

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.



MANZANO



Proyecto apoyado por



ISBN: 978-956-9365-17-1
Publicación Ciren N°: 202
Registro de propiedad intelectual: 285.303

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 de manzano 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 manzana 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 Descripción del manzano	13
2.2 Estados fenológicos del manzano	14
2.3 Requerimientos climáticos	15
2.4 Requerimientos de suelo	17
2.5 Variedades	17
2.6 Portainjerto	18
2.7 Establecimiento	20
2.8 Sistema de conducción	22
2.9 Manejo de la carga frutal	23
2.10 Control del vigor	24
2.11 Labores culturales	24
2.12 Fertilización	25
2.13 Manejo de las malezas	25
2.14 Riego	26
2.15 Enfermedades	27
2.16 Plagas	29
2.17 Golpe de sol	31
2.18 Enfermedades de poscosecha	32
2.19 Desórdenes fisiológicos	32
3. Aspectos económicos	35
3.1 Superficie y producción mundial	35
3.2 Comercio internacional	37
3.3 Superficie y plantación en Chile	38
3.4 Análisis económico	40
3.5 Análisis económico con cambio climático	44
4. Mapas de aptitud productiva	51
5. Recomendaciones productivas	59
6. Bibliografía	63

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Requerimientos de temperatura en el cultivo del manzano	15
Cuadro 2.	Requerimientos de suelo para el cultivo del manzano	17
Cuadro 3.	Superficie cosechada y participación de los países productores respecto de la producción mundial, año 2014	36
Cuadro 4.	Variación superficie cultivada con manzanas por región	39
Cuadro 5.	Costos de establecimiento del huerto de manzano	40
Cuadro 6.	Costos directos de producción de manzana (1 ha)	40
Cuadro 7.	Indicadores evaluación económica de manzana (1 ha)	41
Cuadro 8.	Análisis de sensibilidad de manzana (1 ha)	41
Cuadro 9.	Costos directos de producción de manzana (1 ha)	44
Cuadro 10.	Costos de instalación y reposición de malla para un huerto de manzano	44
Cuadro 11.	Rendimiento promedio por año, manzano	44
Cuadro 12.	Análisis de sensibilidad, manzano (1 ha)	45
Cuadro 13.	Costos directos de producción, manzana (1 ha)	46
Cuadro 14.	Rendimiento promedio por año (kg/ha), manzano	46
Cuadro 15.	Análisis de sensibilidad, manzano (1 ha)	47
Cuadro 16.	Costos directos de producción, manzana (1 ha)	47
Cuadro 17.	Rendimiento promedio por año (kg/ha), manzano	47
Cuadro 18.	Análisis de sensibilidad, manzano (1 ha)	48

Índice de figuras

Figura 1.	Descripción de la flor y fruto del manzano	13
Figura 2.	Estados fenológicos y evolución de las yemas fructíferas	14
Figura 3.	Desfase en floración entre cultivares con diferentes requerimientos de frío invernal. Cripps Pinky Fuji, izquierda y derecha, respectivamente	16
Figura 4.	Varietades de manzanas	18
Figura 5.	Portainjertos de manzanos	19
Figura 6.	Plantación de manzanos con altura de injerto a 20 cm	20
Figura 7.	Plantas de manzanos en cama de aserrín	21
Figura 8.	Manzanos en sistema Solaxe	23
Figura 9.	Huerto de manzanos con un adecuado y deficiente manejo de malezas	26
Figura 10.	Cancro Europeo	27
Figura 11.	Necrosis de la madera y plateado en hoja, causado por <i>Chondrostereum purpureum</i>	28
Figura 12.	Recubrimiento blanquecino de hojas causado por <i>Podosphaera leucotricha</i>	28
Figura 13.	Daño causado por <i>Venturia inaequalis</i>	29
Figura 14.	<i>Cydia pomonella</i> en estado adulto, y larva generando daño en fruto	29
Figura 15.	Colonias de <i>Eriosoma lanigerum</i> en ramillas y tronco en manzano	30
Figura 16.	Escama de San José en manzana	30
Figura 17.	Categoría de daño por golpe de sol en manzana	31
Figura 18.	Uso de malla en huerto de Granny Smith	31
Figura 19.	Pudriciones de poscosecha en manzana	32
Figura 20.	Bitterpit en manzano cv. Granny Smith, y lenticelosis en cv. Gala	33
Figura 21.	Producción mundial de manzanas	35
Figura 22.	Participación mundial en la producción de manzanas	36
Figura 23.	Principales países importadores de manzanas	37
Figura 24.	Principales países exportadores de manzanas	37
Figura 25.	Importaciones de manzanas a nivel nacional	38
Figura 26.	Exportaciones de manzanas a nivel nacional	38
Figura 27.	Superficie manzano rojo y verde en Chile	39



1. Introducción

El manzano (*Malus domestica Borkh*) es un árbol frutal de la familia de las rosáceas, considerado dentro de las especie de fruta dulce de mayor difusión a escala mundial debido fundamentalmente a su facilidad de adaptación a diferente climas, suelos, por su valor alimenticio, calidad y gran utilidad en agroindustria.

Es la segunda especie de importancia económica en la fruticultura chilena, después de la uva de mesa, ocupando una superficie estimada de 36.062 ha, de los cuales 29.168 ha corresponden a manzano rojo y 6.894 ha a manzano verde. Las principales zonas productoras se localizan entre las regiones de O'Higgins y el Maule, que reúnen el 87% de la superficie plantada a nivel nacional (Odepa-Ciren, 2016).

Conforme a los últimos catastros regionales frutícolas proporcionados por Ciren, se indica una tendencia al traslado del cultivo hacia la zona centro y sur, ante la perspectiva e incertidumbre que plantean el cambio de las condiciones climatológicas en el país y la disponibilidad de recurso hídrico y mano de obra (Odepa, 2013).



2. Aspectos técnicos

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MANZANO

El sistema de raíces del manzano es extendido y relativamente profundo, características que dependerán del patrón, variedad, tipo de suelo y manejo. En condiciones normales, la mayor parte de las raíces absorbentes se encuentran hasta los primeros 50 cm de profundidad.

Las hojas son ovaladas, aserradas, blandas, y de doble longitud que el peciolo. Las yemas son mixtas terminales de dardos en la mayoría de las variedades, y de brindillas, y ocasionalmente, laterales de ramillas (Gil, 2006).

Sus flores son hermafrodita y están formada por cinco sépalos, cinco pétalos, estambres y pistilos, y se sitúa sobre un corto pedúnculo, reunida en inflorescencias.

El fruto corresponde a un pomo, cuya parte comestible es la corteza del tubo floral y del receptáculo, los que envuelven al fruto verdadero o pistilo, con sus semillas y médula, que constituye el corazón, relativamente endurecido. El corazón está conformado por cinco carpelos de dos semillas cada uno si la fecundación es total (Gil, 2006).

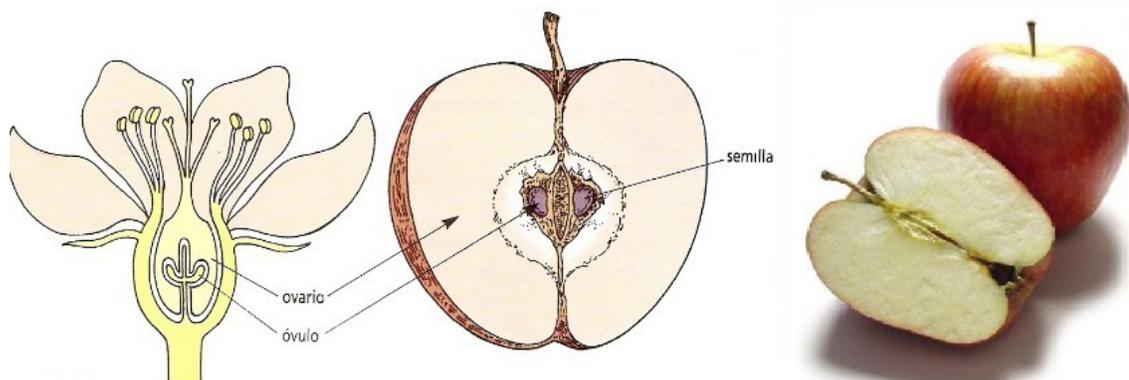


Figura 1. Descripción de la flor y fruto del manzano

Fuente. <http://pomaceas.utralca.cl>

2.2 ESTADOS FENOLÓGICOS DEL MANZANO

A partir de la primera manifestación visible de actividad en la planta, se originan los procesos de desarrollo vegetativo, floración y fructificación.



Yema de invierno



Yema comienza a hincharse



Yema hinchada



Aparición de los botones florales



Aparición de los botones florales. Con hojas



Los sépalos dejan ver los pétalos



Plena floración



Caída de los primeros pétalos



Caída de los últimos pétalos



Cuajado del fruto



Engrosamiento del fruto

Figura 2. Estados fenológicos y evolución de las yemas fructíferas
Fuente. fruticultura.udl.es

2.3 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Para lograr un huerto de alta productividad y calidad es fundamental estar ubicado en un lugar adecuado, con las horas de frío y temperatura apropiada para la variedad, libre de problemas de heladas y granizos, con primaveras benignas y veranos que permitan obtener color (Baeza y Díaz, 2008).

Cuadro 1. Requerimientos de temperatura en el cultivo del manzano

T° mínima de crecimiento	7°C
T° máxima de crecimiento	35°C
T° óptima de crecimiento	Entre 18 a 24°C
T° durante desarrollo de frutos	Favorecido por temperaturas medias entre 18 a 20°C
Etapa de floración	
Temperatura crítica	-1,7°C (etapa de floración)
Muerte del 10% de las flores	T° menores a - 2,2°C
Muerte del 90% de las flores	T° menores a - 3,9°C
T° óptima en periodo de polinización	Entre 15 a 20°C
Suma térmica entre yema hinchada y cosecha	900 a 1.200 días-grado
Requerimientos de horas frío (T° menores a 7°C)	Alrededor de 1.000 horas frío (según variedad)

Fuente. *Climafrutal, 2007. Espíndola, 2008. Ciren, 1989.*

Precipitaciones

Lluvias prolongadas durante etapa de floración pueden perjudicar de manera importante la polinización y cuaja de los frutos. Además, las precipitaciones de primavera y verano, junto a la presencia de alta humedad ambiental, favorecen el desarrollo de enfermedades, especialmente *Venturia*, oídio y cáncer europeo, este último favorecido además por las lluvias de otoño (Cruz, s/a).

Viento.

El problema surge en primavera cuando hay presencia de vientos fríos, ya que con bajas temperaturas la polinización y en consecuencia el cuajado serán deficientes. Si las condiciones son desfavorables, el viento alcanzaría temperaturas inferiores bajo las de congelación, dando lugar a heladas eólicas. Esto no afectaría a los árboles que se encuentran en estado latente, pero puede causar grandes pérdidas en el estado de brotes en primavera. Por otra parte, la amenaza de los vientos puede acabar con los frutos cuajados, daño por contacto entre sí o por roces con las ramas (clima frutal, 2007).

Horas de frío

El manzano es un árbol que requiere de una estación invernal relativamente fría y prolongada, que le proporcione entre 900 a 1.100 horas frío (temperaturas inferiores a 7°C) para brotar y florecer normalmente.

Diversos son los síntomas de la falta de frío. Uno de los más evidentes es el retraso en la brotación, especialmente de los órganos vegetativos. Ello podría ser causal

de una alta caída temprana de fruta, al no disponer la planta de nutrientes en forma suficiente y oportuna, por falta de superficie fotosintetizante. El calibre podría ser también afectado negativamente (Yuri, 2002).

Entre los cultivares de bajo requerimiento de frío figuran Gala y Braeburn; con requerimiento medio Granny Smith, Pink Lady, Fuji y Braeburn; y con altos serían Golden Delicious, Red Delicious, Elstar y Fuji (Frías, 2006).



Figura 3. Desfase de floración entre cultivares con diferentes requerimientos de frío invernal. Cripps Pinky y Fuji, izquierda y derecha, respectivamente
Fuente. Boleín Técnico Pomáceas Vol. 16 N°5, 2016.

2.4 REQUERIMIENTOS DE SUELO

Cuadro 2. Requerimientos de suelo para el cultivo del manzano

Parámetro	Descripción	
Profundidad del suelo	Subsuelo suelto	Mayores a 80 cm
	Subsuelo compacto	Mayores a 110 cm
Acidez (ph)	Mínimo tolerado	4,6
	Óptimo	5,7 – 7
	Máximo tolerado	8,9
Salinidad	Valor tolerado de conductividad eléctrica	1,8 dS/m
	Valor crítico de conductividad eléctrica	4,8 dS/m
Textura	Franca	Sin limitación
	Fina o gruesa	Limitación moderada
	Muy fina o muy gruesa	Limitación severa a moderada
Drenaje	Sin nivel freático	Sin limitación
	Imperfecto. Nivel freático a 110 cm	Sin limitación
	Pobre. Nivel freático a 50 cm	Limitación severa
	Muy pobre. Nivel freático a 25 cm	Excluido
Pedregosidad	Menor a 35 % de piedras	Sin limitación
	Entre 35 a 60% piedras	Limitación moderada
	Mayor a 60% piedras	Limitación severa
Pendiente	Suave 2 a 6%	Sin limitación
	Inclinada 6 a 10%	Limitación leve
	Muy inclinada Mayor a 11%	Limitación moderada

Fuente. Ciren, 1989.

2.5 VARIEDADES

Fuji.

Variedad redonda, con buen aroma, de color rojo claro sobre un fondo verdoso amarillento. La pulpa de la manzana es blanca, crujiente y muy jugosa.

Royal Gala.

Variedad similar a la Fuji, pero su cáscara posee un color más brillante y algo más gruesa. Con estrías rojo-anaranjadas sobre un fondo de color amarillo verdoso. De forma irregular, achatada.

Granny Smith.

De color verde brillante, con presencia de lenticelas blancas. Su carne es blanca, crujiente. Sabor agridulce.

Red chief.

Variedad de color rojo intenso, no uniforme, de piel brillante. De forma alargada con lóbulos muy marcados.

Braeburn.

Manzana de cáscara suave que va desde el color rojo claro hasta el verde oro. De buen aroma y jugosidad.

Red Delicious.

De forma alargada, con color de piel de un suave rojo oscuro, aunque algunas veces se presenta en bandas sobre fondo amarillo.

Cripps Pink.

Manzana muy crujiente con un sabor distintivo: una mezcla de ácido y dulce. Presenta un atractivo color rosa, con suaves matices de amarillo.



Figura 4. Variedades de manzanas
Fuente. dole.cl

2.6 PORTAINJERTO

En huertos comerciales de manzano es habitual el trabajo con plantas injertadas. Su uso se relaciona con la idea de dar solución a diversos problemas que puedan presentar los cultivos a situaciones específicas del suelo, o particulares requerimientos nutricionales, como también a la acción de plagas y enfermedades. Sin embargo, la gran mayoría apuntan a generar plantas más pequeñas, otorgarle características de precocidad, además de facilitar labores de manejo del huerto (Lemus *et al.*, 2015. Climafrutal, 2007).

Dentro de la amplia variedad de portainjertos que existen en el mercado, aquellos más utilizados en nuestro país son:

M-9. Portainjerto más utilizado en Chile. Permite realizar plantaciones en alta densidad (más de 2.000 plantas/ha) (Navarro y Ramírez, 2010). Si bien no presenta resistencia al pulgón lanígero, es valorado por los productores

debido a que les permite mecanizar sus huertos; proporciona precocidad, eficiencia productiva, características deseadas de la variedad, optimización del uso de mano de obra y huertos más pequeños. Dentro de esta línea existen dos variedades de gran atracción comercial: T337 y Pajam 2.

M-7. Portainjerto semi vigoroso (55 a 65% de un patrón franco). Es de fácil manejo y otorga precocidad y buena producción. Desarrolla buen sistema de raíces y una buena estructura natural en el árbol, por lo que no requiere de una estructura de soporte. Posee resistencia al cáncer bacterial, y una moderada resistencia a *Phytophthora*. No posee tolerancia al pulgón lanígero.

MM-106. Portainjerto moderadamente enanizante, de vigor medio (65 a 75% del vigor de un patrón franco) y óptima productividad. Es precoz al entrar en producción de manera temprana. Sensible a la podredumbre del cuello (*Phytophthora cactorum*), por lo que no es indicado en suelos con drenaje deficiente. Con alto grado de resistencia al pulgón lanígero, lo cual ha generado que se utilice como puente* para portainjertos M9, logrando árboles de menor vigor y con resistencia a la plaga.

*Puente: Trozo de tallo de algún portainjerto, injertado entre el portainjerto con raíces y el cultivar de manzano.

M-26. Portainjerto enanizante. Su vigor se encuentra entre los M9 y M7, y produce un árbol entre 45y 50% de un patrón franco. Medianamente susceptible a *Phytophthora* y al cáncer bacterial, y resistente al pulgón lanígero (Lemus *et al.*, 2015).

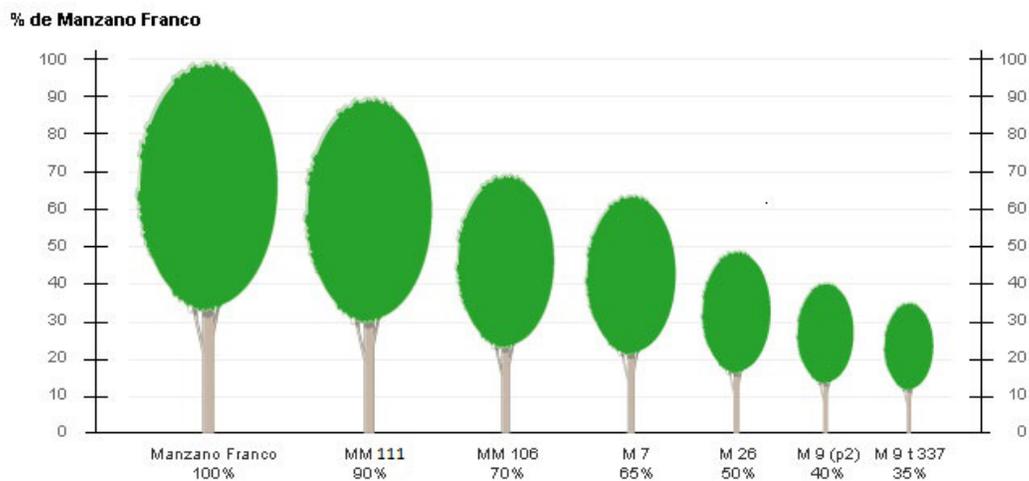


Figura 5. Portainjertos de manzanos

Fuente: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Redes/2014/03/06/Como-elegir-el-portainjerto-adecuado-para-un-huerto-de-manzanos.aspx> >

2.7 ESTABLECIMIENTO

Preparación de suelo

En la actualidad, en huertos establecidos con portainjertos enanizantes es impensable no contar con movimientos de suelos profundos (Baeza y Espíndola, 2013), debido a su requerimiento de un suelo suelto, bien aireado y sin limitaciones para un adecuado establecimiento y desarrollo del sistema de raíces (Navarro y Ramírez, 2010).

Altura del injerto en las plantas

Esto tiene gran relevancia para la homogeneidad de un huerto, debido a que el portainjerto es responsable del vigor del árbol. Durante la plantación es necesario tener la precaución que las plantas queden todas a la misma altura desde el injerto, situación que no es fácil ya que la distancia entre el injerto y las raíces es cercana a los 20-25 cm; pero constituye un factor de heterogeneidad muy importante necesario de tener presente (Baeza y Espíndola, 2013).



Figura 6. Plantación de manzanos con altura de injerto a 20 cm
Fuente. Revista Frutícola Abril 2013, N°1

Manejo de las plantas en pre plantación

Desde el momento en que las plantas son arrancadas del vivero, se produce un estrés en ellas. Por lo tanto, se deben proporcionar las condiciones y cuidados necesarios que permitan disminuir dicho estrés. Se deben acortar los tiempos de traslado, y establecer una cama de viruta o de aserrín lo suficientemente aireado y blando para no aumentar el daño (Baeza y Espíndola, 2013).



Figura 7. Plantas de manzanos en cama de aserrín
Fuente. RevistaFrutícola, 2013. N°1

Calidad de plantas

El potencial productivo del huerto está directamente relacionado con la calidad de la planta. Las características que debiera tener una planta al momento de la plantación son:

Homogeneidad respecto a grosor y altura, la cual debiera ser sobre 1,7 m, desde el punto de plantación del vivero y de un grosor de 14 a 20 mm.

Raíces sanas, de buen desarrollo y sin poda.

Ausencia de daño mecánico.

Certificación sanitaria (libre de plateado, *Nectria* y *Phytophthora*).

Injerto similar en altura, ya que mientras más largo es el patrón, mayores serán las características que transfiere a la planta. Condición importante en la homogeneidad del huerto. Normalmente, la altura debiera ser entre 15 y 20 cm desde el suelo.

La zona de unión entre el patrón y la variedad injertada bien cicatrizada.

En los portainjertos enanizantes, el número y calidad de anticipados constituye un factor importante de calidad, ya que es fundamental para obtener precocidad productiva. Una buena planta debiera tener sobre 10 anticipados (Baeza y Díaz, 2008).

Densidad de plantación

La tendencia es desarrollar el concepto de alta densidad, concepto que surgió en Europa con el fin de adelantar la entrada en producción de los huertos y

hacer árboles más pequeños. Para lograr esto es necesario el uso de portainjertos enanizantes. Por otro lado, la distancia de plantación va a depender de factores como, crecimiento potencial de la planta, tipo de suelo y disponibilidad de maquinaria entre otros (Baeza y Espíndola, 2010; Baeza y Díaz, 2008).

Al respecto, Yuri (2016) señala que la recomendación para la zona de cultivo del manzano en Chile es no densificar más allá de 3,8 x 1,4 m lo que da un total de 1.880 árboles/ha.

A modo general, el peor error que puede cometer un productor, es plantar a una densidad en la cual no logre ocupar el espacio asignado. Es muy importante considerar que una plantación exitosa debe obligadamente ocupar el espacio asignado al final del tercer año. Situaciones como mal manejo del agua de riego, control de malezas deficientes, plagas, enfermedades, y raleos insuficientes durante los primeros años son causas comunes de atraso en llenar el espacio en el tiempo adecuado (Baeza y Díaz, 2008).

2.8 SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

La tendencia es el establecimiento de huertos en alta densidad, y formar árboles con una mínima poda en los primeros años para no eliminar producción. Se pretende lograr que las plantas alcancen una estructura pequeña, concentrando la fruta en la parte media y baja del árbol, ocupando rápidamente el espacio asignado (Espíndola y Ramírez, 2011).

La conducción del huerto debe estar orientada con una adecuada interceptación lumínica para favorecer la formación de buenas estructuras frutales y que se adapte a la mecanización de labores como poda, raleo y cosecha (Espíndola y Ramírez, 2011). Al respecto, Carrasco (2014) señala que se debe asegurar sobre el 85 % de interceptación de luz para lograr altos rendimientos.

Muchos son los sistemas de conducción que se han desarrollado, sin embargo llevar a cabo su implementación no es tarea fácil, lo que implica necesariamente considerar aspectos como: precocidad, luminosidad, espaciamiento de plantación, optimización de la maquinaria y uso de la mano de obra, hábito de crecimiento de la variedad, condición climática y conocimiento del sistema de conducción a utilizar.

Si bien cada sistema de conducción posee ventajas y desventajas, la mayoría de ellos están pensados para plantaciones en alta densidad (Baeza, 2011).

Dentro de los sistemas más utilizados en altas densidades se encuentran; Tall Spindle, Eje central y Solaxe (Espíndola y Ramírez, 2011).



Figura 8. Manzanos en sistema Solaxe
Fuente. Revista Frutícola, Abril 2013, N°1.

2.9 MANEJO DE LA CARGA FRUTAL

La meta de todo productor es alcanzar los parámetros de calidad como: sabor, color, ausencia de defectos y buen calibre. Alcanzar estos objetivos como también evitar el añerismo y lograr una adecuada homogeneidad en la producción, depende en gran medida del manejo de la carga frutal: una técnica conocida comúnmente como “raleo” o “aclareo”.

El raleo consiste en la eliminación de estructuras productivas de la planta, ya sean dardos, flores o frutos. Existen tres opciones de raleo: manual, mecánico o químico, los cuales difieren en costo y grado de eficacia. En manzanos, el método más utilizado es el raleo químico en combinación con el repaso manual, debido a su relación costo-beneficio.

El *raleo químico* se ejecuta desde inicio de floración hasta frutos de más o menos 12 a 14 mm. Luego se espera la caída natural de éstos, hasta mediados de noviembre, y posteriormente se realiza el ajuste manual, que fija el número de frutos que llegará a cosecha (Reginato, 2016).

Existe una larga lista de productos utilizados, como: ácido naftalén acético (NAA), carbaryl, ethephon, benciladenina (BA), tiosulfato de amonio (ATS), polisulfuro de calcio, aceites vegetales, etc. (Reginato, 2016. Frías y Lepe, 2013). El efecto que tendrá el uso del producto dependerá de factores como la variedad, vigor de las plantas, condiciones ambientales y del momento de aplicación, entre otros (Reginato, 2016).

El *raleo manual* se realiza una vez que la carga está bien evaluada, lo que es posible desde 25 días luego del tratamiento químico (cerca de 40 días después de plena floración). El trabajo consiste en dejar una sola fruta en un dardo, la mejor, y ninguna en otros dos dardos adyacentes, con una separación mínima de 10 cm si la carga está distribuida en todo el árbol. Con poca carga en general, se deja el dardo con dos frutos; si hay desuniformidad se ralea con el mismo criterio

respectivo las partes de mucha y poca carga (Gil, 2006).

El *raleo mecánico*, en tanto, consiste en eliminar las flores a través de brazos mecánicos rotatorios. La principal desventaja de este sistema es el estrés y el daño que provoca en las hojas (Navarro y Ramírez, 2010).

2.10 CONTROL DEL VIGOR

El control del vigor es una práctica que permite lograr un adecuado equilibrio entre el crecimiento del árbol y su fructificación. Las herramientas que se disponen para el control de vigor van desde el uso de portainjertos enanizantes, poda de verano, anillado, carga frutal, poda de raíces y el uso de productos que intervienen o bloquean temporalmente la síntesis de hormonas relacionadas con el crecimiento de los brotes (Navarro y Ramírez, 2010).

Entre las prácticas más habituales para control de vigor se encuentran:

- a) Anillado: consiste en la interrupción del flujo floemático o de savia mediante un corte circular de la corteza del árbol con cuchillo anillador. Generalmente se realiza entre plena flor y dos semanas después. Esta práctica se ejecuta generalmente en árboles sobre portainjertos de alto vigor o en variedades vigorosas.
- b) Poda de raíces: mediante el uso de implementos se realiza el corte de raíces. Esta labor generalmente se realiza cuando el árbol es relativamente joven y en plantaciones densas. Es poco habitual en árboles adultos debido al mayor grosor de la raíces haciendo más difícil la tarea, y si se logra hacer, los efectos sobre el árbol pueden ser adversos.
- c) Uso de reguladores de crecimiento: mediante el uso de productos que reducen la tasa de crecimiento vegetativo, se logra un árbol con menor densidad de canopia y mejor penetración de luz.
- d) Poda de verano: esta labor es importante en portainjertos, que generalmente el exceso de vigor que le confieren a la variedad limita la entrada de luz y como consecuencia la formación de color. Esta labor se debe realizar temprano, de preferencia antes de que las temperaturas aumenten, para disminuir los riesgos por golpe de sol (Navarro y Ramírez, 2010).

2.11 LABORES CULTURALES

Son muchos los factores a considerar para conseguir los rendimientos y características de calidad óptimas. Dentro de esto se pueden incluir manejos del árbol como: poda, raleo, abertura de ramas. También labores dirigidas al entorno como: control de malezas, control de plagas y enfermedades. Y dentro de los más importantes, están el riego y la fertilización (Köning, 2008).

2.12 FERTILIZACIÓN

Las necesidades nutricionales dependen, entre otros factores, del cultivar, etapa de desarrollo del huerto y nivel de rendimiento. La fertilización del huerto de manzanos durante el primer año de establecimiento tiene como objetivo el desarrollo del sistema radical, generar un crecimiento adecuado, homogenizar los árboles, mejorar brotación y follaje.

Una vez establecido el huerto e iniciado el crecimiento vegetativo, la fertilización foliar es una forma de mantener a la planta con un adecuado suministro de nutrientes mientras reinicia el crecimiento radical y aumenta la temperatura del suelo a niveles que permita una buena absorción de elementos. En esta etapa es importante hacer aplicaciones foliares de elementos como zinc, magnesio, nitrógeno y fósforo, que permitan tener un adecuado desarrollo foliar y de crecimiento de ramas y ramillas (Espíndola y Cabalin, 2010).

La máxima demanda por nitrógeno se produce desde la etapa prefloración hasta los primeros estados de desarrollo del fruto (debido al crecimiento de la parte aérea) y en poscosecha (debido al crecimiento radical) (Pino y Díaz, 2012).

El calcio en la fruta es un elemento constituyente de las paredes celulares y responsable principal de la condición de poscosecha. De ahí que las aplicaciones de yeso o cal al suelo permiten mantener los niveles de calcio dentro de rangos adecuados para evitar desórdenes fisiológicos en la fruta como bitterpit (Navarro y Ramírez, 2010).

La disponibilidad de boro se hace necesaria durante la época de floración, para el crecimiento del tubo polínico, siendo recomendable aplicaciones foliares de boro en poscosecha o durante la floración (Yuri, 2005).

De la cantidad total de nutrientes a aplicar durante la temporada de crecimiento del huerto, una parte se debe realizar durante el periodo de poscosecha, que en función del cultivar, condición climática y del huerto, puede alcanzar hasta un 30-40% del nitrógeno, un 30-35% del fósforo, y un 50-60% del potasio (Hirzel, 2011).

2.13 MANEJO DE LAS MALEZAS

Las malezas muchas veces comienzan a crecer y a competir incluso antes que comiencen a brotar las plantas de manzanos. La fertilización inicial y la preparación de suelo dejan el suelo en una situación ideal para la aparición de malezas. Es muy importante conocer el tipo de malezas que dominan el huerto y realizar un plan de manejo oportuno. La presión y tasa de crecimiento de las malezas durante los primeros años es tan alta, que cualquier atraso, o plan inadecuado resultan en un enmalezamiento con problemas secundarios como: una mala distribución del agua de riego, creación de ambientes propicios para albergar plagas y enfermedades, entre otras.

Es importante considerar, que en general, los herbicidas tradicionales, ya sean sistémicos o de contacto, mal aplicados, pueden provocar daños irreparables a las plantas. Por lo tanto, se debe formular una buena estrategia, considerando

una aplicación en forma oportuna y adecuada (Baeza y Espíndola, 2013).

La dinámica de las malezas hace difícil poder establecer dosis de control, pues las variables son muchas. Lo ideal es lograr que al cabo de 2 a 2,5 temporadas, las labores de control de malezas consideren sólo desmanches para malezas perennes, prescindiendo de aplicaciones totales.



Figura 9. Huerto de manzanos con un adecuado y deficiente manejo de malezas
Fuente. Revista Frutícola, Abril 2013. N°1

2.14 RIEGO

Durante los primeros años de crecimiento del huerto, el desarrollo del sistema de raíces de las plantas es pequeño, con una expansión muy limitada, siendo las necesidades de riego más bien bajas debido al menor volumen de la canopia. Por lo tanto, la recomendación es realizar riegos largos y profundos, de manera que la raíz explore el suelo sin limitaciones de humedad (Espíndola y Cabalin, 2010).

Luego, desde la etapa de cuaja de fruto la demanda hídrica aumenta, y el período más crítico ocurre desde noviembre hasta cosecha, que es donde se determina la obtención de un buen calibre y calidad de fruta (Navarro y Ramírez, 2010).

El sistema de riego utilizado va a depender de una serie de factores como: disponibilidad de agua, portainjerto, características del suelo y del agua, diseño de plantación, entre otros (Espíndola y Cabalin, 2010). Por ejemplo, la textura de suelo determina la capacidad de retención de humedad y por lo tanto esta propiedad es muy buen indicador del tiempo y frecuencia de riego adecuado. Texturas arcillosas retienen más agua, y no requieren de una alta frecuencia de riego, pero si de una gran cantidad de agua para dejarlos a capacidad de campo. Por otro lado, suelos de texturas más livianas, son menos exigente en cantidad de agua para llegar a capacidad de campo, pero son exigentes en frecuencia de riego (Navarro y Ramírez, 2010).

2.15 ENFERMEDADES

Cancro Europeo (*Nectria galligena*)

La enfermedad es de importancia desde la Región del Maule al sur, y una de las variedades más susceptibles es Gala. Los síntomas originados por el hongo se presentan en primavera con una necrosis de las ramillas del año. La enfermedad puede atacar el tronco o eje de los manzanos adultos, en las yemas muertas de las ramas aparecen los canchros que se van profundizando y presentan una serie de anillos concéntricos, mientras que los síntomas en los frutos se presentan en la cavidad calicinal en forma de una pudrición seca. La infección normalmente ingresa por las heridas de abscisión de las hojas cuando caen en otoño, u otro tipo de lesiones, en tanto, la diseminación de la enfermedad se ve favorecida por lluvias frecuentes, especialmente en otoño y primavera.

El manejo se basa en la remoción del material infectado (cancros), protección de heridas con pintura fungicida, y aplicación de compuestos cúpricos o benzimidazoles durante el periodo de caída de hojas en otoño (Pinilla, 2013).



Figura 10. Cancro Europeo
Fuente. CropScience

Plateado del manzano (*Chondrostereum purpureum*)

El plateado es una enfermedad producida por un hongo de amplia distribución en climas mediterráneos. La diseminación es a través de esporas que ingresan a la planta por heridas en la madera. Los síntomas son inicialmente una reducción del vigor de las plantas, internamente se produce necrosis del xilema y del centro de la madera, síntoma visible sólo al cortar el tallo. El síntoma más conocido es la tonalidad plateada de las hojas que se produce por una toxina secretada por el patógeno. Este síntoma puede tardar 2 a 4 temporadas en ser visible, desde el momento de la infección, por lo cual plantaciones de árboles aparentemente sanos pueden eventualmente estar infectados de vivero.

El control de esta enfermedad es escaso, el cual se basa principalmente en la prevención, protegiendo los cortes de poda con pinturas fungicidas, evitando así el ingreso del patógeno (France y Grinbergs, 2014).



Figura 11. Necrosis de la madera y plateado en hoja, causado por *Chondrostereum purpureum*
Fuente: France y Grinbergs, 2014.

Oídio (*Podosphaera leucotricha*)

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen a comienzos de primavera en: brotes del año, hojas, flores y frutos. La infección se produce a partir de hifas del hongo que se mantienen durante el invierno bajo las escamas de las yemas en latencia. Las lesiones en las hojas inicialmente forman manchas cloróticas (amarillentas), que luego se cubren por una masa "polvorienta". La fotosíntesis en esas áreas se reduce y la absorción de nutrientes desde las células infectadas las agota y destruye. Las hojas se deforman y en ataques severos se mantienen angostas y dobladas a lo largo.



Figura 12. Recubrimiento blanquecino de hojas causado por *Podosphaera leucotricha*
Fuente. Agro.es

Sarna o Venturia de la Manzana (*Venturia inaequalis*)

El ataque del hongo ocurre en: follaje, brotes y frutos. Los síntomas son lesiones de color verde oliva de aspecto aterciopelado, tanto en hojas como en frutos. Los frutos pueden ser infectados en cualquier estado de desarrollo, una infección temprana causa deformación y la mayoría de ellos cae.

El manejo se realiza mediante aplicaciones de fungicidas, ejecutadas según un programa a calendario, desde puntas verdes hasta fines de flor y posteriormente a condiciones favorables para la enfermedad (Pinilla, 2013).



Figura 13. Daño causado por *Venturia inaequalis*
Fuente. www.pv.fagro.edu.uy

2.16 PLAGAS

Polilla de la manzana (*Cydia pomonella*)

La especie presenta un ciclo compuesto de 4 etapas o fases: huevo, larva, pupa y adulto. El daño es ocasionado por el estado de larva, la cual perfora los frutos y se alimenta de la pulpa mientras avanza hacia el centro, al cabo de tres semanas emerge del fruto una larva de hasta 2 cm de largo, quedando el fruto inutilizado desde el punto de vista comercial.

El manejo de la plaga considera la eliminación del árbol o al menos la fruta de todos los frutales hospederos (peral, membrillo, nogal) en un kilómetro a la redonda del huerto. Reforzar el control en los bordes del huerto orientadas hacia estados adultos y huevos. Impedir el apareamiento de los adultos mediante el uso de feromona. Aplicación de insecticidas autorizados según estados de desarrollo de la plaga (Devoto, 2017a).



Figura 14. *Cydia pomonella* en estado adulto, y larva generando daño en fruto
Fuente. Devoto, 2017a

Pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum*)

Insecto de hasta 3 mm de largo, de cuerpo cubierto por una sustancia blanquecina de apariencia polvorienta, con individuos alados y sin alas. Durante el invierno los pulgones se encuentran mayormente en colonias bajo el suelo, cuello o grietas en el árbol.

El manejo considera el uso de enemigos naturales, aplicación de insecticidas autorizados, tanto en receso invernal como al iniciarse el crecimiento vegetativo. Lavado de los árboles con abundante volumen de agua, ciertos jabones y/o dispersantes (Devoto, 2017b).



Figura 15. Colonias de *Eriosoma lanigerum* en ramillas y tronco en manzano
Fuente. Devoto, 2017b.

Escama de San José (*Diaspidiotus perniciosus*)

La escama se establece sobre la fruta, causando un enrojecimiento de la zona infestada. En los sistemas de alta densidad puede atacar hojas, ramas y frutos. En frutos, la población infestante provoca depreciación y puede llegar a cubrir gran parte de su superficie.

Hasta hace poco la plaga era controlada a través de insecticidas organofosforado de amplio espectro. Sin embargo, las nuevas regulaciones han prohibido su uso. El control mediante nuevos insecticidas y aceites es efectivo, sin embargo requiere de un programa de monitoreo y seguimiento de la fenología de la plaga. Los insecticidas deben ser aplicados en forma temprana si requieren ser incorporados por la planta para actuar en forma sistémica. Los aceites, en tanto, deben ser aplicados cuando la plaga esté en un estado vulnerable (Fuentes, 2014).



Figura 16. Escama de San José en manzana
Fuente. Universidad de la República. Uruguay

2.17 GOLPE DE SOL

Cuando la temperatura en verano sobrepasa los 29 °C por más de 5 horas, se favorece la susceptibilidad de la fruta al golpe de sol, con una reducción de la vida en almacenaje y problemas de escaldado (Espíndola, 2008). El daño causado en su epidermis e hipodermis es caracterizado por una coloración parda clara o amarilla oscura, con pérdida de color propio según la variedad. Dentro de las variedades con sensibilidad al golpe de sol se encuentra: Granny Smith, Fuji, Braeburn y Pink Lady (Navarro y Ramírez, 2013).



Figura 17. Categoría de daño por golpe de sol en manzana

Fuente. <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2017/04/11/Los-desafios-que-involucra-el-uso-de-mallas-en-manzanos.aspx>

El manejo preventivo pasa por un adecuado desarrollo de la canopia, un buen estado nutricional de las plantas y medidas que permitan proteger la fruta del exceso de radiación incidente. Se han introducido por ejemplo el uso de protectores solares y mallas protectoras, estas últimas disminuyen el daño por sol y además protegen del daño por viento y granizo (Navarro y Ramírez, 2013).



Figura 18. Uso de malla en huerto de Granny Smith

2.18 ENFERMEDADES DE POSCOSECHA

Uno de los factores que mayormente inciden en la calidad y condición de manzanas, son las pudriciones. Generalmente sus síntomas se expresan luego de algunos meses de almacenaje en cámaras refrigeradas, tanto en el país como a la llegada a los distintos mercados de destino.

Dentro de las enfermedades de poscosecha que afectan a las manzanas en Chile, se encuentra la "Pudrición calicinal" causada por *Botrytis cinerea*, "Moho verde" causada por *Penicillium expansum*, "Corazón mohoso" causado por *Alternaria alternata*, "Pudrición blanca" causada por *Botryosphaeria dothidea*, y más recientemente "Pudrición negra" y "Pudrición lenticelar" u "Ojo de buey", provocadas por *Botryosphaeria obtusa* y *Neofabraea alba*, respectivamente (Herrera *et al.*, 2010).



Figura 19. Pudriciones de poscosecha en manzanas (1) *Alternaria alternata*, (2) *Botryosphaeria dothidea*, (3) *Penicillium expansum*, y (4) *Neofabraea alba*

Fuente: Fuente. UC Davis., y <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Análisis/2014/02/13/Las-claves-para-entender-las-enfermedades-de-las-manzanas-en-poscosecha.aspx>

La gran mayoría de las enfermedades fungosas son adquiridas en el huerto. De allí la recomendación de realizar una adecuada limpieza de huertos; recoger restos de poda y frutos que quedan en el suelo y/o colgados en el árbol y retirar puntales una vez terminada la cosecha, ya que éstos constituyen una importante fuente de inóculo, tanto para las flores como los frutos de la siguiente temporada. Esta labor, que en la práctica no es fácil, es casi la única manera de poder enfrentar los problemas de enfermedades de verano, que se están haciendo frecuentes y que significan serios problemas de poscosecha (Barros, 2008).

2.19 DESORDENES FISIOLÓGICOS

Entre los desórdenes fisiológicos más frecuentes durante el periodo de poscosecha destacan aquellos asociados a desbalances nutricionales, donde bitterpit y lenticelosis, son los con mayor impacto en la calidad de la fruta.

Bitterpit

Desorden fisiológico caracterizado por depresiones circulares de color marrón, generalmente el daño se localiza en la zona calicinal del fruto pudiendo o no afectar la piel del mismo. Investigaciones han relacionado este desorden con una deficiencia localizada de calcio en la etapa de división y elongación celular del fruto, mientras éste se desarrolla en el árbol (Román, 2014).

Lenticelosis

Corresponde a manchas circulares deprimidas con bordes regulares de 3 a 5 mm de color pardas a negras, ubicadas alrededor de las lenticelas, que a diferencia del bitterpit, no comprometen la pulpa. El origen de este desorden está fuertemente asociado a factores como: concentración de calcio en el fruto; madurez avanzada; calibres grandes; aplicación de productos químicos y factores ambientales (estrés térmico, especialmente en la etapa final de crecimiento de los frutos). De hecho, la mayor parte de los síntomas aparecen en el lado expuesto al sol (Román, 2014).

El control de bitterpit y lenticelosis corresponde a un conjunto integrado de medidas de manejo, que permitan elevar la concentración de calcio en la fruta y complementar con aplicaciones del elemento en precosecha. Todos los manejos que mantengan un crecimiento equilibrado y uniforme del árbol a través del tiempo y que disminuyan la competencia de calcio entre el crecimiento vegetativo y la fruta, son importantes para reducir la incidencia del desorden (Román, 2014).



Figura 20. Bitterpit en manzano cv. Granny Smith, y lenticelosis en cv. Gala
Fuente. Román, 2004.



3. Aspectos económicos

3.1 SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN MUNDIAL

Producción Mundial

Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el año 2009 la superficie mundial plantada con manzanos alcanzó las 4,92 millones de hectáreas, registrando una caída de un 8,2% entre el año 2000 y esa fecha. Para el año 2013 la superficie cultivada a nivel mundial llegó a 5,22 millones de hectáreas.

La manzana se produce mayoritariamente en el continente asiático, representando un 59% del total de la producción mundial, con cerca de 598 millones de toneladas.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MANZANA
(2000 - 2014)

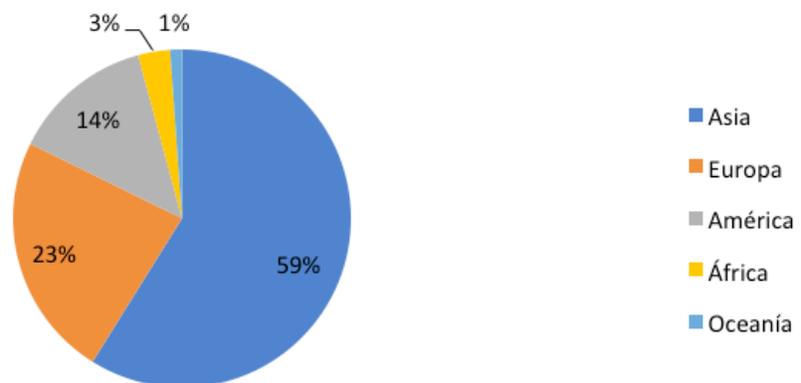


Figura 21. Producción mundial de manzanas
Fuente: Elaboración propia con datos de FAO.

Principales productores mundiales del cultivo

China concentra un 45,0% de la superficie cosechada a nivel mundial, seguida a distancias por India y Federación de Rusia con un 6,2% y un 3,6% respectivamente. Chile en tanto, en la posición número 23 de la lista de países productores, con un porcentaje de superficie cosechada de 0,7%.

Cuadro 3. Superficie cosechada y participación de los países productores respecto de la producción mundial, año 2014

Localidad	Área cosechada (ha)	Participación (%)
China	2.272.374	45,0%
India	313.040	6,2%
Federación de Rusia	183.000	3,6%
Polonia	176.335	3,5%
Turquía	171.417	3,4%
Irán	133.688	2,6%
Estados Unidos de América	128.763	2,5%
Pakistán	100.246	2,0%
Ucrania	100.200	2,0%
Uzbekistán	96.832	1,9%

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT.

Participación mundial del cultivo

China produce en promedio alrededor de 41 millones de toneladas de manzanas al año, representando aproximadamente el 48,4% del total de la producción mundial, convirtiéndolo en el mayor productor a nivel mundial. Por otra parte, más abajo se encuentra Estados Unidos con un 6,1% del total producido.

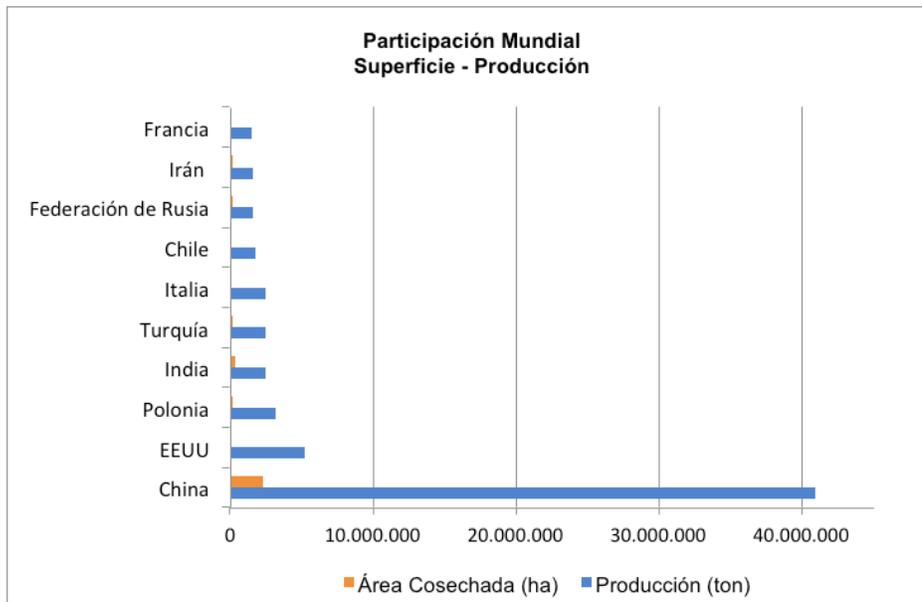


Figura 22. Participación mundial en la producción de manzanas
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT

3.2 COMERCIO INTERNACIONAL

Principales importadores de manzana

Dentro de los principales diez países importadores de manzana a nivel mundial se encuentra Rusia, quien en los últimos diez años ha importado un poco más de 1 millón de toneladas en promedio, seguida por Alemania con 643.199 toneladas en el mismo periodo de tiempo.

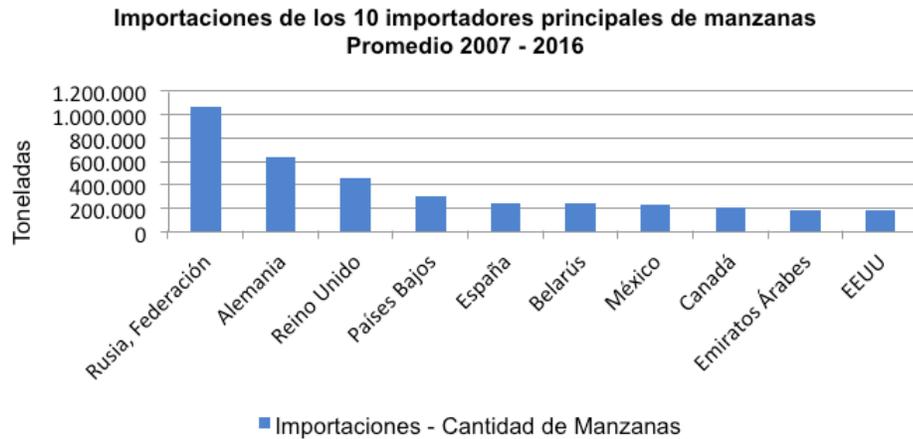


Figura 23. Principales países importadores de manzanas
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del TradeMap.

Principales exportadores de manzanas

Dentro de los principales países exportadores a nivel mundial, China ocupa el primer lugar con un volumen de exportación de 1.049.321 toneladas promedio entre los años 2007-2016, seguido por Italia, Estados Unidos, Polonia y Chile. Este último con 766.641 toneladas promedio exportadas, en igual periodo de tiempo.



Figura 24. Principales países exportadores de manzanas
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del TradeMap.

Importación nacional de manzana

Las importaciones realizadas a nivel nacional durante los años 2007 y 2016 son dadas a conocer en la Figura 25. Y es a partir del año 2008 que la tendencia es al aumento de los volúmenes importados, comenzando con 83 toneladas en el año 2008, y llegar a 2.069 toneladas al año 2015. Durante el año 2016 ocurre una leve disminución de las importaciones, representado por un 4% respecto al año 2015.

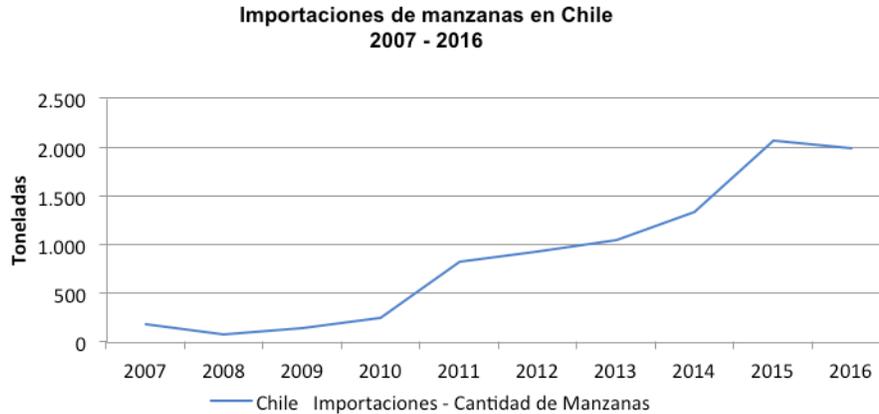


Figura 25. Importaciones de manzanas a nivel nacional
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de TradeMap

Exportación nacional de manzana

Los volúmenes de exportación se han mantenido más bien constantes, con un mínimo de 629.046 toneladas en el año 2015, y un máximo con 833.251 toneladas para el año 2013.



Figura 26. Exportaciones de manzanas a nivel nacional
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de TradeMap

3.3 SUPERFICIE Y PLANTACIÓN EN CHILE

En los últimos años la producción de manzanas ha venido desarrollándose de manera importante en Chile, logrando una superficie a nivel país de 35.830 hectáreas al año 2016. Sin embargo, se estima que para el año 2017 la superficie llegaría a 34.800 hectáreas.

La industria manzanera se encuentra en constante cambio, siendo la zona central donde se observan los mayores movimientos, como es el caso de la Región de Valparaíso la cual cuenta, según el último censo, con 173 hectáreas de manzanos.

Superficie de manzano rojo y manzano verde

A nivel nacional existe una mayor superficie destinada al manzano rojo que al manzano verde, y es la zona centro sur del país donde se establece la mayor cantidad de huertos de manzano, específicamente las regiones del Maule y O'Higgins.

En la Región del Maule existen alrededor de 18.705 y 3.362 hectáreas de manzano rojo y verde, respectivamente. Y en la Región de O'Higgins, 6.160 y 3.082 hectáreas de manzano rojo y manzano verde, respectivamente.

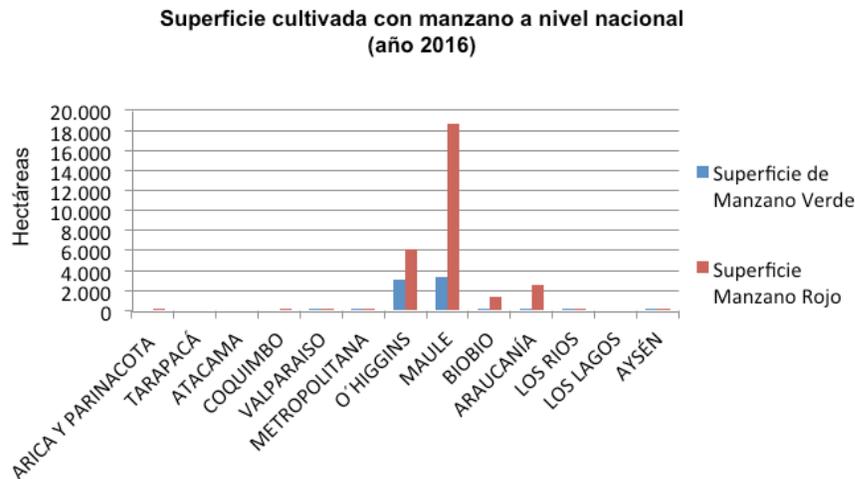


Figura 27. Superficie de manzano rojo y verde en Chile
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Odepa.

Variación nacional de la superficie de manzanas

De acuerdo a las últimas mediciones realizadas respecto a la superficie de manzanos a nivel nacional, se destaca que la superficie de estos han experimentado una disminución en la zona centro y sur del país, con excepción de las regiones del Maule y La Araucanía, quienes presentan una variación positiva al respecto.

Cuadro 4. Variación superficie cultivada con manzanas por región

Superficie nacional plantada de manzanos (ha)			
Región	Medición años 2003 - 2007	Medición años 2008 - 2011	Variación %
Atacama	0	0	0,00
Coquimbo	0	0	0,00
Valparaíso	221	212	-4,10
Metropolitana	583	536	-8,10
O'Higgins	10.944	10.244	-6,40
Maule	20.388	21.294	4,4
Biobío	1.466	1.403	-4,30
Araucanía	1.705	1.745	2,30
Los Ríos	0	99	0,00
Los Lagos	327	65	-49,80

Fuente: Elaboración propia con datos de la Odepa.

3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se ha elaborado una estimación del resultado económico para un huerto de manzano en la Región del Biobío. Para esta estimación se consideraron los costos de establecimiento de 1 hectárea con una densidad de plantación de 1.666 plantas/ha.

El horizonte de evaluación fue de 15 años, siendo el primer año donde se efectuó el establecimiento y al segundo año se da inicio a la entrada de producción del huerto, para lo cual se consideró un rendimiento promedio de 19.000 kg/ha, para luego al quinto año alcanzar plena producción con 55.000 kg/ha.

Los costos de establecimiento fueron considerados de acuerdo a los datos entregados por los productores de la zona.

Cuadro 5. Costos de establecimiento del huerto de manzano

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	3.050.000
Mano de obra	216.000
Insumos	4.080.000
Total costos directos	7.346.000

La estructura de costos considera mano de obra (riego, poda, raleo cosecha, mantención huerto, etc.), costo de los insumos del establecimiento relacionado con el valor de las plantas, fertilizantes, foliar y otros costos.

Cuadro 6. Costos directos de producción de manzana (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Mano de obra	3.244.000
Fertilizantes	200.000
Foliares	88.020
Fungicida	219.700
Insecticidas	111.200
Otros costos	555.000
Imprevistos (5%)	215.896
Total costos directos	4.633.816

Para el cálculo de los ingresos, se trabajó con un precio promedio de mercado de US\$ 0,4 por kilo de manzana y un tipo de cambio de \$620.

El costo de mantención anual del huerto, será reajustado en un 5% anual por concepto de mano de obra y en un 2,5% 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 manzano. 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 de la manzana, un horizonte de evaluación de 15 años y una inversión inicial asociada a la implementación y el capital de trabajo, el resultado de la evaluación económica se refleja en un aumento de riqueza para quien realice la inversión de casi 30 millones de pesos (\$29.539.273) representado por el valor actual neto (VAN). En relación a la rentabilidad de la producción de manzana, esta es un 35,8% y la riqueza del proyecto es 4,04 veces el valor de la inversión inicial y la recuperación de la inversión se realiza en el quinto año en donde se llega al tope en el nivel de producción de kilos por hectárea.

Estos resultados estarían indicando que el cultivo del manzano es rentable para la Región del Biobío, siempre y cuando se cumplan los parámetros aquí indicados.

Cuadro 7. Indicadores evaluación económica, manzana (1 ha)

Indicadores	
VAN (12%)	\$ 29.539.273
TIR ₁	35,8%
TIR ₂	35,8%
TIR ₃	35,8%
IR	4,04
Periodo de recuperación de la inversión	4 años

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuánto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la conveniencia del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio por kilo las que presentan mayor 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 que ante una caída de un 20% en el precio del kilo de la manzana 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 8. Análisis de sensibilidad, manzana (1 ha)

		Precio de mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de cambio	-10%	10.645.865	16.718.746	22.791.627	28.864.508	34.937.389	-10%
	-5%	13.344.923	19.755.187	26.165.450	32.575.713	38.985.976	-5%
	Promedio	16.043.981	22.791.627	29.539.273	36.286.918	43.034.564	Promedio
	5%	18.743.040	25.828.068	32.913.095	39.998.123	47.083.151	5%
	10%	21.442.098	28.864.508	36.286.918	43.709.328	51.131.738	10%

Anexo 1:
Flujo de caja proyectada de 1 hectárea de manzana:

Año	0	1	2	3	4	5	6
kg/ha Total	-	-	19.000	31.000	43.000	55.000	55.000
Precio US\$/kg	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Tipo de Cambio	-	-	620	620	620	620	620
Ingreso por venta	-	-	4.712.000	7.688.000	10.664.000	13.640.000	13.640.000
Costos directos	-	2.382.252	3.078.630	3.558.954	4.043.941	4.533.816	4.645.691
Margen Bruto	-	-2.382.252	1.633.370	4.129.046	6.620.059	9.106.184	8.994.309
Inversión	-7.346.000	-	-	-	-	-	-
Var. Capital de trabajo	-2.382.252	-	-	-	-	-	-
Rec. Capital de Trabajo	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de Caja	-9.728.252	-2.382.252	1.633.370	4.129.046	6.620.059	9.106.184	8.994.309

7	8	9	10	11	12	13	14	15
55.000								
0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
620	620	620	620	620	620	620	620	620
13.640.000								
4.762.456	4.884.336	5.011.570	5.144.406	5.283.107	5.427.945	5.579.208	5.737.196	5.902.225
8.877.544	8.755.664	8.628.430	8.495.594	8.356.893	8.212.055	8.060.792	7.902.804	7.737.775
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	2.382.252
8.877.544	8.755.664	8.628.430	8.495.594	8.356.893	8.212.055	8.060.792	7.902.804	10.120.027

3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO CON CAMBIO CLIMÁTICO

El exceso de radiación, altas temperaturas y disminución de horas frío son algunas de las amenazas que se podrían ver acentuadas a futuro para el cultivo del manzano en la Región del Biobío. Frente a este escenario, se realizarán análisis de factibilidad económica del cultivo, donde se incorporarán los costos de instalación de malla sombreadora y el uso de un fitorregulador compensador de horas frío, como medidas de mitigación al cambio climático.

Para dicho análisis se tomarán como base los costos utilizados anteriormente, sumándose a estos, el costo de aplicación de producto fitorregulador (mano de obra y producto), y costos asociados a la instalación de mallas sombreadoras en el año 2, y luego en los años 7 y 12, cuando la malla ha cumplido su vida útil se realizará una reposición, con un valor aproximado del 50% del costo de instalación.

Cuadro 9. Costos directos de producción, manzana (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Mano de obra	3.272.941
Fertilizantes	200.000
Foliares	88.020
Fungicida	219.700
Insecticidas	111.200
Fitorregulador	9.398
Otros costos	455.000
Imprevistos (5%)	217.813
Total costos directos	4.574.072

Cuadro 10. Costos de instalación y reposición de malla para un huerto de manzano

Ítem	Año 2 (instalación)	Año 7 (reposición)	Año 12 (reposición)
	Costo por hectárea (pesos chilenos)		
Malla	10.540.000	5.270.000	5.270.000
Instalación malla	375.000	393.750	413.438
Costo total	10.915.000	5.663.750	5.683.438

En cuanto a la inversión inicial, ésta considera los costos asociados al establecimiento del cultivo sin alteraciones a raíz del cambio climático (Cuadro 5).

Para el análisis se consideró el rendimiento óptimo del cultivo, conservando la misma proporción de rendimientos en los distintos años para una hectárea.

Cuadro 11. Rendimiento promedio por año de manzano

Año	1	2	3	4	5 - 15
Rendimiento (kg/ha)	0	19.000	31.000	43.000	55.000

Para la proyección del flujo de caja a 15 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 55.000 kg/ha desde el año 5 hasta el año 15 (plena producción); un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de mercado de 0,4 dólares. El aumento de riqueza que genera el establecimiento de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$8.917.969, presentando una disminución con respecto a la situación original, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de manzano presenta una rentabilidad máxima de 16,5% representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR).

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 manzano cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. El Cuadro 12 representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio.

Cuadro 12. Análisis de sensibilidad de manzano (1 ha)

		Precio de mercado						
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%		
Tipo de Cambio	-10%	-11.384.937	-4.580.308	1.835.696	8.209.742	14.583.788	-10%	
	-5%	-8.318.121	-1.351.327	5.376.833	12.104.992	18.833.152	-5%	
	Promedio	-5.302.828	1.835.696	8.917.969	16.000.243	23.082.516	Promedio	
	5%	-2.413.668	5.022.719	12.459.106	19.895.493	27.331.880	5%	
	10%	419.241	8.209.742	16.000.243	23.790.743	31.581.244	10%	

Análisis con rendimiento de 27.000 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 distintos a los considerados en la situación original.

Para el análisis se tomaron los costos asociados a la mantención del huerto, donde se consideró una disminución en los costos de mano de obra, esto producto del análisis económico a realizar con un rendimiento bajo (Cuadro 13). Se incorporará además los costos asociados a la instalación y reposición de malla sombreadora (Cuadro 10).

Cuadro 13. Costos directos de producción de manzana (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Mano de obra	2.432.941
Fertilizantes	200.000
Foliales	88.020
Fungicida	219.700
Insecticidas	111.200
Fitorregulador	9.398
Otros costos	455.000
Imprevistos (5%)	175.813
Total costos directos	3.692.072

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 5).

Para el análisis se consideró un rendimiento de 27.000 kg/ha, conservando la misma proporción de rendimientos durante los años de producción.

Cuadro 14. Rendimiento promedio por año (kg/ha) de manzano

Año	1	2	3	4	5 -15
Rendimiento (kg/ha)	0	9.327	15.218	21.109	27.000

Para la proyección del flujo de caja a 15 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 27.000 kg/ha desde el año 5 hasta el año 15 (plena producción); un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 0,4. En este caso, con un rendimiento de 27.000 kg/ha, los recursos que genera el proyecto no compensan la inversión inicial, provocando una pérdida de riqueza de \$23.991.710 con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de manzano presenta una rentabilidad máxima de -1,3%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR) y un Índice de Rentabilidad (IR) de -1,47.

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 manzano cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. El Cuadro 15 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% y un aumento en el tipo de cambio de un 10% manteniendo una disminución de la riqueza de \$-11.947.487.

Cuadro 15. Análisis de sensibilidad, manzano (1 ha)

		Precio de Mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de Cambio	-10%	-34.774.931	-31.168.806	-27.755.530	-24.368.092	-20.980.654	-10%
	-5%	-33.166.675	-29.449.249	-25.873.620	-22.297.991	-18.722.362	-5%
	Promedio	-31.568.380	-27.755.530	-23.991.710	-20.227.890	-16.464.070	Promedio
	5%	-30.013.822	-26.061.811	-22.109.800	-18.157.789	-14.205.779	5%
	10%	-28.508.294	-24.368.092	-20.227.890	-16.087.688	-11.947.487	10%

Análisis con rendimiento mínimo

Finalmente se analizará el rendimiento mínimo que debe tener un huerto de manzano para que el VAN del proyecto sea 0 y el Índice de Rentabilidad (IR) sea igual a 1, o sea cuando no existe pérdida ni ganancia al realizar el proyecto. El rendimiento mínimo bajo el cual se realizará el siguiente análisis corresponde a 47.067 kg/ha, conservando la misma proporción de rendimientos durante los años de producción.

Los costos en los que deberá incurrir corresponden a los costos directos (Cuadro 16) y el costo de instalación y reposición de malla (Cuadro 10).

Cuadro 16. Costos directos de producción de manzana (1 ha)

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Mano de obra	3.034.944
Fertilizantes	200.000
Foliares	88.020
Fungicida	219.700
Insecticidas	111.200
Fitorregulador	9.398
Otros costos	455.000
Imprevistos (5%)	205.913
Total costos directos	4.324.175

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 5).

Cuadro 17. Rendimiento promedio por año (kg/ha) de manzano

Año	1	2	3	4	5-15
Rendimiento	0	16.259	26.529	36.798	47.067

Para la proyección del flujo de caja a 15 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 47.067 kg/ha desde el año 5 hasta el año 15 (plena producción), siendo esta cantidad la mínima que debe rendir un huerto para no obtener ni pérdidas ni ganancias en el proyecto; un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 0,4. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$0, presentando una

disminución de \$29.539.273 con respecto a la situación original, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de manzano presenta una rentabilidad máxima de 12%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR).

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 manzano cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%. En el Cuadro 18 se representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio, 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 manzano traería consigo ganancias para quien ejecuta el proyecto.

Cuadro 18. Análisis de sensibilidad de manzano (1 ha)

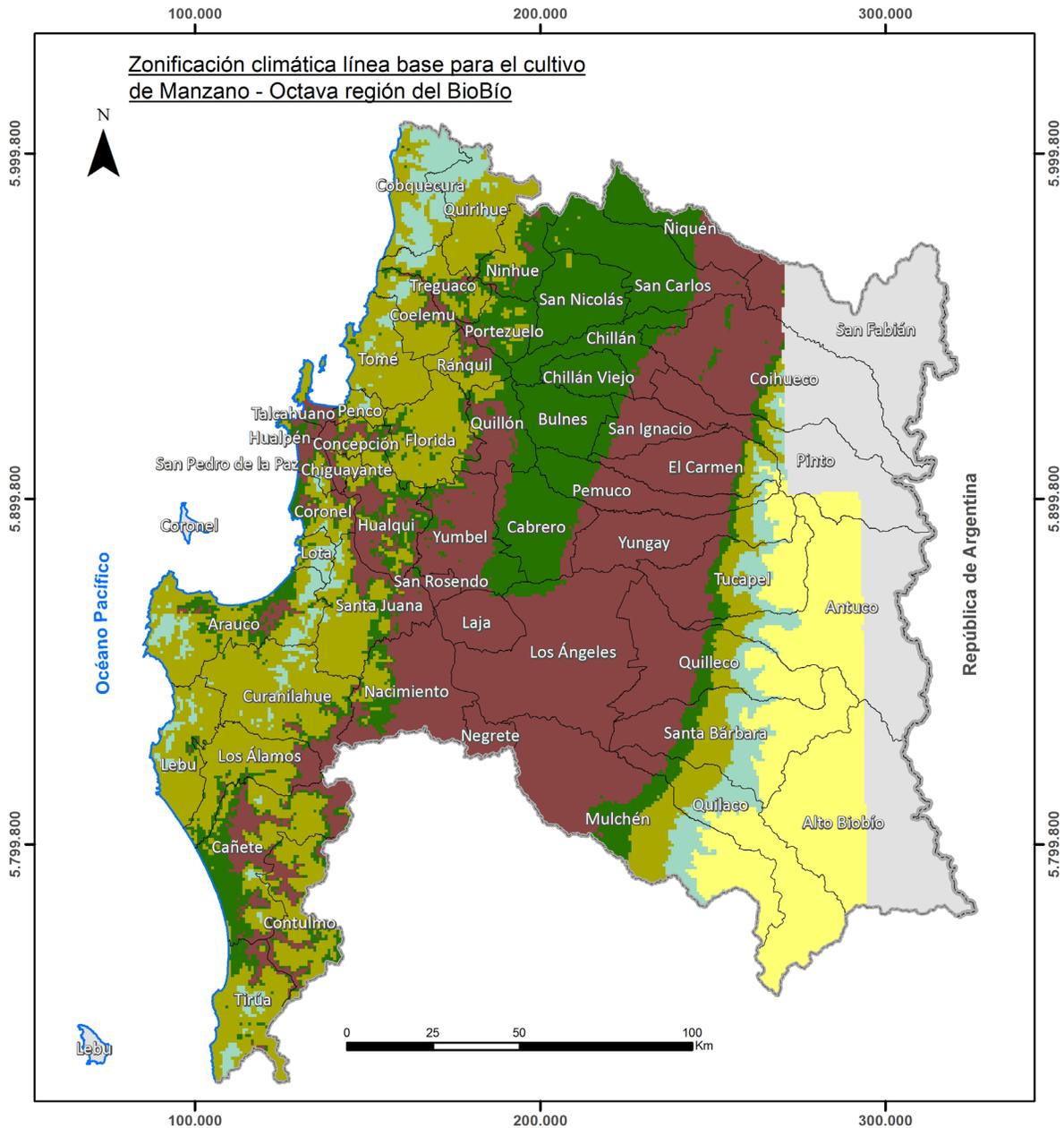
		Precio de Mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de Cambio	-10%	-17.942.730	-12.037.702	-6.133.403	-606.072	4.848.578	-10%
	-5%	-15.318.273	-9.085.187	-3.041.889	2.727.325	8.485.012	-5%
	Promedio	-12.693.816	-6.133.403	0	6.060.723	12.121.446	Promedio
	5%	-10.069.359	-3.351.040	3.030.362	9.394.121	15.757.880	5%
	10%	-7.444.902	-606.072	6.060.723	12.727.518	19.394.314	10%



4. Mapas de aptitud productiva

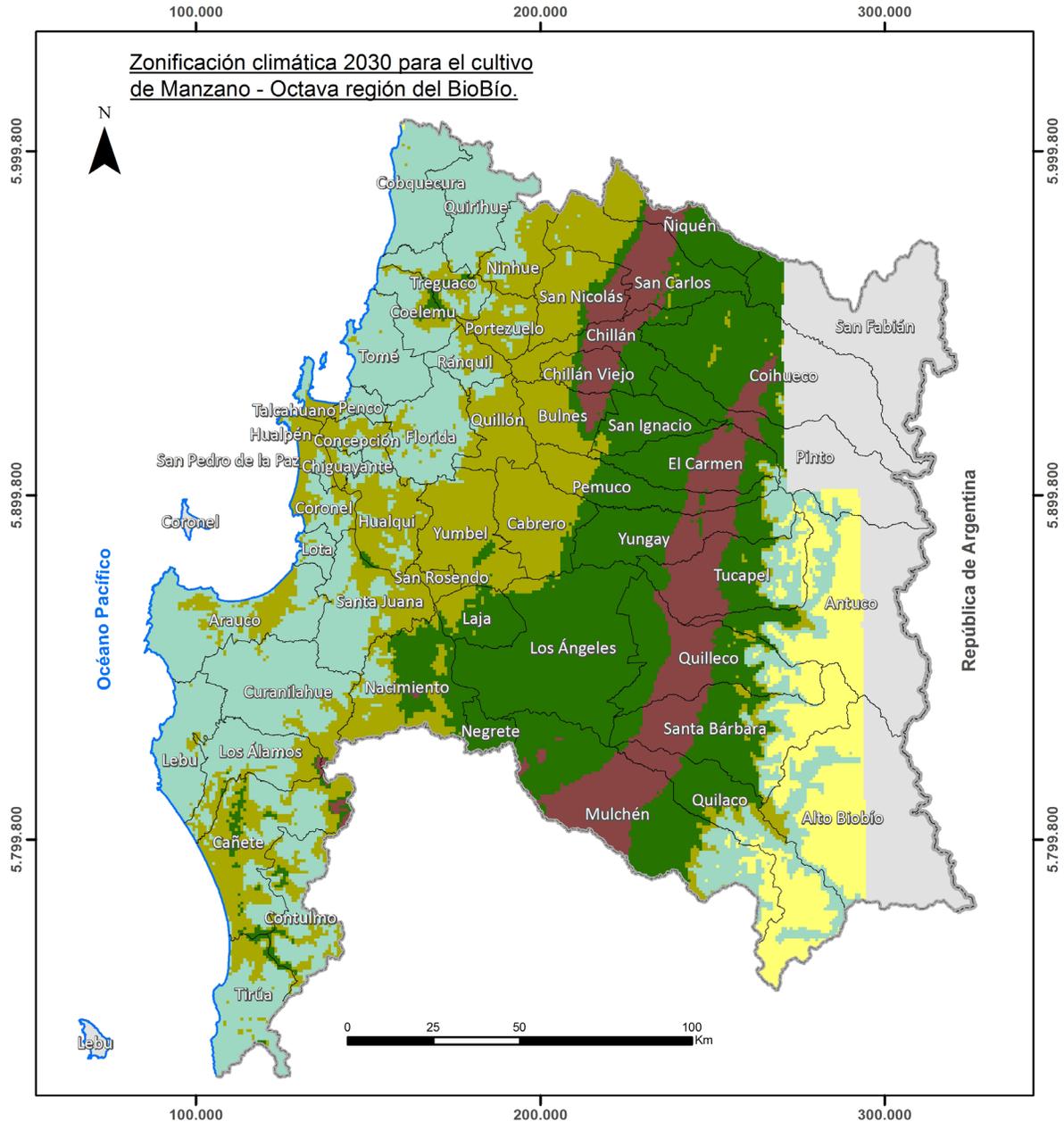
A continuación se presentan los mapas de aptitud productiva por clima (condición actual y futura), por suelo, por clima (condición actual y futura) y suelo conjuntamente, para manzano.

1. Mapa de aptitud productiva por clima, condición actual



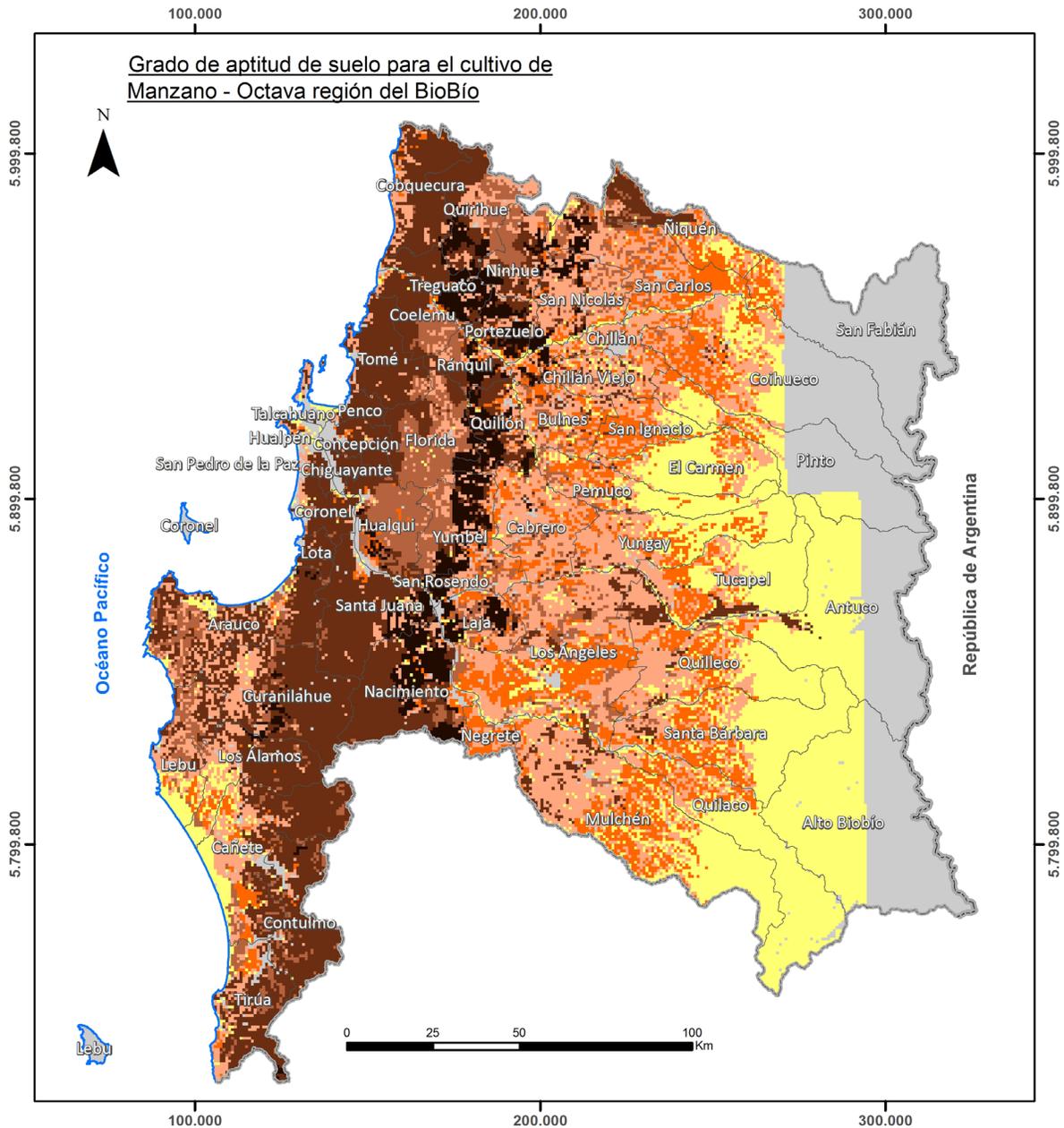
<p>PRODUCTIVIDAD POTENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> MUY ALTO ALTO MEDIO BAJO MUY BAJO <p>Límites Político Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional 	<p>Estudio</p> <p>Modelo de adaptación al cambio climático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

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



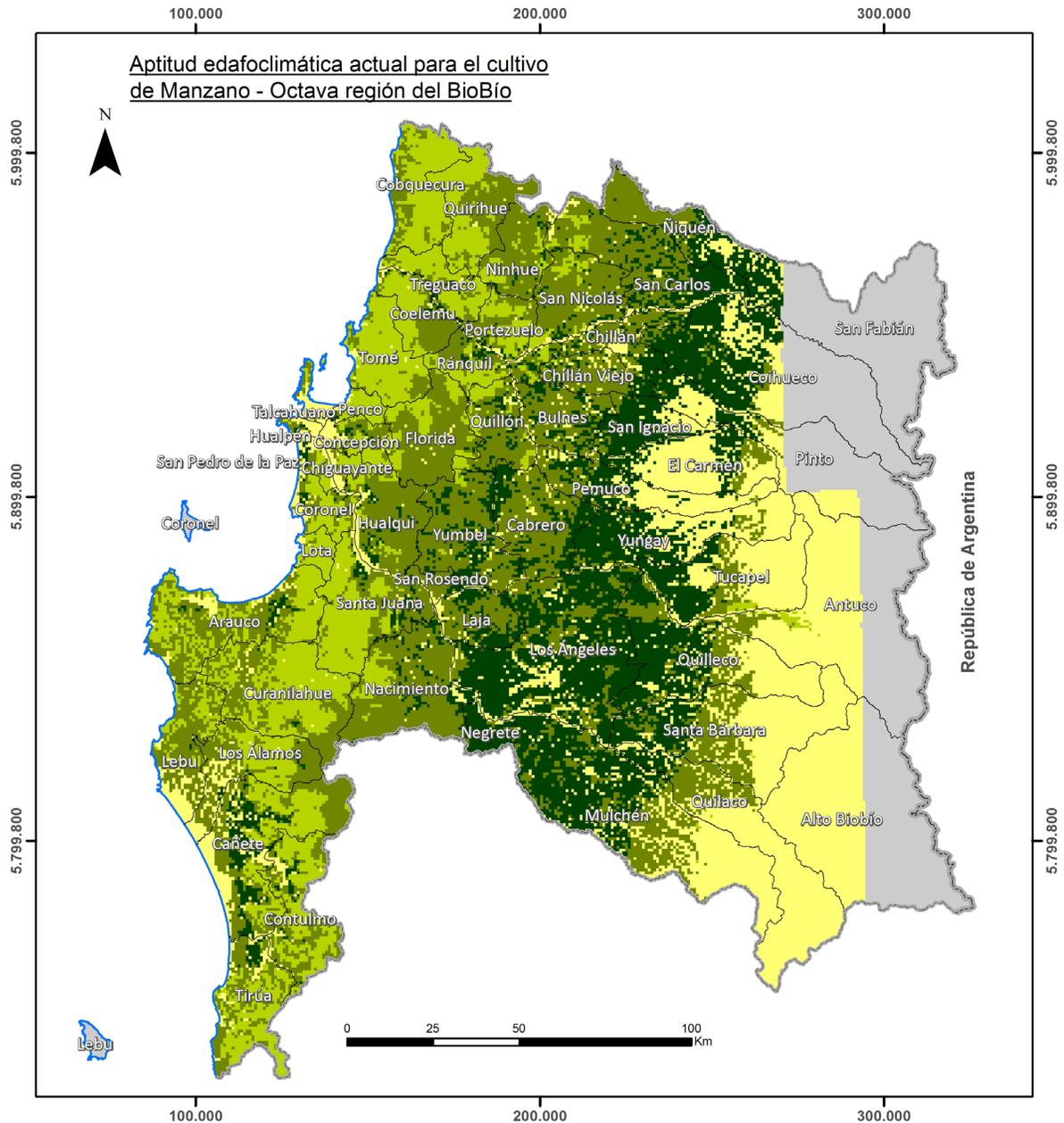
<p>PRODUCTIVIDAD POTENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> MUY ALTO ALTO MEDIO BAJO MUY BAJO <p> Límites Político Administrativos — Línea de costa — Límite comunal — Límite regional — Límite internacional </p>	<p>Estudio</p> <p>Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del BioBío.</p>	<p>Título</p> <p>Zonificación climática 2030 para el cultivo de Manzano - 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



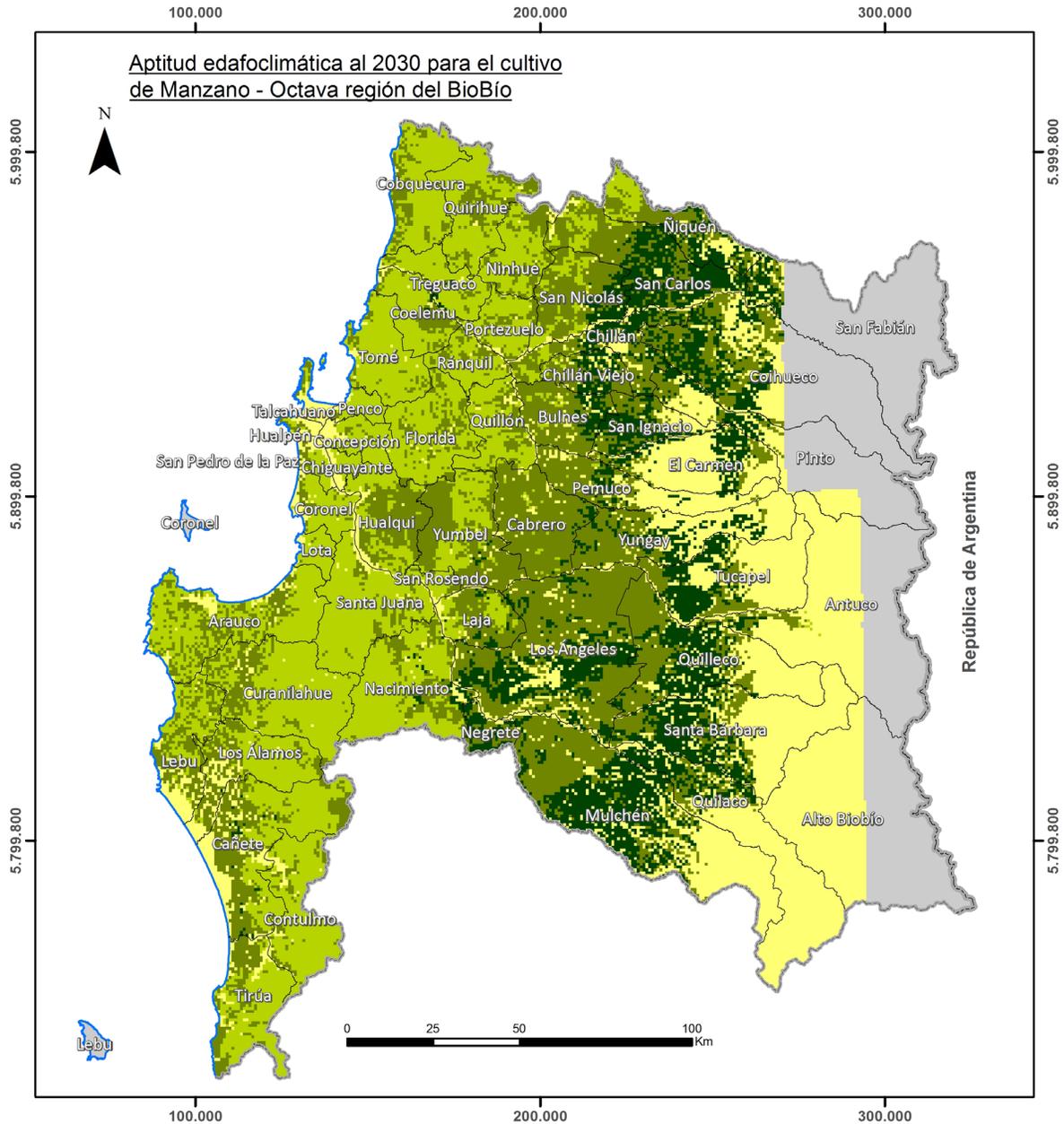
<p>PRODUCTIVIDAD POTENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> SIN LIMITACIONES LIMITACIONES LIGERAS LIMITACIONES MODERADAS LIMITACIONES SEVERAS LIMITACIONES MUY SEVERAS LIMITACIONES INDETERMINADAS ÁREA DE EXCLUSIÓN <p>Límites Político Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Línea de 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 priorizadas en la región del BioBio.</p>	<p>Título</p> <p>Grado de aptitud de suelo para el cultivo de Manzano - Octava región del BioBio.</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>		

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



PRODUCTIVIDAD POTENCIAL Límites Político Administrativos 	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del Biobío.	Título Aptitud edafoclimática actual para el cultivo de Manzano - 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. 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 Manzano - 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

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

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 asociada 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 manzano, 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 de la manzano, 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 Antuco, Quirihue, San Fabián, Florida, Alto Biobío, El Carmen, Pemuco, Cabrero, Yumbel, Yungay, San Rosendo, Santa Juana, Tucapel, Laja, Los Ángeles, Nacimiento, Quilleco, Negrete, Santa Bárbara, Mulchén y Quilaco. A esto se le agrega como limitante el déficit hídrico para las comunas de Bulnes, Chillán, Chillán Viejo, Coihueco, Ninhue, Ñiquén, Pinto, Portezuelo, Quillón, Ránquil, San Carlos, San Ignacio y San Nicolás; y La zona de valle central de Hualqui presenta como limitante las horas frío y los días grado.

Para la zona de Secano interior, los factores limitantes a la productividad son las horas frío y déficit hídrico, principalmente en las comunas de Cobquecura, Nacimiento, Penco, Treguaco, Coelemu, Tomé, Concepción, Coronel, San Pedro de la Paz, Los Álamos, Contulmo, Cañete, Tirúa, Talcahuano, Lota, Arauco, Santa Juana, Curanilahue y Lebu.

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 Cobquecura, Coelemu, Treguaco, Tomé, Penco, Talcahuano, Hualpén, San Pedro de la Paz, Coronel, Lota, Arauco, Lebu, Los Álamos, Cañete y Tirúa.

Para la zona de 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, Yungay, Mulchén, Alto Biobío y Quilaco.

Y, por último, en la zona cordillera se presentan como limitantes el número total de heladas y la suma térmica de las comunas de Alto Biobío, Antuco, Coihueco, Mulchén, Pemuco, Pinto, Quilaco, Quilleco, San Fabián, Santa Bárbara, Tucapel y Yungay.



6. Bibliografía

Baeza., C., y Díaz, J. 2008. Plantación moderna de manzanos: Un nuevo desafío. Revista frutícola Copefrut N°2.

Baeza, C., Diaz, J. 2008. Plantación moderna de manzanos: Un nuevo desafío. Revista Frutícola N°2.

Baeza, 2011. Fundamentos para la elección de un Sistema de Conducción. Revista Frutícola Copefrut N°1.

Baeza., C y Espíndola, L. 2013. Gestión en plantación y en establecimiento de un huerto de manzanos: Aspectos prácticos. Revista frutícola Copefrut N°1.

Barros., F. 2008. Factores de pre y poscosecha que influyen sobre la condición final de la fruta. Revista frutícola Copefrut N°2.

Carrasco., O., 2014. Avances en los nuevos sistemas de producción de manzanas en Chile. Rev. Frutícola. Vol.36, N°3

Ciren. 1989. Requerimientos de clima y suelo. Frutales de hoja caduca. Publicación Ciren N°83. Santiago, Chile.

Climafrutal. 2007. Frutales y requerimiento climático. El cultivo del manzano. <https://climafrutal.wordpress.com/el-manzano/Climafrutal>. Leído el 29 de marzo de 2017.

Cruz, M. s/a. El clima y su efecto sobre la productividad y calidad del manzano. Informativo Agropecuario Bioleche – Inia Quilamapu.

Devoto, 2017a. Polilla de la manzana. Ficha técnica 01. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Inia Quilamapu. Chillán, Chile.

Devoto, 2017b. Pulgón lanígero del manzano. Ficha técnica 05. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Inia Quilamapu, Chile.

Espíndola., L. 2008. Agroclimatología: Manzanos. Revista Frutícola Copefrut N°2.

Espíndola, L., Ramírez, J. 2011. Sistemas de Conducción en Pomáceas. Revista Frutícola Copefrut N°1.

Espíndola, L., Cabalín, A. 2010. Manejo general de plantaciones nuevas. Revista Frutícola Copefrut N°3.

France, A., Grinbergs, D. 2014. El plateado del manzano: biología e importancia de una enfermedad subvalorada. Boletín técnico pomáceas. V.14 N°6. Universidad de Talca. Talca, Chile.

Frías., M. 2006. Requerimiento de frío en frutales. Pomáceas Boletín Técnico. Vol. 6, N°4. Boletín Técnico Pomáceas. Universidad de Talca, Centro de Pomáceas. Talca, Chile.

Fuentes, E. 2014. Las claves para controlar la Escama de San José en frutales. En <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2014/02/18/Las-claves-controlar-la-Escama-de-San-Jose-en-frutales.aspx> Leído el 04 de septiembre de 2017.

Frías., M., y Lepe, V. 2013. Regulación de carga en manzanos. Pomáceas Boletín Técnico. Vol. 13, N°4. Boletín Técnico Pomáceas. Universidad de Talca, Centro de Pomáceas. Talca, Chile.

Gil, G. 2006. Fruticultura: La producción de fruta. 2da ed. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 590 p.

Herrera, R., Montealegre, J., Henríquez, L., López, C., González, B. 2010. Evaluación de eficacia de productos alternativos en el control de pudriciones en post cosecha. Revista frutícola Copefrut N°2.

Hirzel, J. 2011. Manejo de fertilización de postcosecha en pomáceas. Boletín Técnico Vol. 11 N°2. Universidad de Talca. Centro de Pomáceas. Talca, Chile.

König., A. 2008. Suelo y nutrición en manzanos. Revista frutícola Copefrut N°2.

Lemus, G., Carrasco, O., y Frías, M. 2015. Cómo elegir el portainjerto adecuado para manzanos. Diario El Mercurio.<<http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Redes/2014/03/06/Como-elegir-el-portainjerto-adecuado-para-un-huerto-de-manzanos.aspx>>Leído el 06 de Julio de 2017.

Navarro, M., Ramírez, J. 2010. Obtención de fruta de calidad en manzanas. Revista frutícola N°2.

Navarro, M., Ramírez, J. 2013. Uso de Tecnología en la Producción de Manzanas. Revista Frutícola Copefrut N°1.

Odepa-Ciren. 2016. Catastro frutícola principales resultados región del Biobío. Disponible en: <http://www.odepa.cl/wp-content/uploads/2016/08/Catastro-Fruticola-VIII-Biobio-2016.pdf>. Leído el 21 de junio de 2017

Odepa. 2013. Manzanas: una temporada de alto valor de exportaciones. Disponible en: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/138124860212431.pdf Leído el 16 de junio 2017.

Pinilla, B. 2013. Principales enfermedades de las pomáceas. Pomáceas Boletín Técnico. Vol. 13. N°5. Universidad de Talca, Centro de Pomáceas. Talca, Chile.

Pino, C., y Díaz, B. 2012. Manejo agronómico de manzanos orgánicos. En: Céspedes, C. Producción Hortofrutícola Orgánica. Boletín Inia N°232. Inia Quilamapu. Chillán, Chile.

Reginato, G. 2016. Raleo químico en Pomáceas. Pomáceas Boletín Técnico. Vol.16. N°4. Universidad de Talca, Centro de Pomáceas. Talca, Chile.

Román, S. 2014. Bitterpit y Lenticelosis en manzano: factores predisponentes y medidas de control en los huertos. Boletín Técnico Pomáceas. Vol. 14. N°3. Universidad de Talca.

Yuri, J.A. 2002. El receso en frutales. Boletín técnico Pomáceas. Vol. 2. N°2. Centro de pomáceas. Universidad de Talca. Talca, Chile.

Yuri, J.A. 2016. Los límites para plantar manzanos en alta densidad. <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Análisis/2015/12/28/Los-limites-para-plantar-manzanos-en-alta-densidad.aspx> Leído el 09 de agosto de 2017.

CIREN

Av. Manuel Montt #1164,
Providencia, Santiago

Teléfono (56) 2 2200 8900

WWW.CIREN.CL



Proyecto apoyado por

