



Fundación para la
Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Desarrollo de modelo productivo innovador para el cultivo de maqui



FRUTALES / FRUTALES MENORES

Proyecto de innovación en
Región del Maule





1 5 5



RESULTADOS Y LECCIONES EN

Desarrollo de modelo productivo innovador para cultivo de maqui



Proyecto de innovación en
Región del Maule

Valorización a diciembre de 2021



Agradecimientos

En la realización de este trabajo agradecemos sinceramente la colaboración e información de Patricio Soto Pardo y Felipe Torti Solar, especialistas del equipo técnico de Agrícola Ana María S.A. y Agroindustrial Surfrut Ltda., así como también a los investigadores y profesionales entrevistados, por su valioso aporte.

Resultados y lecciones en

Desarrollo de modelo productivo innovador para cultivo de maqui

Proyecto de innovación en Región del Maule

Serie **Experiencias de innovación para el emprendimiento agrario**

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Santiago de Chile, diciembre 2021

Registro de Propiedad Intelectual N° 2022-A-3301

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Sergio Lara Pulgar, Médico Veterinario y consultor.

REVISIÓN Y EDICIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Gabriela Casanova, Ingeniera Agrónoma, Fundación para la Innovación Agraria.

FOTOGRAFÍAS

Archivos de Guillermo Feuerhake, FIA y del proyecto precursor.

DISEÑO GRÁFICO Y EDICIÓN DE TEXTOS

Guillermo Feuerhake

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Presentación

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) es la agencia del Ministerio de Agricultura orientada a promover la cultura de la innovación en el sector silvoagroalimentario nacional. Para ello, la Fundación apoya con incentivos financieros, información, capacitación y redes para innovar.

Fundamental para que los productores puedan innovar es contar con información relevante para tomar decisiones que les permitan acercarse de manera plausible al éxito de las iniciativas que realicen. Por su parte, los proyectos e iniciativas que se desarrollan bajo el alero de FIA generan resultados que representan un gran caudal de valioso conocimiento para el sector silvoagroalimentario nacional e internacional. Como toda innovación, conlleva un riesgo, y tanto los resultados promisorios como aquellos de proyectos que no lograron alcanzar los objetivos esperados son puestos en valor por FIA, ya que ambos constituyen aprendizajes relevantes.

FIA desarrolló una metodología de valorización de resultados orientada a analizar la validez y potencial de aplicación de las experiencias, lecciones aprendidas y resultados de los proyectos al momento de su cierre. Es una metodología cercana a la de un estudio de viabilidad, compuesta de distintos análisis en los ámbitos comerciales, técnicos, de gestión, legal y/o financieros, dependiendo de la naturaleza del proyecto.

En este marco, el presente documento tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas del proyecto **“Modelo productivo, eficiente y moderno, para el cultivo industrial de maqui *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, enfocado en implementar y validar la cosecha mecanizada de la fruta”**. Este tuvo como objetivo desarrollar un paquete tecnológico para el cultivo de maqui en la Región del Maule, enfocado a obtener una producción estable y de calidad para su procesamiento agroindustrial.

Espero que la información contenida en este documento sirva como aprendizaje y se transforme en un insumo provechoso, especialmente para productores y empresas que buscan incorporar nuevas tecnologías en sus predios para incrementar la eficiencia y competitividad de sus sistemas productivos.

Álvaro Eyzaguirre
Director Ejecutivo FIA

Contenidos

Presentación	5
Introducción	9

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	11
1. Antecedentes	11
1.1 El maqui.....	11
1.2 Recolección y cultivo de maqui.....	16
2. El plan de negocios aprendido	18
2.1 Objetivos.....	18
2.2 Perspectivas del mercado.....	18
2.3 Estrategia de implementación.....	27
2.4 El proyecto de inversión	31
2.5 Rentabilidad esperada	34
3. Alcance del negocio	36
4. Claves de viabilidad.....	38
5. Asuntos por resolver	40

Sección 2. El proyecto precursor.....	43
1. Características generales	45
2. Validación de la tecnología	46
3. Estado de ejecución actual.....	59

Sección 3. El valor del proyecto precursor y aprendido	61
---	-----------

Sección 4. Anexos	
1. Cuadros análisis económico	66
2. Bibliografía consultada	76
3. Entrevistas realizadas.....	78



Introducción

La presente publicación pone en valor los resultados del proyecto precursor “Modelo productivo, eficiente y moderno, para el cultivo industrial de maqui *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, enfocado en implementar y validar la cosecha mecanizada de la fruta”. La finalidad de esta iniciativa fue desarrollar un modelo productivo para transitar desde una estrategia de recolección de fruta a un sistema de cultivo de maqui en huertos bien controlados y manejados, con un diseño que permita la cosecha mecanizada.

El proyecto fue desarrollado por Agrícola Ana María S.A. como ejecutor principal y Agroindustrial Surfrut Ltda. como asociado, entre los años 2015 y 2020, realizando las pruebas piloto en predios del sector Los Niches, comuna de Curicó, Región del Maule.

Este documento está estructurado en tres secciones principales. La primera de ellas, “Resultados y lecciones aprendidas”, tiene como finalidad proveer una visión sistematizada del modelo de producción validado y la estrategia de desarrollo del negocio que se derivó de los resultados y aprendizajes generados en el proyecto ejecutado. En su desarrollo, esta visión contiene los elementos que permiten a los productores interesados apreciar si la opción responde a sus necesidades y expectativas, así como también conocer las claves de viabilidad y los temas y problemas del modelo que aún se encuentran pendientes de resolución, junto con los cursos de acción que permitan desarrollar respuestas satisfactorias a los mismos.

La segunda sección consiste en la descripción del “Proyecto precursor”,¹ donde se resumen los resultados del proyecto realizado con el apoyo de FIA y se ilustran las experiencias que condujeron a la validación y sistematización del modelo de producción y negocio evaluado, junto con la descripción del entorno, metodologías y aplicaciones prácticas que se llevaron a cabo.

Finalmente, considerando el análisis realizado en la primera y segunda sección del documento, en una tercera denominada “Valor del proyecto” se resumen los aspectos más relevantes y determinantes del aprendizaje para la viabilidad futura de la innovación realizada.

¹ “Proyecto precursor”: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar la innovación aprendida que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

Se espera que esta información, sistematizada en la forma de un “plan de negocios aprendido”,² aporte a los interesados una nueva opción productiva y les permita adoptar decisiones de inversión relacionadas con el cultivo y procesamiento del maqui, especialmente en un contexto en que el mercado internacional para esta fruta nos exige abordar previamente una serie de desafíos para promover su comercialización.

² “**Plan de negocios aprendido**”: iniciativa que incorpora la información validada del proyecto analizado, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de la factibilidad económica proyectada a escala productiva y comercial.

Resultados y lecciones aprendidas

► 1. Antecedentes

1.1. El maqui

El maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, es una especie nativa y endémica de Chile y Argentina. Es una planta perenne dioica, es decir, con sexos en pies separados (árboles macho y árboles hembra). En Chile se distribuye desde el Limarí hasta la Región de Aysén, desde el nivel del mar hasta los 2.500 m.s.n.m., y también en el archipiélago Juan Fernández.





Fruta con distinto grado de maduración. Fuente: proyecto precursor.

Se desarrolla en climas mediterráneos semiáridos y templados subhúmedos y húmedos, y puede crecer asociado a otras especies o en comunidades monoespecíficas denominadas “macales”. Se ubica preferentemente en quebradas, faldeos de cerros o márgenes de bosques, en lugares húmedos, y coloniza con facilidad terrenos que han perdido su cubierta vegetal, transformándose en una especie pionera para bosques recién quemados o talados, protegiendo terrenos de agentes erosivos. Tiene gran capacidad reproductora y rebrota fácilmente después del fuego, gracias a la presencia de yemas en la parte basal del vástago.

Es una especie adaptable a diversas zonas geográficas y edafoclimáticas, modificando su morfología de acuerdo con las condiciones. En el norte de su área de distribución, en zonas de clima mediterráneo, se asocia principalmente a lugares húmedos como quebradas, laderas sombrías, zonas expuestas a niebla, y riberas de ríos y lagunas, por lo cual es más común en la Cordillera de la Costa. Más hacia el sur, en climas templados, es menos dependiente de la existencia de cursos de agua o concentración de humedad, por lo cual puede crecer en diversos entornos, como bordes de parches de bosque, lechos de ríos y arroyos, praderas abandonadas y otros lugares con baja cobertura de dosel. No es tolerante a la sombra, y puede resistir heladas de hasta 6 °C bajo cero.

No existen registros actualizados de la superficie de maqui silvestre en Chile. Las estimaciones mencionadas en la literatura datan de 1983 y hablan de 170.000 hectáreas, considerando la presencia de maqui de acuerdo con su estado de dominancia en el bosque, registrándose la superficie ocupada por maqui para la primera, segunda y tercera dominancia según lo indicado en el Catastro de Bosque Nativo (citado por Salinas y Caballé, 2020).

En cuanto al maqui cultivado, no hay estadísticas precisas, pero se estima alrededor de 30 hectáreas en base a los Catastros Frutícolas realizados por CIREN y ODEPA en distintos años y regiones.

Cuadro 1. Superficie de maqui cultivado en Chile por regiones (ha)

Valparaíso (2017)	O'Higgins (2021)	Maule (2019)	Ñuble (2019)	Biobío (2020)	Los Lagos (2019)
0,4	0,60	4,15	2,92	4,51	9,04

Fuente: CIREN-ODEPA 2021.

En general se presenta como arbusto en la zona norte de su distribución y en sectores de mayor altura, y como árbol en la zona más austral. En macales de mayor concentración de plantas adquiere morfología de arbusto, pero en lugares abiertos puede alcanzar entre 4 o 5 metros de alto, incluso se reporta hasta 10 metros de altura.

Del tronco principal brotan cada año ramas secundarias largas, delgadas y flexibles, que crecen verticalmente. Estas ramas se abren por el peso del follaje, abriendo espacio para que nazcan nuevas ramas. Las ramas secundarias se ramifican a su vez en ganchos o ramillas terciarias, que crecen hacia los lados; a partir de ellas brotan en primavera los gajos, racimos o tallos florales.

El maqui es una especie de crecimiento rápido, que rebrota vigorosamente después de la poda, pero si esta práctica se repite todos los años puede debilitar la planta hasta matarla. La poda de ramas principales requiere al menos dos años de crecimiento para su recuperación, pero las ramillas terciarias se renuevan cada año.

El fruto del maqui es una baya redonda comestible de color negro brillante cuando está madura, de unos 5 mm de diámetro, de pulpa dulce en cuyo interior hay dos a cuatro semillas angulosas. Su dulzor es atractivo para las aves silvestres, que contribuyen a su diseminación a grandes distancias.

El botón floral aparece en el mes de septiembre, mientras que la flor empieza a desarrollarse en octubre, para dar paso a la formación de un fruto inmaduro en el mes de noviembre. Los frutos comienzan su coloración con un tono verde, después toman una coloración rojiza para luego volverse de color morado oscuro o casi negro al madurar. La época de maduración es variable según la zona, desde diciembre en la zona centro-sur, hasta marzo en la Región de Aysén. Luego de ello el fruto sobremadura, deshidratándose y tomando un aspecto arrugado.

Su fruto fresco es el producto principal, que puede ser consumido directamente, procesado artesanalmente para elaborar jugos, mermeladas, jarabes o vinagre, o puesto a disposición de industrias que realizan procesos de mayor sofisticación. Tanto la pulpa como el jugo del fruto producen una marcada tinción azulada, por lo cual se ha utilizado tradicionalmente como tinte para la lana o colorante natural para el vino tinto, por ejemplo.

Para el pueblo mapuche, el maqui es una planta sagrada que simboliza la benevolencia y la intención pacífica, razón por la que es utilizado en actividades sociales, ceremonias y prácticas de sanación. Para cada uno de estos usos se utilizan las diferentes estructuras de la planta, como frutos, hojas, semillas y raíces.

El maqui ha tenido un uso medicinal ancestral por parte de los pueblos originarios. El fruto sirve para curar diarreas crónicas y disentería, sus hojas frescas en infusión se utilizan para las enfermedades de la garganta, tumores intestinales y fiebre, las hojas secas y en polvo son usadas para curar heridas y cicatrices. Se utiliza también como relajante de la musculatura lisa, antiinflamatorio, cicatrizante y astringente (Salinas y Caballé, 2020). Por sus propiedades y su uso ancestral ha sido incluido por el Ministerio de Salud como parte de los medicamentos herbarios tradicionales.



Fuente: Tacon, 2017, citado en proyecto precursor.

El fruto del maqui ha sido ampliamente analizado, presentando características químicas que lo hacen muy atractivo para el mercado de los alimentos funcionales, nutracéuticos y cosméticos. La principal característica de interés es su alto contenido de polifenoles y la gran variedad de antocianinas y flavonoides en sus frutos y hojas, que le otorgan una gran actividad antioxidante. Posee altos niveles de ácidos fenólicos, proantocianidinas y antocianinas, entre otros varios flavonoides, superando con sus capacidades antioxidantes a muchos otros berries. Junto con el calafate, también endémico de Chile y Argentina, presenta la mayor concentración de fenoles y actividad antioxidante de todos los frutos de Sudamérica, así como uno de los más altos niveles de antocianinas (recopilado por Fernández *et al*, 2019). Numerosos estudios han mostrado evidencia de las propiedades del maqui para la salud humana, comprobando sus propiedades como analgésico, antidiabético, antiinflamatorio y cardioprotector, su capacidad para suprimir la muerte de los fotorreceptores de la retina inducida por el exceso de luz y como protector de las células endoteliales contra el estrés oxidativo (recopilado por Fernández *et al*, 2019).

Tales características han llevado al maqui a ser un producto de gran interés para los mercados internacionales, con una demanda creciente para el desarrollo de nuevos productos en base a sus componentes bioactivos.

1.2. Recolección y cultivo de maqui

Siendo una especie silvestre, la mayor parte del maqui cosechado en Chile es por recolección. No hay estadísticas sistemáticas del volumen de cosecha; algunos autores (Salinas y Caballé, 2020) estiman una colecta total cercana a 1.000 toneladas de fruta al año, del cual el 80 % se obtiene entre las regiones del Biobío y Los Lagos, mientras otras estimaciones indican cosechas de 170 toneladas de maqui al año, con un máximo de 400 t/año en temporadas con un clima favorable (Ramírez y Leiva, 2017).

A pequeña escala, el maqui se recoge mediante el sacudido del árbol sobre una manta, o mediante la recolección a mano del fruto maduro. También se podan pequeñas ramillas que se desgranar a mano. Este método es el más efectivo considerando la cantidad de frutos que se extrae en poco tiempo; sin embargo, genera daño y estrés en el árbol, poniendo así en riesgo la producción futura. La recolección es realizada generalmente por familias campesinas, quienes recolectan la fruta de acuerdo con su capacidad, para luego ser trasladada a los lugares de consumo, acopio o venta.

Por este motivo, para las empresas procesadoras y exportadoras la disponibilidad de maqui y la producción de sus derivados es incierta, ya que dependen de la oferta natural, que se ve afectada por variaciones en el clima u otros sucesos naturales, la disponibilidad de los recolectores para ir a cosechar el fruto y la forma en que estos lo hagan. De este modo, no existe posibilidad de realizar una trazabilidad efectiva de la materia prima, ni de verificar si los árboles cosechados fueron dañados o si recibieron algún nivel de contaminación por deriva de agroquímicos desde otros cultivos.

Considerando la demanda creciente de maqui y sus productos elaborados, desde hace algunos años ha surgido el interés por la domesticación del maqui como estrategia para asegurar una oferta más segura de materia prima, tanto en calidad como en su estabilidad en el tiempo. Se han realizado estudios y proyectos en diversas regiones del país, varios de ellos con apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria, con el propósito de definir paquetes tecnológicos que permitan la implementación de huertos rentables y sustentables de maqui.

Ya en 2003 el Instituto Forestal (INFOR) realizó un estudio de manejo frutal en macales naturales, realizando diversas intervenciones que dieron como resultado duplicar la producción de frutos en un macal densamente poblado al realizar raleo bajo el criterio de liberación de copas. De igual forma, el tamaño de la copa y la producción de frutos presentaron una correlación positiva, por lo cual se concluyó que árboles de no más de 4 metros de altura alcanzaban buenos rendimientos con una cosecha operacionalmente eficiente.

En relación con la domesticación, el año 2007 Fundación Chile en conjunto con la Universidad de Talca iniciaron una investigación para analizar el cultivo, para lo cual realizaron el



primer *screening* clonar de macales, donde pudieron determinar 67 clones potencialmente viables para la producción industrial. Con posterioridad, el año 2011, las mismas instituciones inician un proyecto con apoyo de FONDEF para realizar los primeros estudios de técnicas de manejo de maqui cultivado para fines industriales. De estos programas se han obtenido los clones de plantas que han sido utilizados en posteriores proyectos de cultivo, incluyendo el proyecto precursor en análisis.

Cuadro 2. Variedades protegidas de maqui en Chile

Variedad	Nº de resolución	Tipo de protección	Representante en Chile	Propietario
Chucao	81 /17	Provisoria	Agrícola Berries Santa Cruz Ltda.	Agrícola Berries Santa Cruz Ltda.
Huiña	14 /18	Provisoria	Universidad de Talca	Universidad de Talca
Luna Nueva	78 /19	Provisoria	Universidad de Talca	Universidad de Talca y Fundación Chile
Morena	76 /19	Provisoria	Universidad de Talca	Universidad de Talca y Fundación Chile
Patagonia	80 /17	Provisoria	Agrícola Berries Santa Cruz Ltda.	Agrícola Berries Santa Cruz Ltda.
Perla Negra	77 /19	Provisoria	Universidad de Talca	Universidad de Talca y Fundación Chile
Pudú	12 /18	Provisoria	Universidad de Talca	Universidad de Talca
Puyuhuapi	84 /18	Provisoria	Agrícola Berries Santa Cruz Ltda.	Agrícola Berries Santa Cruz Ltda.
Taitao	83 /18	Provisoria	Agrícola Berries Santa Cruz Ltda.	Agrícola Berries Santa Cruz Ltda.
Vicuña	13 /18	Provisoria	Universidad de Talca	Universidad de Talca

Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero, 2021.

Se han realizado también iniciativas de empresas cuyo modelo de negocios es la integración vertical, que han desarrollado su propio material genético, estableciendo huertos para autoabastecerse de materia para el desarrollo de productos. Entre estas se encuentran Arauco, Maqui New Life S.A. y Nativ For Life. Lo propio ha realizado el vivero Plangen, que ha realizado mejoramiento genético y establecimiento de huertos clonales en el sur de Chile (Salinas y Caballé, 2020).

► 2. El plan de negocios aprendido

2.1. Objetivos

El propósito de este plan de negocios es desarrollar un paquete tecnológico para el cultivo de maqui en la Región del Maule, enfocado a obtener una producción estable y de calidad para su procesamiento agroindustrial.

Dado que el cultivo de maqui domesticado en el país es aún incipiente, el proyecto busca obtener parámetros técnicos validados en las distintas etapas y ámbitos del cultivo, como fertilización, riego, nutrición, podas y manejo sanitario, entre otros.

Siendo la cosecha uno de los aspectos críticos por la alta demanda de mano de obra y su impacto sobre la calidad de la fruta cosechada, se ha puesto énfasis en la adaptación de maquinaria para realizar este proceso de forma semiautomatizada, eficiente y con el menor daño posible en la planta y la fruta.

Los ejecutores del proyecto son Agrícola Ana María S.A., empresa con larga trayectoria en el cultivo de frutales y con alguna experiencia en el cultivo de maqui, y Agroindustrial Surfrut Ltda., especializada en la elaboración de productos procesados en base a frutas y hortalizas para el mercado interno y externo. La alianza entre ambas permite vincular los requerimientos de la industria como atributos del producto final, y los manejos a nivel de campo para obtener una materia prima que maximice la obtención de componentes bioactivos.

A través del proyecto se busca establecer un nuevo negocio de cultivo del maqui en forma moderna, eficiente y bajo parámetros controlados de producción, con elaboración de nuevos productos que mantengan y potencien las propiedades de la fruta fresca, como lo demanda el mercado.

2.2. Perspectivas del mercado

La cadena de comercialización nacional del maqui se caracteriza por la presencia de los siguientes actores:

- **Recolectores:** usualmente se trata de campesinos y grupos familiares de comunidades rurales que recolectan el fruto fresco desde los macales, pudiendo reunir hasta 80 kg por día. Usualmente entregan lo recolectado el mismo día o cada 2 días, en una venta informal.
- **Intermediarios y acopiadores:** compradores e intermediarios que poseen capital de trabajo para abrir un poder de compra en puntos de acopio locales, o que realizan circuitos



por distintas localidades rurales con vehículos de carga para comprar el producto. El producto acopiado es almacenado para entrega en bandejas de 60 kg o barriles de 120 kg para aquellos con equipo para congelado. Normalmente se trata de empresas formales, pudiendo haber dos etapas de intermediación (acopiador primario y comercializador).

- **Empresas procesadoras y exportadoras:** compran la materia prima a acopiadores, se encargan de procesar la materia prima y comercializar los productos según el mercado al que atienden, sea local o internacional.

De acuerdo con las encuestas realizadas en el marco de un estudio de mercado regional para las regiones de Biobío y Ñuble, un jefe de hogar recolecta en promedio 25 kilos de maqui al día, y se estima en 5.186 y 1.632, respectivamente, las personas dedicadas a esta actividad en dichas regiones. No existen cifras oficiales del volumen recolectado de maqui; sin embargo, en base al Catastro de Recolectores de INFOR al año 2019, se puede estimar en 3.350.156 kilos/temporada y 1.054.272 kilos/temporada, para las regiones de Biobío y Ñuble respectivamente (Salinas y Caballé, 2020).

Una fracción de la cosecha se destina al autoconsumo de las familias recolectoras o la venta a pequeños emprendimientos que realizan el procesamiento en forma directa, como conservas, licores, jugos, pasteles u otros.

Los precios para compra de la fruta a recolector son variables según la zona, la temporada y la condición del producto, especialmente, su grado de madurez y que no presente fermentación. Cada poder comprador anuncia sus precios cuando se abre la temporada de recolección, donde suelen incluirse bonificaciones por cumplimiento. Para las regiones de Ñuble y Biobío los precios según el formato de entrega se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro 3. Precio maqui a recolector (valores nominales año 2019)

Formato	Rango precios (\$/kg)
Fresco al detalle	4.000 - 6.000
Seco	8.000 - 20.000
Fresco a granel	700 - 1.500

Fuente: Salinas y Caballé, 2020.

El Gobierno Regional de Los Ríos encargó un estudio donde se levanta información del mercado regional del maqui, identificando poderes compradores cuyos precios se reportan en el cuadro siguiente.

Cuadro 4. Precio maqui a recolector, poderes compradores Región de Los Ríos (valores nominales)

Lugar	Temporada	Rango precios (\$/kg)
Paillaco	2019	1.200
Lanco	2017	2.100
La Unión	2017	1.500
	2018	2.000
Futroneo	2019	1.800 - 2.400

Fuente: Global Berries, 2020.

Dentro de la superficie de recolección que abastece a la industria exportadora hay una parte de ella que cuenta con certificación orgánica. Los requisitos para la certificación de recolección silvestre, establecidos en la Ley 20.089, son:

- Provenir de sistemas desprovistos de fuentes de contaminación o contaminantes.
- Provenir de áreas silvestres, bosques nativos o áreas agrícolas sin uso productivo de al menos 3 años, que cumplan con las siguientes condiciones:
 - Áreas de recolección no afectadas por aplicaciones de productos distintos de los autorizados por la misma normativa orgánica por un período de 36 meses antes de la recolección.
 - Que la recolección no perturbe la estabilidad del hábitat natural ni la conservación de las especies existentes en la zona en que se efectúa.
- Contar con un plan de manejo orgánico que asegure, al menos, la sustentabilidad y el cumplimiento de las condiciones anteriores.

La superficie certificada orgánica puede ser un indicador de la demanda por la fruta y el dinamismo del mercado. Al 2019, el 50,6 % de las hectáreas de recolección silvestre correspondió a la rosa mosqueta, luego al maqui con 35,2 %. De acuerdo con ODEPA, como puede apreciarse en el siguiente cuadro, en el año 2018 hubo una severa disminución del área de recolección silvestre debido a una certificación más estricta, originada por el rechazo del producto liofilizado en el mercado asiático (Corea del Sur y otros) por los altos contenidos de hierro detectados en el producto final. Si bien esta condición no correspondería a una contaminación, sino que a una característica natural de los suelos donde se recolecta, la demanda se vio fuertemente afectada.

Cuadro 5. Superficie maqui de recolección silvestre bajo certificación orgánica (ha)				
2015	2016	2017	2018	2019
17.708	36.243	71.035	5.738	32.505

Fuente: ODEPA-INE.

No existen estadísticas ni estudios del consumo de maqui en Chile, aunque un indicador de su demanda es el creciente número de productos que se comercializan en el mercado. La fruta es sometida a procesos industriales para su transformación en diferentes formatos, como jugo, concentrado, polvo, liofilizado y congelado, entre otros. Como productos finales podemos encontrar polvos para adicionar a jugos o postres, jugos o aguas saborizadas, bebidas alcohólicas saborizadas, barras de cereal con maqui, infusiones, productos de aseo (jabón, champú, bálsamo) y cápsulas con extracto de maqui, entre otros.

Bebidas y jugos de maqui presentes en el mercado nacional

Fuente: elaboración propia a partir de páginas web públicas de empresas retail.

Productos en base a maqui en polvo presentes en el mercado nacional

Fuente: elaboración propia a partir de páginas web públicas de empresas retail.

Productos en base a maqui en cápsulas presentes en el mercado nacional



Fuente: elaboración propia a partir de páginas web públicas de empresas retail y farmacias.

El maqui se inserta en un mercado internacional que podemos clasificar en tres grandes categorías (Valenzuela, 2021):

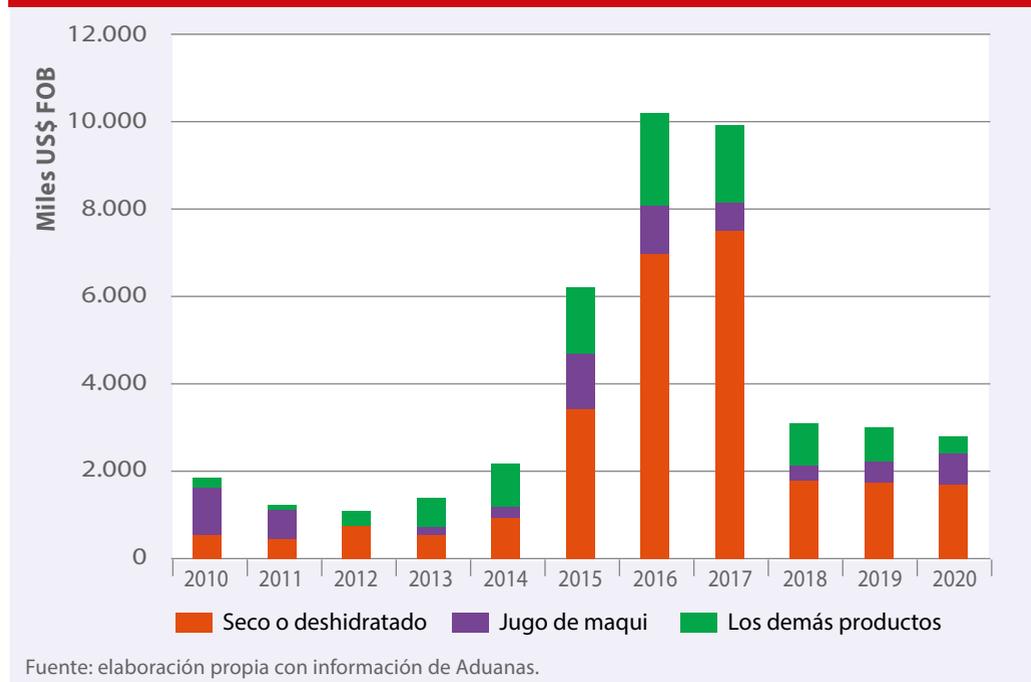
- **Nutracéuticos:** formado, en orden de importancia, por suplementos dietarios, bebidas funcionales, alimentos funcionales y cuidado personal. Los factores claves en este mercado son las tendencias mundiales en aumento de enfermedades crónicas, una mayor “conciencia saludable” de la población y regulaciones cada vez más estrictas. El tamaño del mercado se estima en US\$390 billones para el 2026, con una tasa anual de crecimiento compuesto (CAGR) de 7,1 %.
- **Antioxidantes:** tamaño de mercado se estima en US\$1,5 billones para 2026, creciendo a una CAGR de 6,65 %.
- **Superfrutas:** tamaño de mercado se estima en US\$65 billones para 2026, creciendo a una CAGR de 5,1 %. En este mercado se pueden encontrar:
 - Açaí: mercado US\$722 millones 2019, CAGR 12,5 %.
 - Elderberry (sauco), mercado US\$680 millones 2020, CAGR 5 % (45 % en Europa).
 - Aronia: mercado US\$638 millones 2018, CAGR 3,27 %.
 - Maqui: mercado US\$28 millones 2019, CAGR 12,9 %.

Como puede verse en la última categoría, el mercado del maqui crece a una tasa más acelerada que las demás superfrutas, pero se encuentra muy lejos en volumen total del açaí, líder de la categoría. Esta fruta originaria de Brasil ha sido fuertemente impulsada a través de campañas de promoción institucionales, con un importante desarrollo de la industria procesadora nacional.

Nuestro país tuvo exportaciones de maqui y sus derivados cercanas a los 2 millones de dólares FOB entre los años 2010 a 2014, con una marcada alza en 2015, que se consolidó en

2016 y 2017, con un total cercano a los US\$10 millones, cayendo luego a cerca de US\$3 millones anuales. Desde el 2012 en adelante los productos secos, deshidratados o liofilizados han sido los principales, ocupando de un 42% a 70% del valor total. En estos se destaca la glosa “1063000 - Harina y sémola de frutas”, que representa casi la totalidad de ese grupo, donde se encuentran los productos liofilizados. Un segundo grupo lo conforman los jugos, elaborados con maqui o asociado con otras frutas, donde la principal glosa arancelaria es “20098990 - Los demás jugos de frutas y hortalizas, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con azúcar u otro edulcorante” (desde 2012).

Figura 1. Exportaciones nacionales de productos en base a maqui periodo 2010-2020 (US\$ FOB)



Cabe señalar que los productos derivados del maqui se identifican por la glosa específica asociada al maqui (existente desde 2017) o por la descripción detallada del producto en la base de datos de Aduanas. Los principales productos exportados son los deshidratados y los jugos de maqui, que no tienen una glosa específica, por lo cual su cuantificación solo puede ser considerada como una estimación. En total se detectaron 27 glosas arancelarias en las bases de datos que incluyen a productos derivados del maqui.

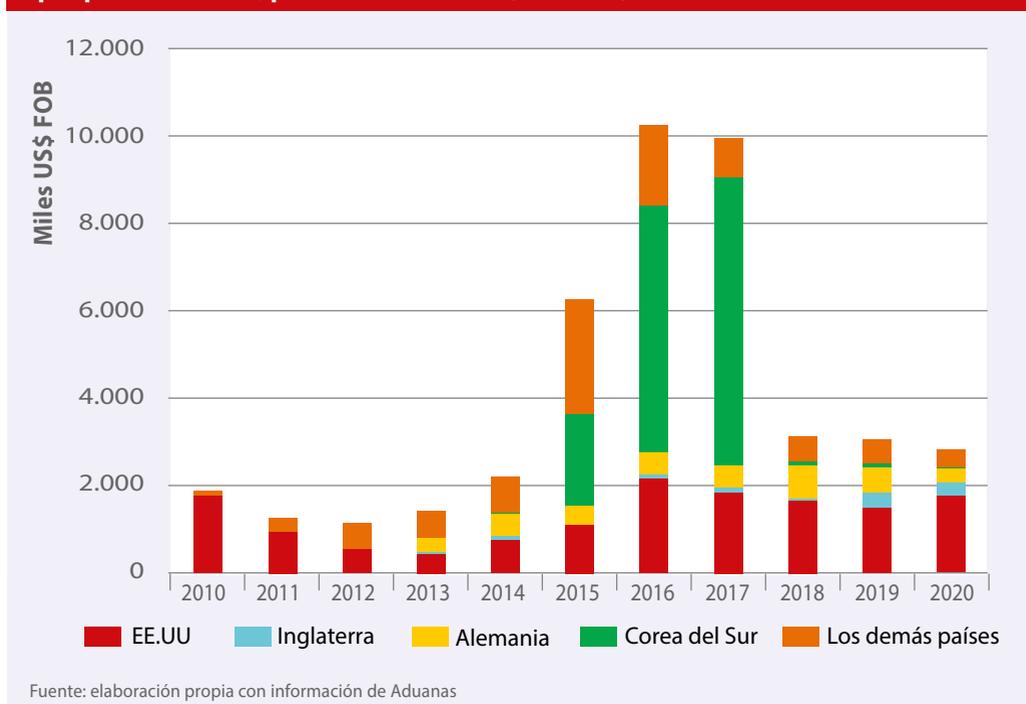
Los principales países de destino del maqui son actualmente Estados Unidos, con un 62% del valor total exportado el año 2020, seguido de Inglaterra, Alemania, Japón, Australia y Corea del Sur.

Cuadro 6. Exportaciones nacionales de productos en base a maqui por país de destino, periodo 2015-2020 (US\$ FOB)

País	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Estados Unidos	1.117.159	2.175.261	1.829.136	1.655.536	1.501.694	1.759.045
Inglaterra		74.605	136.636	68.504	347.045	320.928
Alemania	427.024	508.265	500.797	742.749	577.010	308.052
Japón	1.421.021	961.603	205.340	134.414	201.327	155.373
Australia	128.855	31.557	187.033	104.822	180.050	34.789
Corea del Sur	2.102.909	5.659.578	6.597.493	109.415	81.605	33.283
Los demás países	1.051.343	834.442	500.913	314.589	157.482	218.121
TOTAL	6.248.312	10.245.309	9.957.348	3.130.029	3.046.214	2.829.591

Fuente: elaboración propia con información de Aduanas.

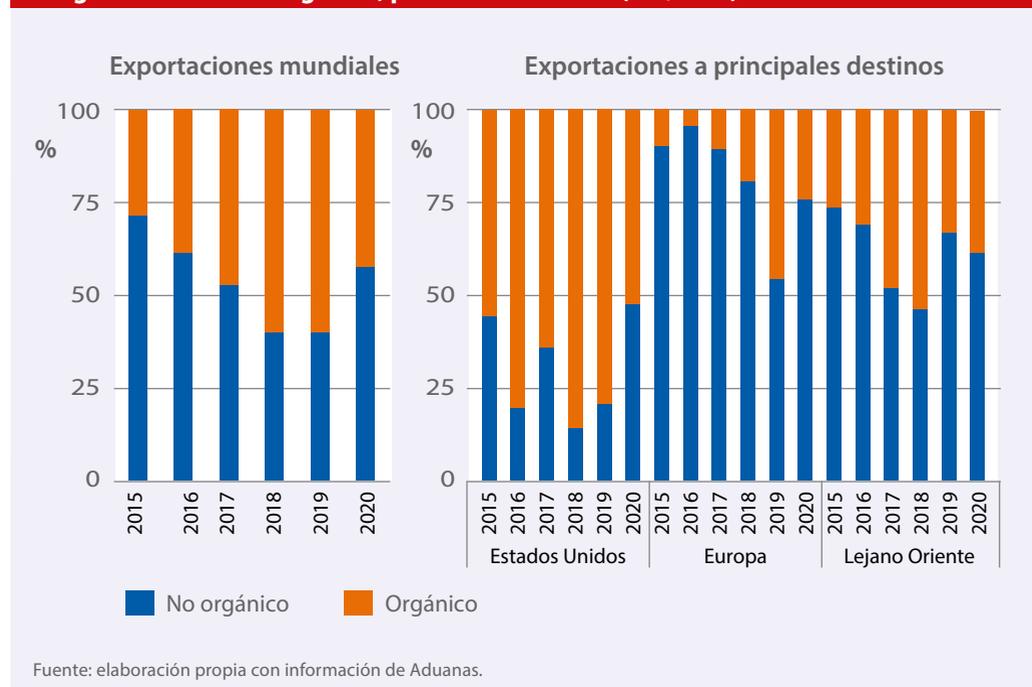
Corea del Sur llegó a representar el 55% y 66% del valor exportado en los años 2016 y 2017, respectivamente, para caer al 3% el 2018. El motivo, como se mencionó anteriormente, fue el hallazgo de altos niveles de hierro en los productos, que fue interpretado por los importadores como una posible contaminación, lo que no logró ser revertido a través de las negociaciones comerciales. Al año 2020 Corea del Sur representa solo un 1% de las exportaciones nacionales.

Figura 2. Exportaciones nacionales de productos en base a maqui por país de destino, periodo 2010-2020 (US\$ FOB)

La certificación orgánica es una de las estrategias de los exportadores para posicionar sus productos, acorde al carácter saludable y benéfico de sus propiedades naturales. La proporción de producto orgánico sobre el total del valor exportado tuvo un incremento sostenido desde el 2015 al 2019, pasando de 28% a 60%, para luego bajar a 42% el 2020.

El mercado de destino con mayor presencia de productos orgánicos es Estados Unidos, que entre 2015 y 2020 ha tenido una participación de productos orgánicos sobre el total exportado que ha fluctuado entre 52% y 85%.

Figura 3. Distribución porcentual de exportaciones de productos en base a maqui según certificación orgánica, periodo 2015-2020 (US\$ FOB)



Fuente: elaboración propia con información de Aduanas.

En cuanto a las empresas exportadoras, Aduanas registra 113 exportadores distintos (a través del RUT) en el periodo 2015-2020, de los cuales 97 exportaron solo un año, lo que indica que probablemente fueron muestras o envíos puntuales, y solo 9 empresas han exportado al menos 4 años del periodo. La principal empresa exportadora ha sido Bayas del Sur S.A., ubicada en Purranque, Región de Los Lagos, dedicada a la exportación de productos en base a diversos berries. En cuanto al maqui, sus exportaciones se focalizaban hasta el 2017 en producto liofilizado con destino a Corea del Sur; al caer este mercado se ha mantenido principalmente en el mercado de Estados Unidos con jugos y deshidratados. Cerca de un 40% del valor de sus exportaciones totales desde el 2018 corresponde a productos orgánicos. Le sigue en importancia la empresa SouthAm Freeze Dry, que también vio mermadas sus exportaciones en 2018 producto del cierre parcial del mercado coreano, pero de forma menos drástica puesto que ya enviaba una proporción importante del producto a Estados Unidos. Actualmente se enfoca en los envíos de liofilizado al mercado norteamericano.

En el cuadro siguiente se presentan los principales exportadores y sus ventas anuales, donde puede apreciarse en los últimos 2 años un importante aumento en el número de empresas.

Cuadro 7. Principales empresas exportadoras de productos en base a maqui, periodo 2015-2020 (miles US\$ FOB)

Razón social	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Bayas del Sur S.A.	2.573	4.575	3.512	652	805	1.283	13.400
SouthAm Freeze Dry	1.492	2.095	1.879	1.128	228	145	6.966
Maqui New Life S.A.	571	1.041	1.150	432			3.194
Procesos Naturales Vilkun S.A.	785	612	916	111	111		2.535
Comercial Good Food 4U Ltda. (Nativ for Life)	176	465	763	91	94	116	1.706
Comercializadora Innobioscience Chile Ltda.	103	624	627				1.353
Altalena S.A.	257	381	290	21			949
Natural Nutrition Spa	23	237	529	10	23		821
Otras empresas	270	215	292	684	1.786	1.286	4.533
<i>N° de otras empresas</i>	<i>11</i>	<i>7</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>41</i>	<i>33</i>	

Fuente: elaboración propia con información de Aduanas.

De estas empresas principales, Bayas del Sur, Nativ for Life y Vilkun integran, como parte de Chilealimentos A.G., el Comité del Maqui, que tiene como propósito la promoción internacional de este fruto endémico, en línea con una visión sustentable, saludable y socialmente responsable de la alimentación. Con apoyo de PROCHILE han realizado diversas acciones de promoción y desarrollo de mercados, como la creación de la marca sectorial “MaquiBerry from Chile”.



MaquiBerry
from **Chile**
For Healthier Living

2.3. Estrategia de implementación

Para el establecimiento de un huerto de maqui es fundamental contar como primer requisito con material genético de buena calidad, seleccionado a partir de viveros reconocidos y validados. En este sentido, existen empresas e instituciones que cuentan con material disponible.

La selección de sitios apropiados y la aplicación de técnicas intensivas de establecimiento permiten un óptimo desarrollo frutícola. Esto incluye densidad óptima de plantación, gestión de los recursos hídricos, fertilización y cuidados culturales, entre otros, repercutiendo en definitiva en una mejor y más eficiente producción frutal.

Considerando que la madurez del fruto ocurre en un lapso relativamente breve (7 a 10 días), y que una cosecha prematura o tardía afecta fuertemente los componentes bioactivos de la fruta, es prácticamente inviable realizar cosecha manual en un huerto intensivo. La gran cantidad de mano de obra requerida y el elevado costo que implicaría asegurar el personal necesario durante los días de cosecha, llevan a que el uso de maquinaria para la cosecha sea indispensable para la rentabilidad del cultivo.

Las labores para la implementación del huerto incluyen:

- Preparación y acondicionamiento de suelo: debe prepararse como se hace para cualquier otro frutal. Las labores incluyen pasar tridente o subsolador, arar con cincel en X, realizar rastraje y emparejar el suelo, micronivelar, hacer camellones pequeños y realizar enmiendas químicas.
- Instalar sistema de riego: calcular con demanda máxima de 9 mm de evaporación diaria. Se utiliza un sistema de goteros, con doble tubería por cada hilera, y ubicados a 50 cm de distancia uno de otro, con caudales de 2 lts/hr. Si los terrenos elegidos tienen pendientes mayores a 10 % - 12 %, deben utilizarse goteros compensados.
- Diseñar hileras para que las plantas capturen la mayor cantidad de luz, para el mejor desarrollo de las plantas, flores y frutos. Para ello la mejor orientación en frutales 35°-65° NP/SO.
- Definir marco de plantación según características de las plantas: considerar una distribución que permita cosecha mecanizada, condición clave para la viabilidad y rentabilidad del sistema.

Cuadro 8. Distancias de plantación más utilizadas según selección de ecotipos para cosecha mecanizada

Clon	Vigor	Distancia	Nº de plantas/ha
Luna Nueva (U. de Talca)	Débil	1,0 x 3,2 m	3.125 plantas
Otros	Débil	1,2 x 3,5 m	2.380 plantas
Morena (U. de Talca)	Medio	1,4 x 3,5 m	2.040 plantas
Perla Negra (U. de Talca)	Medio	1,6 x 3,5 m	1.785 plantas

Fuente: proyecto precursor.

- Plantación de material de vivero. Las plantas deben ser vigorosas, maduras, sanas y homogéneas. Considerar al menos un 10%-11 % de plantas polinizantes (machos), que serán distribuidas en forma homogénea.
- Estructuras de apoyo: para huertos en mono eje, *spindel* o eje central, considerar desde el inicio una estructura de apoyo en base a tutores, cabezales y al menos una hebra de alambre para amarrar los tutores que apoyarán la planta. El soporte debe proteger a las plantas de las vibraciones que provoca la máquina cosechadora.
- Poda de formación: en sistema *spindel*, para cosecha mecanizada, en los dos primeros años las plantas deben ser podadas eliminando chupones, sierpes vigorosas de la base y ramas que sean más gruesas que un tercio del eje central, para formar un árbol delgado, erecto, con ramas laterales cortas y renovables, y altura de 2 a 3 metros.
- Podas de producción: tres veces al año realizar podas para lograr un equilibrio en la madera de la planta, de modo que se mantengan los tres ciclos en la planta a la vez (ramillas fructificando, ramas en crecimiento y formación de nuevas yemas, madera en crecimiento).
- Fertilización: los ecotipos analizados requieren apoyo nutricional, como cualquier otra especie frutal, pero con dosificaciones foliares relativamente bajas, ya que sus flores y frutos son delicados.

Cuadro 9. Programa de fertilización recomendado

Año desde plantación	NITRÓGENO Sulfato de amonio	FÓSFORO Fosfato mono-amónico	POTASIO Sulfato de potasio	MAGNESIO Sulfato de magnesio	CALCIO Nitrato de calcio
Año 1	50 kg (10 un)	15 kg (7 un)	30 kg (15 un)	20 kg (5,2 un)	25 kg (7 un)
Año 2	80 kg (17 un)	25 kg (12,7 un)	35 kg (17,5 un)	30 kg (7,8 un)	30 kg (8 un)
Año 3	120 kg (25 un)	30 kg (15,3 un)	45 kg (22,5 un)	40 kg (10,4 un)	40 kg (10,6 un)
Año 4	130 kg (27 un)	40 kg (20,4 un)	50 kg (25 un)	45 kg (11,7 un)	45 kg (12 un)
Año 5	150 kg (31 un)	45 kg (23 un)	60 kg (30 un)	50 kg (13 un)	50 kg (13,5 un)

Fuente: proyecto precursor.

- Manejo sanitario: realizar aplicaciones de acuerdo a la necesidad y condiciones del huerto, con programa base de control de insectos varios, *Lobesia*, *Eulia*, chanchitos blancos, bacterias y hongos, a lo largo de la temporada. Se recomienda no aplicar insecticidas durante la floración y cuaja de frutos. El control de malezas debe realizarse desde el primer año, evitando aplicar herbicidas durante la floración, cuaja y crecimiento de frutos.
- Cosecha mecanizada: los primeros frutos aparecen el tercer año desde la plantación, alcanzando el pleno régimen en el año 5. Normalmente hay una madurez escalonada de la fruta, presentando distintos grados de madurez al mismo tiempo en la planta. Dado que la cosecha mecanizada solo se hace una vez por cada hilera o sector, se sugiere recolectar cuando se presenta sobre un 70 % de fruta madura, ya que no se mantiene en ese estado por más de 5 a 7 días, después de lo cual el fruto se deshidrata y pierde calidad. La época de madurez y duración de la ventana de cosecha varía según el ecotipo y la zona, por lo cual esta actividad debe ser muy bien planificada de acuerdo a la observación del huerto.

A través de este proceso se espera alcanzar una cosecha sostenida en el tiempo, conservando el vigor de las plantas y una producción de buen nivel y calidad para su procesamiento industrial.

Este modelo productivo podría ser implementado por industrias procesadoras que busquen asegurar su materia prima mediante integración vertical, o como un paquete tecnológico disponible para proveedores que establezcan alianzas comerciales con la industria. En cualquier caso, la industria procesadora se beneficia de contar con mayor seguridad en el abastecimiento del producto, tanto en oportunidad como en calidad y cantidad.



2.4. El proyecto de inversión

Utilizando como base los resultados obtenidos en el proyecto precursor, se desarrolla a continuación el proyecto de inversión del modelo productivo validado.

El proyecto está planteado como un sistema de cultivo completo, desde el inicio con la compra de plantas y luego desarrollo del huerto hasta alcanzar la plena producción. El objetivo es la generación de maqui como materia prima puesta a disposición de un procesador o comercializador. Es decir, solo incluye la etapa primaria del proceso, no el proceso de transformación de la fruta en productos con valor agregado. El sistema considera desde el inicio los criterios de diseño necesarios para la cosecha mecanizada de la fruta, condición indispensable para la viabilidad del cultivo.

El sistema propuesto se basa en bloques de 6 hectáreas de plantación, con todos los valores calculados para 1 hectárea. El marco de plantación consiste en 3,5 metros entre hileras y 1,5 metros sobre la hilera, lo que da un total de 1.905 plantas por hectárea, para clones de vigor medio. Hay que considerar que debe contarse con un 10 % a 11% de plantas polinizantes alternadas con las plantas hembra. El costo de la planta se estima en \$2.100 por unidad, lo que sumado a los materiales para el guiado de las plantas (alambres, coligües, postes), la instalación del sistema de riego, preparación de suelo, labores de plantación y otros, resultan en una inversión total cercana a los \$9 millones por hectárea.

Cuadro 10. Inversiones iniciales por hectárea, huerto de maqui cultivado

Ítem	Valor (\$)
Materiales	1.536.736
Sistema de riego	2.310.000
Plantas	4.000.000
Labores plantación	801.594
Imprevistos y otros	315.000
TOTAL	8.963.330

Fuente: proyecto precursor.

Respecto al rendimiento, en el primer año prácticamente no hay producción; esta comienza en el año 2 y aumenta hasta alcanzar la plena producción en el sexto año. Los resultados del proyecto precursor alcanzaron rendimientos modestos (2,0 a 2,3 kg por planta), puesto que durante el proyecto se probaron diversos esquemas de manejo, pero se espera que el máximo nivel de cosecha alcance de 2,5 a 3,5 kg por planta. Por lo tanto, la proyección se realizará sobre una cosecha esperada de 3 kg por planta desde el año 6, equivalente a 5.750 kg por hectárea.

Cuadro 11. Cosecha proyectada en huerto de maqui cultivado

Años	1	2	3	4	5	6 a 15
Cosecha maqui kg/planta	0,0	0,4	1,2	1,8	2,4	3,0
Cosecha maqui kg/ha	0	700	2.300	3.450	4.600	5.750

Fuente: proyecto precursor.

El precio utilizado para la evaluación (\$1.600 por kg) corresponde al observado en la zona en años anteriores, para una fruta de buena calidad y a valores actualizados al año 2021. Los costos se obtuvieron de lo reportado en el proyecto precursor, actualizando los valores y considerando el incremento en el costo de la mano de obra observado en la región para rubros similares.

Cuadro 12. Costos directos por hectárea en huerto de maqui cultivado, en plena producción (desde año 6)

Ítem	Época	Can-tidad	Unidad	Precio (\$/Un)	Valor (\$)
Mano de obra (a)					
Fertirrigación y control de goteros	Octubre-marzo	12,3	JH	18.400	226.320
Poda, desbrote y pintura protectora	May - Nov	29,0	JH	18.400	533.601
Ortofitia (inclinación de ramas)	Ago - Sep	5,0	JH	18.400	92.000
Aplicación de agroquímicos	Anual	6,0	JH	25.300	151.798
Control de malezas	Anual	8,0	JH	18.400	147.200
Cosecha mecanizada (apoyo)	Dic - Ene	2,0	JH	28.750	57.817
Otros	Anual	4,3	JH	18.400	79.120
Total mano de obra		66,6			1.287.857
Maquinaria					
Aplicación fitosanitarios y agroquímicos	Abril - Nov	7,00	JM	78.783	551.482
Trituración poda	Inv-Prim-Ver	1,00	JM	94.249	94.249
Cosecha mecanizada	Dic - Ene	1,00	HÁ	289.712	289.712
Mantenimiento maq. y equipos	Anual	8,98	JM	20.840	187.089
Transporte y fletes	Anual	14,44	JM	4.603	66.490
Total maquinaria					1.189.022
Insumos					
Fertilizantes	Anual				141.038
Fungicidas	Sept - Abril				86.625
Insecticidas - acaricidas	Sept - Abril				134.686
Herbicida	Anual				101.745
Bioestimulantes abonos foliares	Sept - Ene				263.813
Energía	Anual				21.131
Total insumos					749.037
Total costos directos					3.225.916

Fuente: proyecto precursor.

A estos costos directos se agregan costos indirectos como el costo financiero (interés simple 1% mensual por 12 meses por financiar el 50% de los costos directos), el costo de arriendo de la tierra (o costo de oportunidad si el terreno es propio), y montos fijos por concepto de administración, contribuciones e imprevistos.

Cuadro 13. Costos indirectos por hectárea en huerto de maqui cultivado, en plena producción (desde año 6)

Item	Época	Valor (\$)
Costo financiero	Anual	187.836
Costo oportunidad (arriendo)	Anual	700.000
Administración	Anual	94.500
Impuestos y contribuciones	Anual	70.000
Imprevistos	Anual	156.530
TOTAL		1.208.865

Fuente: proyecto precursor.

El costo total por kg de fruta alcanza a \$771, lo que a un precio de venta de \$1.600 por kg arroja un margen unitario de \$829 por kg.

Cuadro 14. Resumen parámetros contables huerto de maqui cultivado, en plena producción (desde año 6)

Parámetro	Valor
Rendimiento (kg/ha)	5.750
Precio venta (\$/kg)	1.600
Ingreso por hectárea (\$)	9.200.000
Costos directos por hectárea (\$)	3.225.916
Costos totales por hectárea (\$)	4.434.781
Margen bruto por hectárea (\$)	5.974.084
Margen neto por hectárea (\$)	4.765.219
Costo unitario (\$/kg)	771
Margen unitario (\$/kg)	829

Fuente: proyecto precursor.

2.5. Rentabilidad esperada

De acuerdo a los parámetros técnicos y económicos señalados anteriormente, se realizan las proyecciones de flujos netos a un horizonte de 15 años, para calcular los indicadores económicos convencionales.

Cuadro 15. Proyección de flujos netos							
	Años						
	0	1	2	3	4	5	6-15
PRODUCCIÓN							
Kilos / há			700	2.300	3.450	4.600	5.750
Precio \$/kg			1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
INGRESOS			1.120.000	3.680.000	5.520.000	7.360.000	9.200.000
INVERSIÓN INICIAL	8.963.330						
COSTOS DIRECTOS		639.345	1.224.488	1.701.633	2.222.969	2.796.229	3.130.594
Imprevistos		31.967	61.224	85.082	111.148	139.811	156.530
Gastos de administración		94.500	94.500	94.500	94.500	94.500	94.500
Costo financiero		38.361	73.469	102.098	133.378	167.774	187.836
Contribuciones		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
Costo arriendo		700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
EGRESOS	8.963.330	1.574.172	2.223.682	2.753.313	3.331.996	3.968.314	4.339.459
MARGEN OPERACIONAL	-8.963.330	-1.574.172	-1.103.682	926.687	2.188.004	3.391.686	4.860.541

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 16. Indicadores de rentabilidad	
Parámetro	Valor
VAN	\$11.534.498
TIR	20,1 %
Tasa de descuento	10 %
Período de recuperación de la inversión	7 años

Fuente: proyecto precursor.

La evaluación económica de inversión en un huerto de maqui, bajo los supuestos de este proyecto diseñado para cosecha mecanizada, con los precios y costos actualizados, dan una TIR de un 20,1%, y un VAN de \$11.534.498, indicadores que señalan que el proyecto es económicamente factible.

En esta evaluación se consideró un precio actualizado de \$1.600/kg, el cual se esperaría que aumentara en la medida en que la demanda por la fruta se haga más robusta, asociado a una mayor promoción de su consumo en los mercados internacionales, desarrollo de

nuevos productos, mayor investigación médica sobre sus atributos, y crecimiento general del mercado de alimentos saludables y funcionales, entre otros factores.

La utilización de mano de obra es inferior a la de otros frutales, esto principalmente por no tener labores de alto costo como son el raleo y cosecha manual, lo que pone al cultivo en una posición favorable ante un escenario actual y proyectado de escasez de mano de obra e incremento de su costo.

La inversión inicial más los costos de los años 1 y 2, en que no hay producción o es muy baja, es de \$11,6 millones/ha, capital invertido que se recupera en el año 7, lo que estaría dentro de lo esperado en las inversiones frutícolas.

Los valores indicados corresponden a un escenario donde se alcanza la productividad esperada, situación que en el proyecto no logró materializarse. Por lo tanto, uno de los riesgos es que el manejo productivo no consiga ser optimizado y no se alcance el rendimiento proyectado. Por otra parte, la hipótesis del crecimiento del mercado podría no cumplirse, por diversos motivos, lo cual generaría una demanda más débil y precios a la baja. Con estos factores se realiza un análisis de sensibilidad para evaluar la rentabilidad del proyecto ante variaciones en dichos parámetros.

Cuadro 17. Sensibilización de rentabilidad VAN (\$) ante variaciones de precio y rendimiento

		Precio (\$/kg)		
		1.100	1.600	2.100
Rendimiento (kg/ha)	4.100	-12.309.644	-1.724.542	8.860.560
	5.000	-7.337.504	5.507.662	18.352.827
	5.750	-3.194.054	11.534.498	26.263.050

Fuente: proyecto precursor.

Considerando el precio inicial de \$1.600 por kg, si el rendimiento cayera de 5.750 kg/ha a 5.000 kg/ha (o bien, de 3,0 kg/planta a 2,6 kg/planta), el proyecto seguiría siendo rentable, con un VAN de \$5,5 millones. Pero al rendimiento alcanzado en el proyecto (2,2 kg/planta o 4.100 kg/ha) el proyecto no resulta rentable. Con precio \$1.600, se requiere al menos un rendimiento de 4.315 kg/ha o 2,3 kg/planta (rango superior a lo observado en el proyecto) para lograr un VAN mayor que cero.

Si el precio del producto se redujera en \$500, alcanzando un valor \$1.100/kg, el proyecto no sería rentable bajo ninguno de los niveles de rendimiento ejemplificados. Sería necesario una producción de 6.328 kg/ha o 3,3 kg/planta para alcanzar un VAN positivo.

En el caso contrario, si el precio subiera \$500 llegando a \$2.100/kg, el proyecto sería rentable en los 3 niveles de productividad indicados, necesitándose un mínimo de 3.260 kg/ha o 1,7 kg/planta para obtener un VAN mayor a cero.

Considerando que la posibilidad de un aumento de demanda y buenos precios está sustentada en información de mercado y en las tendencias de la industria, el incremento del rendimiento, de la mano de un manejo productivo cada vez más acucioso, sería la clave para rentabilizar un proyecto de este tipo.

► 3. Alcance del negocio

El maqui se distribuye naturalmente en un amplio territorio de la zona centro sur de nuestro país y en una variedad de condiciones agroecológicas. Es una planta de alto vigor y gran capacidad de rebrote, por lo cual, bajo las condiciones adecuadas de manejo, debería ser capaz de adaptarse a una gran diversidad de condiciones.

El desafío para el cultivo, en consecuencia, es determinar las condiciones de manejo específicas que deben proveerse para que la especie desarrolle su potencial en cada sitio de cultivo. Los parámetros técnicos obtenidos en este proyecto (especialmente preparación de suelo, fertilización y riego), deben ser ajustados de acuerdo con las condiciones particulares. Esto se ha verificado, por ejemplo, en otro proyecto de innovación cofinanciado por FIA donde se estableció un huerto piloto en la Región de Los Ríos, en el cual las condiciones edafoclimáticas son muy distintas a la Región del Maule. En este modelo se proyectan rendimientos máximos en plena producción de 4,0 kg/planta en seco y 9,0 kg/planta bajo riego.

De todos modos, el tipo de sistema productivo no es sustancialmente distinto de otros frutales que han penetrado en la pequeña y mediana agricultura, como los arándanos o frambuesas. No es un cultivo altamente demandante de mano de obra en época que no sea de cosecha, por lo cual existe capacidad humana para su implementación.

Respecto a la cosecha mecanizada, condición indispensable para la viabilidad, se requiere maquinaria existente en el mercado nacional, con las debidas adaptaciones de operación. Por lo tanto, el acceso a la maquinaria no debería ser un factor limitante para el cultivo.

Existiendo poderes compradores en varias regiones, y considerando que existe una gran cantidad de pequeños recolectores locales, resulta técnica y económicamente factible implementar pequeños huertos de maqui. A la fecha se registran algunos pequeños emprendimientos de cultivo en distintas regiones del país, tanto en agricultores individuales como en grupos de ellos, pero todavía son incipientes. Probablemente por desconocimiento o

falta de apoyo tecnológico, en general los pequeños y medianos propietarios de tierras y bosques, las organizaciones de la agricultura familiar campesina y las comunidades mapuche no evidencian hasta el momento una participación importante en el cultivo del maqui.

Una condición propia de este cultivo, como de otras especies frutícolas, es que se requiere respaldo financiero para realizar la inversión inicial y sostener la operación hasta que comienzan a obtenerse ingresos relevantes en el tercer año, y recuperando la inversión en el año 7. Esto puede implicar una barrera de entrada para agricultores con acceso limitado a financiamiento.

Esta situación sería menos limitante para agricultores con mayor capitalización, así como para empresas procesadoras exportadoras que busquen mediante integración vertical obtener una mayor seguridad en el abastecimiento de la materia prima.



► 4. Claves de viabilidad

De acuerdo con los resultados del proyecto, existen ámbitos técnicos, de mercado y comerciales necesarios de abordar para llevar a cabo el cultivo del maqui en nuestro país, en el marco del modelo productivo desarrollado. Los aspectos más significativos son:

- **Optimización del manejo productivo.** Para la implementación exitosa y efectiva del modelo productivo presentado se requieren ajustes propios del proceso, que por la duración del proyecto no pudieron ser abordados. Esto es principalmente la depuración (identificar y corregir errores) del manejo productivo (fertilización, podas, riego) para la obtención de mayores rendimientos por planta. La orientación al alto rendimiento permite optimizar la inversión, y el uso de maquinaria de cosecha permitiría acelerar la recuperación de la inversión y dar mayor respaldo económico ante eventuales bajas en el precio del producto. Considerando que se obtuvieron rendimientos de 2,0 a 2,3 kg por planta, resulta fundamental realizar un seguimiento de largo plazo para ajustar los manejos de modo de alcanzar al menos los 2,5 kg por planta que se plantearon en el mismo proyecto.
- **Asesoría profesional.** Para mejorar los indicadores productivos de forma consistente y replicando el cultivo en distintas zonas, uno de los aspectos clave es una asesoría profesional adecuada, al ser el maqui una especie de domesticación muy reciente. En nuestro país son muy escasos los especialistas en berries nativos en general y de maqui en particular. Los proyectos realizados a la fecha se han basado en el conocimiento que instituciones y profesionales han acumulado durante poco más de una década, desde los primeros estudios de material genético silvestre, y en la adaptación del conocimiento de manejo de otros frutales. Por lo tanto, se hace necesario formar profesionales y extensionistas que puedan asesorar emprendimientos de cultivo en las distintas zonas agroecológicas donde es factible de realizar.
- **Desarrollo de mercados.** Si bien existen en Chile poderes compradores e industrias de distinto tamaño orientadas al procesamiento de la fruta, el consumo interno es muy limitado, orientándose casi en su totalidad al mercado externo. Siendo el maqui un fruto endémico, su nivel de conocimiento por parte de la industria, distribuidores y consumidores de otras latitudes es prácticamente nulo, aun cuando cuente con una serie de atributos favorables respaldados por abundante investigación científica. Por lo tanto, el principal factor que podría impulsar a la industria del maqui y a través de ello hacer más competitivo el cultivo, es un desarrollo significativo de los mercados externos mediante un trabajo activo de posicionamiento como producto nacional y saludable. Es decir, poner en práctica una estrategia país, similar a lo que se ha hecho con los vinos, salmones y otros productos, mediante la cual se den a conocer las características funcionales y saludables del maqui, su origen nacional, su estándar de producción limpia y sustentable, y sus posibilidades de utilización en los mercados de destino. El mercado natural para

la fruta es el de los nutraceuticos y el de los ingredientes funcionales para la industria alimentaria, por lo cual debe desarrollarse un programa orientado a la industria de esos rubros, donde el mercado de Estados Unidos representa una participación muy significativa.

A modo de ejemplo, el açai, fruta de origen amazónico con propiedades antioxidantes, en los últimos 20 años ha tenido un fuerte impulso por parte de Brasil, su principal exportador, que lo ha llevado a alcanzar un valor total de mercado estimado en US\$722 millones para el año 2019. En ese mismo año, el mercado del maqui se valoraba en US\$28 millones. Es decir, con el esfuerzo alineado de empresas y gobierno, Brasil fue capaz de posicionar un fruto desconocido para el mundo en los principales mercados consumidores.

- **Acreditación científica y médica.** Relacionado con lo anterior, el marketing del maqui como superfruta, rica en antioxidantes y con diversas propiedades biológicas, debe estar sustentado por investigación científica y acorde con las normativas en los mercados de destino. En Estados Unidos, actualmente no sería posible rotular un producto que contenga maqui con una declaración similar a “cardioprotector” o “antidiabético”, aun cuando haya literatura científica en esa línea, pues no cumple con los requisitos de la autoridad sanitaria. Las declaraciones de propiedades saludables autorizadas en el etiquetado de alimentos han sido revisadas por la FDA (Food and Drug Administration), y para ello debe haber un acuerdo científico significativo entre los expertos calificados de que la declaración está respaldada por la totalidad de la evidencia científica disponible públicamente para una relación sustancia/enfermedad. Para ello se requiere no solo investigación *in vitro* o en modelos animales, si no que estudios clínicos validados. Bajo estos requisitos, actualmente solo están permitidas las siguientes declaraciones o “*health claims*” en alimentos:
 - Calcio, vitamina D / osteoporosis
 - Lípidos dietéticos (grasas) / cáncer
 - Grasas saturadas y colesterol en la dieta / riesgo de enfermedad coronaria
 - Edulcorantes dietéticos de carbohidratos no cariogénicos / caries dental
 - Productos de cereales que contienen fibra, frutas y verduras / cáncer
 - Defectos del ácido fólico y del tubo neural
 - Frutas y verduras / cáncer
 - Frutas, verduras y productos a base de cereales que contienen fibra, en particular fibra soluble / riesgo de enfermedad coronaria
 - Sodio / hipertensión
 - Fibra soluble de ciertos alimentos / riesgo de enfermedad coronaria
 - Proteína de soya / riesgo de enfermedad coronaria
 - Estanoles, esteroides / riesgo de enfermedad coronaria

Nuestro país debería liderar la investigación científica y médica necesaria para acreditar las propiedades del maqui, lo que requiere destinar recursos y trabajar de manera coordinada entre la industria y las autoridades.

Con el mercado europeo ocurre una situación similar, ya que la normativa asociada a los “*novel foods*” o alimentos nuevos requiere que se presente un expediente de postulación del producto, que incluya estudios legales, de composición, historia de uso, proceso productivo y seguridad para el consumidor, entre otros, lo cual también requiere de una fuerte inversión.

- **Plataforma de información.** Sería de gran valor para la industria crear una plataforma que contenga una sistematización del conocimiento acumulado y los proyectos realizados, especialmente aquellos desarrollados con financiamiento público, de tal manera que cualquier nueva iniciativa cuente con esa base necesaria para focalizar los recursos en los aspectos más críticos.

En definitiva, siendo Chile el único potencial exportador de maqui, depende de la industria y las autoridades nacionales el impulso de su consumo en el exterior, lo que a su vez estimulará la industria local y a los proveedores de la fruta y, por ende, le dará pertinencia a los proyectos de desarrollo en este rubro.

► 5. Asuntos por resolver

Los rendimientos obtenidos en el proyecto estuvieron por debajo de lo esperado, principalmente por el proceso de aprendizaje en el manejo del riego y la fertilización, por lo cual se requerirían ajustes para alcanzar rendimientos de a lo menos 2,5 a 3,5 kg por planta, esperables para la zona de cultivo.

Las densidades de plantación recomendadas como conclusión del proyecto no pudieron ser totalmente validadas en su relación con el volumen cosechado, debido a la falta de uniformidad de las plantas, producto de los continuos replantes y reposiciones. Las mediciones de cosecha no pudieron ser realizadas bajo todos los tratamientos de densidad, por lo cual para confirmar la recomendación deberían extenderse y completarse ensayos de densidad versus producción. Si bien no se pudo evaluar estadísticamente las distancias de plantación, hay consenso entre los especialistas en que una distancia de plantación de 3,0 a 3,5 metros entre hileras y de 1,5 metros sobre la hilera son las más adecuadas para el cultivo.

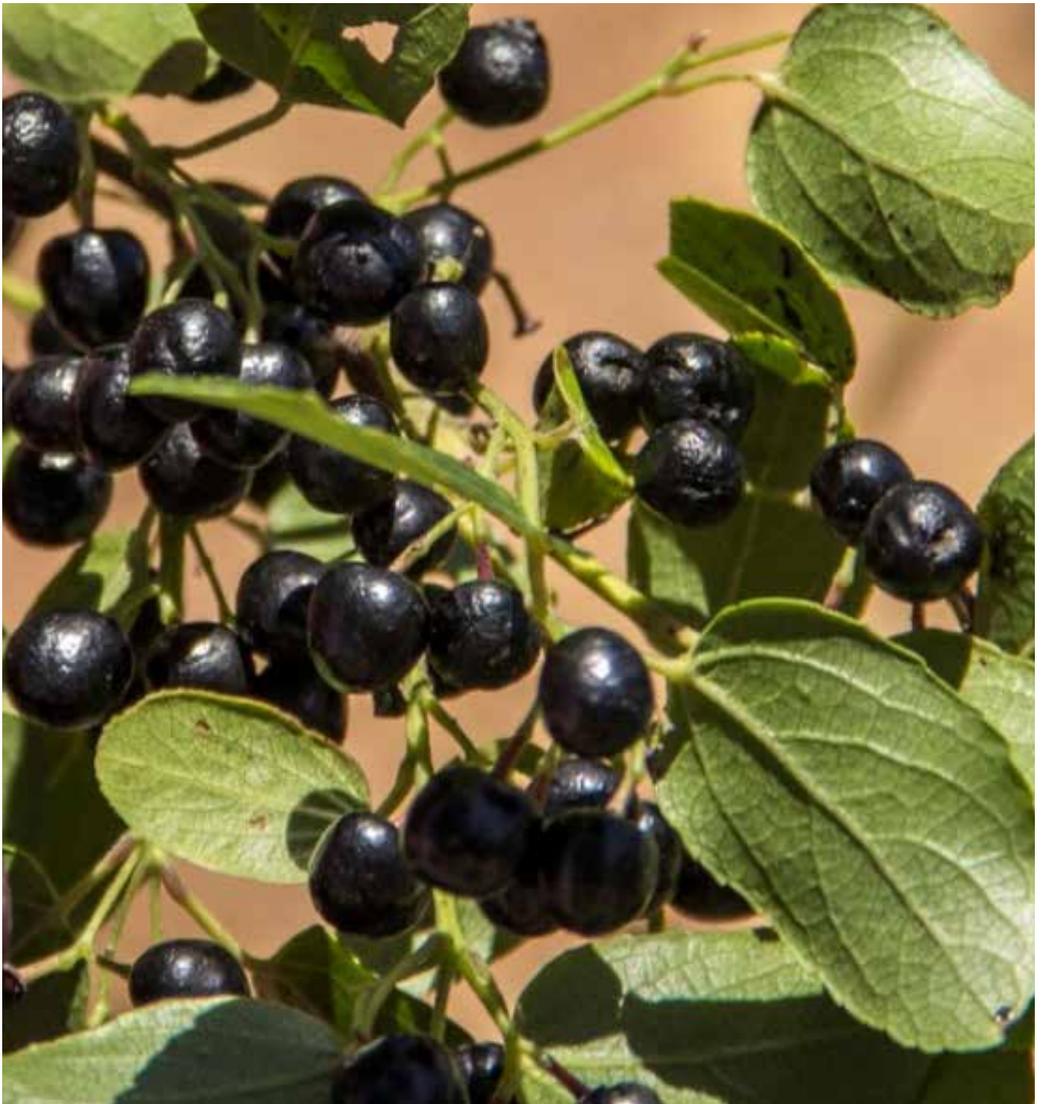
Los análisis realizados en la composición química de la fruta cosechada arrojaron una alta variabilidad entre clones y entre temporadas, sin que pudiera dilucidarse el origen de esas diferencias. Se requiere realizar más estudios que relacionen las medidas de manejo productivo, cosecha y poscosecha con la composición de la fruta, para identificar las fuentes

de variabilidad y manejarlas de tal forma que el nivel de compuestos bioactivos sea más homogéneo y predecible.

Un tema no abordado por el proyecto, pero que sería de gran interés desde el punto de vista comercial es implementar un manejo de tipo orgánico para la certificación del producto, aplicando productos y protocolos existentes para otros frutales.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor





► 1. Características generales

El objetivo principal del proyecto fue diseñar, implementar y validar un modelo productivo para el cultivo de maqui, con un manejo agronómico que permita cosechar en forma mecanizada su fruta para uso agroindustrial. Se estructuró en torno a los siguientes objetivos específicos:

1. Diseñar e implementar un huerto piloto para cultivar maqui que permita: observar, registrar, intervenir y manejar sus estados fenológicos y las variables agronómicas del cultivo; implementar ensayos de distancias de plantación, formación, poda y conducción; y seleccionar un sistema de manejo agronómico que permita la cosecha mecanizada de la fruta.
2. Probar, evaluar y, en caso de ser necesario, adaptar maquinarias y equipos de cosecha mecanizada que permitan que esta labor sea más eficiente que la cosecha manual desde el punto de vista del rendimiento, calidad de la fruta y costo.
3. Establecer la rentabilidad del sistema productivo de cultivo de maqui para destino agroindustrial, mediante el registro detallado y análisis de los costos de producción, rendimiento productivo y precios de compra de fruta en el mercado, que permitan validar la opción del cultivo comercial de maqui.
4. Lograr la incorporación de frutos de maqui en dos procesos agroindustriales (deshidratación convencional en secador de tambor y elaboración de puré sin concentrar), de manera de obtener dos nuevos productos para el mercado nacional e internacional que mantengan las propiedades funcionales y nutricionales de la fruta fresca.

El ejecutor del proyecto fue la empresa Agrícola Ana María S.A., con más de 60 años de trayectoria en el cultivo de frutales, y como asociado la empresa Agroindustrial Surfrut Ltda., dedicada al procesado de frutas y hortalizas. Ambas empresas cuentan con una gestión profesional e innovadora, abasteciendo tanto el mercado nacional como internacional. Esta visión es la que las ha llevado a incursionar en el cultivo del maqui, especie tradicionalmente de recolección silvestre, que por las excelentes propiedades de su fruto ha tenido un creciente consumo en el mundo.

A través del proyecto se busca establecer un nuevo negocio de cultivo del maqui, en forma moderna y eficiente, bajo rigurosos parámetros de producción y luego de elaboración de productos que mantengan y potencien las propiedades de la fruta fresca.

► 2. Validación de la tecnología

El proyecto desarrolló diversas metodologías que generaron resultados verificados de carácter técnico, los que pueden agruparse en torno a las siguientes líneas de trabajo:

Establecimiento de huerto piloto y manejos agronómicos

El proyecto se inició con el establecimiento de un huerto piloto de 0,8 hectáreas de maqui en el sector de Los Niches, en la comuna de Curicó, con clones provistos por el Programa de Mejoramiento Genético y Domesticación de la Universidad de Talca y Fundación Chile. Sobre este huerto piloto se realizaron las observaciones, registros, ensayos e intervenciones agronómicas del cultivo.

El primer año (2015) se estableció el huerto piloto de maqui, de acuerdo con lo programado, con clones provenientes de la selección realizada por la Universidad de Talca y por Bestplant. La distancia de plantación fue variable, según los distintos ensayos, con camellón, mulch plástico y riego por goteo.

La preparación y acondicionamiento de suelo es similar a la que se hace para cualquier otro frutal: pasar tridente o subsolador, arar con cincel en X, realizar rastraje, micro nivelar, emparejar y mullir al máximo, hacer camellones pequeños para las plantas y realizar las enmiendas químicas según análisis de suelo.

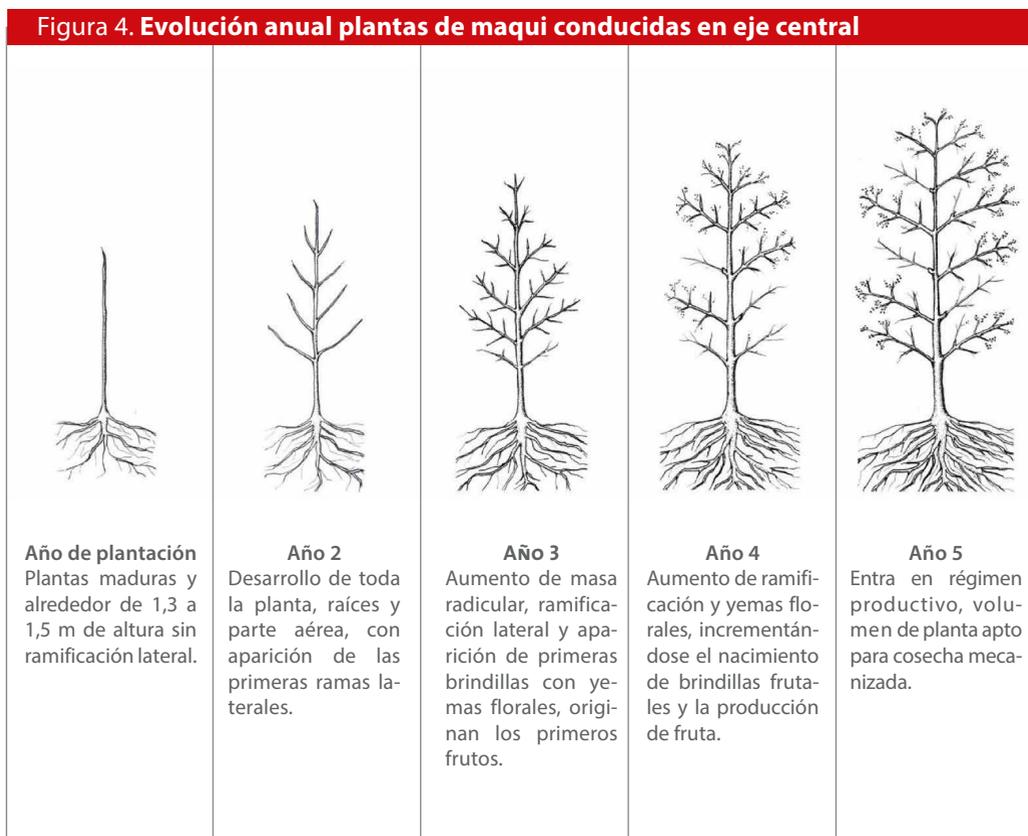
Dado que no existía literatura en relación con el riego del maqui, se consideró que el sistema debía estar calculado para cubrir los requerimientos de agua que tenga la planta en estado adulto, con carga de fruta completa y condiciones de temperatura y radiación extremas (demanda máxima de 9 mm de evaporación diaria). Se utiliza un sistema de goteros, con doble tubería por cada hilera, y ubicados a 50 cm de distancia uno de otro, con caudales de 2 l/h. Si los terrenos elegidos tienen pendientes mayores a 10 %-12 %, deben utilizarse goteros compensados.

Las plantas deben quedar expuestas para capturar la mayor cantidad posible de luz, necesaria para el rebrote y renovación de ramas, inducción y diferenciación floral, eficiencia en la fotosíntesis, desarrollo de flores y frutos, y distribución eficaz de productos aplicados. Para ello la mejor orientación en frutales 35°-65° NP/SO.

La disposición más recomendada es de 3,5 metros entre hilera y 1,5 metros sobre hilera, lo que resulta en una densidad de 1.095 plantas por hectárea. Para clones o ecotipos de crecimiento menos vigoroso, esta densidad podría aumentarse, con marcos de plantación de 3,5 x 1,2 m o de 3,2 x 1,0 metros. El 10%-11% deben ser polinizadores, por tratarse de una especie dioica. Es muy importante seleccionar plantas sanas y bien desarrolladas, ya que toleran mejor las heladas, brotan de forma pareja y tienen un mejor crecimiento.



Vista general de huerto piloto, año 2015 (proyecto precursor).



Fueron evaluados distintos sistemas de poda y conducción, siempre con el objetivo de compatibilizarlo con la cosecha mecánica. Se definió que la mejor opción es el sistema libre tipo eje central sin ramas principales, ni brazos ni pisos, solo con crecimientos débiles hacia la entre hilera y la sobre hilera, idealmente que no sobrepasen los 60-80 cm, una altura de 2,3 m aproximadamente. Este sistema es de fácil implementación y manejo, con podas de mantenimiento en primavera y verano, no requiere amarras y es el que mejor se adapta a la cosecha mecanizada con la máquina tipo olivera. Se estima una producción de 2,5 a 3,5 kg/planta, aunque para el huerto piloto se obtuvieron rendimientos cercanos a 2,0 kg/planta.

Es necesario considerar desde el inicio una estructura de apoyo en base a tutores, cabezales y al menos una hebra de alambre, ubicada al comienzo, para amarrar los tutores que apoyarán las plantas. Esta estructura debe ser diseñada para soportar y proteger a las plantas de las vibraciones que provoca la máquina cosechadora.

Para guiar a la planta según el sistema de conducción elegido, es necesario efectuar poda de formación en los dos primeros años, eliminando ramas más gruesas que el eje principal, chupones y brotes vigorosos que emergen desde su base. Posteriormente se deben realizar podas de producción, orientadas a obtener un equilibrio entre la presencia de ramillas fructificando, ramillas en crecimiento y formación de nuevas yemas, y madera en crecimiento. Con esto se favorece el desarrollo y producción sostenida en el tiempo.

Las podas se realizan en invierno con la eliminación de la madera gruesa y despejando el centro de la planta. Luego, en el mes de octubre, se realiza poda para despuntar chupones vigorosos de modo que den origen a ramificaciones nuevas que renovarán la planta, y luego una poda de higiene y limpieza de poscosecha, eliminando el material dañado por el paso de la máquina cosechadora. Como de costumbre, los cortes deben ser sellados inmediatamente para evitar la entrada de hongos o bacterias.

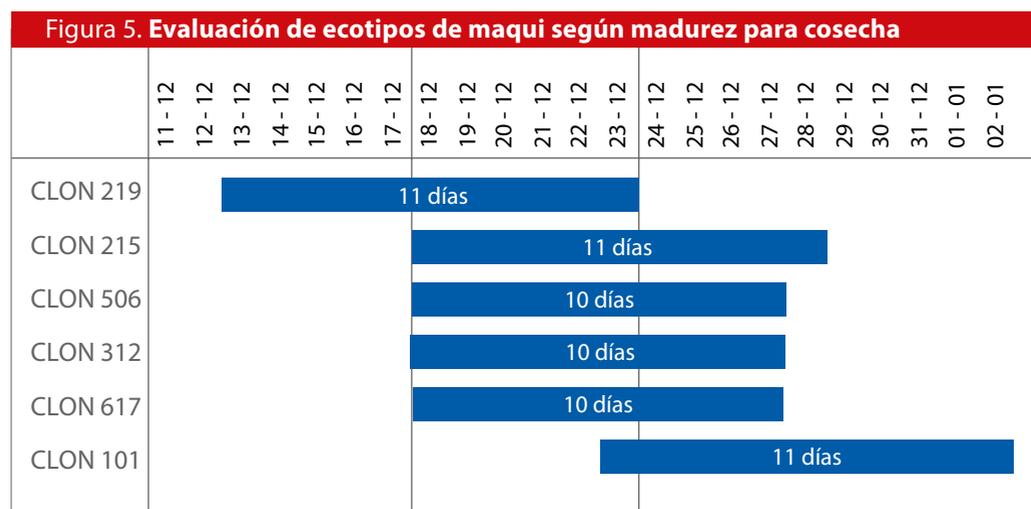


Plantas de 3 a 4 años, tamaño definitivo.

El maqui, como otros frutales, requiere apoyo nutricional; sin embargo, las dosificaciones deben ser bajas, en especial los estimulantes foliares, pues las flores y frutos son delicados. Se elaboró una pauta de fertilización para nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, de acuerdo con la edad desde la plantación. Esta pauta, así como los detalles del calendario anual de aplicaciones, se encuentra en el “Manual técnico económico del maqui para cosecha mecanizada”, publicado durante el desarrollo del proyecto (disponible en Biblioteca Digital de FIA).

Periodo de cosecha y nivel de antioxidantes

Para estimar el periodo óptimo de cosecha del huerto de maqui, en la última temporada se analizaron 6 clones o ecotipos mediante conteo del estado de maduración de sus frutos, entre el 13 de diciembre y el 2 de enero. Las plantas muestreadas tenían 4 temporadas en campo, altura mayor a 2 m y 1,5 m de ancho, buena carga frutal y vigor alto, por lo tanto fueron representativas de una planta en plena producción.

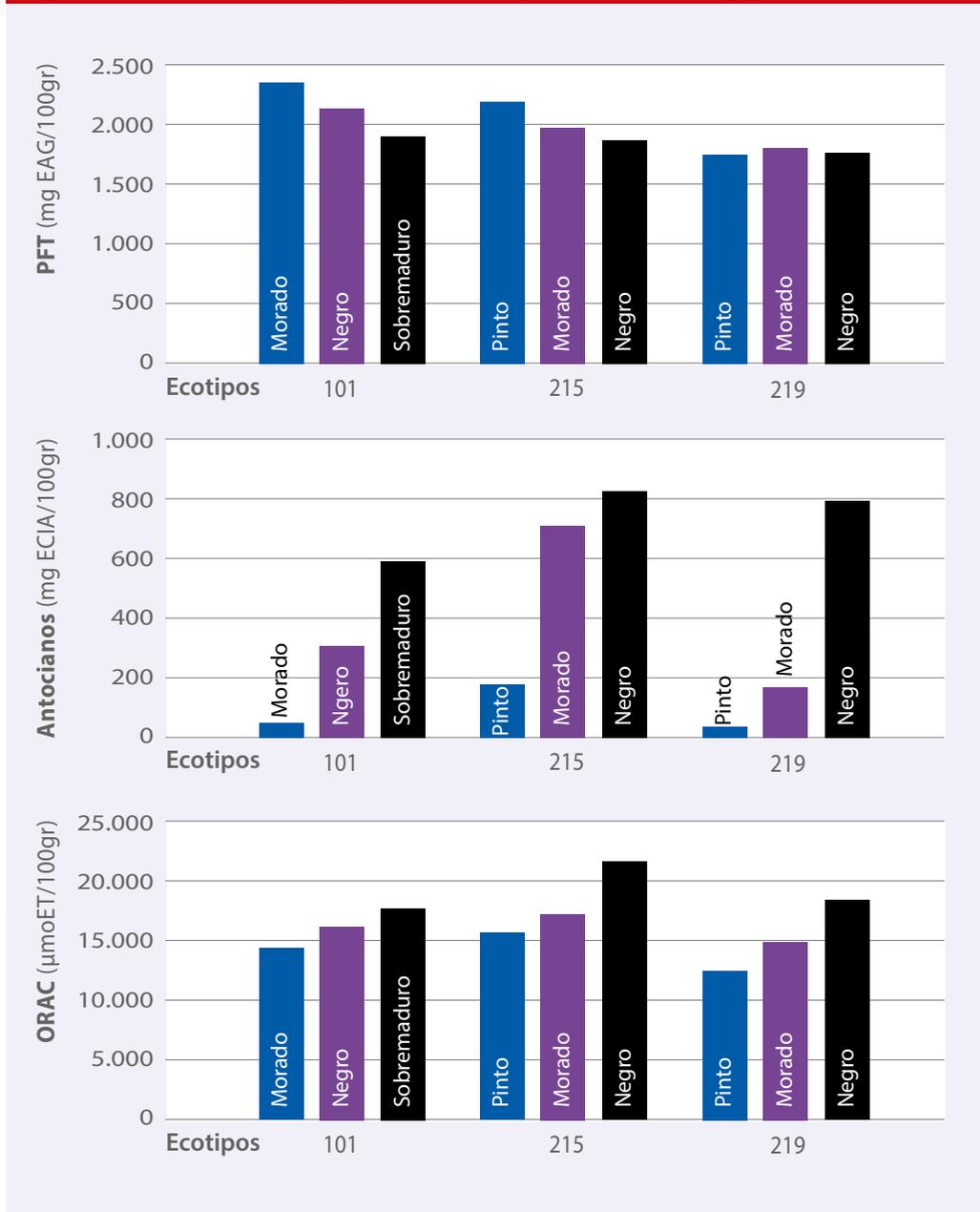


Tomando como referencia que al menos un 70 % de los frutos deben estar maduros (color morado oscuro) para que la planta sea cosechada, los resultados indicaron que todos los ecotipos estuvieron en condición de cosecha durante un periodo de 10 a 11 días. Posterior a este periodo comienza la deshidratación del fruto en la planta. De los 6 clones evaluados, 5 coincidieron en un periodo de 5 días, entre el 18 y el 23 de diciembre; y 4 de ellos coincidieron en una ventana de 10 días, entre el 18 y el 27 de diciembre. Solo uno de los clones mostró una maduración más tardía.

Todos los clones evaluados alcanzaron el mínimo de 70 % de frutos maduros para cosecha y dos de ellos lograron maduración de más del 95 % de los frutos. Conociendo el comportamiento de los ecotipos del huerto, es posible planificar la cosecha mecanizada para la ventana temporal de mayor probabilidad de maduración, que en este caso fue entre el 18 y el 27 de diciembre.

El estado de madurez del fruto también dice relación con su capacidad antioxidante. Se evaluaron 3 ecotipos, cosechando en tres estados de madurez y midiendo tres parámetros: polifenoles totales (PFT), antocianos y ORAC (capacidad antioxidante *in vitro*). Solo el primero de los parámetros mostró declinación a medida que aumenta la madurez, en 2 de 3 ecotipos, mientras que los valores de antocianos y ORAC se vieron incrementados cuanto más madura está la fruta. Este también es un elemento a considerar para la planificación de la cosecha, puesto que el grado de madurez cuando esta se realice tendrá influencia sobre las propiedades funcionales de la fruta.

Figura 6. Evaluación de ecotipos de maqui según antioxidantes y grado de madurez



Cosecha mecanizada

En la primera temporada del proyecto se realizaron evaluaciones de cosecha manual para medir el rendimiento del proceso. Cabe señalar que la cosecha se hizo mediante un método no destructivo, es decir, no se cortan las ramas como se hace tradicionalmente, sino que se extraen los frutos uno por uno. Esto evita el daño en la planta y la reducción de su capacidad productiva futura. Mediante cosecha manual se logra extraer toda la fruta con mínima pérdida, pero el proceso es sumamente lento y laborioso.

En la primera temporada se evaluó también la cosecha manual asistida con equipos que se utilizan para la cosecha de olivos. Estos consisten en una pértiga que en su extremo tiene un peine que gracias a la acción de un motor sacude las ramas haciendo caer los frutos. Este método reduce notablemente el tiempo de cosecha, pero requiere de un tiempo adicional de recogida y separación de impurezas, ya que junto con la fruta caen hojas y ramas.



Cosecha manual no destructiva.
Fuente: proyecto precursor.



Cosecha con asistencia de equipo mecánico.

Para evaluar el uso de sistema mecánico fue necesario adecuar la morfología de los árboles, eliminando los fustes que se encontraban en posición transversal al paso de la máquina y reduciendo su altura. Con ello se pierde cerca de un tercio de la producción total por árbol, pero es necesario para poder realizar una cosecha más eficiente.

Se evaluaron distintas máquinas cosechadoras: la máquina para viñas, descartada por baja altura de trabajo; máquinas para berries (4 modelos evaluados), descartadas por baja capacidad de extracción de la fruta desde el árbol y alta pérdida de fruta a través del sistema de transporte; y máquina para olivos. Esta última resultó ser claramente la más eficiente, debido a su alta capacidad de extracción desde los árboles (85% a 95% de la fruta), baja pérdida en el suelo (menor a 3%) y completa disponibilidad en la época de cosecha de maqui. Esta máquina autopropulsada requiere que las plantas tengan un solo eje para no dañarlas, y cuenta con sacudidores flexibles que mediante movimientos horizontales hacen caer la fruta en dispositivos recolectores con mínimo daño al follaje y la madera. Se le hizo ajustes

en los diferentes elementos: rpm del motor, sacudidores, ventilador y velocidad de avance. Sobre la fruta cosechada se determinó el porcentaje de pureza, se midió la que cayó al suelo y lo que fue arrojado por los ventiladores.

Cabe señalar que para que el trabajo de la maquinaria sea efectivo, las plantas deben tener una condición homogénea, es decir, que su tamaño y arquitectura sea similar. Esta condición no se obtuvo totalmente en el proyecto, ya que al ser una plantación reciente las hileras contaban con algunas plantas bien desarrolladas, otras de menor desarrollo, replantes y plantas nuevas. En un huerto maduro esta situación debiera tender a homogeneizarse.



Cosechadora mecánica de olivos utilizada para maqui.
Fuente: proyecto precursor.



Cosechadora mecánica en operación.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las distintas temporadas y ensayos, se recomienda utilizar la máquina a una velocidad de avance de 2,5 km/h, revoluciones del motor 2100 rpm, revoluciones del ventilador 900 rpm y velocidad de los separadores a 460 rpm, para lograr los mejores resultados en la cosecha.

Los resultados de estas evaluaciones son sistematizados en el siguiente cuadro, donde se asume una densidad de 1.905 plantas por hectárea para todos los sistemas y un tiempo de trabajo efectivo de 7,5 horas por jornada.

Cuadro 18. Comparación de rendimiento de diferentes sistemas de cosecha de maqui			
Parámetro rendimiento	Manual	Semi mecanizado	Mecanizado
Tiempo cosecha (minutos / árbol)	234	32-35	0,04
Árboles cosechados / jornada	1,92	14,06-12,86	11.430
Hectáreas cosechadas / jornada	0,001	0,007	6,000
Jornadas hombre / hectárea	991	135-148	0,3

Fuente: proyecto precursor.

Dado que se sugiere recolectar cuando se presenta sobre un 70 % de fruta madura, y que la planta no se mantiene en ese estado por más de 5 a 7 días antes de que el fruto se deshidrate en el árbol, resulta prácticamente inviable realizar la cosecha manual en un huerto comercial, por la altísima demanda de mano de obra en un lapso muy reducido. Para una sola hectárea, cosechada en 7 días, se requerirían casi 142 operadores, mientras que con cosecha mecanizada 2 trabajadores pueden cosechar 6 hectáreas en un solo día.

Desarrollo de productos y evaluación de calidad nutricional

Esta línea de trabajo fue desarrollada por el Área de Desarrollo de Nuevos Productos de la empresa asociada Agroindustrial Surfrut Ltda. El trabajo en esta línea consistió en el desarrollo de productos para ser incorporados como ingredientes en la formulación de nuevos alimentos, y de formulaciones listas para el consumo en base a estos mismos ingredientes. Los productos se obtuvieron a partir del procesamiento de la fruta cosechada en el huerto piloto, utilizando las técnicas de deshidratado conductivo (secadores de tambores) y la elaboración de purés asépticos sin concentrar. Tanto los ingredientes como los productos finales fueron analizados en su composición de antioxidantes para evaluar la pérdida de compuestos funcionales durante el proceso.

La técnica de secado por conducción funciona en base a cortos tiempos de exposición a altas temperaturas y es de un costo de operación 3 a 5 veces más bajo que la técnica de liofilización, que es la más utilizada para este tipo de frutos. El trabajo se efectuó en secador piloto, donde el maqui molido con piel y semilla se somete a 110 °C durante 180 segundos, obteniendo **polvo de maqui** con un 7% de humedad.

Para la validez de los datos, los análisis se realizaron en triplicado y las muestras de los productos desarrollados corresponden a maqui de cada temporada de cosecha. Esto principalmente porque la materia prima arroja diferencias importantes entre las temporadas que se evaluó y es importante mantener la atención en la diferencia presentada más que en los valores absolutos, ya que estos van a depender en gran medida del valor inicial de la fruta.

El polvo de maqui obtenido fue utilizado para desarrollar dos productos listos para consumo:

- Hojuelas o chips de manzana con maqui: compuestos de 91 % manzana y 9 % polvo de maqui.
- Clusters o cubos de manzana con maqui: compuestos de 86 % manzana, 5 % solución de pegado y 9 % polvo de maqui.

Una vez obtenida una formulación para cada producto que fuera replicable y estable, es decir, que mantuviera su integridad y no se desprendiera el polvo de maqui, fueron evaluados

organolépticamente por el equipo del proyecto. Se determinó seleccionar los chips de manzana con polvo de maqui como el producto a seguir trabajando, debido a que su proceso es más sencillo (menos costos, reducción de mano de obra, menos procesos involucrados) y mejor su percepción organoléptica.



Clusters de manzana con polvo de maqui



Chips de manzana con polvo de maqui

Posteriormente el polvo de maqui y los chips de manzana con maqui fueron analizados para determinar el contenido de antioxidantes y evaluar así en qué medida estos disminuyen producto del proceso.

Cuadro 19. Nivel de antioxidantes en mejores productos deshidratados y comparación con maqui fresco

Producto	Polifenoles totales (mg EAC/ g)	Antocianos (mg/100 g)	ORAC (μmol TE/100 g)
Maqui fresco	960	860	23.143
Maqui fresco (base seca teórica)	2.263	2.028	54.583
Maqui polvo	2.900	1.550	30.744
Chip de manzana con maqui	750	112	27.812

Fuente: proyecto precursor.

Del cuadro anterior se puede concluir que:

- El polvo de maqui posee 43 % menos valor ORAC que el fruto fresco.
- El polvo de maqui posee 24 % menos contenido de antocianos que el fruto fresco.
- El polvo de maqui posee 28 % más contenido de polifenoles totales que el fruto fresco.

El aumento de polifenoles totales no se vincula a una mejora de la composición químico-funcional del producto, si no que a la formación de compuestos intermedios por la interac-

ción de otros compuestos en combinación con las temperaturas de trabajo, por lo que su valor funcional no se puede asociar a efectos positivos para la salud de las personas.

A partir de esos resultados se entiende que en cualquier aplicación en la que se disponga el maqui deshidratado y sea llevado a una misma base para comparar contenidos, el producto desarrollado no logrará igualar los valores contenidos naturalmente en el maqui.

Considerando que la FDA recomienda un consumo diario de antioxidantes de 30.000 a 50.000 unidades ORAC ($\mu\text{moles de TE}/100\text{ g}$), el consumo de una porción de 40 g de snack de manzana con maqui podría aportar entre un 22 % a 37 % del consumo diario.

La otra línea de trabajo desarrollada fue la elaboración de **puré aséptico de maqui sin concentrar**. Para ello la fruta es sometida a limpieza para extraer hojas, pedúnculo y materiales extraños; luego es sometida a molienda y separación de pulpa, cáscara y semillas, que serán ocupadas en otro proceso donde se secarán y molerán. Dado que este proceso se realiza a nivel de laboratorio y que la materia prima está congelada, se debe hidratar la pulpa para simular la condición inicial de la materia prima fresca (aproximadamente 60-70 % humedad). Posteriormente a ello es sometida al proceso de calentamiento y pasteurización.

La eliminación de semillas y piel, si bien se expresa como una condicionante para desarrollar el proceso exitosamente, también está dada por la valoración sensorial del producto cuando este es realizado con el contenido total del fruto. La semilla, particularmente, entrega una percepción de astringencia que sensorialmente no fue aprobada.

Con el puré aséptico se desarrollaron varias series de recetas, pero se definió por dos en particular ya que son las que por su composición posicionan de mejor forma el concepto de los antioxidantes:

- Manzana – Arándanos – Mora – Maqui – Frambuesa.
- Manzana – Arándanos – Mora – Maqui – Avena – Frambuesa – Inulina.

Cuadro 20. Nivel de antioxidantes en productos desarrollados con puré de maqui y comparación con maqui fresco

Producto	Polifenoles totales (mg EAC/ g)	Antocianos (mg/100 g)	ORAC ($\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$)
Maqui fresco	1.677	661	10.998
Maqui puré aséptico	1.119	2.286	7.792
Receta 1 puré maqui	292	65	2.336
Receta 2 puré maqui	257	61	1.962

Fuente: proyecto precursor.

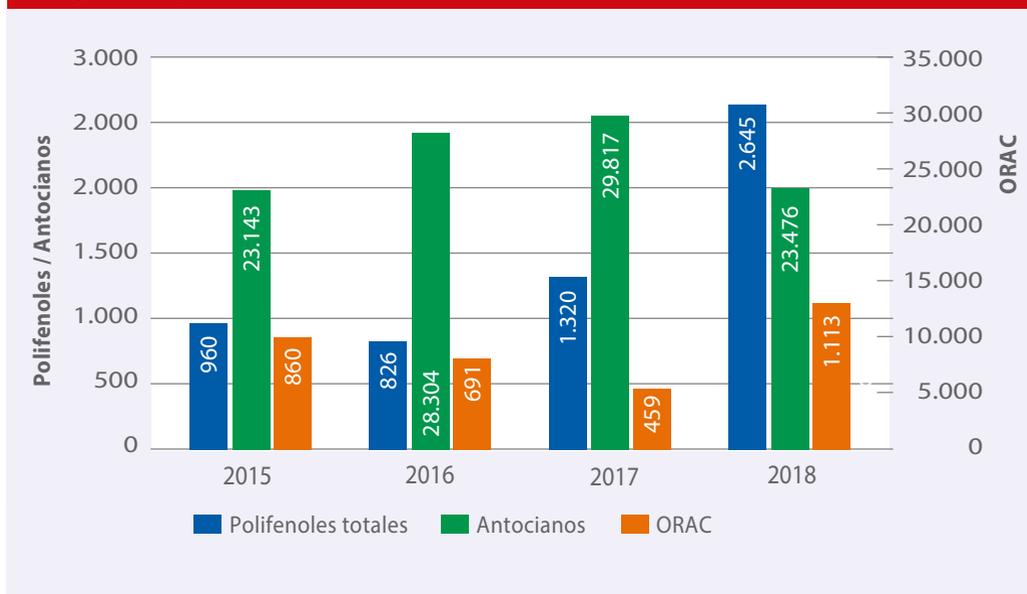
Del cuadro anterior se concluye que al comparar el puré de maqui con la fruta fresca:

- Puré presenta 29% menos de valor ORAC respecto el fruto fresco.
- Puré presenta 57% menos contenido de antocianos totales respecto al contenido del fruto fresco.
- Puré presenta 33% menos de polifenoles totales respecto al fruto fresco. Es probable que esta medición también incluya compuestos intermedios sin valor antioxidante.

Al igual que en los deshidratados, el contar con un producto definido como ingrediente para formar parte de un producto terminado, en ninguna circunstancia va a elevar el valor total de compuesto bioactivo en el producto final, para conseguir un contenido equivalente al del maqui fresco llevado a una misma base de comparación.

Otro resultado valioso obtenido es la diferencia en el nivel de antioxidantes de la fruta fresca entre una temporada y otra, lo que supone un desafío de homogeneización de la materia prima y de comprensión del fenómeno de formación de antioxidantes en la planta. Como se aprecia en la figura siguiente, el nivel de antioxidantes presenta importantes fluctuaciones entre un año y otro, con diferencias relativas entre el valor máximo y mínimo que alcanzan a 2,8 veces para polifenoles, 2,4 veces para antocianos y 1,3 veces para ORAC. Además, los distintos parámetros no varían de forma sistemática, ya que los polifenoles y antocianos alcanzan su nivel más alto en la temporada 2018, mientras que el valor ORAC medido para ese año está entre los más bajos de la serie.

Figura 7. Evaluación de contenidos antioxidantes en maqui fresco según temporada de cosecha



Para las presentaciones en deshidratado, se realizó evaluación de la vida útil solo para el producto listo para el consumo, ya que el polvo de maqui no tiene una valoración sensorial aceptable para ser consumido por sí solo y su presentación en polvo no es compatible con un formato de snack. Para el producto “chip de manzana cubierto de polvo de maqui”, la vida útil está condicionada al tiempo que el producto pueda mantener en el envase el atributo de crocancia en una valoración aceptable.

Estas evaluaciones están predeterminadas por la permeabilidad que el material de envase proporciona, la cual fue valorada en **12 meses** para envase de polipropileno biorientado (BOPP Met de alta barrera) y **18 meses** para envases de aluminio de 7 micras.

En cuanto al puré de maqui, se realizó evaluación de vida útil en tiempo real y en condiciones aceleradas (almacenamiento controlado a 35 °C) y para 15 meses. Los resultados indican que en 15 meses el producto muestra una condición de calidad óptima en color, sabor, textura y apariencia. En base a los datos, se estima que podría prolongarse hasta los **24 meses** sin problemas.

Para las recetas elaboradas en base a puré de maqui, la evaluación de vida útil se hizo solo en condiciones aceleradas. Los datos mostraron evaluaciones sensoriales aceptables hasta la semana 19, equivalente a **19 meses** de vida útil en tiempo real.



Asesoría productiva y difusión del proyecto

En el equipo del proyecto participaron algunos de los especialistas agrónomos que han trabajado en iniciativas pioneras relacionadas con maqui en el país, en complemento con la asesoría de especialistas en manejo productivo de berries. A nivel industrial, la empresa Surfrut dispuso de sus instalaciones y especialistas en análisis de laboratorio y desarrollo de productos, en base a su larga experiencia en procesamiento de frutas.

En cuanto a la difusión se realizaron tres días de campo, todos en la última semana de cosecha de maqui (diciembre 2017, enero 2019 y diciembre 2019), con excelente convocatoria. En los tres días de campo se recorrió el huerto para apreciar el desarrollo de los árboles y presentar los manejos agrónomos realizados, y se realizaron demostraciones con todas las máquinas de cosecha evaluadas.

El conocimiento y la experiencia sistematizada del proyecto se condensó en un documento denominado “Manual técnico económico del maqui para cosecha mecanizada”, el cual se ha distribuido vía electrónica y está disponible a través de la Biblioteca Digital de FIA.



Día de campo con especialistas del proyecto. Fuente: proyecto precursor.

► 3. Estado de ejecución actual

En la actualidad el proyecto de cultivo de maqui se encuentra descontinuado por parte del ejecutor, básicamente por los motivos comerciales y de mercado señalados al inicio de este documento. Sin embargo, continúa presentando muestras de los productos elaborados en ferias y eventos internacionales, con el fin de seguir dando a conocer los atributos del maqui en los mercados externos.

El conocimiento generado por el proyecto ha sido pionero en la materia, especialmente en lo relativo a la cosecha mecanizada, por lo cual despertó gran interés en empresas y agricultores, motivando a realizar experiencias similares en distintas regiones del país.



El valor del proyecto precursor y aprendido

El proyecto analizado se apoya en una serie de iniciativas previas que han aportado conocimiento sobre la especie, su genética, cultivo y comercialización. Constituye el primer esfuerzo sistemático por realizar un cultivo de maqui orientado a la cosecha mecanizada de la fruta. En paralelo a él, otros proyectos en otras regiones han seguido caminos similares, incorporando la cosecha mecanizada como el principal elemento innovador.

El proyecto se fundamenta en algunos factores que, al término de su ejecución, se encuentran plenamente vigentes de acuerdo con la visión de actores relevantes de la industria:

- El maqui es un producto endémico con un gran potencial como ingrediente alimentario funcional y nutracéutico.
- El crecimiento del mercado del maqui necesariamente demandará que el producto se obtenga de cultivos manejados con mayor intensidad, reduciendo la participación de la recolección silvestre.



- La domesticación del maqui permite reducir la eventual sobreexplotación y destrucción de un recurso forestal nativo.
- La cosecha de maqui cultivado necesariamente requiere del uso de maquinaria, pues la altísima demanda de mano de obra para la cosecha manual tornaría inviable al cultivo.

El proyecto consiguió diseñar y poner en práctica un modelo productivo que demostró su capacidad para implementar un huerto de maqui, realizar los manejos adecuados y obtener una buena calidad de producto cosechado sin dañar las plantas. Si bien el rendimiento final no fue el óptimo, el registro de las acciones realizadas provee los antecedentes para ajustar los parámetros de manejo y aumentar la productividad.

El huerto piloto se ubicó en la comuna de Curicó, en la Región del Maule, por lo cual las decisiones de manejo fueron tomadas de acuerdo con las características de los suelos, temperaturas, humedad y otras condiciones propias de ese territorio. La plasticidad del maqui para adaptarse a distintas condiciones en su distribución silvestre permite suponer que el cultivo podría replicarse en otras regiones de la zona centro sur del país, para lo cual será necesario adaptar el protocolo productivo a la realidad local.

El diseño del huerto (densidad, sistema de conducción y podas) permitió la utilización exitosa de maquinaria utilizada para la cosecha de olivos, adaptada para la cosecha del maqui, obteniendo un alto porcentaje de fruta con mínimo daño para la planta. Con ello se resuelve la principal traba para la domesticación de la especie, que es la alta demanda de mano de obra concentrada en un periodo de cosecha muy breve, y que además coincide con la temporada de cosecha de otros frutales.

La evaluación económica demostró que incluso en un huerto de 1 hectárea, bajo el manejo productivo propuesto, con el precio de producto actual para la región y con un rendimiento adecuado al potencial de la especie en la zona, el proyecto es rentable. Los resultados indican un margen neto por hectárea de \$4,7 millones, desde el sexto año de plantación en adelante, cuando la producción se encuentra en pleno régimen con una productividad de 3 kg de fruta por planta. La inversión inicial es del orden de los \$9 millones y se recupera al séptimo año desde la plantación. Para el escenario base de precio \$1.600 por kg de fruta, y con costos totales de \$4,4 millones por hectárea en pleno régimen, se requiere un rendimiento de al menos 2,3 kg por planta (5.750 kg/ha con 1.905 plantas/ha) para que el proyecto sea rentable, con una tasa de descuento del 10% a 15 años de evaluación.

Este negocio sería abordable para productores de toda escala, en la medida en que dispongan de poderes compradores cercanos o capacidad para acopiar y congelar la fruta rápidamente, para evitar su fermentación, y que tengan la capacidad de financiar los dos primeros años, en los que prácticamente no hay ingresos.

Si bien el sistema productivo no es complejo ni difiere demasiado de otros frutales, es necesaria una adecuada asesoría para ajustar los manejos, monitorear el cultivo y tomar decisiones oportunas de riego, fertilización y poda. Dado que no existe una masa crítica de asesores especialistas en el cultivo de maqui, y que se trata de un cultivo aún incipiente, el proceso tendrá mucho de aprendizaje a medida que se desarrolle.

A nivel nacional existe una capacidad instalada y creciente de industrias que compran y procesan la fruta, por lo cual no habría restricciones para acceder a un poder comprador. La industria procesadora se beneficiaría con el cultivo de maqui, ya que tendría un aprovisionamiento más seguro, estable, trazable y homogéneo de materia prima. Sin embargo, la industria en general sigue siendo relativamente pequeña, con exportaciones anuales de US\$3 millones en los últimos dos años. La presencia de productos en base a maqui en los mercados externos es limitada, ya que se trata de un producto desconocido, con una participación menor dentro del mercado de las superfrutas.

Las propiedades nutricionales y funcionales del maqui, acreditadas mediante numerosas investigaciones científicas, permiten anticipar una demanda creciente en los principales mercados para este tipo de productos. Sin embargo, para que ello sea posible, es necesario adoptar una estrategia a nivel país, que reúna a las autoridades y a la industria para sistematizar el conocimiento acumulado en varios años de investigación sobre el maqui y realizar acciones concertadas de marketing internacional, informando sus propiedades y acercando el producto a procesadores y distribuidores de ingredientes funcionales y nutracéuticos. Esto implica también un trabajo permanente de desarrollo de nuevos productos procesados y aumento de volumen, acorde a la demanda del mercado internacional de ingredientes.

En este contexto de crecimiento potencial de la industria, el trabajo en asegurar la sustentabilidad de los macales, mejorar la calidad de la fruta, la trazabilidad y seguridad del proceso, la certificación orgánica y la investigación que sustente las propiedades declaradas, son elementos centrales para el posicionamiento internacional. En lo que se refiere a la sustentabilidad, no puede obviarse el escenario de cambio climático y sequía que afecta a gran parte del país, y cómo el cultivo se inserta en esta realidad.

Sin un trabajo mancomunado del sector productivo en el desarrollo comercial, los emprendimientos en cultivo podrían verse limitados por una insuficiente capacidad de la industria de colocar productos en mercados de alto valor.

Anexos

Anexo 1. Cuadros de análisis económico

Anexo 2. Bibliografía consultada

Anexo 3. Entrevistas realizadas

ANEXO 1. Cuadros de análisis económico

Cuadro 21. Ficha técnica cultivo de maqui, alta producción, año 6**Parámetros generales**

1 hectárea	Variedad: varios clones
Tecnología de riego: riego por goteo	Destino de producción: proceso industrial
Densidad (Plantas/ha): 1.905 (3,5 x 1,5 m)	Tecnología: media
Huerto en plena producción: 6° año	Cosecha: diciembre- enero

Parámetros

Rendimiento (kg/ha):	5.750
Precio de venta a productor (\$/kg): ⁽¹⁾	\$ 1.600
Costo jornada hombre (\$/JH)	18.400
Costo jornada hombre periodo cosecha (\$/JH)	28.750
Tasa interés mensual (%):	1,00%
Meses de financiamiento:	12

Resumen contable:

Ingreso por hectárea (e)	9.200.000
Costos directos por hectárea (a+b+c)	3.225.916
Costos totales por hectárea (a+b+c+d)	4.434.781
Margen bruto por hectárea (e - (a+b+c))	5.974.084
Margen neto por hectárea (e - (a+b+c+d))	4.765.219
Costo total unitario (\$/kg)	\$ 771

Costos directos	Época	Cantidad	Unidad	Precio (\$/un)	Valor (\$)
Mano de obra (a)					
Fertirrigación y control de goteros	Octubre-marzo	12,3	JH	18.400	226.320
Poda, desbrote y pintura protectora (inv. - prim. - ver.)	May - Nov	29,0	JH	18.400	533.601
Ortofitia (inclinación de ramas)	Ago - Sep	5,0	JH	18.400	92.000
Aplicación de agroquímicos	Anual	6,0	JH	25.300	151.798
Control de malezas	Anual	8,0	JH	18.400	147.200
Cosecha mecanizada (apoyo)	Dic - Ene	2,0	JH	28.750	57.817
Otros	Anual	4,3	JH	18.400	79.120
Total mano de obra		66,6			1.287.857

Maquinaria (b)

Aplicación fitosanitarios y agroquímicos	Abril - Nov	7,00	JM	78.783	551.482
Trituración poda (inv-prim-ver)	Inv-Prim-Ver	1,00	JM	94.249	94.249
Cosecha mecanizada	Dic - Ene	1,00	Há	289.712	289.712
Mantenimiento maquinaria y equipos	Anual	8,98	JM	20.840	187.089
Transporte y fletes	Anual	14,44	JM	4.603	66.490
Total maquinaria					1.189.022

Costos directos	Época	Cantidad	Unidad	Precio (\$/un)	Valor (\$)
Insumos (c)					
Fertilizantes	Anual				141.038
Fungicidas	Sept - Abril				86.625
Insecticidas - Acaricidas	Sept - Abril				134.686
Herbicida	Anual				101.745
Bioestimulantes - Abonos foliares	Sept - Ene				263.813
Energía	Anual				21.131
Total insumos					749.037

Total costos directos (a+b+c)					3.225.916
--------------------------------------	--	--	--	--	------------------

Imprevistos (sobre el total de costos directos)	Anual	5%	Porcentaje		156.530
--	-------	----	------------	--	---------

Costos indirectos (d)					
Item	Época	Cantidad	Unidad	Precio(\$/un)	Valor (\$)
Costo financiero (tasa de interés) ⁽²⁾	Anual	1,0%	Porcentaje		187.836
Costo oportunidad (arriendo)	Anual				700.000
Administración	Anual				94.500
Impuestos y contribuciones	Anual				70.000
Total costos indirectos					1.052.336

Total costos					4.434.781
---------------------	--	--	--	--	------------------

Análisis de sensibilidad ⁽³⁾ Margen neto (\$/ha)			
Rendimiento (kg/ha)	Precio (\$/kg)		
	1.100	1.600	2.100
4.750	\$ 790.219	\$ 3.165.219	\$ 5.540.219
5.750	\$ 1.890.219	\$ 4.765.219	\$ 7.640.219
6.750	\$ 2.990.219	\$ 6.365.219	\$ 9.740.219

Costo unitario (\$/kg) ⁽⁴⁾			
Rendimiento (kg/ha)	4.750	5.750	6.750
Costo unitario (\$/kg)	\$ 934	\$ 771	\$ 657

Notas:

- (1) El precio del kilo de fruta de **maqui** corresponde al promedio estimado de la región a nivel predial durante el periodo de cosecha en la temporada en el 2020.
- (2) 1,0 % mensual simple, tasa de interés promedio de las empresas distribuidoras de insumos.
- (3) Margen neto corresponde a ingresos totales (precio venta x rendimiento) menos los costos totales.
- (4) Representa el precio de venta mínimo para cubrir los costos totales de producción.

Cuadro 22. Cosecha de fruta en cultivo de maqui

	Años					
	1	2	3	4	5	6-15
Producción kg/hectárea	0	700	2.300	3.450	4.600	5.750
Producción kg/planta	0	0,4	1,2	1,8	2,4	3,0

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 23. Costos modelo cultivo de maqui: unidades

COSTOS	Unidad	\$/ unidad	Años					
			1	2	3	4	5	6-15

INSUMOS**Fertilizantes de suelo**

Urea	kg	315	30,0					
Sulfato de amonio	kg	354	20,0	20,0	30,0	40,0	50,0	55,0
Fosfato monoamónico	kg	630	10,0	10,0	15,0	25,0	30,0	35,0
Sulfato de potasio	kg	551			20,0	35,0	40,0	45,0
Sulfato de magnesio	kg	236	10,0	10,0	20,0	30,0	35,0	40,0
Nitrato de calcio	kg	331			25,0	30,0	35,0	40,0
Ácido fosfórico	kg	788	8,0	8,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Ácido húmico	kg	788	10,0	10,0	20,0	30,0	40,0	45,0

Insecticidas

Acetamiprid	unidad	11.813			1,5	1,5	1,5	1,5
Dipel Betk	unidad	23.625	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Avaunt	unidad	25.200			1,2	1,2	1,2	1,2
Diazol	unidad	10.238	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Clorpirifos	unidad	5.906	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Aceite	unidad	1.181	10,0	20,0	30,0	40,0	40,0	40,0
Rack	unidad	496			1,0	1,0	1,0	1,0

Bioestimulantes y abonos foliares

N-Boron	unidad	3.150	2,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0
Defender Boro	unidad	2.363	2,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0
Sett	unidad	3.938					2,0	2,0
Citogrower	unidad	6.300					2,0	2,0
Maxigrow	unidad	9.450					1,0	1,0
Frutaliv	unidad	9.450				2,0	2,0	2,0
Defender Potasio	unidad	4.725				3,0	3,0	3,0
Defender Magnesio	unidad	3.150				3,0	3,0	3,0
Stimplex	unidad	6.300				3,0	4,0	4,0
Biotron	unidad	6.300					3,0	3,0
Kelpac	unidad	11.813					3,0	3,0
Crop	unidad	17.325					2,0	2,0
Berrie	unidad	6.300					2,0	2,0
Nutri Magnesio	unidad	3.150	2,0	4,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Frutipac	unidad	5.513					1,0	1,0

Fungicidas

Mamull	unidad	25.200		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
MasterCop	unidad	4.253		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Serenade	unidad	7.088				2,0	2,0	2,0
Biorend Cobre	unidad	7.088		3,0	4,0	5,0	6,0	4,0
Pasta poda	unidad	1.733	2,0	3,0	4,0	6,0	6,0	6,0

COSTOS	Unidad	\$/Unidad	Años					
			1	2	3	4	5	6-15
Herbicidas								
Farmon	unidad	7.088	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Glifosato	unidad	6.143	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Garlon Plus	unidad	3.938	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Paraquat	unidad	6.300	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
ELECTRICIDAD	\$/kg	3,68	700	700	2.300	3.450	4.600	5.750
MANO DE OBRA				31,2	37,5	46,0	56,0	66,5
PODA				7,6	11,0	17,0	23,0	29,0
Invierno	JH	18.400		3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Primavera	JH	18.400		1,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Verano	JH	18.400		2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Pintura de cortes	JH	18.400		0,6	1,0	2,0	3,0	4,0
Prep. Trituradora	JH	18.400		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
COSECHA				0,4	0,8	0,8	1,3	1,9
Apoyo cosecha mecanizada	JH	28.750		0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
Jefe de cuadrilla	JH	28.750	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
Seleccionadores	JH	28.750	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
Planillero	JH	28.750	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Colación cosecha	unidad	1.680	0,0	0,4	0,8	0,8	1,3	1,9
OTROS			16,4	23,2	25,7	28,2	31,7	35,6
Preparación aplicación	JH	25.300	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,0
Aplicación manual	JH	25.300	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Preparación de riego	JH	18.400	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0
Riego	JH	18.400	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Ortofitia y/o amarra	JH	18.400	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,0
Monitoreo de plagas y enfermedades	JH	18.400		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
BPA	JH	18.400		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Mantenimiento general	JH	18.400		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Control malezas	JH	18.400	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0
MAQUINARIA			1,4	2,6	4,8	6,4	8,2	9,0
Aplicaciones								
Herbicida	JM	88.121	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	4,0
Agroquímicos	JM	66.333	0,9	0,9	1,8	2,0	2,5	3,0
Poda (triturar poda)	JM	94.249		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Cosecha mecanizada	HÁ	289.712		0,5	0,6	0,8	0,9	1,0
TRANSPORTE								
Traslado trabajadores	ha	368		1,0	2,0	2,0	3,3	5,0
Fletes cosecha a planta	ha	7.000			2,8	4,2	5,6	6,9
Fletes internos varios	ha	6.417	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	2,5
MANTENCIÓN maq. y equipos	JM	20.840	1,0	3,0	4,9	6,6	8,2	9,0
ADMINISTRACIÓN	ha	94.500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 24. Costos modelo cultivo de maqui: valorización

Ítem	Años					
	1	2	3	4	5	6
INSUMOS	205.025	272.525	382.623	528.248	703.948	717.460
Fertilizantes de suelo	39.375	29.925	68.250	100.575	123.525	141.038
Urea	9.450	0	0	0	0	0
Sulfato de amonio	7.088	7.088	10.631	14.175	17.719	19.491
Fosfato monoamónico	6.300	6.300	9.450	15.750	18.900	22.050
Sulfato de potasio	0	0	11.025	19.294	22.050	24.806
Sulfato de magnesio	2.363	2.363	4.725	7.088	8.269	9.450
Nitrato de calcio	0	0	8.269	9.923	11.576	13.230
Ácido fosfórico	6.300	6.300	11.813	15.750	19.688	23.625
Ácido húmico	7.875	7.875	15.750	23.625	31.500	35.438
Insecticidas	50.794	62.606	122.874	134.686	134.686	134.686
Acetamiprid	0	0	17.719	17.719	17.719	17.719
Dipel Betk	11.813	11.813	11.813	11.813	11.813	11.813
Avaunt	0	0	30.240	30.240	30.240	30.240
Diazol	15.356	15.356	15.356	15.356	15.356	15.356
Clorpirifos	11.813	11.813	11.813	11.813	11.813	11.813
Aceite	11.813	23.625	35.438	47.250	47.250	47.250
Rack	0	0	496	496	496	496
Bioestimulantes y abonos foliares	17.325	29.138	29.138	107.888	257.513	263.813
N-Boron	6.300	9.450	9.450	15.750	15.750	15.750
Defender Boro	4.725	7.088	7.088	11.813	11.813	11.813
Sett	0	0	0	0	7.875	7.875
Citogrower	0	0	0	0	12.600	12.600
Maxigrow	0	0	0	0	9.450	9.450
Frutaliv	0	0	0	18.900	18.900	18.900
Defender Potasio	0	0	0	14.175	14.175	14.175
Defender Magnesio	0	0	0	9.450	9.450	9.450
Stimplex	0	0	0	18.900	25.200	25.200
Biotron	0	0	0	0	18.900	18.900
Kelpac	0	0	0	0	35.438	35.438
Crop	0	0	0	0	34.650	34.650
Berrie	0	0	0	0	12.600	12.600
Nutri Magnesio	6.300	12.600	12.600	18.900	25.200	31.500
Frutipac	0	0	0	0	5.513	5.513
Fungicidas	3.465	60.165	68.985	93.713	100.800	86.625
Mamull	0	25.200	25.200	25.200	25.200	25.200
MasterCop	0	8.505	8.505	8.505	8.505	8.505
Serenade	0	0	0	14.175	14.175	14.175
Biorend Cobre	0	21.263	28.350	35.438	42.525	28.350
Pasta poda	3.465	5.198	6.930	10.395	10.395	10.395
Herbicidas	101.745	101.745	101.745	101.745	101.745	101.745
Farmon	14.175	14.175	14.175	14.175	14.175	14.175
Glifosato	55.283	55.283	55.283	55.283	55.283	55.283
Garlon Plus	3.938	3.938	3.938	3.938	3.938	3.938
Paraquat	28.350	28.350	28.350	28.350	28.350	28.350

Ítem	Años					
	1	2	3	4	5	6
ENERGÍA ELÉCTRICA	2.573	2.573	8.453	12.679	16.905	21.131
MANO DE OBRA	312.800	586.182	707.964	865.414	1.054.688	1.268.657
Poda	0	139.840	202.400	312.800	423.201	533.601
Invierno	0	55.200	73.600	110.400	147.200	184.000
Primavera	0	18.400	18.400	36.800	55.200	73.600
Verano	0	36.800	55.200	73.600	92.000	110.400
Pintura de cortes	0	11.040	18.400	36.800	55.200	73.600
Prep. trituradora	0	18.400	36.800	55.200	73.600	92.000
Cosecha	0	12.172	24.344	24.344	40.168	57.817
Apoyo cosecha mecanizada	0	2.875	5.750	5.750	9.488	14.375
Jefe de cuadrilla	0	2.875	5.750	5.750	9.488	14.375
Seleccionadores	0	2.875	5.750	5.750	9.488	14.375
Planillero	0	2.875	5.750	5.750	9.488	11.500
Colación cosecha	0	672	1.344	1.344	2.218	3.192
Otros	312.800	434.170	481.220	528.270	591.319	677.239
Preparación aplicación	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	50.599
Aplicación manual	37.949	50.599	63.249	75.899	88.549	101.199
Preparación de riego	64.400	64.400	64.400	64.400	64.400	73.600
Riego	152.720	152.720	152.720	152.720	152.720	152.720
Ortoftia y/o amarra	18.400	36.800	55.200	73.600	92.000	92.000
Monitoreo de plagas y enfermedades	0	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200
BPA	0	33.120	33.120	33.120	33.120	33.120
Mantenimiento general	0	36.800	36.800	36.800	36.800	36.800
Control malezas	36.800	48.000	64.000	80.000	112.000	128.000
MAQUINARIA	95.126	296.692	483.017	652.712	813.767	890.898
APLICACIONES	99.883	147.821	295.641	397.028	518.316	551.482
Herbicida	40.183	88.121	176.242	264.363	352.483	352.483
Agroquímicos	59.700	59.700	119.399	132.666	165.832	198.999
PODA (Triturar poda)	0	18.850	37.699	56.549	75.399	94.249
COSECHA MECANIZADA	0	144.856	173.827	231.769	260.741	289.712
TRANSPORTE	6.417	6.784	26.596	39.527	52.935	66.490
Traslados trabajadores	0	368	735	735	1.213	1.838
Fletes cosecha a planta	0	0	19.444	29.167	38.889	48.611
Fletes internos varios	6.417	6.417	6.417	9.625	12.833	16.042
MANTENCIÓN MAQ. Y EQUIPOS	19.977	62.305	101.434	137.069	170.891	187.089
Total costos directos (\$)	639.345	1.224.488	1.701.633	2.222.969	2.796.229	3.130.594
Administración	94.500	94.500	94.500	94.500	94.500	94.500
Intereses	38.361	73.469	102.098	133.378	167.774	187.836
Arriendo o costo alternativo	735.000	735.000	735.000	735.000	735.000	735.000
Impuestos / Contribuciones	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
Imprevistos 5%	31.967	61.224	85.082	111.148	139.811	156.530
COSTOS TOTALES	1.609.172	2.258.682	2.788.313	3.366.996	4.003.314	4.374.459

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 25. Flujos de ingresos y egresos proyecto cultivo de maqui

	Años							
	0	1	2	3	4	5	6	
Producción								
Kilos/há		0	700	2.300	3.450	4.600	5.750	
Kilos/superficie total		0	700	2.300	3.450	4.600	5.750	
Precio (\$/kg)			0	1.600	1.600	1.600	1.600	
Ingresos (miles \$)			1.120	3.680	5.520	7.360	9.200	
Inversión inicial (miles \$)	8.963							
Costos directos de operación (miles \$)		639	1.224	1.702	2.223	2.796	3.131	
Imprevistos 5% (miles \$)		32	61	85	111	140	157	
Gastos de adm. (miles \$)		95	95	95	95	95	95	
Costo financiero (miles \$)		38	73	102	133	168	188	
Gastos generales Impuestos (miles \$)		70	70	70	70	70	70	
Costo arriendo o costo alternativo (miles \$)		700	700	700	700	700	700	
Egresos (miles \$)	8.963	1.574	2.224	2.753	3.332	3.968	4.339	
Margen operacional (miles \$)	-8.963	-1.574	-1.104	927	2.188	3.392	4.861	
Flujo acumulado (miles \$)	-8.963	-10.538	-11.641	-10.714	-8.526	-5.135	-274	

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

	Años								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750
	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750
	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200
	3.131	3.131	3.131	3.131	3.131	3.131	3.131	3.131	3.131
	157	157	157	157	157	157	157	157	157
	95	95	95	95	95	95	95	95	95
	188	188	188	188	188	188	188	188	188
	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	700	700	700	700	700	700	700	700	700
	4.339	4.339	4.339	4.339	4.339	4.339	4.339	4.339	4.339
	4.861	4.861	4.861	4.861	4.861	4.861	4.861	4.861	4.861
	4.586	9.447	14.307	19.168	24.028	28.889	33.750	38.610	43.471

Cuadro 26. Exportaciones nacionales de productos en base a maqui, periodo 2015-2020 (US\$ FOB)*

Arancel	Descripción arancel	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
8104029	Los demás arándanos azules o blueberry, frescos (desde 2012)	0	0	0	196	0	0	0	0	0	0	0
8109079	Los demás maquis (<i>Aristotelia chilensis</i>) (desde 2017)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8109099	Las demás frutas u otros frutos, frescos (desde 2012)	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
8119071	Maquis orgánicos, congelados, incluso con azúcar o edulcorante (desde 2017)	0	0	0	0	0	0	0	528	222	2	0
8119079	Los demás maquis, congelados, incluso con azúcar o edulcorante (desde 2017)	0	0	0	0	0	0	0	363	376	511	136
8119090	Las demás frutas y otros frutos, congelados, incluso con azúcar o edulcorante	146	39	245	400	736	671	1.581	720	345	233	173
8134049	Los demás arándanos secos (desde 2012)	0	0	0	91	2	254	67	280	0	0	0
8134071	Maquis secos orgánicos (desde 2017)	0	0	0	0	0	0	0	5	103	119	6
8134079	Los demás maquis secos (desde 2017)	0	0	0	0	0	0	0	20	2	93	0
8134090	Los demás frutos secos, excepto de partidas 0801 a 0806	512	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8134091	Los demás frutos secos orgánicos, excepto de partidas 0801 a 0806 (desde 2012)	0	0	77	31	38	23	12	10	0	20	6
8134099	Los demás frutos secos, excepto de partidas 0801 a 0806 (desde 2012)	0	0	329	130	10	6	18	6	0	0	0
11063000	Harina y sémola de las frutas del capítulo 8 (todos los años)	66	390	389	324	905	3.179	6.896	7.215	1.722	1.564	1.717
12119090	Las demás plantas, partes de plantas, semillas y frutos, para perfumería, medicina, frescas o secas, incluso cortadas, quebrantadas o pulverizadas (hasta 2011)	55	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12119091	Las demás plantas, partes de plantas, semillas y frutos orgánicos, para perfumería, medicina, frescas o secas, incluso cortadas, quebrantadas o pulverizadas (desde 2012)	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0

Arancel	Descripción arancel	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
12119092	Las demás hojas de maqui orgánico, para perfumería, medicina, frescas o secas, incluso cortadas, quebrantadas o pulverizadas (desde 2017)	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0
13021990	Los demás Jugos y extractos vegetales; materias pécticas, pectinatos y pectatos; agaragar y demás mucílagos y espesativos derivados de los vegetales, incluso modificados	0	5	0	69	0	0	0	0	0	0	29
15159090	Los demás aceites vegetales y sus fracciones, incluso refinados	0	0	0	0	0	1	8	8	3	3	5
20089990	Los demás frutos y partes comestibles de plantas, preparados o conservados incluso con adición de azúcar u otro edulcorante o alcohol (todos los años)	0	0	0	62	226	785	487	113	0	5	4
20098010	Jugo de mora, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con azúcar u otro edulcorante (hasta 2011)	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20098090	Los demás jugos de frutas y hortalizas, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con azúcar u otro edulcorante (hasta 2011)	1.099	597	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20098990	Los demás jugos de frutas y hortalizas, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con azúcar u otro edulcorante (desde 2012)	0	0	88	88	249	1.262	1.120	656	354	484	689
20099000	Mezclas de jugos de frutas y hortalizas, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con azúcar u otro edulcorante (todos los años)	0	0	3	3	12	1	0	0	0	2	7
21069010	Polvos para la fabricación de budines, cremas, gelatinas y similares	0	0	2	21	10	3	0	0	0	0	0
21069090	Las demás preparaciones alimenticias no expresadas ni comprendidas en otra parte	0	0	0	0	10	22	57	10	2	10	58
23080000	Las demás materias, desperdicios, residuos vegetales, incluso en pellets, del tipo usado para alimentar animales, NENCOP	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
TOTAL		1.877	1.258	1.133	1.424	2.206	6.248	10.245	9.957	3.130	3.046	2.830

* Productos en base a maqui identificados por glosa específica o por descripción detallada del producto.

Fuente: elaboración propia con información de Aduanas.

ANEXO 2. Bibliografía consultada

CIREN-ODEPA. 2021. *Catastro Frutícola, Principales Resultados Región de O'Higgins / Septiembre 2021*. Centro de Información de Recursos Naturales; Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.

Eguillor, P. 2020. *Agricultura orgánica chilena: estadísticas sectoriales 2019*. Departamento de Política Sectorial y Análisis de Mercado. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – Odepa. Ministerio de Agricultura.

FDA. 2009. *Guidance for Industry: Evidence-Based Review System for the Scientific Evaluation of Health Claims*. Center for Food Safety and Applied Nutrition, Food and Drug Administration, United States Department of Health and Human Services.

<<https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-evidence-based-review-system-scientific-evaluation-health-claims>>

Fernández M., Doll U. y C. Vallejos. 2019. *El Maqui: fruto forestal chileno famoso a nivel mundial*. Fondo de Innovación para la Competitividad de la Región del Maule. Código BIP: 30.388.074-0

Global Berries Ltda. 2020. Informe Final "*Plan y Protocolo de Transferencia para el Manejo Productivo y Comercial del Maqui (Aristotelia chilensis) en la Región de Los Ríos*". Corporación Regional de Desarrollo Productivo de la Región de Los Ríos, Gobierno Regional de Los Ríos. Valdivia, Chile.

MINSAL. 2009. Resolución N° 548 exenta, 27 julio 2009. *Listado de medicamentos herbarios tradicionales*. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.

<<http://bcn.cl/2o3z0>>

Ramírez, J.y J. Leiva. 2017. *Resultados y lecciones en herramientas biotecnológicas para la propagación de ecotipos de maqui de alta calidad: proyectos de innovación en las regiones del Maule y de O'Higgins*. Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario. Fundación para la Innovación Agraria.

Romo, R. 2016. *Perspectiva del mercado internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile*. Universidad del Biobío, PYT-0215-0219.

Salinas, J. 2012. *Monografía de Maqui, Aristotelia chilensis (Mol.) Stuntz*. Instituto Nacional Forestal, Programa de Investigación de Productos Forestales no Madereros. Ed. S. Benedetti.

Salinas, J. y G. Caballé (Eds.), 2020. *Maqui, el fruto silvestre de mayor importancia en Chile*. Instituto Forestal, Chile. P. 248.

Servicio Agrícola y Ganadero. 2006. *Ley N°20.089: Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos Agrícolas*. Ministerio de Agricultura, Chile.

<<http://bcn.cl/2m0uv>>

Valdebenito, G.; Molina, J.; Benedetti, S.; Hormazábal, M., y C. Pavez, 2015. *Modelos de Negocios Sustentables de Productos Forestales no Madereros (PFNM) en Chile*. Serie Estudios para la Innovación FIA. Instituto Forestal, Chile.

Valenzuela, M. S. 2021. *Mercado del Maquiberry: Desafíos y Oportunidades*. Proyecto PYT-2017-0205: Desarrollo de un paquete tecnológico para el establecimiento y producción comercial de maqui (*Aristotelia chilensis*) bajo un manejo sustentable que permita mitigar los efectos del cambio climático. Fundación para la Innovación Agraria.

ANEXO 3. Entrevistas realizadas

Nombre	Cargo	Entidad
Patricio Soto Pardo	Coordinador proyecto y especialista	Agrícola Ana María S.A.
Felipe Torti Solar	Especialista equipo técnico	SURFRUT
Isabel Lecaros Urzúa	Exportadora de productos de maqui	Nativ for Life
Andrés Acevedo Farías	Encargado	Comité Maqui, Chilealimentos

155

