



Fundación para la
Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Maquinaria para automatización de cosecha de ciruela para secado

FRUTALES DE HOJA CADUCA



Proyecto de innovación en
Región de O'Higgins



SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO





RESULTADOS Y LECCIONES EN

Maquinaria para automatización de cosecha de ciruela para secado



Proyecto de innovación en
Región de O'Higgins

Valorización a enero de 2020



SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO

Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos la colaboración de Ricardo Quiroz, gerente de COOPEUMO, Francisco Velásquez, propietario de METALTEC y a todas las personas entrevistadas, por su buena disposición y compromiso con los resultados del proyecto.

Resultados y lecciones en

Maquinaria para automatización de cosecha de ciruela para secado

Proyecto de innovación en Región de O'Higgins

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

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Santiago de Chile, octubre 2020

Registro de Propiedad Intelectual N° 2020-A-9206

ISBN 978-956-328-256-6

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Álvaro García Morales, ingeniero agrónomo, M. Sc.

REVISIÓN Y EDICIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Gabriela Casanova, ingeniera agrónoma, Fundación para la Innovación Agraria

FOTOGRAFÍAS

Archivos FIA, Coopeumo proyecto precursor y Guillermo Feuerhake

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 **“Implementación tecnológica de maquinaria para automatización de proceso de cosecha de ciruela para secado”**. Este tuvo como objetivo desarrollar y validar un prototipo de maquinaria de cosecha totalmente automatizada de ciruela para secado, orientado a pequeños y medianos productores de ciruelo europeo en plena producción.

Espero que la información contenida en este documento sirva como aprendizaje y se transforme en un insumo provechoso, especialmente para productores 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	12
1.1. Situación del rubro ciruelas para deshidratado	12
1.2. Desafíos del rubro	17
2. Innovación y base conceptual de la tecnología	19
3. El valor de la herramienta desarrollada	27
4. Conveniencia económica para el productor	29
4.1. Sistema tipo mediano productor con nivel tecnológico intermedio	30
4.2. Sistema tipo pequeño productor con bajo nivel tecnológico	31
5. Claves de la viabilidad	33
6. Asuntos por resolver	35

Sección 2. El proyecto precursor	37
1. Objetivos del proyecto	39
2. Metodología de trabajo	40
3. Resultados obtenidos	41
3.1. Parámetros base para óptima cosecha mecanizada de ciruela	41
3.2. Diseño del prototipo de la máquina cosechadora	42
3.3. Validación con productores asociados	43
3.4. Resultados comerciales y de gestión	44
4. Estado de ejecución actual	45

Sección 3. El valor del proyecto precursor y aprendido	47
---	-----------

Sección 4. Anexos	
1. Fichas técnicas	50
2. Literatura consultada	62
3. Documentos disponibles y contactos	64
4. Resultados búsqueda de patentes	66
5. Entrevistas realizadas y taller de validación	68



Introducción

La presente publicación pone en valor los resultados del proyecto “Implementación tecnológica de maquinaria para automatización de proceso de cosecha de ciruela para secado”, iniciativa que fue apoyada y cofinanciada por FIA, con la finalidad de desarrollar y validar un prototipo de maquinaria de cosecha, transporte y disposición para el secado de frutos en plantaciones de ciruelos europeos, en plena producción.

Este proyecto fue ejecutado por la Cooperativa Campesina Intercomunal Peumo Ltda. –COOPEUMO Ltda.– entre los años 2014 y 2016, en la Región de O’Higgins. Los asociados que contribuyeron al desarrollo del proyecto fueron: la empresa Metaltec S.A. y los agricultores Sr. Pedro Lagos Riveros y Sr. Manuel Yáñez Jara.

El presente documento está estructurado en tres secciones principales. La primera de ellas, “Resultados y lecciones aprendidas”, tiene como finalidad proveer una visión sistematizada del nuevo servicio o herramienta tecnológica que 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 permite mejorar o hacer más eficientes sus procesos productivos y de gestión.

La segunda sección consiste en la descripción del “Proyecto precursor”,¹ donde se ilustran las experiencias que condujeron a la validación y sistematización de la herramienta tecnológica evaluada, como forma de exponer el entorno, metodologías y aplicaciones prácticas que le dieron origen.

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.

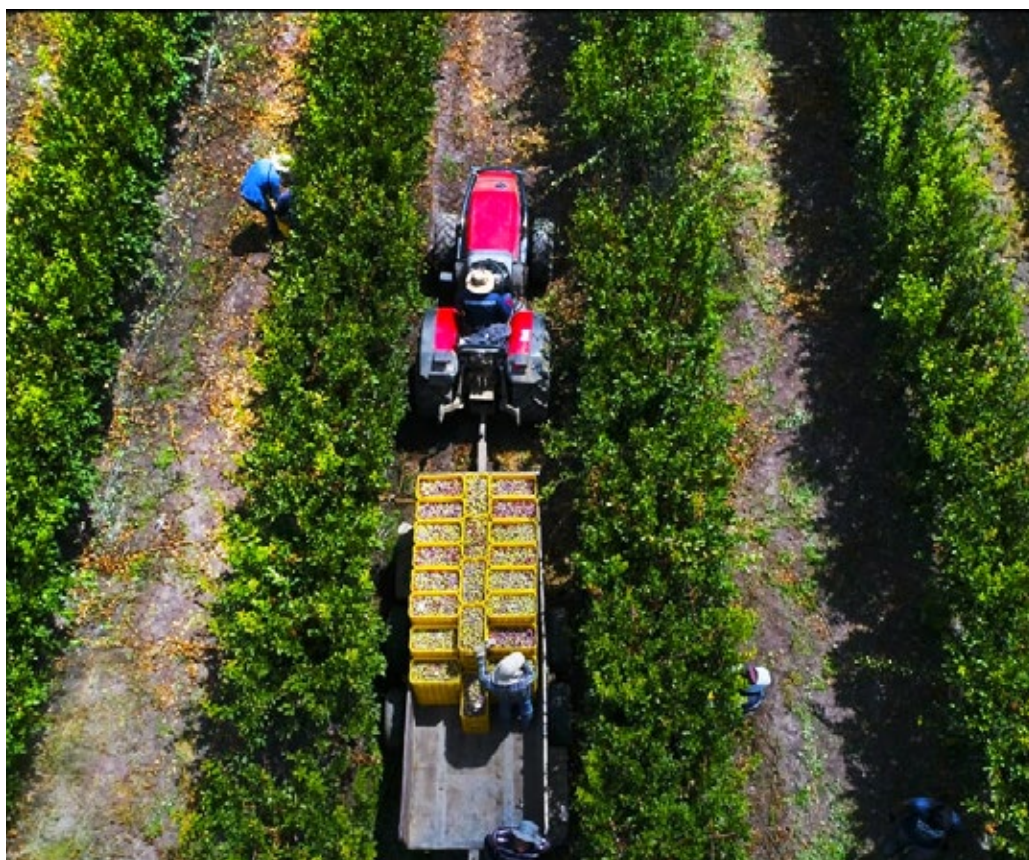
Se espera que esta información, sistematizada en la forma de una “innovación aprendida”,² aporte a los interesados elementos clave respecto de los beneficios del uso o incorporación de los nuevos servicios y herramientas tecnológicas desarrolladas.

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.

² “**Innovación aprendida**”: análisis de los resultados de proyectos orientados a generar un nuevo servicio o herramienta tecnológica. Este análisis incorpora la información validada del proyecto precursor, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de los beneficios económicos de su utilización en el sector.

Resultados y lecciones aprendidas

El presente documento tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas a partir de la realización de un proyecto cofinanciado por la Fundación para la Innovación Agraria, que estuvo orientado a desarrollar un prototipo de maquinaria de cosecha totalmente automatizada de ciruela para secado. Se espera que la información aquí sistematizada aporte a los interesados elementos relevantes para apoyar la toma de decisiones respecto del uso de la herramienta tecnológica desarrollada.



► 1. Antecedentes

1.1. Situación del rubro ciruelas para deshidratado

Contexto internacional

Los principales actores del mercado mundial de la ciruela deshidratada son Estados Unidos, Chile, Argentina y Francia. Estados Unidos es el primer productor mundial de ciruelas deshidratadas, con un volumen que alcanzó a 70.000 toneladas en el año 2018 (32% de la producción mundial).

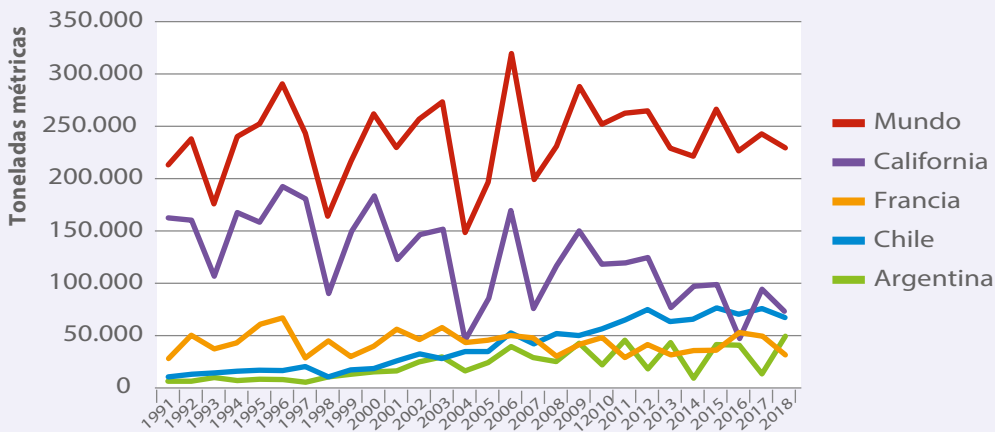
El tamaño del mercado global de ciruelas secas ronda las 270.000 toneladas anuales. La producción mundial del año 2018 alcanzó aproximadamente las 220.000 toneladas. Según datos estimativos de *International Prune Association* (IPA),³ se proyectan 285.000 mil toneladas para el año 2020, lo que significa un aumento del 30 % en la cantidad de ciruelas producidas a nivel global. Dicho crecimiento plantea un gran desafío técnico-económico para los productores y los abastecedores del mercado mundial de ciruelas, ya que para el año 2020 se necesitará que la demanda mundial pueda absorber toda o gran parte de la oferta de ciruelas deshidratadas que se producirá, ya que de lo contrario el mercado puede sufrir desequilibrios entre la oferta y la demanda generando disminuciones en los precios del producto a causa de la sobreoferta (Secretaría de Agroindustria, 2019).

Chile es el segundo productor mundial de ciruela seca, con un volumen que alcanzó en el año 2018 a 68.000 toneladas, aproximadamente un 31 % del total de la producción mundial.⁴ Durante el segundo semestre de 2016, Chile creció en su posición a nivel mundial y junto con ser el principal exportador pasó también a ser el primer productor, superando a Estados Unidos, como consecuencia de problemas climáticos en ese país, específicamente en California, que afectaron considerablemente la producción de los huertos de ciruelas, con más de un 50 % de pérdidas en la temporada 2016 respecto de la anterior.

³ IPA (*International Prune Association*) es una asociación que reúne a los principales países productores de ciruelas deshidratadas, tales como Chile, Estados Unidos, Francia, Italia, Australia, Serbia y Sudafrica.

⁴ Secretaría de Agroindustria, 2019, basado en cifras de IPA-Comtrade.

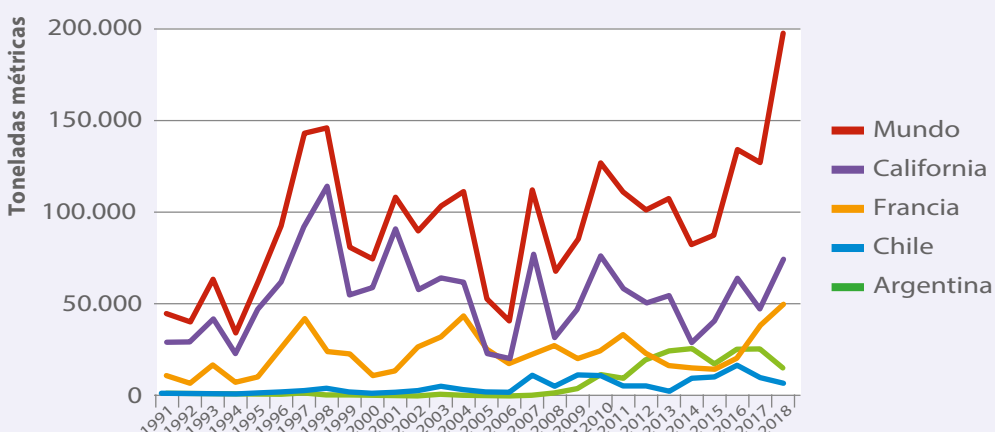
Figura 1. Producción mundial 1991-2018 de ciruela seca



Fuente: Rodríguez, A., 2018.
Situación actual de producción y comercio mundial. 6º Congreso Expo Ciruelas Secas, Chile Prunus.⁵

Como se puede observar en la Figura 1, la producción de ciruelas deshidratadas ha ido fluctuando a través de los últimos años, mostrando altos y bajos en los volúmenes producidos. Esto se debe a fenómenos climáticos que acontecen en los distintos países productores, los cuales determinan distintos niveles de stocks disponibles en todo el mundo (Figura 2). Los stocks se constituyen del volumen de ciruelas deshidratadas que generan los países productores en años productivos –cuando la oferta excede a la demanda– con el fin de compensar la diferencia entre el flujo del consumo y el volumen producido, manteniendo una cantidad de producto “en bodega” que permita asegurar el abastecimiento continuo de los clientes y mercados objetivos (Secretaría de Agroindustria, 2019).

Figura 2. Stock de enlace 1991-2018 de ciruela seca



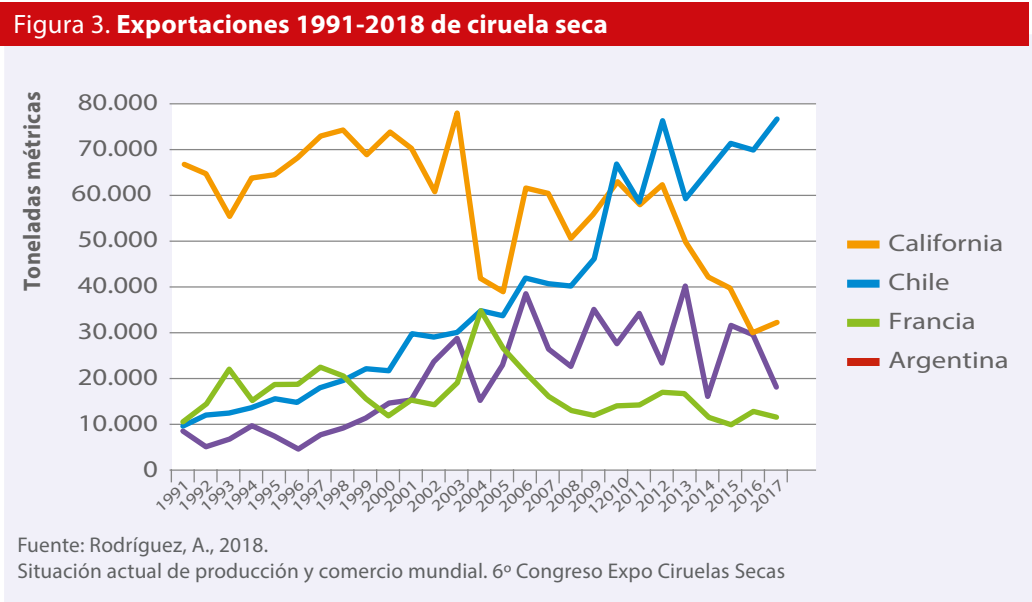
Fuente: Rodríguez, A. ⁶, 2018.
Situación actual de producción y comercio mundial. 6º Congreso Expo Ciruelas Secas, Chile Prunus.

⁵ CHILE PRUNES A.G. es la Asociación Gremial de Procesadores y Exportadores de Ciruelas Secas de Chile, fundada en 2005.
⁶ Andrés Rodríguez, Director Ejecutivo de Chile Prunus A.G., 2018.

Nuestro país es el principal exportador mundial de ciruela deshidratada (Figura 3), comercializando más del 90 % del total producido anualmente. En el año 2017 Chile reporta una exportación de U\$S174,6 millones (34% del valor exportado a nivel mundial) y un volumen de 75.850 toneladas, equivalente al 37 % del total mundial (IPA – Comtrade). Para el 2020 se espera exportar 60.874 toneladas de ciruela seca, equivalente a una disminución del 7,9% respecto a 2019, cuando se enviaron 66.150 toneladas a los mercados (Sotomayor⁷, 2019).

De acuerdo con Sotomayor (2019), en los últimos 13 años Chile ha tenido un crecimiento del 37 % en destinos de exportación, siendo México, Polonia, Rusia, Reino Unido y Estados Unidos sus principales destinos por volumen de fruta. Sin embargo, los mercados que tienen mayor potencial son Rusia, China e India, con este último teniendo un crecimiento increíble en los últimos años, lo que lo ha posicionado como un mercado relevante para la industria frutícola nacional (Sotomayor, 2019).

Estados Unidos es el segundo exportador en el mundo, ya que consume aproximadamente el 50% de su producción internamente, reportando un 27 % del valor exportado a nivel mundial y un 17 % del volumen total. Le siguen Argentina (9 % valor y 10 % volumen) y Francia (9 % valor y 6 % volumen) (IPA – Comtrade).

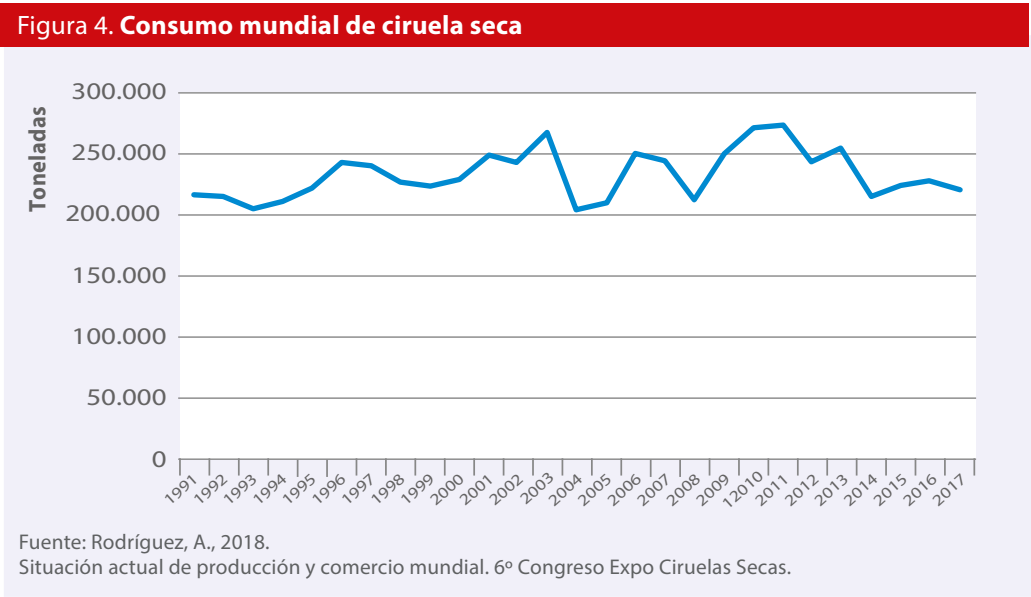


Respecto del consumo mundial, cabe señalar que pese a que existe una gran cantidad de consumidores de ciruelas deshidratadas repartidos en todo el mundo, el consumo de ciruelas secas se ha mantenido en el tiempo y no ha aumentado significativamente, salvo en Asia, donde las ciruelas se consumen en altas cantidades debido a que son frutos apreciados

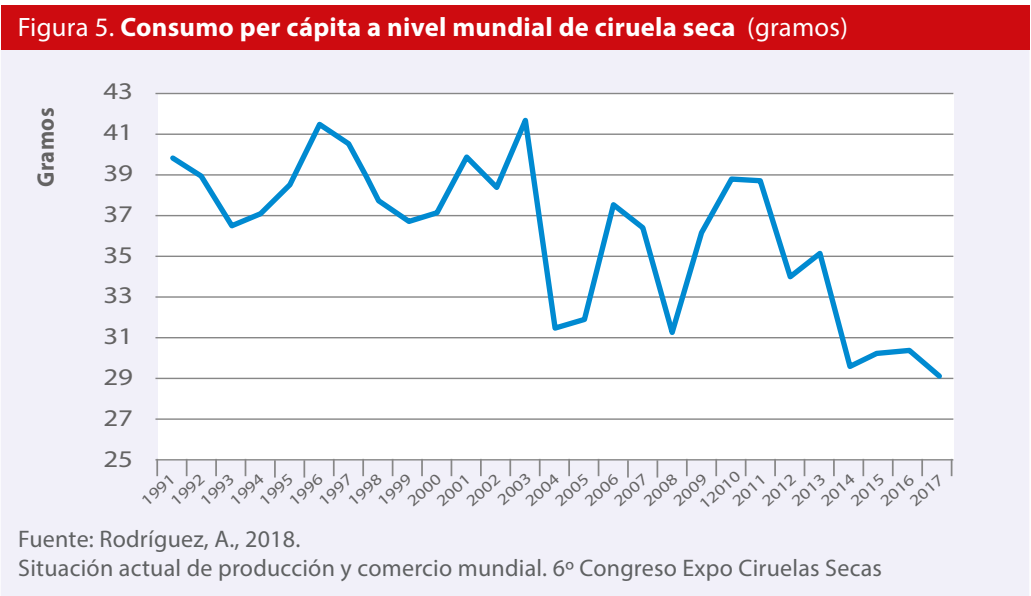
⁷ Juan Pablo Sotomayor, Gerente Técnico de Frutexsa, 2019.

por sus virtudes, y además existen razones culturales y religiosas asociadas al consumo de este producto que impulsan la demanda de ciruelas deshidratadas, en especial en las fechas de celebraciones religiosas (Secretaría de Agroindustria, 2019).

Como se puede observar en la Figura 4, en los últimos 27 años la demanda de este producto se ha mantenido estable, en un rango que va de las 200.000 a 250.000 toneladas anuales, registrándose picos en los años 2003, 2010 y 2011 que superaron dichos valores.



Sin embargo, si se observan las cifras del consumo per cápita a nivel mundial (Figura 5), se puede constatar que los niveles de consumo per cápita han ido descendiendo en los últimos años.



Contexto nacional

El país cuenta con aproximadamente 13 mil hectáreas plantadas de ciruelos para deshidratado, de acuerdo con cifras del Catastro frutícola 2019, ubicadas principalmente entre las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O’Higgins y Maule, y distribuidas en 618 explotaciones entre esas mismas regiones.

Cuadro 1. Superficie nacional de ciruelo europeo para deshidratado, 2019							
	REGIONES						Total nacional
	Coquimbo	Valparaíso	Metropolitana	O’Higgins	Maule	Ñuble	
Ciruelo europeo (Ha.)	25,5	141,7	3.161,5	8.730,5	952,8	18,5	13.030,5
%	0,2%	1,1%	24,3%	67,0%	7,3%	0,1%	100,0%

Fuente: elaboración propia a partir de Catastro frutícola 2019.

La variedad D’Agen es la que predomina, con más del 98 % de la superficie total de ciruelo europeo para deshidratado en el país. Como se puede observar en el cuadro anterior, las plantaciones de esta especie se concentran en un 91,3 % en las regiones de O’Higgins y Metropolitana, con un total de 11.892 hectáreas.

Desde hace cuatro años, aproximadamente, algunas empresas decidieron comenzar a exportar en fresco la variedad D’Agen a China, ante la baja del precio promedio de exportación de la ciruela seca chilena (Cuadro 2), y frente a los mejores precios de esta fruta en fresco. Esta es una variedad destinada a deshidratado y se trabaja en nuestros huertos para seco, sin embargo es una fruta muy apetecida por el mercado chino, especialmente por su dulzura.

Las exportaciones de ciruelas D’Agen desde Chile a China experimentaron un rápido aumento en los últimos años, creciendo más de cuatro veces su volumen durante la actual temporada. De acuerdo con cifras entregadas por Decofrut, las exportaciones de ciruelas D’Agen a China pasaron de 4.826 toneladas en la temporada 2016/17 a 46.615 toneladas en la campaña 2018/19 (Portal Frutícola,⁸ 2019).

Esta situación presionó mucho el mercado y por aprovechar esta nueva oportunidad comercial se embarcó fruta, sobre todo en la parte temprana, de mala calidad, fruta verde sin sabor y sin los grados Brix necesarios, generando una baja en los precios (Portal Frutícola, 2019) .

⁸ Entrevista de Portal Frutícola a Raimundo Valenzuela, *export manager* para Asia de Greenvic, y a Rafael Hurtado, director ejecutivo de la Sociedad Agrícola Chilena Elicura Fruit Company. Abril, 2019.



El precio promedio de las ciruelas frescas D’Agen de Chile fue de alrededor de 210 yuanes (31,27 dólares) por caja en el mercado chino en 2017-2018, mientras que en 2019 el precio es de solo 110 yuanes (16,38 dólares) por caja (Valenzuela, R., en Agro Meat, 2019).

Cuadro 2. Exportación chilena de ciruelas secas (Código SACH 8132000) por año							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Volumen (Miles de kilos)	67.153,8	64.459,2	64.278,5	70.081,8	76.515,4	71.936,9	65.249,0
Valor FOB (Miles de USD)	189.108,9	233.018,1	200.556,8	158.158,9	175.280,1	163.177,2	145.442,8
Precio promedio (USD/kg)	2,8	3,6	3,1	2,3	2,3	2,3	2,2

Fuente: elaboración propia a partir de los Boletines de frutas y hortalizas procesadas elaborados por ODEPA, con información del Servicio Nacional de Aduanas, años 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

1.2. Desafíos del rubro

En términos de los desafíos a los que se ve enfrentado este rubro, los prolongados períodos de sequía, que ya llevan varios años, son los de mayor preocupación. La falta de agua está afectando a la industria de la ciruela en nuestro país, disminuyendo los volúmenes de producción, lo que complica la rentabilidad del negocio ya que, para el caso de la ciruela para secado, se requieren importantes producciones por hectárea para obtener buenos resultados. El reto, por lo tanto, es una mayor incorporación de tecnologías para hacer un uso más eficiente del agua, incrementando la eficiencia de los sistemas de acumulación y distribución de riego.

Las tendencias de la cadena de valor se encuentran determinadas esencialmente por las mayores exigencias de los consumidores, que buscan productos inocuos, más saludables y sustentables. Por lo tanto, cada vez será más importante incorporar tecnologías e innovaciones en materia de diferenciación, trazabilidad, inocuidad, sistemas de producción sustentables como la producción orgánica, etiquetas ecológicas, marcas y denominación de origen, entre otros.

En cuanto a la producción orgánica de ciruelas, existe un espacio importante para desarrollar esta línea de producto ya que es muy demandado a nivel internacional y sus precios pueden llegar a doblar el valor de la fruta tradicional. Sin embargo, la producción de un huerto orgánico es un 50% menor (Nuevo Campo, 2016).

En el marco de un consumo per cápita a nivel mundial que ha ido descendiendo en los últimos años, otro desafío de esta industria es la masificación de las campañas orientadas al aumento del consumo, tanto interno en los países productores como externo en los nuevos mercados consumidores, para incrementar la demanda y conservar el negocio.

La exportación en fresco de este producto es otro de los desafíos actuales, donde se requiere evaluar la complejidad de realizar una cosecha combinada para exportación en fresco y seco. Hay un gran interés de aumentar la producción de ciruelas D'Agen frescas, por ello los expertos señalan la necesidad de analizar si se trata de un mercado de nicho o si llegará a ser uno de gran tamaño, y dependiendo de ello se debe resolver si la estrategia de manejo de los huertos debe estar orientada a una producción mixta, donde solo una fracción menor se destinaría a fresco, o si ya deben considerarse plantaciones centradas en ese último producto.

Finalmente, respecto de la rentabilidad del cultivo de ciruelas para deshidratado, cabe señalar que los mayores costos se concentran en las podas (gran consumo de mano de obra), la cosecha y secado, la aplicación de pesticidas y los fertilizantes, por lo que la rentabilidad será altamente sensible al rendimiento, al precio de venta, al tipo de cambio y al valor de la mano de obra (Nuevo Campo, 2016).

En términos generales, la rentabilidad de este negocio en los últimos años ha sido estable, sin pérdidas importantes ni grandes ganancias. Sin embargo, como se pudo constatar en los análisis anteriores, la disminución en los últimos años del precio promedio de exportación de la ciruela seca chilena, junto con la disminución del consumo per cápita a nivel mundial, estrechan aún más la rentabilidad del cultivo. Por ello es fundamental, junto a los desafíos antes mencionados, incrementar la eficiencia del proceso productivo y disminuir los costos de producción a través del uso de maquinarias, nuevos manejos y tecnologías innovadoras.

► 2. Innovación y base conceptual de la tecnología

Tal como se señaló anteriormente, los productores de ciruela para secado en nuestro país enfrentan diferentes desafíos, entre ellos los altos costos de producción asociados a la cantidad y valor de la mano de obra, especialmente para realizar la poda y cosecha del cultivo. En este contexto, se hace indispensable desarrollar y/o incorporar innovaciones en materia de mecanización.

De acuerdo con Mujica (2013), el ciruelo para deshidratado es un frutal que puede manejarse con mucha mecanización, disminuyendo mucho el uso de mano de obra, que en Chile cada vez es más escasa, y por lo tanto cara. En países como Francia y Estados Unidos la cosecha es mecanizada; en Chile se está implementando, en forma bastante rápida. Ha habido tendencia a copiar la forma en que cosechan en California, que es barrer con toda la ciruela que hay en el árbol en una pasada. Esta forma puede aplicarla California en los huertos que están en los valles de Sacramento o de San Joaquín, en que la humedad relativa es muy baja y las temperaturas muy altas, con lo que la ciruela ya madura queda adherida al árbol, por lo que cuando ya toda la fruta del árbol está madura, la cosechan en una pasada. En Chile, al igual que en Francia, y en los Costal Valley de California (en donde se producía antes la ciruela para secar), la fruta va cayendo al suelo en la medida en que va madurando, por lo que cuando la mayor parte de la fruta del árbol está madura, hay alrededor de un 30 % de la ciruela que está en el suelo. En Francia lo hacen pasando varias veces con la máquina, cosechando la ciruela que está madura en ese momento.

A pesar de la rápida mecanización de la cosecha en ciruelo para deshidratado en los últimos años, aún existe un número importante de pequeños y medianos productores que cosechan en forma manual o semimecanizada. En forma resumida, se describe a continuación los diferentes sistemas de cosecha a nivel nacional.⁹

- **Cosecha manual:** uso de carpas o lonas para recibir la fruta tras la caída al remecer la planta. La carpa o lona, en estricto rigor, siempre se debe utilizar porque además de facilitar la recogida de fruta evita el contacto de la ciruela (alimento) con el suelo. La manera de realizarlo es de forma “artesanal”, colocando la carpa o lonas alrededor del ciruelo, o de forma mecánica, como lo han desarrollado en olivos y otros frutales, y que también es utilizada hoy en ciruelas.
- **Cosecha semi mecanizada:**
 - Uso de remecedores portátiles a bencina: a través de una máquina que se adhiere al cuerpo del operario mediante un arnés (como de orilladora de pasto), que contiene un motor a bencina, se remece el árbol para la caída de la fruta. También existen otros remecedores que se adhieren a los tractores.

⁹ Entrevista de Portal Frutícola a Raimundo Valenzuela, *export manager* para Asia de Greenvic, y a Rafael Hurtado, director ejecutivo de la Sociedad Agrícola Chilena Elicura Fruit Company. Abril, 2019.

- Uso de máquinas roller con lonas auto recogibles: carro alargado con cinta transportadora, en cuyos costados existen ejes con lonas enrolladas. Una vez que el tractor avanza con el carro, desenrolla la lona y la fruta cae en ésta, para luego ser vaciada a la cinta transportadora y posteriormente ser depositada en bines. Este tipo de maquinarias reduce el uso de mano de obra, pero requiere de una mayor inversión.
- **Cosecha mecanizada:** uso de máquinas *side by side*, máquinas de autopropulsado compuesto de plataformas elevadas y plegables para recibir la fruta del árbol. Disponen además de una cinta transportadora que mueve y deposita la fruta en los bines.

En un huerto tradicional de ciruelas D'agen, la máquina *side by side* cosecha tres hectáreas al día con al menos seis personas dentro de la operación.¹⁰ Este tipo de cosecha, a una velocidad de cosecha de 3 km/h, podría recolectar entre diez a doce hectáreas en turnos de día y noche con dos personas, el conductor de la máquina y el tractorista que recibe la fruta en el carro (Mundoagro, 2018).

En los dos primeros tipos, existe un alto impacto en los costos asociado a la mano de obra, mientras que en la segunda y tercera opción la maquinaria existente es de alta calidad y especialización, pero de alto valor de inversión.

Es así como la cosecha mecanizada tiene varios beneficios para el productor, principalmente asociados a la independencia de la elevada mano de obra y a la mayor calidad del producto obtenido; sin embargo, la adquisición de maquinaria representa una barrera importante para pequeños y medianos productores, teniendo que optar por alternativas de cosecha manual o semi mecanizada.

Por ello, el proyecto de innovación desarrollado por Coopeumo se enfocó en diseñar y construir un prototipo de maquinaria para la cosecha, transporte y disposición para el secado de ciruela para deshidratado que fuera totalmente automatizada y accesible para pequeños y medianos productores del rubro.

La innovación tecnológica

De acuerdo con lo observado a la fecha, existen maquinarias o equipos integrados cosechadores de ciruelas y otros frutos de carozo o frutos secos, pero solo son automotrices, si bien hay algunos que agitan el árbol y reciben la fruta de ambos lados, pero requieren de dos automotrices o dos tractores y/o mucho apoyo manual con operarios. Ahora bien, esto no significa que sea una tecnología disruptiva, sino que más bien es una tecnología incremental, basada en tecnología existente, mejorada ostensiblemente en operatividad y

¹⁰ Entrevista a Mauricio Zuñiga, responsable comercial de la filial de Agromillora en Chile, en Revista Mundoagro, año 2018.

costo de inversión, adaptada a las condiciones de los productores tradicionales de ciruelas para deshidratados en Chile.

Es así como los equipos utilizados en nuestro país para cosecha de ciruela para deshidratado son maquinarias desarrolladas para la cosecha de otros frutales, como uva vinífera y olivos, que se han adaptado para la cosecha de este ciruelo. Recientemente se llevó a cabo una importante innovación en el rubro, al realizarse por primera vez en Chile una cosecha completamente mecanizada de la variedad D'Agen para la agroindustria, utilizando un equipo New Holland Braud, línea producida con alta tecnología, con importante presencia en mercados como Argentina, Chile y Uruguay, y que ha revolucionado la cosecha de uva y aceitunas.¹¹

En febrero de 2018, en la Agrícola San Miguel de Calleuque,¹² ubicada en Peralillo, Región de O'Higgins, se realizó un ensayo de 3 hectáreas que se habían plantado hace poco más de tres años, en la primavera de 2014. Se trata de la primera prueba de su tipo con ciruela D'Agen en el mundo: recién en 2019 se inició una segunda experiencia en Estados Unidos. La cosecha se realizó con la máquina automotriz New Holland, modelo Braud VX 7090,¹³ vendimiadora y también mixta para cosecha de olivar y viñedo, cuya fruta va a la agroindustria.



Cosecha mecanizada con la máquina automotriz New Holland, modelo Braud VX 7090.
Fuente: gentileza de Agromillora Sur.

¹¹ <http://www.sigdotek.cl/equipos/17-vendimiadora-9060l>

¹² Fundo de la familia Schurter, bajo la gerencia agrícola de Andrés Schurter.

¹³ <https://assets.cnhindustrial.com/nhag/lar/es/Documents/newholland-agriculture-vendimiadoras-vx7090.pdf>



De acuerdo con Mac-Kay (2018),¹⁴ el uso de esta maquinaria genera un ahorro de tiempo muy interesante, ya que con este tipo de máquina la cosecha se realiza en alrededor de una hora y media por hectárea, a diferencia de la máquina *side by side*, que demoraría 4 horas por ha (realiza tres hectáreas al día, es decir, tres hectáreas en alrededor de doce horas). Otro punto a favor que suma esta máquina es el menor costo de cosecha (hasta US\$500 por hectárea) respecto de lo que cuesta contratar el servicio de la *side by side* de tipo americana, cuyo arriendo por hectárea alcanza un valor aproximado de US\$ 1.200 (Larraín, 2018).¹⁵

El funcionamiento de este equipo fue evaluado positivamente, sin embargo, tal como señala Zuñiga,¹⁶ no está orientado a la cosecha de huertos tradicionales ya establecidos, ya que para su uso se debe contar con un huerto de alta densidad y con una formación de árboles en tipo seto o muralla frutal, no superando los 80 cm de ancho y con altura de 2,5 a 2,7 metros. Para ello, se requieren patrones enanizantes, como el portainjerto de bajo vigor Rootpac-20, de Agromillora (50 % del vigor de Mariana 2624), utilizado en el ensayo antes mencionado, en el cual se establecieron 1.905 plantas por hectárea a una distancia de 3,5 x 1,5 metros.

¹⁴ Entrevista a Juan Pablo Mac-Kay, gerente de Sun Sweet Chile, en Revista Mundoagro, año 2018.

¹⁵ Entrevista a Rosario Larraín, agrónomo zonal de Pruneco en Colchagua, en Revista Mundoagro, año 2018.

¹⁶ Mauricio Zúñiga B., responsable técnico comercial de Agromillora Sur, en comunicación directa con FIA.

¹⁷ Agromillora Group, una de las compañías líderes a nivel mundial en el sector viverístico y un referente en producción y comercialización de árboles frutales y plantas de olivo con elevados estándares de calidad genéticos y sanitarios. <https://www.agromillora.com>

Por el gran tamaño de este tipo de maquinaria, se dificulta su uso en huertos más antiguos, y si se quiere adquirir significa un alto costo de inversión. Además, por sus características, especialmente aquellas que afectan la logística para el traslado de todo el equipamiento, es una solución viable para agricultores que tienen superficies superiores a las 10 ha, e incluso más, por lo tanto de menor factibilidad para pequeños agricultores en el rubro. Otro inconveniente mencionado por los entrevistados participantes en el proyecto de Coopeumo es que todos estos equipos son de origen importado, lo que determina que su mantención y/o reparación sea de alto valor y a veces poco oportuna, al no existir el suficiente stock de repuestos en Chile o en la región.

Sin embargo, cabe destacar que en el último tiempo también han aparecido opciones novedosas de acceso a estos equipos, tales como el arriendo mediante uso compartido, a través de una plataforma en internet, en la cual se vincula la oferta de maquinarias agrícolas con la demanda de empresas o agricultores para la más diversa gama de operaciones agrícolas. A través de este sistema también se ofrece un apoyo y asesoría complementaria, dada la especificidad de los equipos y los requerimientos propios del cultivo y de cada realidad del productor.

En el Anexo 3 se incluyen links de empresas y videos de alternativas de maquinarias utilizadas para cosecha de ciruela para secado presentes en el mercado, tanto para inversión en la compra de equipos como la opción de arriendos o contratos destinados a este tipo de servicios.

En consecuencia, la base que sustentó el proyecto de Coopeumo y su posterior desarrollo tecnológico fue la necesidad de adaptar las soluciones mecanizadas existentes al desarrollo de un solo equipo, ajustable a la toma de fuerza de un tractor de mediana potencia, que disminuyera la cantidad de mano de obra en la cosecha y otros equipos utilizados, optimizando los costos, minimizando la inversión y mejorando la productividad predial de pequeños y medianos productores.

Para esto se estudió en terreno y en maestranza, por parte del equipo técnico del proyecto, que incluía a dos agricultores del rubro, los principios mecánicos del funcionamiento de los brazos agitadores de árboles y de las máquinas receptoras de la fruta, por separado, y se diseñó y construyó un prototipo para evaluarlo en condiciones de laboratorio (maestranza) y luego en terreno, en la época de cosecha en huertos de ciruela para deshidratado. No se consideró una máquina automotriz porque esa sola característica hacía subir mucho el valor de la inversión inicial y en el campo se considera que habitualmente hay tractores con capacidad ociosa, tanto propios como de terceros, ya sea como préstamo o arriendo.



Panel de control con operario en cosechadora de ciruelas desarrollada por el proyecto.

Fuente: Coopeumo, proyecto precursor.

Respecto de la potencial adopción de la nueva tecnología desarrollada por parte de los participantes del proyecto, cabe señalar que en el caso específico de COOPEUMO, esta cooperativa cuenta con una superficie de 90 ha de ciruela para secado, pertenecientes a 12 de sus productores asociados, de las cuales solo 8 ha aproximadamente son viables de cosechar en forma mecanizada por tener las distancias de plantación adecuadas. Algunos de estos productores ya utilizaban cosecha semimecanizada, es decir, usaban el brazo agitador y recolección manual, o bien, usaban la agitación manual con recepción mecanizada, sin que ninguno realizara, por lo tanto, la cosecha totalmente mecanizada. Adicionalmente, los resultados de esos equipos no eran tan satisfactorios, porque la cosecha no era todo lo efectiva que se esperaba, se producía daño en el árbol por exceso de agitación causando descalce de raíces, la cantidad de recursos empleados como tractores era mayor, y la mano de obra no era significativamente menor como se anunciaba.

Uno de los aspectos positivos de la maquinaria desarrollada es que las nuevas plantaciones de la cooperativa consideran una mayor amplitud entre y sobre hileras, llegando incluso a los 5 metros, dado por diferentes aspectos técnicos para mejorar la calidad de la fruta. Sin embargo, uno de los mayores intereses es lograr acelerar la cosecha mecanizada para usar menos mano de obra que en la zona, y también a nivel nacional, escasea cada vez más. A juicio de los ejecutores, muchas veces ni siquiera es cuestión de valor, si no de disponibilidad, ya que una parte de los trabajadores opta por labores en que ganan menos proporcionalmente, pero el trabajo es más liviano.



Vista lateral de las lonas receptoras del equipamiento desarrollado en el proyecto, en operación durante la cosecha de ciruelas. Fuente: Coopeumo, proyecto precursor.

Finalmente cabe señalar que, respecto de la estrategia de protección de los resultados obtenidos, COOPEUMO no pudo avanzar como esperaban por no contar con un colaborador dedicado específicamente a esta labor, y por la alta carga de trabajo de la cooperativa. Sin embargo, sigue siendo de interés concretar alguna opción de protección de resultados, ya que al observar el mercado actual de máquinas y equipamientos en Chile se puede concluir que el equipo desarrollado puede ser sujeto de protección de propiedad intelectual, según las normas convencionales para este objetivo, dado que posee cualidades diferenciadoras significativas de las presentes en el medio.

Una de las dudas que podrían surgir y se deben considerar, es el valor inventivo o la novedad propiamente tal, pues su objetivo y su resolución tecnológica ya existen de manera similar, pero seguramente podría ser protegida por alguna de otras opciones de protección de propiedad intelectual, si fuese el caso.

La empresa METALTEC, que realizó la construcción del equipamiento, se manifestó muy proclive e interesada en continuar el desarrollo de este equipo, por los buenos resultados observados y por otros que pudiesen servir a la fruticultura nacional.



► 3. El valor de la herramienta desarrollada

El equipo desarrollado permite realizar una cosecha de manera más oportuna y rápida. En cuanto se determina el punto de madurez óptimo, se programa un par de recorridos de la maquinaria para lograr la máxima extracción de la fruta del árbol, trasladándola inmediatamente al proceso de secado y logrando una mayor calidad de fruta terminada. Esto es factible porque la máquina desarrollada puede cosechar en un día, o menos, lo que se lograba realizar en un par de días a través de cosecha manual.

Utilizando la nueva máquina, la mano de obra disminuye desde más de 60 jornadas hombre (JH) a 2 JH asociadas al proceso de cosecha, necesitando solo dos personas que apoyen en la cosecha y dos más en la operación del equipo.

Respecto de la cantidad de fruta cosechada por árbol, se indica por los especialistas que sería la misma que se obtiene en la cosecha manual, porque a pesar de que algunas máquinas dejarían más fruta en el árbol por cada pasada, esto se suple con las dos pasadas por árbol en caso de cosechar muy al inicio de la temporada, y con el repaso manual de los trabajadores que apoyan la cosecha mecanizada, por lo tanto, se extraería el 90 a 95 % de la fruta.

La calidad de la fruta cosechada es mucho mayor que en la cosecha manual, porque la fruta se golpea, ensucia y manipula menos, y mejor que la cosecha semimecanizada porque el proceso es más rápido y oportuno, manteniendo un continuo de cosecha que va inmediatamente desde el árbol a la cancha de secado o planta de deshidratado, logrando un fruto con menos polvo y más inocuo desde el punto de vista de la higiene en general. Esto puede generar un mejor precio de venta y/o un mejor poder de negociación del agricultor para su fruta.

En términos económicos, con el equipo desarrollado se produce una disminución de costos comparando con las alternativas de cosecha semimecanizadas integralmente, porque las que existen son automotrices de alto costo o bien, si son con tractor, se requieren 2 a 4 tractores por faena para operar el brazo agitador, cosechero, porta *bins* y repartidor de fruta a cancha, dependiendo de cómo se organicen las labores. El equipo desarrollado por COOPEUMO realiza hasta 3 de estas labores con el mismo equipo.

De acuerdo con la información técnica y económica disponible, es posible determinar que los costos de cosecha por el sistema manual corresponden a un 21 % aproximadamente de los costos totales directos de producción, mientras que en la cosecha mecanizada con el nuevo equipo estos pueden alcanzar a un 16 %, es decir un 5 % menos, aumentando en forma significativa la rentabilidad final de la producción.

Otro de los beneficios importantes del desarrollo de esta innovación es la disminución de la complejidad de la gestión de personas en la cosecha. Este punto es muy relevante, pues es cada vez más difícil conseguir cuadrillas de trabajadores en la zona de cosecha, incluso

llegando personas de otras regiones. Y algunas veces las cuadrillas no llegan porque les ofrecen mejores condiciones en otro lugar, perdiéndose el momento adecuado para la cosecha.

Si bien no fue un objetivo del proyecto, el hecho de desarrollar una maquinaria más eficiente para la recolección de la fruta implica un beneficio ambiental por el menor consumo de recursos, como combustibles, lo que disminuiría la huella de carbono final de la fruta en destino. En este caso, específicamente, solo se requiere un tractor para toda la operación, versus automotrices mucho más grandes o versus cosechas semimecanizadas u otras opciones del mercado que requieren varios tractores operando.

Además, la menor cantidad de pasadas de equipos pesados por el huerto permite una menor compactación del suelo, mejorando su microbiología y, por lo tanto, la vida útil y sustentabilidad del cultivo frutal, de manera significativa.



Lona del equipo desarrollado con fruta durante su validación en el proyecto. Fuente: Coopeumo, proyecto precursor.

► 4. Conveniencia económica para el productor

Para determinar la conveniencia económica de utilizar la nueva maquinaria desarrollada por el proyecto, por parte de un agricultor o agricultora, se buscó representar un sistema de producción promedio o “tipo” de la zona con mayor superficie de ciruelos para deshidratado, considerando uno con uso de tecnología básica y uno con uso de tecnología media.

El sistema tipo con uso de tecnología básica está asociado a sistemas productivos de ciruela para secado que realizan los pequeños agricultores de las zonas más importantes de producción, caracterizados por una menor tecnificación, mientras que aquellos de uso de tecnología media corresponden a productores de mayor tamaño y más tecnificados, denominados “medianos” productores frutícolas.

Se realizó una evaluación económica para 6 escenarios:

- Sistema tipo *mediano productor sin proyecto*, con cosecha semimecanizada (con brazo agitador).
- Sistema tipo *mediano productor sin proyecto*, con cosecha mecanizada con servicio subcontratado.
- Sistema tipo *mediano productor con proyecto*, utilizando cosecha mecanizada con máquina proyecto COOPEUMO.
- Sistema tipo *pequeño productor sin proyecto*, con cosecha semimecanizada (con brazo agitador).
- Sistema tipo *pequeño productor sin proyecto*, con cosecha mecanizada con servicio subcontratado.
- Sistema tipo *pequeño productor con proyecto*, utilizando cosecha mecanizada con máquina proyecto COOPEUMO.

Adicionalmente, cada una de estas evaluaciones se analizó para una hectárea y para una “unidad productiva” de superficie predial tipo para cada condición. En caso de pequeños productores se estableció una unidad de 3 ha, y para un mediano productor, de 12 ha.

Es importante indicar que estas evaluaciones económicas se realizaron utilizando como base las fichas técnicas de INDAP y ODEPA para la producción de ciruela para deshidratado en la región de O’Higgins de nuestro país. A partir de esta información, de fuentes oficiales, se construyeron nuevas fichas técnicas y económicas con valores actualizados de insumos o recursos, así como con los ajustes y modificaciones para calcular el efecto de la tecnología desarrollada sobre la estructura de costos del cultivo. Todas estas fichas se adjuntan en el Anexo 1.

A continuación, se resumen los resultados de las evaluaciones económicas para cada uno de los escenarios antes indicados.

4.1. Sistema tipo mediano productor con nivel tecnológico intermedio

Para estas evaluaciones se utilizó como base una ficha técnica elaborada por ODEPA para la Región de O’Higgins, como la más representativa de la realidad nacional promedio de un mediano productor de ciruelas para secado.

Las situaciones *sin proyecto* que se presentan corresponden a una con cosecha semimecanizada con brazo agitador, y otra con cosecha mecanizada, como servicio de una de las empresas que realiza este servicio en Chile y en esa zona. La situación *con proyecto* se modeló ajustando las variables de insumos e ítems que son afectados por la nueva maquinaria, disminuyendo significativamente los costos.

Es así como, desde un costo asociado a la cosecha de aproximadamente 2 millones de pesos/ha, equivalente a un 33,7 % de los costos totales, en la situación alternativa mecanizada como servicio contratado, se alcanza un valor de 970 mil pesos/ha, equivalente a un 21,1 % de los costos totales. Al incorporar la tecnología lograda por COOPEUMO, de acuerdo con la información entregada, se plantea que los costos bajan a 68 mil pesos/ha, representando un 15,9 % de los costos totales. El margen neto obtenido en este caso *con proyecto* se incrementa en un 59,6 % respecto de la situación *sin proyecto* (Cuadro 3), lo cual es tremendamente significativo para cualquier rubro.

En todos estos casos se asumió igual rendimiento y valor de la fruta obtenida, con el fin de evaluar el impacto sin distorsión del costo de cosecha.

Cuadro 3. Resumen evaluación económica por hectárea para mediano productor con nivel tecnológico intermedio				
Rendimiento estimado (kg fruta deshidratada/ha)	10.500			
Valor de venta unitario (\$/kg)	800			
Estimación del impacto económico por hectárea		Sin proyecto (cosecha semi-mecanizada)	Sin proyecto (cosecha mecanizada por subcontratación servicio)	Con proyecto (cosecha mecanizada con equipo desarrollado por COOPEUMO)
Costos totales	(\$)	5.815.293	4.605.487	4.274.155
Ingresos directos	(\$)	8.400.000	8.400.000	8.400.000
Margen neto	(\$/ha)	2.584.707	3.794.513	4.125.845
Efecto incremental por aplicación de innovación tecnológica sobre situación sin proyecto	(\$/ha)		1.209.806	1.541.138
	(%)		46,8%	59,6%

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Resumen evaluación económica por unidad productiva tipo para mediano productor con nivel tecnológico intermedio (12 hectáreas)

Estimación del impacto económico a nivel predial		Sin proyecto (cosecha semi-mecanizada)	Sin proyecto (cosecha mecanizada por subcontratación servicio)	Con proyecto (cosecha mecanizada con equipo desarrollado por COOPEUMO)
Situación promedio agricultor mediano (*)	12 ha			
Margen neto (\$ predial)	(\$ totales)	31.016.484	45.534.156	49.510.140
Diferencia incremental	(\$ totales)		14.517.672	18.493.656

(*) Estimación en base a comunicación personal con equipo técnico de COOPEUMO e información investigada.
Fuente: elaboración propia.

4.2. Sistema tipo pequeño productor con bajo nivel tecnológico

Para estas evaluaciones se utilizó como base una estructura de costos de un productor de la agricultura familiar, sustentada en datos de INDAP, en la cual también se presenta una disminución de los costos totales en un 12,8 % después de implementar la cosecha mecanizada de COOPEUMO. Tal como en el caso anterior, se analiza también la opción de cosecha mecanizada con automotriz subcontratada, pero no hay que olvidar que es solo referencial, pues es una máquina mucho más grande, que solo se arrienda para superficies mayores a 7–10 ha (por el costo fijo de traslado) y se requieren más tractores y personal para la labor. Es destacable notar que la situación *con proyecto* permite aumentar en un 30 % el valor del margen neto de la explotación de este cultivo de ciruelas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resumen evaluación económica por hectárea para pequeño productor con bajo nivel tecnológico

Rendimiento estimado (kg fruta fresca/ha)	20.000			
Valor de venta unitario (\$/kg)	224,25			
Estimación del impacto económico por hectárea		Sin proyecto (cosecha semi-mecanizada)	Sin proyecto (cosecha mecanizada por subcontratación servicio)	Con proyecto (cosecha mecanizada con equipo desarrollado por COOPEUMO)
Costos totales	(\$)	3.138.894	3.060.669	2.735.694
Ingresos directos	(\$)	4.485.000	4.485.000	4.485.000
Margen neto	(\$/ha)	1.346.106	1.424.331	1.749.306
Incremental efecto aplicación tecnología sobre situación sin proyecto	(\$/ha)		78.225	403.200
	(%)		5,8%	30,0%

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 6. Resumen evaluación económica por unidad productiva tipo para pequeño productor con bajo nivel tecnológico (3 hectáreas)				
Estimación del impacto económico a nivel predial		Sin proyecto (cosecha semi-mecanizada)	Sin proyecto (cosecha mecanizada por subcontratación servicio)	Con proyecto (cosecha mecanizada con equipo desarrollado por COOPEUMO)
Situación promedio agricultor pequeño AF (*)	3 ha			
Margen neto (\$ predial)	(\$ totales)	4.038.318	4.272.993	5.247.918
Diferencia incremental	(\$ totales)		234.675	1.209.600

(*) Estimación en base a comunicación personal con equipo técnico de COOPEUMO e información investigada.
Fuente: elaboración propia.

Para comparar la eventual situación de compra de la nueva maquinaria desarrollada, se solicitaron cotizaciones de equipos nuevos comprados en el mercado, de las cuales llegó una cotización por un valor de \$15.900.000 + IVA. Mientras que el precio probable de venta para la máquina desarrollada, de acuerdo con lo estimado por profesionales de COOPEUMO, llegaría a valores entre USD\$18.000 y USD\$20.000, que en pesos equivalen a aproximadamente \$14.000.000 a \$15.600.000, es decir, similares a la competencia, pero con las ventajas técnicas ya mencionadas anteriormente para el agricultor.

Sin embargo, la venta de esta máquina no es el modelo de negocio que COOPEUMO visualizó; sus esfuerzos estarían concentrados en entregar un servicio a sus asociados con nuevas plantaciones o a terceros externos a la cooperativa que lo requieran.



Vista completa del equipo desarrollado, conectado a un tractor cualquiera. En este caso se observa repartiendo la cosecha en cancha de secado de las ciruelas y como se puede apreciar, no se requiere de tractor y carro adicional para el traslado de la fruta, lo que significa una operación más sencilla y económica.
Fuente: Coopeumo, proyecto precursor.

► 5. Claves de la viabilidad

La viabilidad de la tecnología desarrollada requiere, en primer lugar, realizar una planificación estratégica del cultivo considerando el nuevo sistema de cosecha, abordando desde el marco de plantación y poda de formación cuando se inicia el proyecto frutícola hasta la organización misma de la cosecha y secado de la ciruela, al final de la temporada. Si el huerto ya está establecido, se debe evaluar la factibilidad de usar esta tecnología de acuerdo con las distancias de plantación que tenga y las adecuaciones de manejo, como poda de producción, manejo de carga, e indicadores y proyección de la cosecha, lo cual se debe hacer en conjunto con los proveedores de esta tecnología, pues ellos conocen sus rangos de operación y formas de optimizar la cosecha.

A continuación se detalla algunos de los manejos agronómicos asociados a una mayor efectividad de operación de la máquina cosechera desarrollada.

- **Distancia de plantación**

Dada la longevidad de los huertos de ciruela para secado, se debe evaluar la factibilidad del uso del nuevo equipamiento en plantaciones antiguas, en las cuales la gran limitante observada es la distancia de plantación, especialmente entre hileras, que normalmente son muy estrechas para la operación del equipo desarrollado.

En huertos nuevos asociados a los productores de la cooperativa no debieran existir dificultades de ingreso del nuevo equipo, pues el marco de plantación es mayor. Es deseable una plantación de 5 x 5 metros mínimo, con espacio en las cabeceras de las hileras para que el equipo de la vuelta apropiadamente. A partir de 4,5 m x 4,5 m ya se podría utilizar este equipo, pero con ciertas restricciones o mayores cuidados en la operación de este.

- **Manejo de poda de formación y producción**

Este manejo es relevante para el paso de la maquinaria y no dañar los árboles, así como hacer más eficiente la extracción de la fruta. Requiere una poda más abierta y con inserción de brazos principales más altos desde la base.

- **Estandarización y planificación de la cosecha**

Desarrollar prácticas de manejo agronómico que permitan una madurez adecuada y un estándar a la cosecha en rango de presiones (firmeza del fruto) específicas, considerando al menos 2 pasadas de cosecha, para máxima eficiencia de uso del equipo.

- **Disponibilidad mínima de recursos complementarios**

Este ámbito está referido a la disponibilidad de un tractor con la potencia mínima requerida, recursos humanos semicalificados para apoyar la cosecha, y cancha de secado con buen acceso, que permita que el equipo pueda ingresar y salir rápidamente.

Desde el ámbito del mercado, cabe señalar que actualmente existe la posibilidad de arrendar algunos equipos (no hay mucha cantidad ni diversidad) o bien contratar los servicios de cosecha que ocupan cosecha mecanizada o semimecanizada, según se requiera. No es un mercado desarrollado aún, comparado con cualquier otro servicio agrícola, pero está en crecimiento y por lo mismo hay posibilidades interesantes para introducir el equipamiento desarrollado en el proyecto por COOPEUMO.

De acuerdo con la cotización presentada por la empresa de servicios Maquinarias CyH S.A., la prestación de sus servicios opera con ciertos procedimientos que han implementado con el propósito de minimizar los riesgos, entre los cuales se mencionan los siguientes:

- Visita previa al huerto. Realizan una visita para determinar la factibilidad de cosecha mecanizada en cada predio, entregando las recomendaciones pertinentes en el caso de que sea aplicable.
- Firma de contrato de servicios y compromiso de cosecha desde la temporada anterior, lo que permite una adecuada planificación.
- Determinación de requerimientos necesarios.
- Logística para el equipo de trabajo en terreno.
- Disponibilidad mínima de *bins* (contenedores).
- Servicios adicionales requeridos (tractores, carros autocargables, volteador, entre otros).
- Cosecha, con operarios y personal a cargo en terreno.
- Reunión de cierre para revisión del servicio prestado y planificación de posibles mejoras para próxima temporada.

Finalmente, otra de las claves de viabilidad fue el trabajo conjunto entre la empresa demandante (COOPEUMO) y la empresa especializada en la construcción de maquinarias de uso agrícola, en este caso la empresa metalmecánica Metaltec S.A., que fabrica, vende y arrienda maquinaria agrícola, ubicada en Requínoa, Región de O'Higgins.

► 6. Asuntos por resolver

Posteriormente al término del proyecto, se identifican algunos aspectos importantes de resolver para el escalamiento de la tecnología desarrollada, entre ellos:

- Mejoramiento continuo del equipo desarrollado optimizando prototipo funcional (lona más liviana y resistente con nuevos materiales, ancho ajustado o ajustable para huertos antiguos, terminaciones más acabadas o resistentes).
- Evaluación de la estrategia de protección de propiedad intelectual más adecuada para la tecnología desarrollada.
- Uso del prototipo desarrollado en el proyecto como servicio a terceros, para validar en terreno con otros productores no asociados a la cooperativa las ventajas competitivas de la nueva máquina versus las disponibles en el mercado.
- Validación más formal y sistemática en otros cultivos frutales de interés, de otros carozos o frutos secos, pues se mencionó que hubo pruebas preliminares de su uso en frutales de nuez con buenos resultados.
- Determinación del modelo de negocios para dar sustentabilidad a este servicio/producto, como unidad de servicio nueva de COOPEUMO, como *spin-off*, o bien como licenciamiento o similar a un tercero. Considerar en este modelo una alianza estratégica con el asociado del proyecto, la empresa Metaltec, pues existe interés y buena disposición a continuar con el desarrollo y escalamiento de esta innovación.
- Identificación y análisis, en forma sistemática, de los requerimientos de nuevos segmentos de clientes potenciales, como otros rubros frutícolas que requieren cosecha mecanizada en frutos similares, tales como otros carozos y los genéricamente denominados “de nuez”.

Vista de tolva cosechera de la máquina desarrollada por el proyecto, donde se muestra la ubicación del operario que controla el equipo. Fuente: Coopeumo, proyecto precursor.



El proyecto precursor

El proyecto precursor “Implementación tecnológica de maquinaria para automatización de proceso de cosecha de ciruela para secado”, fue cofinanciado por FIA y ejecutado en la Región de O’Higgins entre los años 2014 y 2016, por la Cooperativa Campesina Intercomunal Peumo Ltda. –COOPEUMO Ltda.–, en asociación con la empresa Metaltec S.A. y los agricultores Sr. Pedro Lagos Riveros y Sr. Manuel Yáñez Jara.





► 1. Objetivos del proyecto

Al inicio del proyecto, Chile ya se había convertido en el principal exportador de ciruela seca en el mundo, existiendo empresas grandes que habían logrado incorporar a sus procesos un nivel de tecnología que satisfacía los requerimientos de un producto de calidad internacional. No obstante, en el caso de medianos y pequeños productores, el ingreso al mercado se enfrentaba con barreras asociadas a la fuerza que ejercen grandes competidores y los costos relacionados con la maquinaria para el procesamiento.

En nuestro país, el secado de ciruela se efectúa en canchas de secado al sol y en secadores industriales. Para el caso de pequeños productores la primera alternativa es la más habitual, siendo el costo de la cosecha el que presenta mayor incidencia en el precio final del producto. Por ello este proyecto se enfocó en facilitar una maquinaria para la cosecha automatizada de ciruela para secado, que permitiera a pequeños y medianos productores rentabilizar el proceso.

Se detectó en esos años que existían maquinarias en la provincia de Cachapoal que permitían efectuar una cosecha mecanizada de la ciruela, pero que no contaban con un diseño industrial que asegurara la viabilidad del árbol cosechado, así como tampoco una optimización en el uso de los recursos humanos asociados. El equipo operaba con dos partes: un brazo remecedor, con un valor de \$5 millones y una máquina receptora de la fruta de un costo de \$7 millones (ambos, a valor año 2013). Ambos equipos debían ser accionados por un tractor y contar con sus correspondientes choferes, y al menos uno o dos operadores por cada equipo.

En este contexto, se buscó desarrollar a través del proyecto un prototipo que fuera accionado por un solo tractor para las acciones de remecer el árbol y recibir la fruta, lo cual implicaría una menor dependencia de la mano de obra y menor equipamiento involucrado en el proceso, con su consecuente disminución en gasto por combustible y mano de obra especializada. Además de ello, se estudiaron las condiciones de fuerza, presión y tiempo de remecimiento aplicado, para provocar el menor impacto dañino en las raíces del árbol, asegurando su viabilidad para producciones posteriores.

Junto con ello se elaboró un protocolo de manejo de la producción y cosecha para el uso de la maquinaria, puesto que las condiciones de operación, tamaño o diámetro del árbol a cosechar y condiciones de maduración del fruto afectan directamente al rendimiento de la maquinaria.

2. Metodología de trabajo

El desarrollo del proyecto constó de tres etapas principales que se resumen a continuación:

- **Levantamiento de antecedentes**
 - Levantamiento de información sobre empresas en Chile que comercializan maquinaria agrícola.
 - Identificación de maquinaria agrícola para cosecha de ciruela apta para uso en condiciones de suelo y especies de árboles plantados en Chile.
 - Establecimiento del nivel de desarrollo y tipo de tecnología aplicada en maquinaria de cosecha de ciruelas en el mundo.
- **Diseño y construcción del prototipo**
 - Identificación de diseños actuales de maquinaria de cosecha de ciruela.
 - Análisis de costos asociados a los diseños actuales.
 - Análisis de barreras técnicas en la aplicación de maquinaria actual.
 - Diseño de maquina cosechadora.
 - Validación del diseño con potenciales agricultores (empresas asociadas).
 - Plano del prototipo a construir.
 - Construcción de máquina.
 - Determinación de indicadores de efectividad de la máquina.

Este proceso se realizó a través del trabajo llevado a cabo por Metaltec y José Mery,¹⁸ siendo este último quien fue guiando el proceso de fabricación, buscando la mejor alternativa de construcción. Como parte de su asesoría entregó los parámetros técnicos para integrar los tres aspectos con los cuales cuenta el prototipo de maquinaria de cosecha de ciruelas: vibrado, recolección y disposición en cancha de secado.

- **Evaluación y validación del prototipo**
 - Evaluación del prototipo *in situ* en empresas asociadas.
 - Validación de funcionamiento y efectividad de la maquinaria.
 - Incorporación de posibles modificaciones en la máquina construida.

¹⁸ Experto en mecanización agrícola y asesor del proyecto, siendo el precursor del diseño de la maquinaria.

► 3. Resultados obtenidos

3.1. Parámetros base para una óptima cosecha mecanizada de ciruela

Entre las actividades realizadas para establecer los parámetros que debía cumplir la maquinaria a diseñar y construir, se efectuaron visitas a las cosechas de ciruelas de los predios de Manuel Yáñez y Pedro Lagos, ubicados en San Vicente de Tagua Tagua, Región de O'Higgins, donde se pudo observar en terreno las condiciones de cosecha de ciruela con sistemas mecanizados y semimecanizados. El análisis de las condiciones de cosecha de los predios visitados, junto con las consultas y requerimientos identificados por los productores de ciruelas asociados a Coopeumo, permitió definir los parámetros operacionales y estructurales del prototipo de cosechadora de ciruelas construido en el marco del proyecto.

A continuación se muestra imágenes de la maquinaria existente en los predios analizados para el proceso de cosecha semimecanizado, que fue observada en funcionamiento.

Pieza vibradora



Operaciones de cosechado



Transportador de productos a zona de secado



Secado de producción al sol

Imágenes tomadas en visita a cosecha de ciruelas con medios semimecanizados y mecanizados, febrero 2015. Fuente: COOPEUMO-FIA, proyecto precursor.

3.2. Diseño del prototipo de la máquina cosechadora

Para lograr el diseño de la maquinaria se evaluaron las alternativas existentes en el mercado en relación con los parámetros de operación requeridos, de acuerdo con la configuración de los predios, edad de los árboles y manejo de estos por parte de los agricultores. También se generaron reuniones con los profesionales encargados de diseñar y fabricar la maquinaria, en conjunto con 17 beneficiarios del proyecto, para establecer además mesas de consulta y poder constatar experiencias.

Con la información recabada se procedió a realizar los primeros diseños, que parten de la línea base de la maquinaria del Sr. Yáñez, pero articulando los procesos de cosecha, recogida y traslado en un solo sistema. La validación inicial de su operación en terreno se realizó en febrero de 2016, en época de cosecha de ciruelas, a partir de la cual se hicieron ajustes y regulaciones que permitieron dar confiabilidad a la operación de la cosechadora en el predio.

Primera prueba de prototipo de maquinaria de cosecha de ciruelas
Fuente: COOPEUMO-FIA, proyecto precursor

Descarga de maquinaria de cosecha de ciruelas



Acople con tractor, único medio de tracción



Vista de la pinza de remecido



3.3. Validación con productores asociados

La cosechadora se validó primero con agricultores que tenían los equipos de trabajo parcial (agitador/vibrador o equipo *side by side*) para que pudiesen comparar las condiciones de operación y los resultados de producción (proporción, cantidad y calidad de fruta cosechada).

Luego se validó en situaciones en que no se había probado equipos mecanizados anteriormente y en diferentes marcos de plantación, inclusive en plantaciones antiguas (entre 2,8 m y 3,5 m entre hileras). En estas últimas plantaciones la máquina desarrollada no funciona adecuadamente porque su tamaño no le permite avanzar fluidamente y sin dañar los árboles, o en las cabeceras de hileras la máquina no podía darse la vuelta para continuar trabajando en la próxima hilera, debiendo retroceder, lo que hacía perder mucho tiempo de trabajo.

Finalmente, y posteriormente al cierre del proyecto, se validó su utilización en un huerto de nogales a solicitud de un agricultor, con buenos resultados, aunque algo solo preliminar. Pero sin duda abre un segmento de clientes potenciales aún mayor a lo previsto en las ciruelas, que debe explorarse.

Amarrando la lona cosechera en el equipo para iniciar traslado a cancha de secado.



Vista trasera de la máquina en proceso de distribución de ciruelas en cancha de secado.



3.4. Resultados comerciales y de gestión

Se ha obtenido resultados comerciales a partir del servicio entregado por COOPEUMO a sus agricultores asociados, con plantaciones de ciruelas que tienen el marco de plantación adecuado (4 a 5 metros entre hileras) y con cabeceras más amplias.

El resultado ha sido bueno porque los agricultores han verificado que los costos y complejidad son significativamente menores que las labores manuales o con otros equipos del mercado (como las que ya tenían los dos agricultores que estaban asociados al proyecto). Por lo tanto, se puede considerar que hay una adopción inicial por el mercado, el cual seguirá usando el equipamiento desarrollado del proyecto FIA.



El modelo de gestión concebido es muy interesante, pues nace de una cooperativa que quiere dar una solución tecnológica a un problema que está aquejando a varios de sus cooperados (12 productores con 60 a 90 ha de ciruelas para deshidratado), y para esto trabajan con productores que ya han abordado el problema de alguna manera con las opciones del mercado, y se unen también a una empresa metalmecánica de la zona para resolverlo a través de un proyecto.

El resultado logrado es concreto, práctico, y técnica y económicamente viable; sin embargo no se ha escalado, porque aunque el prototipo logrado haya sido exitoso, se requiere dedicación de tiempo y profesionales para implementar un modelo que replique estas máquinas y su forma de transferencia, con un modelo de negocio sustentable para los pequeños y medianos agricultores de COOPEUMO, o bien como un producto comercializable, con garantía y soporte técnico por esta misma cooperativa y/o en alianza con una empresa como Metaltec S.A.

4. Estado de ejecución actual

El ejecutor, al momento de ser valorizado el proyecto, sigue operando de acuerdo con su objetivo principal: ser una cooperativa de agricultores focalizada en el servicio y venta de productos asociados a su mejor desempeño productivo. Los principales objetivos, reconocidos e indicados por el encargado actual del proyecto, son la producción de plantines, otorgamiento de créditos agrícolas, venta de insumos productivos y comercialización de productos de cosecha de sus propios asociados.

El equipo de trabajo del proyecto, considerando como un asociado crítico a la empresa METALTEC, la cual fue responsable de implementar el desarrollo del equipamiento en sus instalaciones especializadas en maquinaria y equipamiento agrícola, quedó muy entusiasmado con los logros obtenidos por el proyecto. Existe una buena disposición a implementar una nueva máquina con adaptaciones para los huertos de ciruelo que ya se encontraban establecidos, en un marco de plantación más pequeño y heterogéneo en general; sin embargo, hoy no existe un coordinador o responsable encargado de continuar con aquella labor y todo lo relacionado con el escalamiento y comercialización que se requiere para consolidar este desarrollo.

Los productores asociados a la Cooperativa COOPEUMO siguen utilizando la máquina lograda con el proyecto en forma de servicio, como cobro de uso de máquina por superficie cosechada, por cada pasada de recolección. El equipo se encuentra en la sucursal de San Vicente, la locación más grande de la Cooperativa. Además, disponen de carros cosecheros y repartidores en caso de que el lugar de secado esté muy alejado del huerto mismo, dando una solución integral al agricultor. Sin embargo la máquina, por sus dimensiones y radio de giro en los terminales de las hileras de los huertos, no puede ser utilizada en las plantaciones con marco estrecho, lo cual es una limitante mayor para su uso por los cooperados y otros agricultores tradicionales de la zona, de la Región de O'Higgins y otras alledañas con ciruelos.

De todos modos y dado el buen funcionamiento e interés de los productores, la cooperativa ha mandado a uno de sus profesionales a realizar un sondeo de huertos en los cuales se podría usar este nuevo equipamiento y determinar la estrategia para su mejor aprovechamiento en el tiempo de cosecha de la próxima temporada.

El valor del proyecto precursor y aprendido

El uso de nuevas tecnologías, como ésta, debe ir acompañado de algunos cambios de diseño agronómico del huerto frutal, con el fin de obtener el máximo beneficio productivo y económico. Por ejemplo: marco de plantación; estrategias de poda de formación y producción; manejos de fertilización; e índices de madurez, entre otros. En algunos casos esto determina la factibilidad de implementar o no estas tecnologías, porque en huertos de marco de plantación pequeño (menor a 4 metros) es muy difícil de utilizar.

Proyectos con prototipos desarrollados deben contar con una adecuada estrategia de escalamiento post-proyecto de I+D, porque si no es parte del negocio principal de la empresa va a quedar relegado a una menor escala, solo movido por la demanda de quien conoce el producto directamente. Se considera que debe haber recursos para que al menos una persona siga con la responsabilidad de continuar con la expansión de este resultado.



Debe haber un modelo de negocio que sustente el escalamiento de la innovación e incluya una estrategia de difusión y promoción del producto obtenido, en el rubro inicial y en otros que se consideren usuarios potenciales.

La metodología de trabajo para abordar esta problemática, en conjunto con la empresa metalmecánica y agricultores, resultó ser muy efectiva y eficiente para el logro de los resultados validados, lo que supone la posibilidad de abordar nuevos desafíos, tales como nebulización más eficiente o cosecha de maíz para pequeños productores, entre otros, los cuales podrían aumentar su demanda en la zona.

Se percibió la necesidad de mayor apoyo en la fase final del proyecto, asociada a la eventual propiedad intelectual, con el fin de definir una estrategia de protección, aunque fuese preliminar pero basado en algún estudio más formal y profesional.

Finalmente, cabe mencionar que la automatización y robótica es una respuesta a la necesidad real de dar solución a la falta de mano de obra, pero también a la necesidad de reducir el trabajo manual que tenga cierto grado de riesgo o que requiere de mucho esfuerzo físico, automatizando por ejemplo procesos secundarios o subtareas, como levantar cajas de una cosecha.

Anexos

Anexo 1. Fichas técnicas económicas

Anexo 2. Literatura consultada

Anexo 3. Documentos disponibles y contactos

Anexo 4. Resultados búsqueda de patentes

Anexo 5. Entrevistas realizadas y taller de validación

A. Fichas técnicas situación efecto Proyecto FIA-Coopeumo en agricultor/a pequeño/a o de la Agricultura Familiar Campesina

A1. Ficha técnica de situación SIN proyecto FIA-COOPEUMO.

Rubro o cultivo	Ciruelo	Rendimiento kg/ha	20.000	Alza de valor de dólar de 15% aprox.
Variedad	D´Agen	Fecha estimada precio venta	Febrero - Marzo	
Nivel tecnológico	Medio	Precio esperado (\$/Kg)	224,25	
Región	Lib. B. O'higgins	Ingreso esperado, con IVA (\$)	4.485.000	
Área	San Vicente	Destino producción	Agroindustria nacional para exportación	
Comuna/Localidad	Todas	Fecha de cosecha	Febrero - Marzo	
Fecha precio insumos	Enero-19	Contingencia	Heladas, sequía	

Costos directos de producción por hectárea

Mano de obra						
Labores	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Poda	JH	20	Junio - Julio	18.000	360.000	11,5%
Aplicación de herbicida	JH	2	Agosto - Septiembre	18.000	36.000	1,1%
Fertirrigación	JH	1	Septiembre - Octubre	18.000	18.000	0,6%
Fertirrigación	JH	3	Noviembre a abril (5)	18.000	54.000	1,7%
Aplicación de herbicida	JH	3	Agosto a noviembre (4)	18.000	54.000	1,7%
Muestreo para análisis foliar	JH	0,5	Enero - Febrero	18.000	9.000	0,3%
Preparación elementos de cosecha	JH	2	Diciembre - Enero	18.000	36.000	1,1%
Labores de cosecha	JH	50	Diciembre a marzo (4)	18.000	900.000	28,7%
Subtotal costo mano de obra					1.467.000	46,7%

Maquinaria						
Labores	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Aplicación de pesticidas	JM	1	Junio a noviembre (6)	150.000	150.000	4,8%
Aplicación de pesticidas	JM	1,8	Noviembre - Enero - Abril	150.000	270.000	8,6%
Recolección de ramillas	JM	1	Junio - Julio	70.000	70.000	2,2%
Acarreo	JM	1	Diciembre a marzo (4)	66.000	66.000	2,1%
Subtotal costo maquinaria					556.000	17,7%

Insumos						
Ítem	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Fertilizantes						
Nitrato de potasio	kg	25	Octubre - Enero	737	18.425	0,6%
Muriato de potasio	kg	200	Agosto - Septiembre	360	72.000	2,3%
Urea	kg	200	Agosto - Septiembre	434	86.800	2,8%
Sulfato de magnesio	kg	50	Agosto - Septiembre	252	12.600	0,4%
Superfosfato triple	kg	100	Agosto - Septiembre	411	41.100	1,3%
Foliales	lt	6	Octubre - Enero	8.200	49.200	1,6%
Fungicidas						
Azufre mojable	lt	24	Noviembre - Enero	3.890	93.360	3,0%
Podexal	lt	8	Junio - Julio	4.093	32.744	1,0%
Oxicloruro de cobre	kg	18	Junio - Julio	7.980	143.640	4,6%
Herbicidas						
Roundup	lt	4	Agosto - Septiembre	6.960	27.840	0,9%
Gramoxone Super	lt	2	Agosto - Septiembre	7.364	14.728	0,5%
Insecticidas (Programa Lobesia botrana)						
Intrepid	lt	1	Diciembre - Febrero	119.230	119.230	3,8%
Ampligo	lt	1	Diciembre - Febrero	146.700	146.700	4,7%
Bull	lt	1	Diciembre - Febrero	62.750	62.750	2,0%
Lorsban 4 E (Clorpirifos)	lt	3	Septiembre - Octubre	7.952	23.856	0,8%
Subtotal costo insumos					944.973	30,1%

Otros

Ítem	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Análisis foliar	c/u	1	Enero - Febrero	21.450	21.450	0,7%
Flete	c/u	1	Diciembre a marzo	120.000	120.000	3,8%
Subtotal costo otros					21.450	0,7%

Total costos directos (\$)	2.989.423	95,2%
Más imprevistos (5%)	149.471	4,8%
Total costos (\$)	3.138.894	100,0%
Ingresos esperados (\$)	4.485.000	
Resultado económico (\$)	1.346.106	

Fuente: modificación y actualización propia a partir de fichas técnicas INDAP 2019.

Notas:

1. El precio de los insumos y productos se expresan con IVA.
2. El costo de la mano de obra incluye impuestos e imposiciones.
3. El precio de los insumos incluye el transporte hasta el predio.
4. El costo de operación de la maquinaria incluye el arriendo, el costo del operador y el combustible.
5. Los insumos considerados (tipo y dosis) son solo referenciales y corresponden a la Agencia de Área en particular.
6. El precio esperado de venta considera al producto colocado en el predio del comprador.

A2. Ficha técnica de situación SIN proyecto FIA-COOPEUMO, pero con tecnología alternativa comercial actual.

Rubro o cultivo	Ciruelo	Rendimiento kg/ha	20.000	Alza de valor de dólar de 15% aprox.
Variedad	D´Agen	Fecha estimada precio venta	Febrero - Marzo	
Nivel tecnológico	Medio	Precio esperado (\$/Kg)	224,25	
Región	Lib. B. O'higgins	Ingreso esperado, con IVA (\$)	4.485.000	
Área	San Vicente	Destino producción	Agroindustria nacional para exportación	
Comuna/Localidad	Todas	Fecha de cosecha	Febrero - Marzo	
Fecha precio insumos	Enero-19	Contingencia	Heladas, sequía	

Costos directos de producción por hectárea

Mano de obra						
Labores	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Poda	JH	20	Junio - Julio	18.000	360.000	11,8%
Aplicación de herbicida	JH	2	Agosto - Septiembre	18.000	36.000	1,2%
Fertirrigación	JH	1	Septiembre - Octubre	18.000	18.000	0,6%
Fertirrigación	JH	3	Noviembre a abril (5)	18.000	54.000	1,8%
Aplicación de herbicida	JH	3	Agosto a noviembre (4)	18.000	54.000	1,8%
Muestreo para análisis foliar	JH	0,5	Enero - Febrero	18.000	9.000	0,3%
Preparación elementos de cosecha	JH	2	Diciembre - Enero	18.000	36.000	1,2%
Labores de cosecha	JH	6	Diciembre a marzo (4)	18.000	108.000	3,5% *
Subtotal costo mano de obra					675.000	22,1%

Maquinaria						
Labores	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Aplicación de pesticidas	JM	1	Junio a noviembre (6)	150.000	150.000	4,9%
Aplicación de pesticidas	JM	1,8	Noviembre - Enero - Abril	150.000	270.000	8,8%
Recolección de ramillas	JM	1	Junio - Julio	70.000	70.000	2,3%
Servicio cosecha	Servicio	1	Marzo	717.500	717.500	23,4% **
Acarreo	JM	1	Diciembre a marzo (4)	66.000	66.000	2,2%
Subtotal costo maquinaria					1.273.500	41,6%

Insumos						
Ítem	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Fertilizantes						
Nitrato de potasio	kg	25	Octubre - Enero	737	18.425	0,6%
Muriato de potasio	kg	200	Agosto - Septiembre	360	72.000	2,4%
Urea	kg	200	Agosto - Septiembre	434	86.800	2,8%
Sulfato de magnesio	kg	50	Agosto - Septiembre	252	12.600	0,4%
Superfosfato triple	kg	100	Agosto - Septiembre	411	41.100	1,3%
Fungicidas						
Azufre mojable	lt	24	Noviembre - Enero	3.890	93.360	3,1%
Podexal	lt	8	Junio - Julio	4.093	32.744	1,1%
Oxicloruro de cobre	kg	18	Junio - Julio	7.980	143.640	4,7%
Herbicidas						
Roundup	lt	4	Agosto - Septiembre	6.960	27.840	0,9%
Gramoxone Super	lt	2	Agosto - Septiembre	7.364	14.728	0,5%
Insecticidas (Programa Lobesia botrana)						
Intrepid	lt	1	Diciembre - Febrero	119.230	119.230	3,9%
Ampligo	lt	1	Diciembre - Febrero	146.700	146.700	4,8%
Bull	lt	1	Diciembre - Febrero	62.750	62.750	2,1%
Lorsban 4 E (Clorpirifos)	lt	3	Septiembre - Octubre	7.952	23.856	0,8%
Subtotal costo insumos					944.973	30,9%

Otros						
Ítem	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Análisis foliar	c/u	1	Enero - Febrero	21.450	21.450	0,7%
Flete	c/u	1	Diciembre a marzo	120.000	120.000	3,9%
Subtotal costo otros					21.450	0,7%

Total costos directos (\$)	2.914.923	95,2%
Más imprevistos (5%)	145.746	4,8%
Total costos (\$)	3.060.669	100,0%
Ingresos esperados (\$)	4.485.000	
Resultado económico (\$)	1.424.331	

Fuente: Modificación y actualización propia a partir de fichas técnicas INDAP 2019.

- * Apoyo a labores de cosecha por servicio externo, requisito solicitado.
- ** USD 750 - 1.000 cotización de servicio externo (que incluye 2 automotrices y tractor, y portabins o carro para repartir fruta).

- Notas:
1. El precio de los insumos y productos se expresan con IVA.
 2. El costo de la mano de obra incluye impuestos e imposiciones.
 3. El precio de los insumos incluye el transporte hasta el predio.
 4. El costo de operación de la maquinaria incluye el arriendo, el costo del operador y el combustible.
 5. Los insumos considerados (tipo y dosis) son solo referenciales y corresponden a la Agencia de Area en particular.
 6. El precio esperado de venta considera al producto colocado en el predio del comprador.

A3. Ficha técnica de situación CON proyecto FIA-COOPEUMO.

Rubro o cultivo	Ciruelo	Rendimiento kg/ha	20.000	
Variedad	D´Agen	Fecha estimada precio venta	Febrero - Marzo	
Nivel tecnológico	Medio	Precio esperado (\$/Kg)	224,25	Alza de valor de dólar de 15% aprox.
Región	Lib. B. O'higgins	Ingreso esperado, con IVA (\$)	4.485.000	
Área	San Vicente	Destino producción	Agroindustria nacional para exportación	
Comuna/Localidad	Todas	Fecha de cosecha	Febrero - Marzo	
Fecha precio insumos	Enero-19	Contingencia	Heladas, sequía	

Costos directos de producción por hectárea

Mano de obra						
Labores	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Poda	JH	20	Junio - Julio	18.000	360.000	13,2%
Aplicación de herbicida	JH	2	Agosto - Septiembre	18.000	36.000	1,3%
Fertirrigación	JH	1	Septiembre - Octubre	18.000	18.000	0,7%
Fertirrigación	JH	3	Noviembre a abril (5)	18.000	54.000	2,0%
Aplicación de herbicida	JH	3	Agosto a noviembre (4)	18.000	54.000	2,0%
Muestreo para análisis foliar	JH	0,5	Enero - Febrero	18.000	9.000	0,3%
Preparación elementos de cosecha	JH	2	Diciembre - Enero	18.000	36.000	1,3%
Labores de cosecha	JH	2	Diciembre a marzo (4)	18.000	36.000	1,3% *
Subtotal costo mano de obra					603.000	22,0%

Maquinaria						
Labores	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Aplicación de pesticidas	JM	1	Junio a noviembre (6)	150.000	150.000	5,5%
Aplicación de pesticidas	JM	1,8	Noviembre - Enero - Abril	150.000	270.000	9,9%
Recolección de ramillas	JM	1	Junio - Julio	70.000	70.000	2,6%
Servicio cosecha	Servicio	1	Marzo	480.000	480.000	17,5%
Acarreo	JM	1	Diciembre a marzo (4)	66.000	66.000	2,4%
Subtotal costo maquinaria					1.036.000	37,9%

Insumos						
Ítem	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Fertilizantes						
Nitrato de potasio	kg	25	Octubre - Enero	737	18.425	0,7%
Muriato de potasio	kg	200	Agosto - Septiembre	360	72.000	2,6%
Urea	kg	200	Agosto - Septiembre	434	86.800	3,2%
Sulfato de magnesio	kg	50	Agosto - Septiembre	252	12.600	0,5%
Superfosfato triple	kg	100	Agosto - Septiembre	411	41.100	1,5%
Foliales	lt	6	Octubre - Enero	8.200	49.200	1,8%
Fungicidas						
Azufre mojabable	lt	24	Noviembre - Enero	3.890	93.360	3,4%
Podexal	lt	8	Junio - Julio	4.093	32.744	1,2%
Oxicloruro de cobre	kg	18	Junio - Julio	7.980	143.640	5,3%
Herbicidas						
Roundup	lt	4	Agosto - Septiembre	6.960	27.840	1,0%
Gramoxone Super	lt	2	Agosto - Septiembre	7.364	14.728	0,5%
Insecticidas (Programa Lobesia botrana)						
Intrepid	lt	1	Diciembre - Febrero	119.230	119.230	4,4%
Ampligo	lt	1	Diciembre - Febrero	146.700	146.700	5,4%
Bull	lt	1	Diciembre - Febrero	62.750	62.750	2,3%
Lorsban 4 E (Clorpirifos)	lt	3	Septiembre - Octubre	7.952	23.856	0,9%
Subtotal costo insumos					944.973	34,5%

Otros						
Ítem	Unidad	Nº jornadas	Época (Mes)	Precio unitario (\$)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total (%)
Análisis foliar	c/u	1	Enero - Febrero	21.450	21.450	0,8%
Flete	c/u	1	Diciembre a marzo	120.000	120.000	4,4%
Subtotal costo otros					21.450	0,8%

Total costos directos (\$)	2.605.423	95,2%
Más imprevistos (5%)	130.271	4,8%
Total costos (\$)	2.735.694	100,0%
Ingresos esperados (\$)	4.485.000	
Resultado económico (\$)	1.749.306	

Fuente: Modificación y actualización propia a partir de fichas técnicas INDAP 2019.

* 2 JH/día para estirar lona, 1-2 más para repartir fruta en cancha.

Notas:

1. El precio de los insumos y productos se expresan con IVA.
2. El costo de la mano de obra incluye impuestos e imposiciones.
3. El precio de los insumos incluye el transporte hasta el predio.
4. El costo de operación de la maquinaria incluye el arriendo, el costo del operador y el combustible.
5. Los insumos considerados (tipo y dosis) son solo referenciales y corresponden a la Agencia de Area en particular.
6. El precio esperado de venta considera al producto colocado en el predio del comprador.

B. Fichas técnicas situación efecto Proyecto FIA-Coopeumo en agricultor/a mediano/a o de tecnología media

B1. Ficha técnica de situación SIN proyecto FIA-COOPEUMO.

Parámetros generales A			
1 hectárea agosto 2019 (actualizado de ODEPA 2017)		Variedad: D' Agen	
Tecnología de riego: Riego por surco		Destino de producción: agroindustria	
Densidad (plantas/hectárea): 400 (5,0 m x 5,0 m)		Tecnología: media	
Plantación: en producción		Cosecha: febrero	
Parámetros generales B		Resumen contable	
Rendimiento (kilos/hectárea):	10.500	Ingreso por hectárea (f)	8.400.000
Precio de venta a productor (\$/kilo)(1):	\$800	Costos directos por hectárea (a+b+c+d)	5.335.131
Costo jornada hombre (\$/jornada hombre)	\$18.000	Costos totales por hectárea (a+b+c+d+e)	5.815.293
Tasa interés mensual (%):	1,50%	Margen bruto por hectárea (f - (a+b+c+d))	3.064.869
Meses de financiamiento:	12	Margen neto por hectárea (f - (a+b+c+d+e))	2.584.707
		Costo unitario	\$ 554

Costos directos

Mano de obra (a)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Poda	Junio - Julio	400,0	planta	1.060	424.000	7,3%
Aplicación de agroquímicos	Febrero - Enero	6,0	jornada hombre	18.000	108.000	1,9%
Riego y limpieas de acequias	Agosto - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	2,5%
Aplicación fertilizantes	Octubre - Marzo	3,0	jornada hombre	18.000	54.000	0,9%
Controles de malezas:alrededor de la planta	Septiembre - Febrero	4,0	jornada hombre	18.000	72.000	1,2%
Confeccionar canchas de secado	Enero - Febrero	4,0	jornada hombre	18.000	72.000	1,2%
Cosecha (ciruela fresca) (2)	Febrero - Marzo	31.500,0	kilo	38	1.202.040	20,7%
Manejo secado	Febrero - Abril	12,0	jornada hombre	18.000	216.000	3,7%
Envasado en caja	Marzo - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	2,5%
Limpiar terreno y guardar infraestructura secado	Febrero - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	2,5%
Total mano de obra					2.580.040	44,4%

Maquinaria (b)(3)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Aplicación fitosanitarios	Mayo - Abril	10,0	hectárea	31.800	318.000	5,5%
Rastraje	Mayo - Octubre	2,0	hectárea	37.100	74.200	1,3%
Surqueadura	Mayo - Octubre	2,0	hectárea	18.000	36.000	0,6%
Triturar los restos de la poda	Junio - Agosto	2,0	hectárea	47.700	95.400	1,6%
Vibradora para la caída de fruta	Febrero - Marzo	1,0	hectárea	148.400	148.400	2,6%
Cosecha: traslado a cancha de secado (ciruela fresca)	Febrero - Marzo	31.500,0	kilo	6,4	200.340	3,4%
Traslado a bodega (ciruela deshidratada)	Febrero - Abril	10.500,0	kilo	6,4	66.780	1,1%
Total maquinaria					939.120	16,1%

Insumos (c) (4)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Fertilizantes						
Nitrato de Potasio	Octubre - Marzo	300,0	kilo	737	221.100	3,8%
Urea	Octubre - Noviembre	200,0	kilo	434	86.800	1,5%
Mezcla frutal	Marzo	200,0	kilo	429	85.800	1,5%
Fungicidas						
Nordox Super 75 WG	Abril - Junio	15,0	kilo	6.500	97.500	1,7%
Podexal	Junio - Julio	5,0	litro	4.093	20.465	0,4%
Azufre mojable urkabe	Septiembre - Octubre	25,0	litro	1.550	38.750	0,7%
Topas 200 EW	septiembre - noviembre	0,5	litro	103.800	51.900	0,9%
Insecticidas						
Citroliv Miscible	Junio - Julio	25,0	litro	3.489	87.225	1,5%
Lorsban 4E	Junio - Julio	2,0	litro	7.952	15.904	0,3%
Karate con tecnología Zeon	Octubre - Diciembre	0,5	litro	37.950	18.975	0,3%

Herbicida						
Roundup ultramax	Agosto - Octubre	5,0	litro	6.960	34.800	0,6%
Fertilizantes foliares						
Zintrac	Septiembre - Octubre	5,0	litro	13.700	68.500	1,2%
Fosimax 40 20	Septiembre - Enero	6,0	litro	9.598	57.588	1,0%
Solubor	Septiembre - Octubre	2,0	kilo	4.305	8.610	0,1%
Otros						
Baño químico	Febrero - Marzo	2,0	unidad	70.000	140.000	2,4%
Carpas para cosechar (duración 2 años)	Febrero - Marzo	12,0	unidad	15.000	180.000	3,1%
Malla raschel para secado (duración 2 años)	Febrero - Abril	200,0	metro cuadrado	1.000	200.000	3,4%
Implementos de cosecha	Febrero - Marzo	1,0	hectárea	90.000	90.000	1,5%
Agua	Anual	1,0	hectárea	30.000	30.000	0,5%
Análisis suelo (5)	Enero - Febrero	1,0	análisis	28.000	28.000	0,5%
Total insumos					1.561.917	26,9%

Imprevistos (d)	Cantidad	Unidad	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Imprevistos	5%	porcentaje	254.054	4,4%

Total costos directos (a+b+c+d)	5.335.131	91,7%
--	------------------	--------------

Costos indirectos (e)

Ítem	Cantidad	Unidad	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Costo financiero (tasa de interés) (6)	1,5%	porcentaje	480.162	8,3%
Costo oportunidad (arriendo)				
Administración				
Contribuciones				
Total costos indirectos			480.162	8,3%

Total costos	5.815.293	100,0%
---------------------	------------------	---------------

Análisis de sensibilidad (7) Margen neto (\$/hectárea)			
Rendimiento (kilos/hectárea)	Precio (\$/kilo)		
	720	800	880
9.450	\$ 988.707	\$ 1.744.707	\$ 2.500.707
10.500	\$ 1.744.707	\$ 2.584.707	\$ 3.424.707
11.550	\$ 2.500.707	\$ 3.424.707	\$ 4.348.707

Costo unitario (\$/kilo) (8)			
Rendimiento (kilos/hectárea)	9.450	10.500	11.550
Costo Unitario (\$/kilo)	\$ 615	\$ 554	\$ 503

- Notas:**
- (1) El precio del kilo de ciruela deshidratada corresponde al promedio estimado de las entrevistas de la región a nivel predial durante el periodo de cosecha en la temporada 2017/2018 ajustado por alza del dólar a \$800. En promedio 3 kilos de ciruela fresca se reducen a 1 kilo seca o deshidratada de ciruela.
 - (2) Costo cosecha equivale a cortar la ciruela y dejarlas en cajas de 15 kilos neto aproximadamente.
 - (3) Representa el valor de arriendo en la región.
 - (4) El programa fitosanitario y nombre de productos es solo referencial y no constituye recomendación alguna por parte de Odepa. Para cada caso particular, consultar con un profesional calificado de acuerdo a las condiciones específicas de cada predio. El productor puede cambiar los parámetros a través de la ficha de simulación.
 - (5) La dosis de fertilización promedio podría variar de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.
 - (6) 1,5% mensual simple sobre el 50% de los costos directos, tasa de interés promedio de las empresas distribuidoras de insumos.
 - (7) Margen neto corresponde a ingresos totales (precio venta x rendimiento) menos los costos totales.
 - (8) Representa el precio de venta mínimo para cubrir los costos totales de producción.

Fuente: adaptado y actualizado a partir de ficha técnica de ODEPA 2018.

En amarillo, ítemes relacionados con cosecha semi-mecanizada y por lo tanto sustituibles por la tecnología desarrollada por el proyecto FIA de COOPEUMO

SITUACIÓN SIN PROYECTO: Dado que es productor mediano, se asume tecnología media que incluye NO realizar cosecha manual y sí cosecha semi-mecanizada con vibrador.

B2. Ficha técnica de situación SIN proyecto FIA-COOPEUMO, pero con tecnología alternativa comercial actual.

Parámetros generales A		
1 hectárea agosto 2019 (actualizado de ODEPA 2017)		Variedad: D' Agen
Tecnología de riego: Riego por surco		Destino de producción: agroindustria
Densidad (plantas/hectárea): 400 (5,0 m x 5,0 m)		Tecnología: media
Plantación: en producción		Cosecha: febrero
Parámetros generales B		
Rendimiento (kilos/hectárea):	10.500	
Precio de venta a productor (\$/kilo)(1):	\$800	
Costo jornada hombre (\$/jornada hombre)	\$18.000	
Tasa interés mensual (%):	1,50%	
Meses de financiamiento:	12	
Resumen contable		
Ingreso por hectárea (f)		8.400.000
Costos directos por hectárea (a+b+c+d)		4.225.218
Costos totales por hectárea (a+b+c+d+e)		4.605.487
Margen bruto por hectárea (f - (a+b+c+d))		4.174.782
Margen neto por hectárea (f - (a+b+c+d+e))		3.794.513
Costo unitario		\$ 439

Costos directos

Mano de obra (a)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Poda	Junio - Julio	400,0	planta	1.060	424.000	9,2%
Aplicación de agroquímicos	Febrero - Enero	6,0	jornada hombre	18.000	108.000	2,3%
Riego y limpieas de acequias	Agosto - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	3,1%
Aplicación fertilizantes	Octubre - Marzo	3,0	jornada hombre	18.000	54.000	1,2%
Controles de malezas:alrededor de la planta	Septiembre - Febrero	4,0	jornada hombre	18.000	72.000	1,6%
Confeccionar canchas de secado	Enero - Febrero	4,0	jornada hombre	18.000	72.000	1,6%
Cosecha (ciruela fresca) (2)	Febrero - marzo	6,0	jornada hombre	18.000	108.000	2,3%
Manejo secado	Febrero - Abril	12,0	jornada hombre	18.000	216.000	4,7%
Envasado en caja	Marzo - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	3,1%
Limpiar terreno y guardar infraestructura secado	Febrero - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	3,1%
Total mano de obra					1.486.000	32,3%

Maquinaria (b)(3)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Aplicación fitosanitarios	Mayo - Abril	10,0	hectárea	31.800	318.000	6,9%
Rastraje	Mayo - Octubre	2,0	hectárea	37.100	74.200	1,6%
Surqueadura	Mayo - Octubre	2,0	hectárea	18.000	36.000	0,8%
Triturar los restos de la poda	Junio - Agosto	2,0	hectárea	47.700	95.400	2,1%
Servicio cosecha mecanizada (incluye traslado a cancha)	Febrero - Marzo	1,0	hectárea	717.500	717.500	15,6%
					0	0,0%
Traslado a bodega (ciruela deshidratada)	Febrero - Abril	10.500,0	kilo	0,0	0	0,0%
Total maquinaria					1.241.100	26,9%

Insumos (c) (4)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Fertilizantes						
Nitrato de Potasio	Octubre - Marzo	300,0	kilo	737	221.100	4,8%
Urea	Octubre - Noviembre	200,0	kilo	434	86.800	1,9%
mezcla frutal	Marzo	200,0	kilo	429	85.800	1,9%
Fungicidas:						
Nordox Super 75 WG	Abril - Junio	15,0	kilo	6.500	97.500	2,1%
Podexal	Junio - Julio	5,0	litro	4.093	20.465	0,4%
Azufre mojable urkabe	Septiembre - Octubre	25,0	litro	1.550	38.750	0,8%
Topas 200 EW	Septiembre - Noviembre	0,5	litro	103.800	51.900	1,1%
Insecticidas						
Citroliv Miscible	Junio - Julio	25,0	litro	3.489	87.225	1,9%
Lorsban 4E	Junio - Julio	2,0	litro	7.952	15.904	0,3%
Karate con tecnología Zeon	Octubre - Diciembre	0,5	litro	37.950	18.975	0,4%

Herbicida:						
Roundup ultramax	Agosto - Octubre	5,0	litro	6.960	34.800	0,8%
Fertilizantes foliares						
Zintrac	Septiembre - Octubre	5,0	litro	13.700	68.500	1,5%
Fosfimax 40 20	Septiembre - Enero	6,0	litro	9.598	57.588	1,3%
Solubor	Septiembre - Octubre	2,0	kilo	4.305	8.610	0,2%
Otros						
Baño químico	Febrero - Marzo	1,0	unidad	70.000	70.000	1,5%
Carpas para cosechar (duración 2 años)	Febrero - Marzo	2,0	unidad	15.000	30.000	0,7%
Malla raschel para secado (duración 2 años)	Febrero - Abril	200,0	metro cuadrado	1.000	200.000	4,3%
Implementos de cosecha	Febrero - Marzo	0,5	hectárea	90.000	45.000	1,0%
Agua	Anual	1,0	hectárea	30.000	30.000	0,7%
Análisis suelo (5)	Enero - Febrero	1,0	análisis	28.000	28.000	0,6%
Total insumos					1.296.917	28,2%

Imprevistos (d)	Cantidad	Unidad	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Imprevistos	5%	porcentaje	201.201	4,4%

Total costos directos (a+b+c+d)	4.225.218	91,7%
--	------------------	--------------

Costos indirectos (e)

Ítem	Cantidad	Unidad	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Costo financiero (tasa de interés) (6)	1,5%	porcentaje	380.270	8,3%
Costo oportunidad (arriendo)				
Administración				
Contribuciones				
Total costos indirectos			380.270	8,3%

Total costos	4.605.487	100,0%
---------------------	------------------	---------------

Análisis de sensibilidad (7) Margen neto (\$/hectárea)			
Rendimiento (kilos/hectárea)	Precio (\$/kilo)		
	720	800	880
9.450	\$ 2.198.513	\$ 2.954.513	\$ 3.710.513
10.500	\$ 2.954.513	\$ 3.794.513	\$ 4.634.513
11.550	\$ 3.710.513	\$ 4.634.513	\$ 5.558.513

Costo unitario (\$/kilo) (8)			
Rendimiento (kilos/hectárea)	9.450	10.500	11.550
Costo Unitario (\$/kilo)	\$ 487	\$ 439	\$ 399

- Notas:**
- (1) El precio del kilo de ciruela deshidratada corresponde al promedio estimado de las entrevistas de la región a nivel predial durante el periodo de cosecha en la temporada 2017/2018 ajustado por alza del dólar a \$800. En promedio 3 kilos de ciruela fresca se reducen a 1 kilo seca o deshidratada de ciruela.
 - (2) Costo cosecha equivale a cortar la ciruela y dejarlas en cajas de 15 kilos neto aproximadamente.
 - (3) Representa el valor de arriendo en la región.
 - (4) El programa fitosanitario y nombre de productos es solo referencial y no constituye recomendación alguna por parte de Odepa. Para cada caso particular, consultar con un profesional calificado de acuerdo a las condiciones específicas de cada predio. El productor puede cambiar los parámetros a través de la ficha de simulación.
 - (5) La dosis de fertilización promedio podría variar de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.
 - (6) 1,5% mensual simple sobre el 50% de los costos directos, tasa de interés promedio de las empresas distribuidoras de insumos.
 - (7) Margen neto corresponde a ingresos totales (precio venta x rendimiento) menos los costos totales.
 - (8) Representa el precio de venta mínimo para cubrir los costos totales de producción.

Fuente: adaptado y actualizado a partir de Ficha técnica de ODEPA 2018.

En amarillo, ítemes relacionados con cosecha semi-mecanizada y por lo tanto sustituibles por la tecnología desarrollada por el proyecto FIA de COOPEUMO.

SITUACIÓN SIN PROYECTO, CON ALTERNATIVA DE MERCADO: Subcontratar servicio de cosecha mecanizada con máquina automotriz y carros cosecheros, pero es una opción que no se puede aplicar en cualquier huerto por el tamaño de la máquina y tractores de apoyo. Además requiere mucho personal complementario.

B3. Ficha técnica de situación CON proyecto FIA-COOPEUMO.

Parámetros generales A			
1 hectárea agosto 2019 (actualizado de ODEPA 2017)		Variedad: D' Agen	
Tecnología de riego: Riego por surco		Destino de producción: agroindustria	
Densidad (plantas/hectárea): 400 (5,0 m x 5,0 m)		Tecnología: media	
Plantación: en producción		Cosecha: febrero	
Parámetros generales B		Resumen contable	
Rendimiento (kilos/hectárea):	10.500	Ingreso por hectárea (f)	8.400.000
Precio de venta a productor (\$/kilo)(1):	\$800	Costos directos por hectárea (a+b+c+d)	3.921.243
Costo jornada hombre (\$/jornada hombre)	\$18.000	Costos totales por hectárea (a+b+c+d+e)	4.274.155
Tasa interés mensual (%):	1,50%	Margen bruto por hectárea (f - (a+b+c+d))	4.478.757
Meses de financiamiento:	12	Margen neto por hectárea (f - (a+b+c+d+e))	4.125.845
		Costo unitario	\$ 407

Costos directos

Mano de obra (a)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Poda	Junio - Julio	400,0	planta	1.060	424.000	9,9%
Aplicación de agroquímicos	Febrero - Enero	6,0	jornada hombre	18.000	108.000	2,5%
Riego y limpieas de acequias	Agosto - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	3,4%
Aplicación fertilizantes	Octubre - Marzo	3,0	jornada hombre	18.000	54.000	1,3%
Controles de malezas:alrededor de la planta	Septiembre - Febrero	4,0	jornada hombre	18.000	72.000	1,7%
Confeccionar canchas de secado	Enero - Febrero	4,0	jornada hombre	18.000	72.000	1,7%
Cosecha (ciruela fresca) (2)	Febrero - Marzo	2,0	jornada hombre	18.000	36.000	0,8%
Manejo secado	Febrero - Abril	12,0	jornada hombre	18.000	216.000	5,1%
Envasado en caja	Marzo - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	3,4%
Limpiar terreno y guardar infraestructura secado	Febrero - Abril	8,0	jornada hombre	18.000	144.000	3,4%
Total mano de obra					1.414.000	33,1%

Maquinaria (b)(3)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Aplicación fitosanitarios	Mayo - Abril	10,0	hectárea	31.800	318.000	7,4%
Rastraje	Mayo - Octubre	2,0	hectárea	37.100	74.200	1,7%
Surqueadura	Mayo - Octubre	2,0	hectárea	18.000	36.000	0,8%
Triturar los restos de la poda	Junio - Agosto	2,0	hectárea	47.700	95.400	2,2%
Servicio cosecha mecanizada (incluye traslado a cancha)	Febrero - Marzo	1,0	hectárea	500.000	500.000	11,7%
					0	0,0%
Traslado a bodega (ciruela deshidratada)	Febrero - Abril	10.500,0	kilo	0,0	0	0,0%
Total maquinaria					1.023.600	23,9%

Insumos (c) (4)	Período	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unidad)	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Fertilizantes:						
Nitrato de Potasio	Octubre - Marzo	300,0	kilo	737	221.100	5,2%
Urea	Octubre - Noviembre	200,0	kilo	434	86.800	2,0%
mezcla frutal	Marzo	200,0	kilo	429	85.800	2,0%
Fungicidas:						
Nordox Super 75 WG	Abril - Junio	15,0	kilo	6.500	97.500	2,3%
Podexal	Junio - Julio	5,0	litro	4.093	20.465	0,5%
Azufre mojable urkabe	Septiembre - Octubre	25,0	litro	1.550	38.750	0,9%
Topas 200 EW	Septiembre - Noviembre	0,5	litro	103.800	51.900	1,2%
Insecticidas						
Citroliv Miscible	Junio - Julio	25,0	litro	3.489	87.225	2,0%
Lorsban 4E	Junio - Julio	2,0	litro	7.952	15.904	0,4%
Karate con tecnología Zeon	Octubre - Diciembre	0,5	litro	37.950	18.975	0,4%

Herbicida:						
Roundup ultramax	Agosto - Octubre	5,0	litro	6.960	34.800	0,8%
Fertilizantes foliares						
Zintrac	Septiembre - Octubre	5,0	litro	13.700	68.500	1,6%
Fosimax 40 20	Septiembre - Enero	6,0	litro	9.598	57.588	1,3%
Solubor	Septiembre - Octubre	2,0	kilo	4.305	8.610	0,2%
Otros						
Baño químico	Febrero - Marzo	1,0	unidad	70.000	70.000	1,6%
Carpas para cosechar (duración 2 años)	Febrero - Marzo	2,0	unidad	15.000	30.000	0,7%
Malla raschel para secado (duración 2 años)	Febrero - Abril	200,0	metro cuadrado	1.000	200.000	4,7%
Implementos de cosecha	Febrero - Marzo	0,5	hectárea	90.000	45.000	1,1%
Agua	Anual	1,0	hectárea	30.000	30.000	0,7%
Análisis suelo (5)	Enero - Febrero	1,0	análisis	28.000	28.000	0,7%
Total insumos					1.296.917	30,3%

Imprevistos (d)	Cantidad	Unidad	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Imprevistos	5%	porcentaje	186.726	4,4%

Total costos directos (a+b+c+d)	3.921.243	91,7%
--	------------------	--------------

Costos indirectos (e)

Ítem	Cantidad	Unidad	Subtotal (\$)	Prop. de costo total
Costo financiero (tasa de interés) (6)	1,5%	porcentaje	352.912	8,3%
Costo oportunidad (arriendo)				
Administración				
Contribuciones				
Total costos indirectos			352.912	8,3%

Total costos	4.274.155	100,0%
---------------------	------------------	---------------

Análisis de sensibilidad (7) Margen neto (\$/hectárea)			
Rendimiento (kilos/hectárea)	Precio (\$/kilo)		
	720	800	880
9.450	\$ 2.529.845	\$ 3.285.845	\$ 4.041.845
10.500	\$ 3.285.845	\$ 4.125.845	\$ 4.965.845
11.550	\$ 4.041.845	\$ 4.965.845	\$ 5.889.845

Costo unitario (\$/kilo) (8)			
Rendimiento (kilos/hectárea)	9.450	10.500	11.550
Costo Unitario (\$/kilo)	\$ 452	\$ 407	\$ 370

- Notas:**
- (1) El precio del kilo de ciruela deshidratada corresponde al promedio estimado de las entrevistas de la región a nivel predial durante el periodo de cosecha en la temporada 2017/2018 ajustado por alza del dólar a \$800. En promedio 3 kilos de ciruela fresca se reducen a 1 kilo seca o deshidratada de ciruela.
 - (2) Costo cosecha equivale a cortar la ciruela y dejarlas en cajas de 15 kilos neto aproximadamente.
 - (3) Representa el valor de arriendo en la región.
 - (4) El programa fitosanitario y nombre de productos es solo referencial y no constituye recomendación alguna por parte de Odepa. Para cada caso particular, consultar con un profesional calificado de acuerdo a las condiciones específicas de cada predio. El productor puede cambiar los parámetros a través de la ficha de simulación.
 - (5) La dosis de fertilización promedio podría variar de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.
 - (6) 1,5% mensual simple sobre el 50% de los costos directos, tasa de interés promedio de las empresas distribuidoras de insumos.
 - (7) Margen neto corresponde a ingresos totales (precio venta x rendimiento) menos los costos totales.
 - (8) Representa el precio de venta mínimo para cubrir los costos totales de producción.

Fuente: adaptado y actualizado a partir de Ficha técnica de ODEPA 2018.

En amarillo, ítemes relacionados con cosecha y por lo tanto asociados a la tecnología desarrollada por el proyecto FIA de COOPEUMO.
SITUACIÓN CON PROYECTO: Tecnología media en agricultor de tipo mediano que realiza la cosecha con equipamiento desarrollado por Proyecto FIA de COOPEUMO por subcontrato a la Cooperativa (máquina adosada al toma de fuerza de tractor con carro acumulador que realiza traslado a canchas de secado o planta).

ANEXO 2. **Literatura consultada**

- Agro Meat, 2019. China: El precio de las ciruelas chilenas baja un 50%. Chile Xinhua News.
<https://www.agromeat.com/264578/china-el-precio-de-las-ciruelas-chilenas-baja-un-50>
- Agromillora Sur. Tercera cosecha de ciruelo D'Agen en Super Alta Densidad.
<https://www.facebook.com/agromillorachile/videos/tercera-cosecha-de-ciruelo-dagen-en-super-alta-densidad/197946964629949/>
- Chileprunes Association A.G., 2012. Manual de calidad en los procesos de cosecha y secado al sol para ciruelas secas de Chile.
[chileprunes.cl › uploads › 2017/01 › manual_ciruelas](http://chileprunes.cl/uploads/2017/01/manual_ciruelas)
- El futuro está aquí: Ciruelos D'Agen en Súper Alta Densidad
<https://www.redagricola.com/cl/el-futuro-esta-aqui-ciruelos-dagen-en-super-alta-densidad/>
- Estadísticas frutícolas nacionales actualizadas.
<https://southfruitwine.cl/ciruelas-de-chile/>
- INAPI, 2019. Bases de datos de patentes en línea.
www.inapi.cl (se debe mencionar que esta base de datos presenta una restricción de búsquedas diarias por usuario o IP, lo que limita su uso enormemente para tener certeza y precisión respecto de lo evaluado).
- Labbé, Tomás, 2019. Revista Red Agrícola. "Ciruela D'Agen. La importancia de una cosecha oportuna". <http://www.redagricola.com/cl/la-importancia-una-cosecha-oportuna/>
- Mujica, JP., 2013. Estudio para la incorporación de ciruelas para secar al seguro agrícola.
https://www.agroseguros.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Informe_Seguro_Ciruelas_2014.pdf
- Mundoagro, 2018. 1° Cosecha mecanizada de ciruelas D'Agen en todo Chile.
<https://www.mundoagro.cl/cosecha-eficiente/>
- ODEPA, 2019. Exportación chilena de frutas y hortalizas deshidratadas. Ciruelas secas Código SACH 8132000. Elaborado por Odepa con información del Servicio Nacional de Aduanas. Cifras sujetas a revisión por informes de variación de valor (IVV).
- Portal Frutícola, 2019. Chile: Gran alza de exportaciones de ciruelas D'Agen a China provocan caída de los precios.
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/04/03/chile-gran-alza-de-exportaciones-de-ciruelas-dagen-a-china-provocan-caida-de-los-precios/>
- Rodríguez, A., 2018. Situación actual de producción y comercio mundial. 6° Congreso Expo Ciruelas Secas: Año 2018 «Tiempos de Cambio».:
https://drive.google.com/drive/folders/1_LDOTusqhMK3_mgsB3aIPsq9hQQ8afhY

Sitio web de la Asociación de productores de Ciruelas de Chile

<http://www.chileprunes.cl/>

Sitio web de la 7ª. Expo Ciruelas de Chile 2019

<https://www.expociruelassecas.cl/>

Sotomayor, JP., 2019. Análisis productivo de la temporada. 7ª versión Expo Ciruelas Secas, año 2019, Chile Prunes.

Tapia, B. y González, M., 2012. Ciruelas secas: proyecciones de sobrestock y precios a la baja. Categorías: artículos, ciruela, frutos secos.

ANEXO 3. Documentos disponibles y contactos

Empresa de servicios de cosecha, ciruela y otros

Por ambos lados (*side by side*), dos equipos automotrices, más tractor cosechero atrás.

<https://www.cosechamecanizada.cl/index.php/quienes-somos/>

- Demo de operación de equipo de servicio, año 2011
https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=aVkMeP8TrUs
- Cosecha mecanizada Ciruela Chile Maquinarias Agrícolas C y H S.A.
www.cosechamecanizada.cl
<https://www.youtube.com/watch?v=RR8II9BH9PE>, año 2015
- En la cosecha de Ciruelos Europeos implementan maquinaria "*Side by Side*", marca COE; con levante hidráulico para camellones y calibrador de ciruelas en la cinta transportadora (si el productor lo requiere, también puede solicitar la cadena seleccionadora, ésta no tiene costo adicional). También se ofrecen carros auto cargables, volteadores de *bins* y carros esparcidores para la ciruela en cancha (con costo adicional).

Equipos diversos trabajando en campo

Cosechadora de ciruelas, en San Rafael, Argentina

https://www.youtube.com/watch?v=BB_72CBmlvo.

Un solo equipo para cosechar ambos lados del árbol, pero es más manual, por lo que requiere más recursos humanos.

Coe Cherry Shaker in Action

https://www.youtube.com/watch?v=8_wFP_X6Q6Y Se muestra la misma que para ciruelas, pero trabajando en cerezas.

Otros sitios de maquinaria y equipamiento agrícola

Sargent Agrícola Chile

<http://www.sargentchile.cl/agricola/implementos/?page=1>

No tiene cosechadoras de fruta, solo cosechadoras de papas.

Implementos de fumigación en frutales

<http://www.sargentchile.cl/agricola/rubros/frutales/implementos/>

Hellman SPA. Maquinaria Agrícola.

<http://www.hellman.cl/index.php/maquinaria-agricola>

No tiene cosechadoras de fruta.

Sí cuenta con pulverizadores y nebulizadores para aplicación en frutales

<http://www.hellman.cl/index.php/maquinaria-agricola/herpa/atomizadores.html?start=0>

AgroMatch.cl.

Sitio web para compraventa y arriendo de maquinarias y solicitud de servicios agrícolas, de alcance nacional. Vincula oferta y demanda de maquinarias a nivel nacional. Creado durante el año 2019, así que es relativamente nuevo para determinar su confiabilidad y/o efectividad en el rubro.

<https://www.agromatch.cl/>

Presentación de una búsqueda de máquina cosechadora en esta plataforma, para solicitar servicio o arriendo:

<https://www.agromatch.cl/buscar?userLocation=Peumo,%20O%27Higgins,%20Chile&machineType=Otro&mode=ambos>

ANEXO 4. Resultados búsqueda de patentes

BUSQUEDA DE PATENTES ASOCIABLES AL PROYECTO EN INAPI

No se encontró ninguna patente similar asociada a la búsqueda de palabras claves indicadas, que pudiesen competir o inhabilitar el uso, aplicación y/o posible patentamiento de el desarrollo de este proyecto.

Aparecen invenciones que no tienen relación con maquinaria agrícola, pero sirven para mostrar la amplitud de temas asociados con palabras claves asociadas a esta innovación y demostrar el tipo de barrido de información que se realizó, pudiendo siempre eventualmente existir otras formas de búsqueda.

BUSCADOR EN TÍTULO: “Ciruelas” y “Cosechadoras”

Lista de Aciertos

Solicitud	Int. Cl.	Titulo	Archivo ZIP
201803896	A23J3/14 A23L11/00 A23L19/12	Proceso y formulación de un paté 100% vegetal a base a quinoa, legumbres, semillas y amaranto: producto de larga vida útil, libre de gluten y preservantes.	
201303126	A23N4/00	Sistema para acondicionar carozos de ciruela que comprende un primer contenedor con agua donde son temporalmente contenidos los carozos, medios para agitar los carozos, medios tamizadores y medios removedores de pulpa.	
201200289	A61K35/78 A61K9/16 A61P1/10	Granulos de extracto de sen recubierto que comprende extracto de sen con 20% de senosidos, EUDRAGIT® L-100 y EUDRAGIT® L30D-55; proceso de obtencion de granulos; formulacion de jalea; proceso de obtencion de la formulacion de jalea; y uso de los granulos de extracto de sen recubierto como laxante.	
201101828	A01N43/40	Uso del inhibidor de la succinato deshidrogenasa Fluopiram para combatir infecciones primarias por oídio en cultivos perennes.	
201000354	A23J1/14 A23J1/20	Hamburguesas o salchichas que comprenden: 5-20 % de una combinacion de proteinas de suero lacteo y aislado de soya, 70-90 % de agua, 2-10 % de vegetales, 1-4 % de sal, 0-4 % de antioxidante y saborizante; proceso de elaboracion que comprende las etapas de: mezcla de ingredientes, formar salchichas o hamburguesas, coccion, golpe frio.	

Solicitud	Int. Cl.	Título	Archivo ZIP
200800225	A23L1/09 C12N9/92 C12P19/24 C13D3/12 C13D3/14 C13D3/16 C13K11/00	Metodo y aparato para elaborar un jarabe de azucar con alto contenido de fructosa que comprende: preparar un jugo azucarado clarificado y desmineralizado, hidrolizar, separar los azucares simples, isomerizacion de la glucosa, donde al menos una materia prima vegetal comprende sorbitol, y la eliminacion parcial del sorbitol.	
200001594	A01N37/08 A01N37/42	Procedimiento para elevar y modificar cualitativamente el contenido de flavonoides y de constituyentes fenólicos en plantas por tratamiento con compuestos derivados de acilciclohexadionas.	
199700529	A23N4/08	Aparato para deshuesar articulos tales como ciruelas o dátiles.	
199400297	A23P1/00	Metodo y aparato para moldear alimentos a partir de una pasta alimenticia, controlando textura y dureza, empleando para ello un par de rodillos que en sus superficies de rodadura enfrentadas poseen cavidades de moldeo macho y hembra respectivamente, para formar una masa alimenticia.	

ANEXO 5. Entrevistas realizadas y taller de validación

1. Entrevistas

Nombre	Cargo
Ricardo Quiroz	Actualmente a cargo de los resultados de este proyecto y su implementación por parte de COOPEUMO.
Mario Jofré	Técnico en terreno de COOPEUMO. A cargo del uso y mantención del equipo piloto desarrollado, en operación con los agricultores de la cooperativa.
Sebastián Álvarez	Técnico de COOPEUMO.
Francisco Velásquez	Representante y dueño de Metaltec S.A., empresa asociada al proyecto, encargada de la construcción del prototipo.

2. Taller de validación

Realizado el 9 de enero de 2020, con el equipo técnico de COOPEUMO. Se revisó la información del proyecto haciendo hincapié en la determinación del impacto técnico-económico del uso de la máquina desarrollada en cada uno de los casos expuestos, corrigiendo algunos valores y ajustando variables de rendimiento operacional y costos involucrados.

