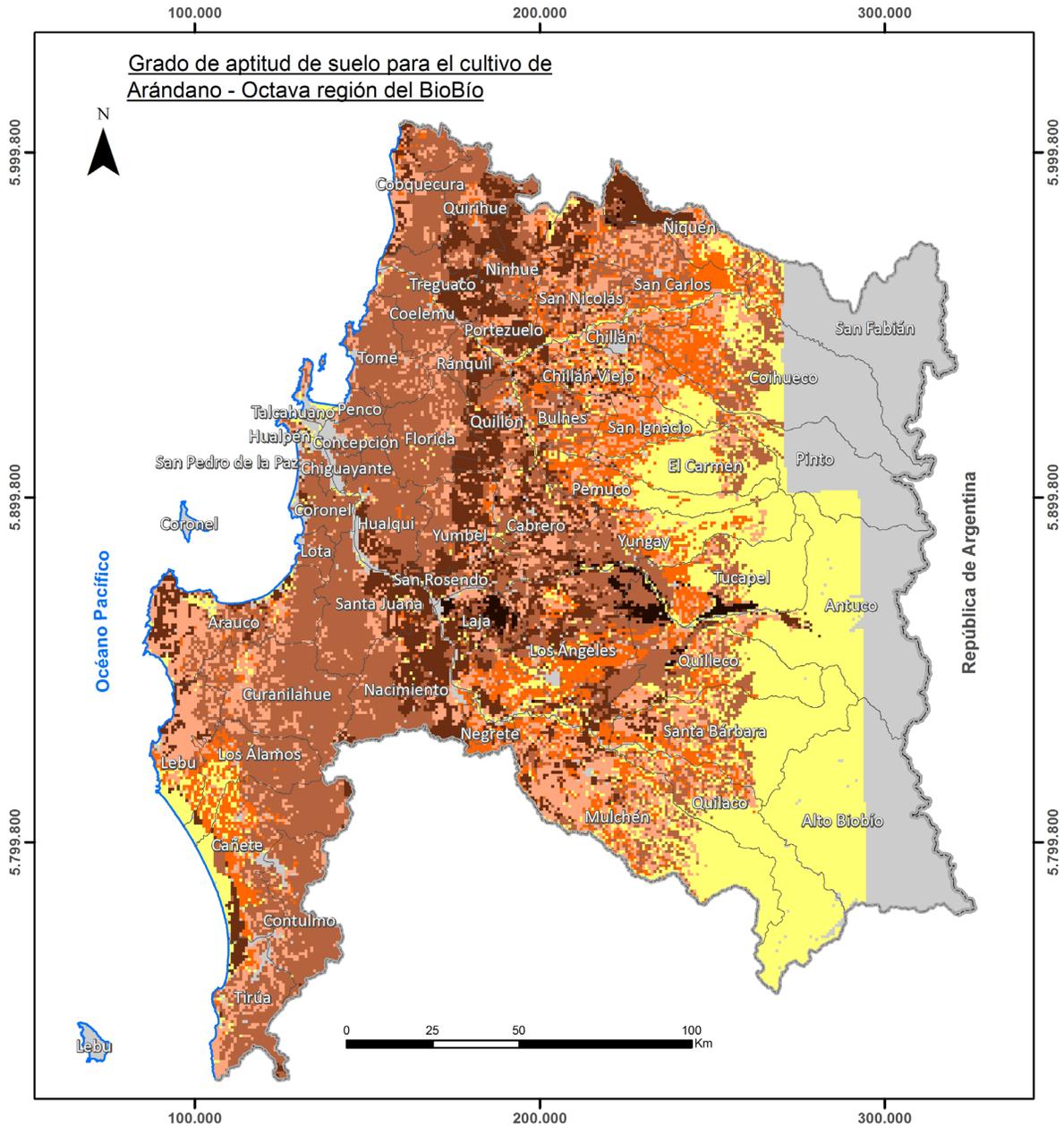


2. Mapa de aptitud productiva por clima, condición futura (2030)



<p>PRODUCTIVIDAD POTENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> MUY ALTO ALTO MEDIO BAJO MUY BAJO <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>Zonificación climática 2030 para el cultivo de Arándano - 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>		

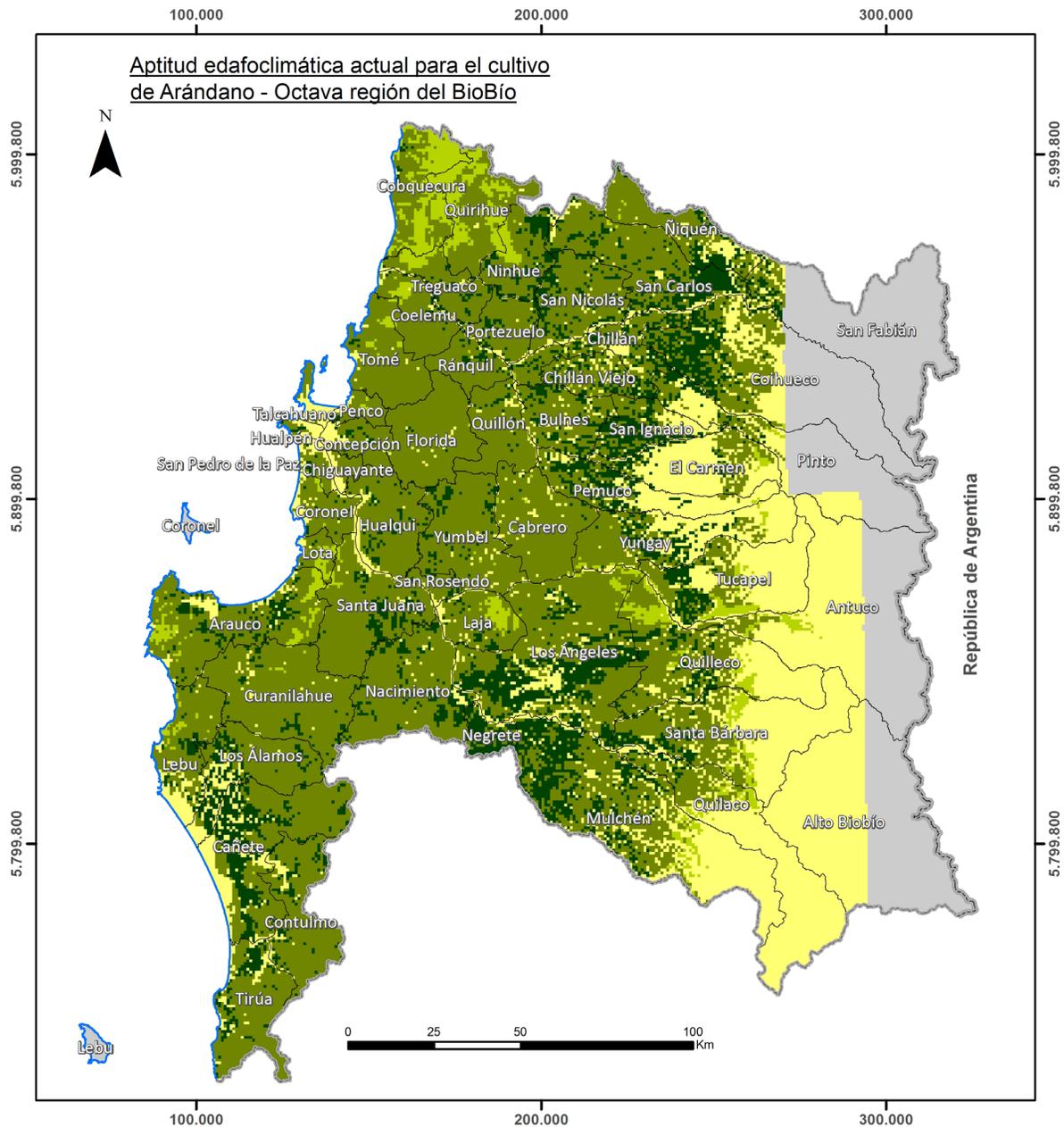
3. Mapa de aptitud productiva por suelo



<p>PRODUCTIVIDAD POTENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> SIN LIMITACIONES LIMITACIONES LIGERAS LIMITACIONES MODERADAS LIMITACIONES SEVERAS LIMITACIONES MUY SEVERAS LIMITACIONES INDETERMINADAS 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>Grado de aptitud de suelo para el cultivo de Arándano - Octava región del Biobío.</p>
	<p>Escala</p> <p>1:1.500.000.-</p>	<p>Proyección y Datum</p> <p>Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur</p>

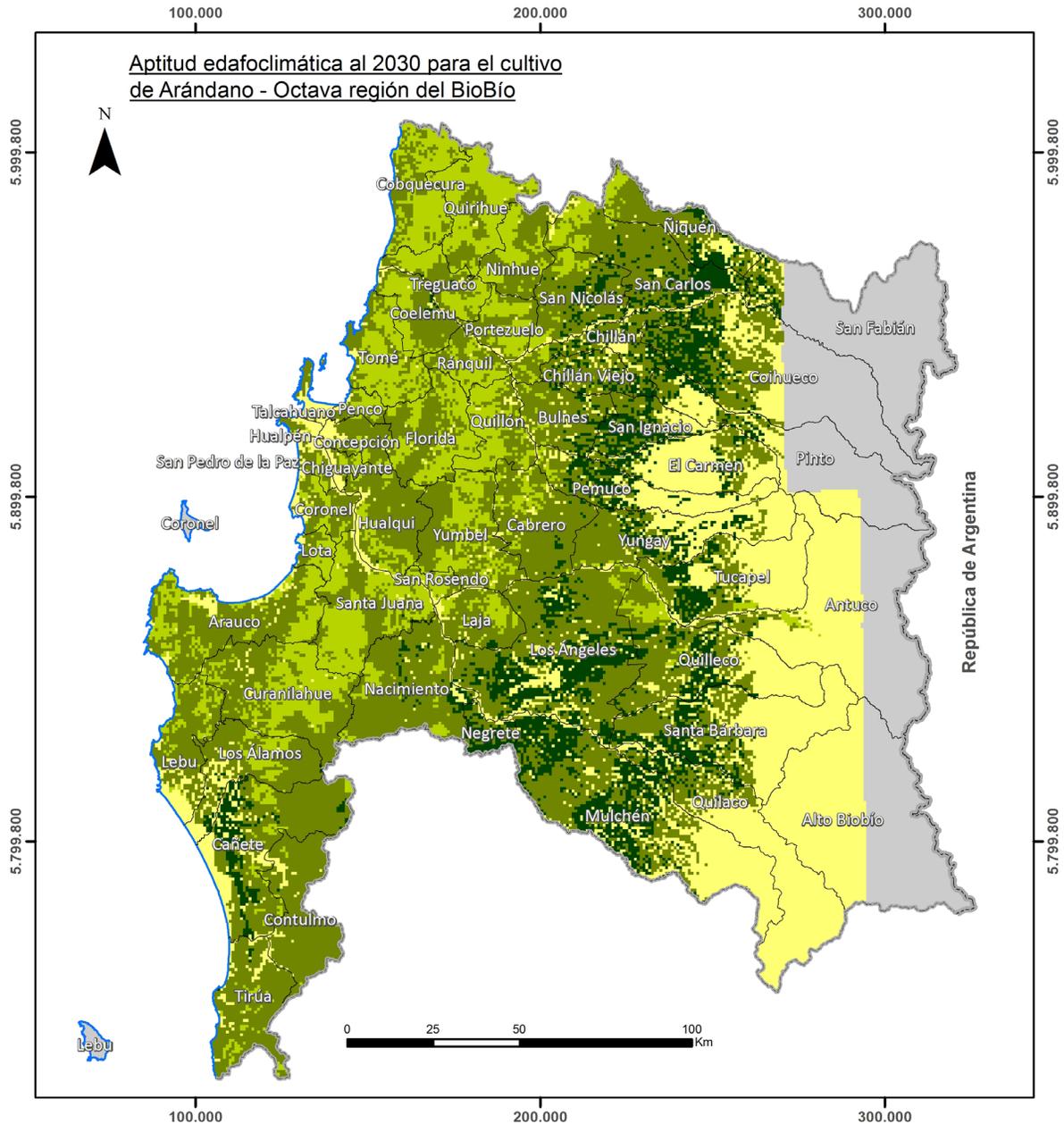
La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.

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 Arándano - Octava región del BioBío.</p>
<p>Escala</p> <p>1:1.500.000.-</p>	<p>Proyección y Datum</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 - 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 prioritizadas en la región del Biobío.		Título Aptitud edafoclimática al 2030 para el cultivo de Arándano - 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

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 del arándano, se observan algunos cambios en las variables climáticas que podrían afectar los potenciales productivos, en distintas zonas de la Región del Biobío. Dichas zonas son el secano interior, valle central, litoral y precordillera, 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 del arándano, 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 Florida, Yumbel, Bulnes, Chillán, El Carmen, Laja, Pemuco, Cabrero, Chillán viejo, Coihueco, Los Ángeles, Mulchén, Nacimiento, Negrete, Ninhue, Portezuelo, Quillón, Ránquil, San Carlos y San Nicolás.

Para la zona de Secano interior, los factores limitantes a la productividad son las horas frío y déficit hídrico, principalmente en las comunas de Arauco, Cañete, Cobquecura, Coelemu, Contulmo, Santa Juana, Nacimiento y Trehuaco.

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 Arauco; y los mismos factores para el valle central de la comuna de Hualqui.

Y, por último en la zona precordillera, se presenta como limitante altas temperaturas para las comunas de El Carmen, Pinto y San Ignacio; y sumado a esta limitante el número total de heladas para las comunas de Pemuco, Tucapel y Yungay.



6. Bibliografía

- Buzeta, A. 1997. Chile: Berries para el 2000. Santiago, Fundación Chile. 133 p.
- Georgi, M. 1992. Comportamiento de arándano, mora cultivada y mora silvestre en almacenamiento refrigerado y su impacto en la calidad. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 104 p.
- González, A., Subercaseaux, J. y Ellena, M. 2013. Arándanos: Optimización de la productividad de la mano de obra y tecnologías para el incremento de calidad y condición en el sur de Chile. Publicación editada en el contexto del proyecto CORFO "Transferencia de Tecnologías para Mejorar Calidad y Condición de la Fruta y Optimizar la Productividad de la Mano de Obra, en Huertos de Arándanos en la Zona Sur de Chile". Boletín Inia N°277.
- Lyrene, P. M. y Williamson, J. G. 2004. Protecting Blueberries from Freezes in Florida. University of Florida IFAS Extension. HS968: 8pp.
- Medel, F. 1982. Arbustos Frutales. Corfo-UACH. SANTIAGO.
- Merlet H., Navarro A., Rosales C. 2015. Manual técnico productivo y económico arándanos "Zonificación de aptitud productiva de frutales y berries en la Región de la Araucanía". Publicación Ciren N° 186.
- Michigan State University. 2012. Blueberry Growth Stages. Growth stages table. Disponible en: http://blueberries.msu.edu/growing_blueberries/growth_stages_table
- Odepa. 2012. Mercado y proyección de cultivo del arándano. Recuperado el 27 de junio de 2016,
- Pinto, C. 2007. Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) de cybertesis. uach.cl: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fap657d/sources/fap657d.pdf>
- San Martín, J. (2012). Manejo de poda en Arándanos. Revista Frutícola, Copefrut S.A., 6.
- Sudzuki, F. 1993. Frutales Menores: Nuevas Alternativas de Cultivo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. 286 p.
- Sudzuki, F. 2002. Cultivo de frutales menores. Quinta edición. Editorial Universitaria. Universidad de Chile. Santiago. Chile.
- Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.) 2013. Manual del arándano. Boletín Inia N° 263. 120 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Inia, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- Universidad Católica de Temuco, 2012. El cultivo de arándanos en Chile. Temuco: Universidad Católica de Temuco.

CIREN

Av. Manuel Montt #1164,
Providencia, Santiago

Teléfono (56) 2 2200 8900

WWW.CIREN.CL



Proyecto apoyado por

