Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Maquina de pulverización diferenciada para huertos frutales

Proyecto de innovación en

Región de O'Higgins

AGRICULTURA SUSTENTABLE

144

SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**

Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

Fundación para la Innovación Agraria

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Máquina de pulverización diferenciada para huertos frutales

Proyecto de innovación en

Región de O'Higgins

Valorización a diciembre de 2019

SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**

Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos la colaboración
de Inés Zamora Lagos y Dvora Laio Wulfsohn, gerente y coordinadora
de proyectos de Dayenú Ltda., respectivamente,
y a todas las personas entrevistadas por su buena disposición
y compromiso con los resultados del proyecto.

Resultados y lecciones en
Máquina de pulverización diferenciada para huertos frutales
Proyecto de innovación en Región de O'Higgins
Serie **Experiencias de innovación para el emprendimiento agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Santiago de Chile, noviembre 2020

Registro de Propiedad Intelectual Nº 2020-A-10262

ISBN 978-956-328-258-0

Elaboración del documento
Álvaro García Morales. Ingeniero agrónomo, M.Sc.

Revisión del documento
Gabriela Casanova, ingeniera agrónoma, Fundación para la Innovación Agraria

Fotografías
Archivos FIA, proyecto precursor, 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 "**Desarrollo de un prototipo para pulverización diferenciada en huertos frutales, para reducir el consumo de agua, pesticidas y combustible a nivel predial**". Este tuvo como objetivo desarrollar y validar un prototipo de equipo automatizado que permita controlar las pulverizaciones realizadas con nebulizadoras tradicionales en tiempo real, de acuerdo a la presencia o ausencia de vegetación del árbol, reduciendo así la carga de agua utilizada, el plaguicida aplicado y el consumo de combustible.

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

Álvaro Eyzaguirre
Director Ejecutivo FIA

Contenidos

Presentación 5
Introducción 9

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas 11
1. Antecedentes 12
2. La innovación tecnológica 13
3. El valor de la herramienta desarrollada 18
4. Conveniencia económica para el productor 20
5. Claves de viabilidad y asuntos por resolver 24

Sección 2. El proyecto precursor 27
1. Objetivos del proyecto 27
2. Metodología de trabajo 28
3. Validación de la tecnología 32
4. Estado de ejecución actual 34

Sección 3. El valor del proyecto precursor y aprendido 35

Sección 4. Anexos
1. Fichas técnico-económicas 39
2. Literatura consultada 48
3. Documentación disponible y contactos 49

Introducción

La presente publicación pone en valor los resultados del proyecto "Desarrollo de un prototipo para pulverización diferenciada en huertos frutales; para reducir el consumo de agua, pesticidas y combustible a nivel predial", iniciativa que fue apoyada y cofinanciada por FIA, con la finalidad de desarrollar y validar un equipo que pueda ser incorporado a las nebulizadoras actualmente usadas en frutales y que pueda realizar en tiempo real el control de las pulverizaciones, a un costo competitivo y de fácil uso.

El proyecto fue ejecutado por Sociedad Agrícola y Comercial Dayenú Ltda., entre julio del 2012 y agosto del 2014, en la Región de O´Higgins.

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 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.

SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente documento tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas de la realización de un proyecto, cofinanciado por la Fundación para la Innovación Agraria, que estuvo orientado a desarrollar un sistema de control inteligente de la pulverización de agroquímicos en huertos frutales. 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

El contexto en el cual se desarrolló este proyecto tuvo relación con la alta tasa de aplicaciones de agroquímicos que se realiza en la fruticultura, con el consecuente uso de cantidades elevadas de plaguicidas, agua y combustible. De acuerdo con estudios, sólo entre el 16 a 50% del caldo o mezcla preparada queda en el árbol y el resto va al suelo o lugares indeterminados (Giles y otros, 2011).[3]

Ello produce contaminación de los recursos naturales (suelo, agua y aire), muerte de enemigos naturales, reducción de la biodiversidad, aparición de nuevas plagas y, finalmente, como no es posible controlar cabalmente las plagas, se recurre a productos más agresivos o mayor número de aplicaciones o dosis, con el consecuente aumento de costos de producción, contaminación de afluentes y aumento de las intoxicaciones de la población, que pueden generar serios problemas de salud.

Por otra parte, frente a los nuevos eventos de cambio climático, y competitividad con la generación eléctrica y consumo humano, el agua se ha transformado en Chile en un recurso escaso y caro que debe ser cuidado.

Limitar las pulverizaciones frutícolas (pulverización diferencial) sólo a la porción que se desea mojar en la aplicación permitiría realizar una drástica reducción del consumo de agua. Actualmente, una pulverización convencional en un huerto frutal adulto requiere un promedio de 2.000 l/ha, por lo que de lograr reducir en un 20% a 30% el consumo de agua, el ahorro sería de unos 400 l/ha. Chile tiene 310.266 ha plantadas (al año 2010), por lo que esto podría representar un ahorro país de 124.106.400 de litros de agua sin contaminación, pudiendo ser destinada a otros propósitos (Dayenú, Proyecto FIA, 2012).

Optimizar el uso de combustible en los traslados implicaría que por cada pulverización se acarrearía un 20 a 30 % menos, a lo cual se asocia un porcentaje similar de reducción de consumo equivalente a casi 0,75 l/ha a 1 l/ha, o a nivel país de 243.221 litros de petróleo (Dayenú, Proyecto FIA, 2012).

Se estimó un efecto positivo en la reducción de costos de la producción frutal, de entre 10 a 15%, aumentando sus utilidades en 5 a 7 % sobre las que actualmente se obtienen sin la tecnología (Cálculo de costos temporada 2010/2011 en Dayenú, Proyecto FIA, 2012).

La "pulverización diferencial" controlada en tiempo real es una oportunidad para solucionar el problema expuesto con las positivas consecuencias relacionadas, tales como: mejorar la

[3] Fuente: Giles y otros, California Agriculture, 2011, contenido en proyecto Dayenú-FIA, 2012.

rentabilidad de la fruticultura, aumentar la competitividad frente a otros rubros, reducir la presencia de residuos químicos en la fruta, acceder a clientes con mayores exigencias a través de una menor huella de carbono y de agua, reducir el deterioro medioambiental y mejorar la calidad de vida del entorno rural.

Chile se ha propuesto ser una potencia agroalimentaria a nivel mundial, en que las tendencias globales exigen cada vez más una producción limpia, más sustentable, con una mayor conciencia social por sus trabajadores y productos alimenticios más naturales; por lo tanto, desarrollar estas tecnologías permitirá mantener y mejorar la competitividad y sostenibilidad de un rubro tan importante para nuestro país como es la fruticultura.

2. La innovación tecnológica

Cabe señalar que a la fecha los mayores avances que se han incorporado en Chile a las turbo pulverizadoras o a su forma de trabajo están dados principalmente por el tipo de bomba que usa la pulverizadora, posteriormente el sistema de agitación y el tipo de boquillas, reduciendo el tamaño de la gota y el uso de adherentes. Lo más innovador es la máquina electrostática, que ha logrado reducir el nivel de mojamiento tradicional de 2.000 a 1.000 l/ha, ya que logra dividir la gota en más del doble que una pulverizadora tradicional y por lo tanto, las gotas pequeñas, con una carga eléctrica alta (4 a 5 milicoulombs/l), tienen una mayor atracción electrostática causando fuerzas de atracción 75 veces más grandes que la fuerza de gravedad, lo que además facilita que el agua quede adherida a la planta, pero lamentablemente es de uso exclusivo para parronales debido al principio eléctrico con el cual trabaja (Sobitec, 2012).

El resto de los frutales son pulverizados con maquinaria de pitón o turbo pulverizadora, que aplica un volumen de agua conocido por hectárea, pero que una vez calibrado no permite variaciones iniciado el proceso de avance (Dayenú, Proyecto FIA, 2012).

Existe una empresa en Chile que distribuye controladores de pulverización para atomizadores y equipos de barra de procedencia italiana,[4] entre los cuales dispone del computador Bravo 180, un comando electro-manual y sus accesorios para atomizadores, que permite preestablecer los parámetros agronómicos con los que se desea realizar la pulverización. A partir de este programa realiza la regulación automática de la distribución por medio de la detección del caudal evitando así que el aplicador realice prácticas no deseadas para terminar la pulverización en el menor tiempo, tales como aumento de velocidad y descarga de caldo. Sin embargo, una vez establecida la recomendación agronómica de la pulverización, y como no tiene un detector de árboles y follaje, requiere que el tractorista controle manualmente el cierre y apertura del flujo a los arcos del pulverizador.

Características de la nueva tecnología

La empresa Dayenú se propuso el desarrollo de un equipo automatizado por computación que permitiese controlar en los nebulizadores el flujo de caldo-pesticidas en tiempo real, de acuerdo con la presencia o ausencia de árboles detectados por sensores ópticos (del tipo infra-rojo, láser o ultrasonido), permitiendo así reducir la carga de agua, plaguicida y combustible en un 15 a 30 % y la cantidad de rociado depositado en otros lugares que no sean partes del árbol.

[4] https://www.impac.cl/computador-bravo-180s-5-vias-h2o-oil-barra-hidraulica.html

Lo innovador de este equipo es que se monta en los nebulizadores actualmente utilizados por los agricultores, logrando su control en tiempo real, permitiendo que mantengan su infraestructura, mejorando su eficiencia y a un precio razonable. Se proyecta no más de $1.500.000 como costo del equipo, adecuando la nebulizadora que se posea, en vez de cambiarla por otra tecnología. En la actualidad no se dispone de un desarrollo nacional similar para los pulverizadores de frutales; los equipos importados no realizan control en tiempo real y dependen del accionar del operador. A nivel internacional los equipamientos portables como el planteado y que están disponibles son para baja presión (200 psi) y muy pocos entregan información al usuario (Dayenú, Proyecto FIA, 2012).

La incorporación de dispositivos electrónicos en los equipos de pulverización utilizados para tratamientos en fruticultura permite a nivel operativo facilitar la gestión del aplicador. En este proyecto se propuso un sistema modular para ser implementado en diferentes niveles de complejidad y costo, de acuerdo con el amplio rango de productores, considerando que, a mayor complejidad, además del costo requiere de servicios técnicos y conocimiento especializado. Los módulos que puede contener el nuevo equipo permiten:

a) Control automático de la apertura/cierre de los sectores del arco pulverizador en función de la presencia/ausencia de vegetación en tiempo real, sin intervención del operario.

b) Control puntual de los elementos actuadores del pulverizador: arcos de aplicación y boquillas.

c) Determinar los parámetros de pulverización de manera previa al inicio del tratamiento, en función de los datos agronómicos recomendados.

d) Información al operario de lo que acontece en su equipo durante la aplicación (monitorización del caudal y/o la presión, velocidad de avance, superficie tratada, nivel del depósito, etc.).

e) Detección de problemas y generación de alarmas durante las aplicaciones (por obstrucción de boquillas, roturas de conducciones, velocidad excesiva, entre otros).

f) Información sobre el resultado del tratamiento (volumen pulverizado, superficie tratada, árboles tratados, presión de trabajo, entre otros).

g) Posicionamiento del equipo mediante receptores tipo GPS, y generación de mapas de registro para las aplicaciones realizadas (Dayenú, Proyecto FIA, 2012).

Con las características y funcionamiento básico del sistema desarrollado por Dayenú, que se realiza en forma automática y en base a sensores, también se puede utilizar GPS para programar acciones en ciertas condiciones de follaje o área foliar asociadas a la fumigación y ajustar o verificar la aplicación efectiva realizada en un huerto. Todo esto conlleva un ahorro de horas tractor y de horas hombre de operario calificado.

Base conceptual de la tecnología

La base tecnológica de este desarrollo estuvo principalmente fundamentada en los trabajos realizados, implementados y/o publicados a nivel mundial, que se indican a continuación:

- Los italianos Balsari y Tamagnone diseñaron un prototipo para pulverizar en función de la presencia de vegetación, discriminando el árbol en tres alturas. A tal efecto, el pulverizador se equipó con tres sensores por lado, que controlaban cada uno una electroválvula on/off. Además, la máquina incorporaba un radar para determinar la velocidad real de avance y evitar pulverizar a velocidades inadecuadas. Se consiguieron ahorros del 25 % respecto a tratamientos en plantaciones intensivas de frutales sin detener la pulverización al final de las filas (*Precision Agriculture*, 1997).

- D&E Aqua 6200, desarrollada en Estados Unidos para equipos de barra, es una herramienta que permite realizar aplicaciones líquidas en las siembras en forma constante o variable según una prescripción que es cargada con un plano georreferenciado de acuerdo con el mapeo realizado del suelo (Proc. Congreso Agricultura de Precisión, Universidad de Colorado, junio 1998).

- Si bien todavía se considera una nueva tecnología, la técnica de los llamados pulverizadores inteligentes fue desarrollada hace más de 20 años (Giles y otros, *Transactions of the ASAE*, 1987). Giles y col. (1987) encontraron un ahorro promedio de 28 % a 34 % y 36 % a

52 % para las aplicaciones en duraznos y en manzanas, respectivamente, utilizando este sistema en la temporada (*Precision Agriculture*, 1997).

- Comercializado por Durand Wyland como "SmartSpray", es un turbo pulverizador de precisión, que usa el ultrasonido para ubicar el follaje de los árboles frutales, en huertos en plena producción pudiendo disponer de 6 a 10 sensores ultrasónicos (www.durandwyland.com).

- AgTech Sprayer dispone de un turbo pulverizador que usa la luz láser para identificar el follaje y así establecer la necesidad de aplicar el producto, dejando de aplicar donde no hay follaje (www.agtech.com). Esta compañía estima ahorros a través de la vida útil del árbol en un promedio del 20 % considerando que en los árboles nuevos el ahorro es de 55 %, jóvenes 45 % y adultos 15 %. En ambos casos, cada turbo y los sensores están incorporados al estanque y cuestan cerca de US$50.000 hasta US$96.000 y se requiere un mínimo de 3 a 5 sensores por lado (ultrasonido o láser), más la torre con 3 a 4 sensores que permita alcanzar una altura de aplicación de 12 a 14 pies (3,65 a 4,2 m) y una capacidad de 500 galones (1.892 l) para alcanzar el ahorro adecuado de plaguicida. Nelson Manufacture, en USA, lo presentó en World Ag Expo el 2010 y ya lo tenía a la venta por US$ 4.400, más instalación.

  El sistema *One-Shot* usa foto detectores, instalados a ambos lados de las pulverizadoras, y que permiten detectar árboles y enviar la señal de abre/cierra a las boquillas sólo es *on/off,* sin control alguno asociado a otros parámetros relacionados con la pulverización ni información al usuario (www.nelsonhardie.com).

- En Estados Unidos era posible adaptar un sistema básico de detección, con 3 sensores ultrasónicos por cada lado, por US$15.000, precio aún alto para nuestras condiciones; pero, para el caso de EEUU, está siendo apoyado por el "Programa de mejoramiento de la calidad del aire", que entrega incentivos a los costos de las acciones y asistencia técnica a los agricultores de California que adquieran equipos que reducen la contaminación del aire (USDA 2011) en un 20 %, con US$74/ha (Giles y otros, *California Agriculture*, 2011).

Finalmente, respecto a la propiedad intelectual del equipo desarrollado, existe mérito inventivo en lo que se refiere al modo de detección o sensor que resuelve el momento de abrir y cerrar la pulverización en forma rápida y oportuna, para mantener la eficacia de la fumigación a gran escala en un huerto frutal. Es por ello que se destaca la importancia del camino seguido por Dayenú para avanzar en materia de propiedad intelectual, que le dará la seguridad necesaria para realizar el escalamiento en su producción

▶ 3. El valor de la herramienta desarrollada

A continuación se detallan los beneficios del equipo desarrollado por ámbito de impacto.

Beneficios técnicos

- Aumento de la eficiencia de la aplicación de productos agroquímicos en huertos frutales, focalizando la aplicación sólo donde hay árboles sobre la hilera.

- Disminución de los tiempos de aplicación globales al disminuir los tiempos muertos por llenado de estanque y jornada del operario. Al menos un 20 % menos de tiempo, que puede ser significativamente mayor si la fuente de agua para rellenar está muy lejos del lugar de aplicación.

- Mayor efectividad de la cantidad utilizada, pues se aplica sólo donde se requiere, no al suelo o donde no hay follaje, que finalmente deriva o cae en el suelo también.

- Menor percolación o lixiviación de compuestos eventualmente contaminantes o tóxicos al suelo y ambiente.

- Aumento de la productividad del huerto al recibir la dosis apropiada de insumos (menores pérdidas de producto).

- Mejoramiento del estado sanitario del huerto, al aplicar dosis más ajustadas de los agroquímicos (menos es poco efectivo y más puede generar toxicidad). Es muy común que al planificar las aplicaciones en los huertos se determinen cantidades para toda la superficie que finalmente no se aplican totalmente.

- Disminución de "resistencia" de las plagas y enfermedades a los productos químicos, que se genera por dosis deficientes que recibe el árbol. Si se aplica con este equipo desarrollado, la dosis planificada llega efectivamente a la planta y por consiguiente al patógeno que está afectando al cultivo.

Beneficios económicos

- Ahorro de costos de agroquímicos aplicados por pulverización o nebulización, de acuerdo con los resultados obtenidos en la validación del equipo. Se estima en un 20 % este ahorro.

- Ahorro de uso de agua de pulverización. De acuerdo con los resultados observados en el proyecto, entre 15 y 30 % en las aplicaciones finales totales para un huerto.

- Ahorro de mano de obra por jornadas efectivas de aplicación. En este caso, los ahorros son en horas de operario del tractor y nebulizador, así como de los trabajadores agrícolas complementarios, para aplicar y/o para rellenar estanques entre cada aplicación.

- Ahorro de desgaste de maquinarias y equipos, por menor trabajo efectivo y menores tiempos muertos de operación en terreno.

- Ahorro de combustible por menor uso de tractor (15-20 %). Al haber un uso más eficiente de cantidades de insumos agroquímicos y del agua aplicada, al no aplicar producto donde no hay follaje suficiente o no hay árboles, o bien en las cabeceras de las hileras, el tractor debe recorrer distancias significativamente menores para ir a rellenar estanque.

Beneficios ambientales

Sin duda, uno de los beneficios más importantes para el entorno, de acuerdo con las tendencias mundiales, es el impacto ambiental que tendría a nivel nacional la implementación de esta tecnología en la mayoría de los huertos frutales, pues un 20 % de reducción de pesticidas es significativo, y probablemente este nivel mejore aún más al realizar los avances de diseño y software que se han propuesto para esta herramienta en sus próximas etapas.

Beneficios sociales

Dentro de los beneficios sociales relevantes se debe considerar que, si bien cada vez se aseguran más las medidas de prevención, siempre constituye un riesgo la aplicación de estos productos plaguicidas; por lo tanto, mientras menos se aplique, menor exposición tendrán operarios y personas que viven en los alrededores. Destaca el beneficio para los agricultores vecinos debido a un control más eficiente de plagas, pues es sabido que muchas veces los predios vecinos sufren las consecuencias de las aplicaciones realizadas y su deriva.

▶ 4. Conveniencia económica para el productor

La conveniencia económica del uso del nuevo equipo se evaluó determinando la diferencia de costos de producción para dos cultivos frutales relevantes, cerezo y manzano, con destino a exportación. Estos cultivos fueron los que se usaron para la evaluación de referencia, pero es claro que el equipo desarrollado es aplicable para cualquier pulverizadora, y por lo mismo, para cualquier frutal, por lo tanto el impacto esperable de esta tecnología se puede extender a toda fruticultura donde se apliquen insumos por pulverización, sean estos de origen químico u orgánico.

De acuerdo con lo anterior, y entendiendo que hay una gran diversidad de formas y estrategias de producción, y además considerando la tipología del agricultor y la zona en la que se encuentra, se realizó una revisión de fichas técnico-económicas y se seleccionaron las de ODEPA por ser oficiales y representativas del sector.

Durante la ejecución del proyecto se validó un ahorro de insumos directos, como los agroquímicos, el agua para su dilución, el petróleo para el tractor, el uso del tractor y chofer tractorero, que según los informes y entrevistas disminuyeron en un 20 % aproximadamente. Dependiendo de la situación, se producía una disminución directa en ese valor o proporcional en algún otro ítem indirecto.

En ese contexto, se realizó una evaluación económica, actualizada al año 2019, para 4 escenarios:

- Productor de cerezas de exportación, mediano, sin proyecto.
- Productor de cerezas de exportación, mediano, con proyecto (reducción de 20 % en costos asociados a la pulverización de agroquímicos o similares).
- Productor de manzanos de exportación, mediano, sin proyecto.
- Productor de manzanos de exportación, mediano, con proyecto (reducción de 20 % en costos asociados a la pulverización de agroquímicos o similares).

En el Anexo 1 se adjuntan las planillas técnico-económicas de cada uno de los cuatro escenarios, donde es posible observar el detalle específico de cada ítem, y su valor original y modificado, tanto en la situación **sin proyecto** como en la situación **con proyecto**. No se alteró de ninguna manera el valor de la producción y venta, pues de acuerdo con lo informado no tendría que haber ningún efecto sobre estos parámetros, excepto, como se ha mencionado antes, un eventual sobreprecio por una fruta más inocua.

De acuerdo con las estimaciones de la empresa Dayenú, el equipo desarrollado debiera costar en el mercado aproximadamente $1.500.000, una vez que salga a venta. Al observar las fichas técnicas para la situación sin proyecto se puede ver que los costos asociados a la aplicación

de agroquímicos por vía de fumigación o pulverización corresponden a un 14 % de los costos totales, representando alrededor de $500.000 por cada hectárea, por lo que, si se reduce en un 20 % los costos asociados a estos ítems, el costo final reducido es de unos $55.000/ha, llegando a un 12,3 % los costos asociados a este ítem (Cuadro 1). Aunque esto sólo representa el 1,4 % aproximado de reducción de los costos totales por hectárea (Cuadro 2), se considera que hay otros costos indirectos que disminuyen (como el bodegaje y manipulación de insumos, etc.), además con el efecto ambiental adicional, en este caso intangible, de menor contaminación y menor consumo de agua, algo crítico en tiempos de sequía.

Si se considera que un agricultor de este rubro tiene al menos 20 ha de manzano como unidad de negocio mediano, el ahorro sería de poco más de 1 millón de pesos anuales; así se puede calcular que en menos de dos años se estaría pagando el valor completo de la adquisición del sistema desarrollado, mientras que su vida útil debiera ser al menos de unos 5 años. Por lo tanto, todos los involucrados ganan al implementar esta herramienta, lo que le da sustento futuro y gran impacto sobre la calidad e inocuidad. Además, hoy existen empresas certificadoras de la disminución en la aplicación de agroquímicos y los clientes están valorando cada vez más esta preocupación por el sector productivo, lo cual agrega un beneficio concreto adicional para el agricultor que implemente estas herramientas.

A continuación, se presentan los cuadros resúmenes con los resultados de la comparación entre la situación sin y con proyecto, en los ítems principales de la evaluación, para 1 hectárea y luego para una unidad productiva promedio para agricultor mediano con 20 hectáreas.

Cuadro 1. **Resumen del impacto económico por hectárea del proyecto de pulverizado inteligente de Dayenú en producción de manzanas por agricultor de tecnología media, ubicado en la Región de O'Higgins**

Rendimiento estimado (kg fruta fresca/ha)	58.000
Valor de venta unitario ($/kg)	75

Estimación del impacto por hectárea		SIN proyecto	CON proyecto (uso de equipo Dayenú)
Costos totales	($)	3.898.035	3.842.595
Ingresos directos	($)	4.350.000	4.350.000
Margen neto	($/ha)	451.965	507.405
Incremental efecto aplicación tecnología sobre situación sin proyecto	($/ha)		55.440
	(%)		12,3%

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. **Resumen del impacto económico predial, en una unidad tipo o promedio (20 hectáreas), del proyecto de pulverizado inteligente de Dayenú en producción de manzanas por agricultor de tecnología media, ubicado en la Región de O'Higgins**

Estimación del impacto económico a nivel predial ($/año)		SIN proyecto	CON proyecto (uso de Equipo Dayenú)
Agricultor tipo de tecnología media *	20	ha	
Margen neto ($ predial)	($ totales)	9.039.300	10.148.100
Diferencial incremental	($ totales)		1.108.800
Disminución de costos	($)		55.440
			1,4%

* Estimación en base a comunicación personal con profesionales del rubro.

Fuente: elaboración propia a partir de fichas técnicas en Anexo 1.

Si se considera el cerezo, el impacto es mayor, porque si bien comparado con el manzano la disminución de costos asociados a este ítem es menor (15,2 %), el monto absoluto en dinero involucrado es mayor, llegando a ser $1.430.000 aproximado por hectárea. La baja finalmente es de $300.000/ha aproximado, lo que permite amortizar rápidamente el equipo de pulverización inteligente. En los cuadros a continuación se puede observar la comparación de resultados en costos, ingresos y márgenes para cada situación sin y con proyecto, para su aplicación en cerezos en la Región del Maule.

Cuadro 3. **Resumen del impacto económico por hectárea, del proyecto de pulverizado inteligente de Dayenú en producción de cerezas por agricultor de tecnología media, ubicado en la Región del Maule**

Rendimiento estimado (kg fruta fresca/ha)	5.500
Valor de venta unitario ($/kg)	2.300

Estimación del impacto por hectárea		SIN proyecto	COn proyecto (uso de equipo Dayenú)
Costos totales	($)	9.380.198	9.091.807
Ingresos directos	($)	12.650.000	12.650.000
Margen neto	($/ha)	3.269.802	3.558.193
Incremental efecto aplicación tecnología sobre situación sin proyecto	($/ha)		288.391
	(%)		8,8%

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. **Resumen del impacto económico predial, en una unidad tipo o promedio (12 hectáreas), del proyecto de pulverizado inteligente de Dayenú en producción de cerezas por agricultor de tecnología media, ubicado en la Región del Maule**

Estimación del impacto económico a nivel predial ($/año)		SIN proyecto	CON proyecto (uso de equipo Dayenú)
Agricultor tipo de tecnología media *	12	ha	
Margen neto ($ predial)	($ totales)	39.237.624	42.698.316
Diferencial incremental	($ totales)		3.460.692
Disminución de costos	($)		288.391
			3,1%

* Estimación en base a comunicación personal con profesionales del rubro.
Fuente: elaboración propia a partir de fichas técnicas en Anexo 1.

Se recuerda, respecto de esta evaluación económica, que en el caso de tecnologías más limpias el sólo hecho de mejorar la inocuidad ya constituye un beneficio; por lo tanto, se podría calcular un punto de equilibrio en el cual la diferencia entre una situación y otra es cero, y para el agricultor producir 1 hectárea le cuesta lo mismo en ambos casos, pero se obtiene el beneficio de una producción más limpia y sostenible.

▶ 5. Claves de viabilidad y asuntos por resolver

A partir de los resultados obtenidos en el proyecto precursor, es posible extraer algunos aspectos que se han considerado claves para la viabilidad del uso de la nueva tecnología.

- Optimizar y empaquetar el prototipo desarrollado porque, a juicio de sus ejecutores, hay detalles que mejorar que permitirán una operación más segura y mayor vida útil, lo que facilitará su comercialización. Para ello, la empresa debe disponer de recursos para la contratación de profesionales en áreas de programación, ingeniería y diseño industrial, para terminar con un producto escalable.

  Una vez que esté empaquetado hay que continuar con las opciones de venta conjunta con equipos nuevos, con empresas que ya están presentes en el mercado, y posteriormente evaluar la forma de abordar los equipos antiguos, tal vez cuando se les realicen mantenciones mayores u optimizaciones o reemplazo de piezas.

- Continuar validación en terreno para determinar ventajas competitivas contra *Gold Estándar* de la industria, que se han ido actualizando constantemente cada año. Considerar validación en otros cultivos frutales de interés, además de manzanos y cerezos, ya probados en el proyecto.

- Formalizar información de validaciones fuera de Chile, que sirvan como complemento y argumento de venta para posible distribución en otros mercados. Es muy relevante esta información porque ya se ejecutaron experiencias y se obtuvieron muy buenos resultados en España, pero es necesario presentarlos de la manera más transparente y formal posible.

- Terminar el proceso de protección de propiedad intelectual de la tecnología en INAPI y evaluar en otros mercados.

- Implementar un adecuado servicio de instalación, postventa y garantía, pues es un equipo que estará sometido a condiciones de trabajo extremas en el campo, considerando especialmente los componentes delicados, como los sensores.

- Realizar un programa de capacitación y transferencia para el uso del nuevo equipamiento y su efecto sobre la operación en terreno.

- Considerar la factibilidad, para cada condición y ubicación geográfica, de las comunicaciones móviles e internet o tráfico de datos para cada compañía proveedora del servicio, pues si se requiere utilizar el máximo potencial del equipo desarrollado, sería necesaria

una buena conectividad para transmisión de datos, necesario para IoT (Internet de las cosas).[5]

- De acuerdo con los puntos anteriores, se debe considerar en el modelo de negocio una unidad de soporte tecnológico para capacitar en su instalación correcta, su forma de uso, mantención y solución de problemas en el campo o vía remota, pero rápidamente, porque estos equipos son críticos dentro del manejo agronómico oportuno del huerto. Puede ser más efectivo ofrecer un "seguro de reemplazo" en caso de falla dentro de su período de garantía, que permita que el agricultor cuente de inmediato con un equipo de repuesto completo y que continúe trabajando, mientras su equipo se revisa y es, eventualmente, reparado. Incluso, aunque estuviera fuera del período de garantía, es una opción que le da seguridad al usuario y permite facilitar significativamente el proceso de compra.

- Definir un modelo de negocio para dar sustentabilidad a la venta de este producto terminado en Chile, o bien como licenciamiento o similar a un tercero, para otros mercados. Considerar focalizar en ciertos rubros frutícolas de mayor impacto económico.

[5] Si existe baja conectividad, habría que considerar los sistemas de operación y respaldo para trabajar en modo *off line* en el campo y luego procesar en oficina, tal como se hace para muchos procesos productivos agrícolas con dificultades de acceso a la red.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

El proyecto precursor "Desarrollo de un prototipo para pulverización diferenciada en huertos frutales; para reducir el consumo de agua, pesticidas y combustible a nivel predial", fue cofinanciado por FIA y ejecutado en la Región de O´Higgins, entre los años 2012 y 2014, por Sociedad Agrícola y Comercial DAYENU Ltda.

1. Objetivos del proyecto

Se buscó entregar al sector frutícola nacional una solución de fácil implementación y costo razonable (en proporción al valor de una nebulizadora), que permitiera reducir la carga de plaguicidas, y el consumo de agua y combustible, en las pulverizaciones que se realizan periódicamente por la necesidad de obtener una fruta sana y de calidad.

Es así como el proyecto tuvo como objetivo general diseñar, evaluar e implementar un prototipo de equipo automatizado por computación, que permitiese controlar las pulverizaciones realizadas con nebulizadoras tradicionales en tiempo real, de acuerdo con la presencia o ausencia de vegetación del árbol.

▶ 2. Metodología de trabajo

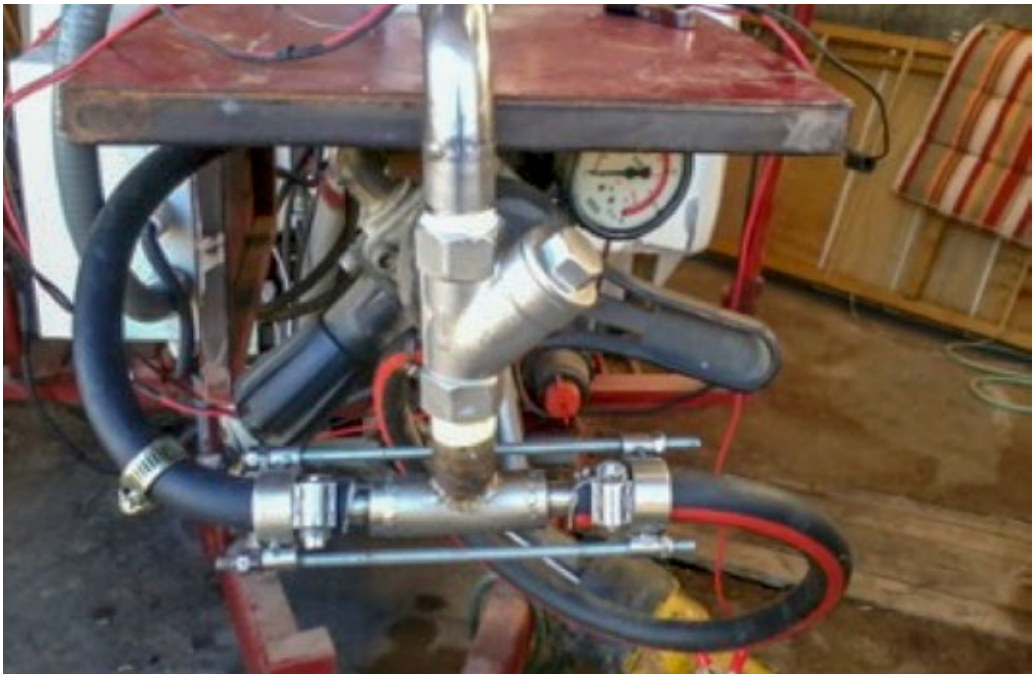
El desarrollo del proyecto constó de 4 etapas principales, que se resumen a continuación.

Diseño del conjunto modular para el control de pulverizadoras

- Revisión del parque de maquinarias y equipamientos existentes en el país para levantar requerimientos de diseño y operación.
- Especificaciones técnicas esperadas del sistema.
- Diseño conceptual y diseño físico.

Desarrollo e implementación de módulos (sensores de detección y equipos de control de nebulización)

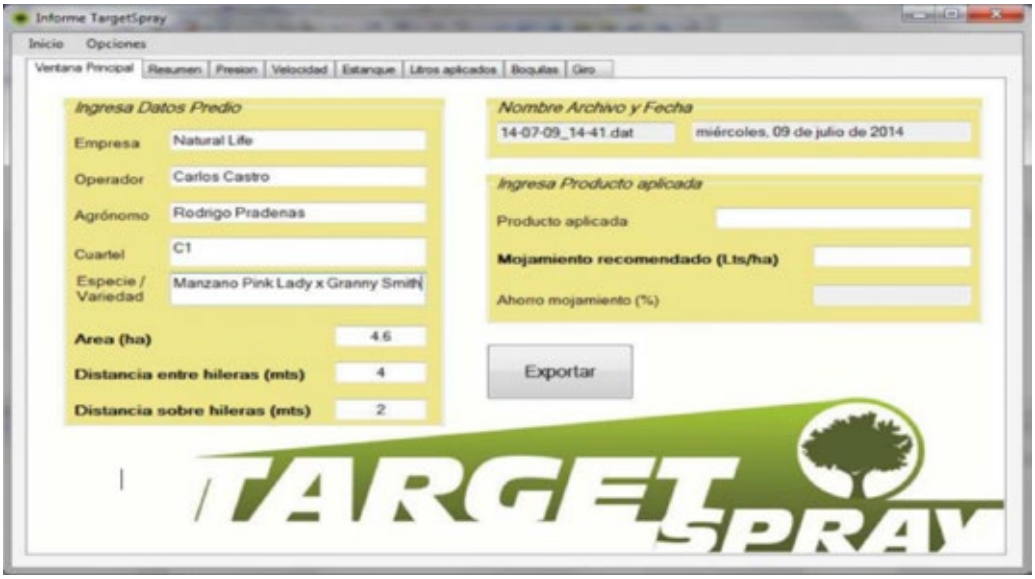
- Revisión de alternativas de sensores disponibles en mercado y pruebas de operación a pequeña escala.
- Revisión de mecanismos disponibles electro-mecánico-hidráulicos para el control "on-off" del paso de líquido a las boquillas de la pulverizadora.
- Pruebas de laboratorio de diferentes opciones en forma individual.
- Selección y armado del sistema propuesto a nivel de laboratorio, para medir efectividad y condiciones de operación y respuesta, corrigiendo errores hasta definir el sistema que se implementaría en terreno para evaluar.



Pulverizadora con incorporación de filtro adicional. Fuente: proyecto precursor DAYENÚ - FIA.

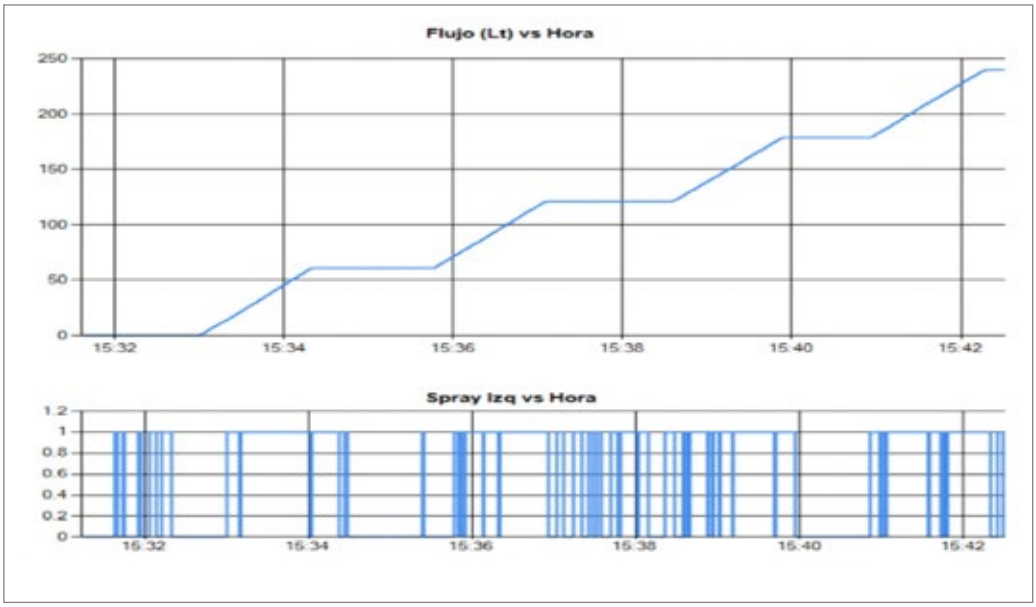
Desarrollo de software de control digital del sistema modular, con registros de aplicaciones almacenables o de lectura en tiempo real

- Se desarrolló software funcional mediante programación en Visual Basic Net.
- Se probaron alternativas de envío de datos y registros.
- Se observó en laboratorio la proporción de buenas "decisiones" en condiciones de operación.

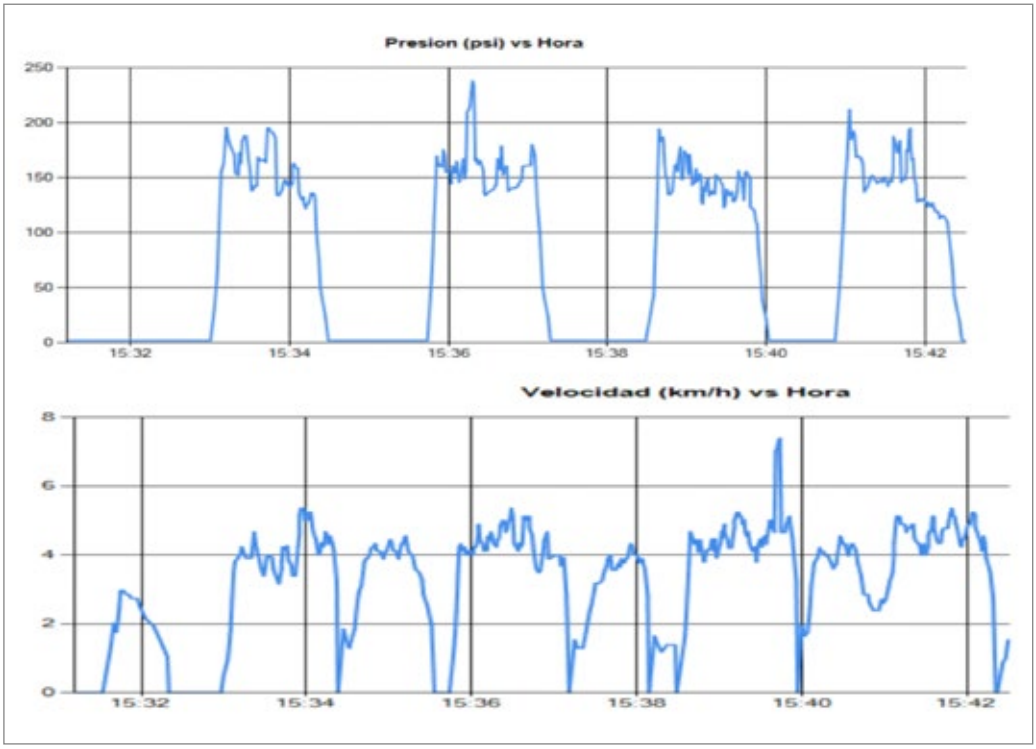


Visualización del software de control y análisis de datos registrados en la aplicación en terreno.
Fuente: proyecto precursor DAYENÚ.

A continuación se presentan ejemplos de los reportes de pantalla del software que se utiliza para su control y programación.



Algunos de los gráficos que se obtienen del software y que permiten mejorar la gestión de aplicación por parte del agricultor. Verificación de *On-Off* en el tiempo. Fuente: proyecto precursor DAYENÚ - FIA.



Muestra de algunos de los gráficos que se obtienen del software y que permiten mejorar la gestión de aplicación por parte del agricultor. Verificación de condiciones de trabajo (velocidad y presión) en el tiempo.
Fuente: proyecto precursor DAYENÚ - FIA.

Ensamble y validación del prototipo desarrollado en terreno

- Ensamble del prototipo en una pulverizadora comercial.
- En terreno se trabajó en tres huertos frutales de diferentes edades y diferentes distancias de plantación, aplicando insumos y registrando todo el procedimiento, así como las condiciones climáticas imperantes al momento. Se determinó momentos de apertura y cierre de válvulas, velocidad de aplicación, presión, flujo, nivel de estanque.
- Se agregaron indicadores LED de transmisión de datos y alarmas para operación fuera de rango.

Consola de control electrónico y registro de datos, con flujómetro en la parte superior (visor en azul), ya instalado en un pulverizador. Fuente: proyecto precursor DAYENÚ - FIA.

3. Validación de la tecnología

Validación preliminar interna

Se realizó una validación inicial en laboratorio respecto del funcionamiento de sensores y del módulo electromecánico-hidráulico para el control de boquillas.

Se hizo un testeo de software en forma interna para conocer vulnerabilidades, estabilidad y condiciones o restricciones de operación.

Finalmente, se llevó a cabo una validación operativa en terreno con pruebas iniciales de operación para ajustar funcionamiento en terreno por partes de trabajo y operación, tales como sensores de detección de árboles y follaje, módulos de control on-off de boquillas, y programa computacional de control y operación.

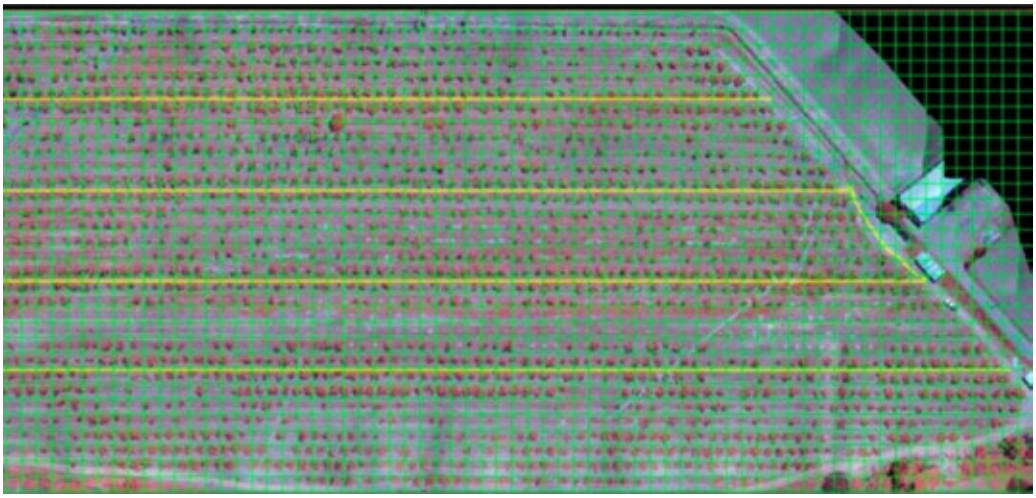
Validación con productores asociados

Se validó con agricultores en Chile, en huertos de cerezos y manzanos en producción para exportación, determinando y observando operación de boquillas con árboles de diferentes edades y de diferentes especies, evaluando mojamiento y estadísticas de llenado de estanque, horas de trabajo, consumo de agua y agroquímicos.

Se validó, además, considerando el impacto sobre plagas para determinar que, si bien había una menor aplicación de productos químicos por unidad de superficie, esto no afectaba el control de plagas o enfermedades. Esto fue apoyado por expertos de INIA en forma positiva, con informes técnicos de respaldo.

Finalmente, también se hizo en contraestación una evaluación en España, para ganar tiempo, aprovechar la temporada y validar con otro tipo de agricultores. Esto tuvo muy buenos resultados, pues se consideró un aporte del equipo en la disminución de uso de recursos, menos contaminación e igualdad de efectividad sobre las plagas.

En la siguiente imagen se visualiza una prueba de operación del equipo desarrollado. Se trata de una aplicación en un huerto de cerezo indicando recorridos entre hileras con 26 % de espacio sobre las hileras. Se generó un ahorro de mojamiento de 25 % (926 litros convencional versus 694 litros equipo Dayenú on-off). La grilla observada (real vista aérea) se ocupó para estimar la proporción de espacio entre árboles en las hileras indicadas.



Fuente: proyecto precursor DAYENÚ - FIA.

Validación económica

Los requerimientos de inversión son mínimos porque en el proyecto se propuso un costo razonablemente bajo para su introducción al mercado y su masificación, comparativamente con opciones similares, pero de menor desempeño y atributos. Además su valor es menor en relación con el valor total del equipo pulverizador, más aún considerando los ahorros de costos que genera.

Los costos operacionales son mínimamente incrementales pues es una tecnología de bajo costo de operación (poca energía).

4. Estado de ejecución actual

El proyecto se encuentra por ahora en pausa, esperando contar con recursos para la optimización del equipo y llegar al prototipo final para sacarlo a la venta; además está en proceso de patentamiento. Actualmente, la empresa Dayenú está buscando recursos para completar el escalamiento de estos resultados en un equipo consolidado, comercializable, con garantía y respaldo.

La empresa cuenta con el equipo profesional base para continuar con el escalamiento, pero necesita algunos profesionales externos adicionales, en áreas específicas, para desarrollar el producto final en unos 8 a 12 meses, para lo cual requiere recursos financieros con los que hoy no cuenta para terminar esa parte del proyecto.

A la fecha, se han establecido conversaciones con diferentes empresas del rubro de los nebulizadores o equipamiento en general, pero no se ha llegado a acuerdo por diferentes motivos, tanto técnicos como comerciales. Incluso se ha realizado reuniones con una empresa de telecomunicaciones interesada en IoT como para desarrollar aplicaciones complementarias al rubro agrícola que incluyan este desarrollo, y se está a la espera de concretar algún trabajo conjunto.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto precursor y aprendido

Los resultados obtenidos en el proyecto son prometedores, en el sentido de que es posible romper paradigmas de problemas no resueltos por mucho tiempo, con tecnologías nuevas desarrolladas en Chile, y por lo tanto de mayor alcance para los productores nacionales.

Este desarrollo se inicia, principalmente, en respuesta a la necesidad de buscar formas sencillas de aumentar la eficiencia del uso de los recursos para la disminución de costos y que además sean ambientalmente amigables. Es así como en nuestro país es posible desarrollar tecnologías innovadoras más eficientes en el uso de recursos, que permiten disminuir la contaminación ambiental, versus el uso de paquetes tecnológicos convencionales, implementando nuevos equipos e incorporándolos a las prácticas de manejo agronómico y de los profesionales y agricultores a nivel nacional.

Uno de los aprendizajes importantes de destacar es la conformación de equipos de trabajo especializados con competencias complementarias, en algunos casos lejanas al mundo agrícola, asociadas a la informática e Internet de las cosas, lo que permitió encontrar soluciones innovadoras que pueden generar mayor impacto final. Esto, sumado a la experiencia de campo de Dayenú como consultora en el área frutícola, ha motivado a la empresa a crear una nueva unidad de negocios creadora de soluciones tecnológicas diversas.

Asimismo, la preocupación por generar alternativas más eficientes pero también más limpias en proyectos como éste, desde el punto de vista ambiental y de inocuidad alimentaria, permiten afirmar que es posible generar opciones tecnológicamente adecuadas a la realidad nacional y mantener nuestra competitividad a nivel mundial sin sacrificar resultados.

En ese contexto, también es importante destacar el valor social de la innovación desarrollada, que impacta en la calidad de vida de las personas que trabajan en el campo, y son por lo tanto tecnologías muy reconocidas y valoradas, cada vez más buscadas por las empresas.

Otro aprendizaje relevante es que es posible generar tecnologías digitales o electrónicas para equipos de campo, de interés y competitividad a nivel mundial, con personal y profesionales chilenos de primer nivel. Se valoriza también el trabajo de profesionales y técnicos en regiones, que son capaces de enfrentar y resolver adecuadamente desafíos en el sector agrícola, lo que releva el valor del capital humano presente en nuestro país.

Finalmente, cabe señalar que en rubros con un nivel tecnológico cada vez mayor, y por lo tanto cerca de la asíntota productiva más alta, es posible aún realizar mejoras productivas que, aunque puedan parecer pequeñas o marginales dentro de la estructura de costos totales, pueden generar un gran impacto a nivel nacional.

Anexos

Anexo 1. Fichas técnico-económicas

Anexo 2. Literatura consultada

Anexo 3. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. **Fichas técnico-económicas**

Las fichas que se muestran a continuación se han elaborado a partir de fuentes oficiales, como ODEPA o INDAP, y corresponden a las zonas más representativas de cada cultivo en que fue validada la tecnología desarrollada por Dayenú, es decir cerezos y manzanos para exportación.

Contienen la información que permitirá establecer una valoración técnico-económica de la conveniencia o no del uso de los resultados del proyecto por parte de un agricultor. Para el cálculo se observaron los ítemes asociados a la pulverización, tanto de mano de obra y maquinaria como de insumos, con el fin de ajustarlos a la disminución de requerimientos de acuerdo a los resultados validados en el proyecto.

A. Fichas para MANZANO

A.1. Ficha situación SIN proyecto FIA-Daneyú en producción de manzana por agricultor de tecnología media, en Región de O'Higgins

Parámetros generales A	
1 hectárea agosto 2018	Variedad: Galant
Tecnología de riego: riego por surco	Destino de producción: consumo fresco-industria
Densidad (plantas/hectárea): 666 (6,0 m x 2,5m)	Tecnología: media
Plantación: en producción	Cosecha: febrero

Parámetros generales B	
Rendimiento (kilos/hectárea):	58.000
Precio de venta a productor ($/kilo[1]):	$75
Costo jornada hombre ($/jornada hombre)	$15.000
Tasa interés mensual (%):	1,50%
Meses de financiamiento:	12

Resumen contable	
Ingreso por hectárea (f)	4.350.000
Costos directos por hectárea (a+b+c+d)	3.576.179
Costos totales por hectárea (a+b+c+d+e)	3.898.035
Margen bruto por hectárea (f - (a+b+c+d))	773.821
Margen neto por hectárea (f - (a+b+c+d+e))	451.965
Costo unitario	$ 67

Costos directos

Mano de obra (a)	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/ unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Riego y limpia de acequias	Anual	10,0	jornada hombre	15.000	150.000	3,8%
Aplicación de pesticidas y foliares	Marzo - diciembre	3,0	jornada hombre	15.000	45.000	1,2%
Poda, sacar ramillas y pintar cortes de la poda	Junio - julio	666,0	planta	650	432.900	11,1%
Aplicación fertilizantes	Agosto - marzo	3,0	jornada hombre	200	600	0,0%
Poda en verde y desbrote	Diciembre	6,0	jornada hombre	15.000	90.000	2,3%
Control manual de malezas	Anual	6,0	jornada hombre	300	1.800	0,0%
Colocar y sacar puntales	Abril - noviembre	8,0	jornada hombre	60	480	0,0%
Cosecha [2]	Febrero	58.000,0	kilo	14	812.000	20,8%
Total mano de obra					1.532.780	39,3%

Maquinaria (b)[3]	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/ unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Aplicación fitosanitarios	Anual	8,0	hectárea	25.000	200.000	5,1%
Rastraje	Mayo - octubre	2,0	hectárea	30.000	60.000	1,5%
Surqueadura	Mayo - octubre	2,0	hectárea	10.000	20.000	0,5%
Triturar los restos de la poda	Junio - agosto	2,0	hectárea	40.000	80.000	2,1%
Acarreo de insumos e implementos	Anual	1,0	hectárea	80.000	80.000	2,1%
Cosecha: traslado y carga	Febrero	58.000,0	kilo	5	290.000	7,4%
Traslado a la agroindustria	Febrero	58.000,0	kilo	6	348.000	8,9%
Total maquinaria					1.078.000	27,7%

Insumos (c) [4]	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/ unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Fertilizantes:						
Nitrato de potasio	Octubre - marzo	100,0	kilo	664	66.400	1,7%
Urea	Septiembre-noviembre	150,0	kilo	350	52.500	1,3%
Nitrato calcio	Octubre - enero	150,0	kilo	373	55.950	1,4%

Fungicidas:						
Nordox Super 75 WG	Abril - junio	8,0	kilo	6.500	52.000	1,3%
Podexal	Junio - julio	5,0	litro	2.806	14.030	0,4%
Topas 200 EW	Septiembre - noviembre	0,5	litro	103.800	51.900	1,3%
Insecticidas:						
Citroliv Miscible	Junio - julio	25,0	litro	2.910	72.750	1,9%
Lorsban 4E	Junio - julio	2,0	litro	7.320	14.640	0,4%
Karate con tecnología Zeon	Octubre - diciembre	0,5	litro	30.300	15.150	0,4%
Herbicida:						
Round full II	Agosto - octubre	5,0	litro	6.743	33.715	0,9%
Fertilizantes foliares						
Fosfimax 40 20	Septiembre - enero	6,0	litro	5.975	35.850	0,9%
Solubor	Septiembre - octubre	4,0	kilo	4.305	17.220	0,4%
Otros						
Agua de riego	Anual	1,0	hectárea	25.000	25.000	0,6%
Baños químicos	Enero	2,0	unidad	70.000	140.000	3,6%
Puntales	Noviembre - enero	300,0	unidad	400	120.000	3,1%
Análisis foliar[5]	Enero - febrero	1,0	hectárea	28.000	28.000	0,7%
Total insumos					795.105	20,4%

Imprevistos (d)		**Cantidad**	**Unidad**		**Valor ($)**	**% del costo total**
Imprevistos		5%	porcentaje		170.294	4,4%

Total costos directos (a+b+c+d)					3.576.179	91,7%

Costos indirectos (e)

Item		**Cantidad**	**Unidad**		**Valor ($)**	**% del costo total**
Costo financiero (tasa de interés) [6]		1,5%	porcentaje		321.856	8,3%
Total costos indirectos					321.856	8,3%

TOTAL COSTOS					3.898.035	100,0%

Análisis de sensibilidad. [7]. Margen neto ($/hectárea)			
Rendimiento (kilos/hectárea)	**Precio ($/kilo)**		
	68	**75**	**83**
52.200	-$ 374.535	$ 16.965	$ 408.465
58.000	$ 16.965	$ 451.965	$ 886.965
63.800	$ 408.465	$ 886.965	$ 1.365.465

Costo unitario ($/kilo) [8]			
Rendimiento (kilos/hectárea)	**52.200**	**58.000**	**63.800**
Costo unitario ($/kilo)	$ 75	$ 67	$ 61

Fuente: adaptado a partir de Ficha técnica de ODEPA, 2019.

Los ítemes marcados en amarillo relacionados con la aplicación de agroquímicos o fertilizantes de modo foliar y por lo tanto con pulverizadoras susceptibles de utilizar la tecnología desarrollada por el proyecto FIA-Dayenú.

Notas:
(1) El precio del kilo de manzana para la agroindustria, corresponde al promedio de la región durante el periodo de cosecha en la temporada 2017/2018.
(2) Costo cosecha equivale a cortar la manzana y dejarla en el bins.
(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.

A.2. Ficha situación CON proyecto FIA-Daneyú en producción de manzana por agricultor de tecnología media, en Región de O'Higgins

Parámetros generales A	
1 hectárea agosto 2018	Variedad: Galant
Tecnología de riego: riego por surco	Destino de producción: consumo fresco-industria
Densidad (plantas/hectárea): 666 (6,0 m x 2,5m)	Tecnología: media
Plantación: en producción	Cosecha: febrero

Parámetros generales B	
Rendimiento (kilos/hectárea):	58.000
Precio de venta a productor ($/kilo[1]):	$75
Costo jornada hombre ($/jornada hombre)	$15.000
Tasa interés mensual (%):	1,50%
Meses de financiamiento:	12

Resumen contable	
Ingreso por hectárea (f)	4.350.000
Costos directos por hectárea (a+b+c+d)	3.525.317
Costos totales por hectárea (a+b+c+d+e)	3.842.595
Margen bruto por hectárea (f - (a+b+c+d))	824.683
Margen neto por hectárea (f - (a+b+c+d+e))	507.405
Costo unitario	$ 66

Costos directos Disminución de la cantidad por efecto de uso de sistema de control de pulverización: 20%

Mano de obra (a)	**Período**	**Cantidad***	**Unidad**	**Precio ($/ unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Riego y limpia de acequias	Anual	10,0	jornada hombre	15.000	150.000	3,9%
Aplicación de pesticidas y foliares	Marzo - diciembre	2,4	jornada hombre	15.000	36.000	0,9%
Poda, sacar ramillas y pintar cortes de la poda	Junio - julio	666,0	planta	650	432.900	11,3%
Aplicación fertilizantes	Agosto - marzo	3,0	jornada hombre	200	600	0,0%
Poda en verde y desbrote	Diciembre	6,0	jornada hombre	15.000	90.000	2,3%
Control manual de malezas	Anual	6,0	jornada hombre	300	1.800	0,0%
Colocar y sacar puntales	Abril - noviembre	8,0	jornada hombre	60	480	0,0%
Cosecha [2]	Febrero	58.000,0	kilo	14	812.000	21,1%
Total mano de obra					1.523.780	39,7%

Maquinaria (b)[3]	**Período**	**Cantidad***	**Unidad**	**Precio ($/ unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Aplicación fitosanitarios	Anual	6,4	hectárea	25.000	160.000	4,2%
Rastraje	Mayo - octubre	2,0	hectárea	30.000	60.000	1,6%
Surqueadura	Mayo - octubre	2,0	hectárea	10.000	20.000	0,5%
Triturar los restos de la poda	Junio - agosto	2,0	hectárea	40.000	80.000	2,1%
Acarreo de insumos e implementos	Anual	0,9	hectárea	80.000	72.000	1,9%
Cosecha: Traslado y carga	Febrero	58.000,0	kilo	5	290.000	7,5%
Traslado a la agroindustria	Febrero	58.000,0	kilo	6	348.000	9,1%
Total maquinaria					1.030.000	26,8%

Insumos (c) [4]	**Período**	**Cantidad***	**Unidad**	**Precio ($/ unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Fertilizantes:						
Nitrato de potasio	Octubre - marzo	100,0	kilo	737	73.700	1,9%
Urea	Septiembre-noviembre	150,0	kilo	434	65.100	1,7%
Nitrato calcio	Octubre - enero	150,0	kilo	373	55.950	1,5%

* En "Cantidad" no se redondean las cifras porque los huertos son de más de 1 ha habitualmente, ajustándose sobre el total del predio.

Fungicidas:						
Nordox Super 75 WG	Abril - junio	6,4	kilo	6.500	41.600	1,1%
Podexal	Junio - julio	5,0	litro	4.093	20.465	0,5%
Topas 200 EW	Septiembre - noviembre	0,4	litro	103.800	41.520	1,1%
Insecticidas:						
Citroliv Miscible	Junio - julio	20,0	litro	3.489	69.780	1,8%
Lorsban 4E	Junio - julio	1,6	litro	7.952	12.723	0,3%
Karate con tecnología Zeon	Octubre - diciembre	0,4	litro	37.950	15.180	0,4%
Herbicida:						
Round full II	Agosto - octubre	5,0	litro	6.960	34.800	0,9%
Fertilizantes foliares						
Fosfimax 40 20	Septiembre - enero	4,8	litro	9.598	46.070	1,2%
Solubor	Septiembre - octubre	3,2	kilo	4.305	13.776	0,4%
Otros						
Agua de riego	Anual	1,0	hectárea	25.000	25.000	0,7%
Baños químicos	Enero	2,0	unidad	70.000	140.000	3,6%
Puntales	Noviembre - enero	300,0	unidad	400	120.000	3,1%
Análisis foliar[5]	Enero - febrero	1,0	hectárea	28.000	28.000	0,7%
Total insumos					803.665	20,9%

Imprevistos (d)		**Cantidad**	**Unidad**		**Valor ($)**	**% del costo total**
Imprevistos		5%	porcentaje		167.872	4,4%

Total costos directos (a+b+c+d)					3.525.317	91,7%

Costos indirectos (e)

Item		**Cantidad**	**Unidad**		**Valor ($)**	**% del costo total**
Costo financiero (tasa de interés) [6]		1,5%	porcentaje		317.279	8,3%
Total costos indirectos					317.279	8,3%

TOTAL COSTOS					3.842.595	100,0%

Análisis de sensibilidad. [7]. Margen neto ($/hectárea)			
Rendimiento (kilos/hectárea)	**Precio ($/kilo)**		
	68	**75**	**83**
52.200	-$ 319.095	$ 72.405	$ 463.905
58.000	$ 72.405	$ 507.405	$ 942.405
63.800	$ 463.905	$ 942.405	$ 1.420.905

Costo unitario ($/kilo) [8]			
Rendimiento (kilos/hectárea)	**52.200**	**58.000**	**63.800**
Costo unitario ($/kilo)	$ 74	$ 66	$ 60

Fuente: adaptado a partir de Ficha técnica de ODEPA, 2019.

Los ítemes marcados en amarillo relacionados con la aplicación de agroquímicos o fertilizantes de modo foliar y por lo tanto con pulverizadoras susceptibles de utilizar la tecnología desarrollada por el proyecto FIA-Dayenú.

Notas:
(1) El precio del kilo de manzana para la agroindustria, corresponde al promedio de la región durante el periodo de cosecha en la temporada 2017/2018.
(2) Costo cosecha equivale a cortar la manzana y dejarla en el bins.
(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.

B. Fichas para CEREZO

B.1. Ficha situación SIN proyecto FIA-Daneyú en producción de cerezo por agricultor de tecnología media, Región del Maule

Parámetros generales A	
1 hectárea marzo 2019 (actualizada desde el 2016)	Variedad: Lapins
Tecnología de riego: riego por surco	Destino de producción: consumo fresco
Densidad (Plantas/ha): 1.082 (4,2m x 2,2m)	Tecnología: media
Huerto en producción	Cosecha: noviembre-diciembre

Parámetros generales B	
Rendimiento (kilos/hectárea):	5.500
Precio de venta a productor ($/kilo[1]:	2.300
Costo jornada hombre ($/JH)	13.000
Tasa interés mensual (%):	1,50%
Meses de financiamiento:	12

Resumen contable	
Ingreso por hectárea (e)	12.650.000
Costos directos por hectárea (a+b+c)	8.639.656
Costos totales por hectárea (a+b+c+d)	9.380.198
Margen bruto por hectárea (e - (a+b+c))	4.010.344
Margen neto por hectárea (e - (a+b+c+d))	3.269.802
Costo unitario	$ 1.705

Costos directos

Mano de obra (a)	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/unidad)**	**Valor ($)**	**% de costo total**
Riego y limpias de acequias	Octubre-marzo	20,0	JH	17.000	340.000	3,6%
Poda de vigor	Diciembre-enero	1082,0	Planta	660	714.120	7,6%
Poda	Mayo-junio	1082,0	Planta	660	714.120	7,6%
Aplicación de pesticidas	Mayo-enero	7,0	JH	17.000	119.000	1,3%
Control de malezas	Anual	7,0	JH	17.000	119.000	1,3%
Cosecha	Noviembre-diciembre	5500,0	Kg	275	1.512.500	16,1%
Control de cosecha	Noviembre-diciembre	5500,0	Kg	55	302.500	3,2%
Selección, embalar y carga	Noviembre-diciembre	5500,0	Kg	110	605.000	6,4%
Total mano de obra					4.426.240	47,2%

Maquinaria (b)	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Aplicación fitosanitarios	Mayo-enero	8,0	ha	27.500	220.000	2,3%
Triturar poda	Junio-agosto	2,0	ha	44.000	88.000	
Acarreo de insumos	Anual	1,0	ha	99.000	99.000	1,1%
Sacar cajas cosechadas a packing	Noviembre-diciembre	5.500,0	Kg	33	181.500	1,9%
Flete	Noviembre-diciembre	5.500,0	Kg	55	302.500	3,2%
Total maquinaria					891.000	9,5%

Insumos (c) [2]	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Fertilizantes:						
Mezcla frutal	Agosto	300,0	Kg	429	128.700	1,4%
Sulpomag	Julio-septiembre	200,0	Kg	405	81.088	0,9%
Urea	Julio-agosto	300,0	Kg	434	130.320	1,4%
Nitrato de Potasio	Julio-septiembre	200,0	Kg	737	147.400	1,6%
Fungicidas:						
Podexal	Mayo-julio	4,0	L	4.093	16.372	0,2%
BC-1000	Noviembre-enero	1,0	L	69.522	69.522	0,7%
Bravo 720	Septiembre-noviembre	4,0	L	10.067	40.269	0,4%
Captan 80 WP	Agosto	2,0	Kg	10.981	21.963	0,2%
Bellis	Noctubre-diciembre	1,0	Kg	132.845	132.845	1,4%
Insecticidas:						
Aceite citroliv	Agosto-septiembre	35,0	L	3.489	122.122	1,3%
Lorsban 4E	Junio-julio	2,0	L	7.952	15.904	0,2%
Karate con tecnología Zeon	Septiembre-octubre	1,0	L	37.950	37.950	0,4%
Hurricane 70 WP	Agosto-noviembre	0,5	Kg	229.012	114.506	1,2%
Dipel WG	Agosto-septiembre	1,0	Kg	47.433	47.433	0,5%

Herbicidas:						
Tango 24 EC	Junio-julio	2,0	L	13.244	26.488	0,3%
Roundup	Agosto-octubre	3,0	L	6.960	20.879	0,2%
Acaricidas-insecticidas:						
Vertimec 018 EC	Noviembre-diciembre	2,0	L	20.350	40.700	0,4%
Bactericidas:						
Strepto Plus	Noviembre-diciembre	3,0	Kg	51.361	154.084	1,6%
Reguladores del crecimiento:						
Dormex (60-55 días antes de inicio floración)	Julio-agosto	30,0	L	6.058	181.731	1,9%
Fertilizantes foliares						
Frutaliv	Octubre-noviembre	8,0	L	10.577	84.612	0,9%
Fosfimax 40 20	Septiembre-enero	10,0	L	9.598	95.975	1,0%
Terrasorb foliar	Octubre-noviembre	3,0	L	6.050	18.150	0,2%
Defender Boro	Octubre-noviembre	3,0	L	5.231	15.692	0,2%
Otros						
Baño químico	Febrero-marzo	4,0	U	65.400	261.600	2,8%
Abejorros	Agosto	3,0	U	38.150	114.450	1,2%
Electricidad	Anual	1,0	Ha	436.000	436.000	4,6%
Certificación	Marzo-diciembre	3,0	ha	65.400	196.200	2,1%
Agua	Anual	1,0	ha	32.700	32.700	0,3%
Break	Abril-noviembre	4,0	L	16.895	67.580	0,7%
Análisis de suelo [3]	Agosto	1,0	U	30.520	30.520	0,3%
Análisis foliar [3]	Enero-febrero	1,0	Análisis	27.250	27.250	0,3%
Total insumos					2.911.004	31,0%
Total costos directos (a+b+c)					8.228.244	87,7%
Imprevistos (sobre total de costos directos)	Anual	5%	Porcentaje		411.412	4,4%

Costos indirectos (d)

Item	Época	Cantidad	Unidad	Precio($/un)	Valor ($)	% del costo total
Costo financiero (tasa de interés) [4]	Anual	1,5%	Porcentaje		740.542	7,9%
Total costos indirectos					740.542	7,9%
TOTAL COSTOS					9.380.198	100,0%

Análisis de sensibilidad. [5]. Margen neto ($/hectárea)

Rendimiento (Kg/ha)	Precio ($/kilo)		
	2.070	2.300	2.530
4.950	$ 1.197.358	$ 2.335.858	$ 3.474.358
5.500	$ 2.004.802	$ 3.269.802	$ 4.534.802
6.050	$ 2.812.246	$ 4.203.746	$ 5.595.246

Costo unitario ($/kilo) [6]

Rendimiento (Kg/ha)	4.950	5.500	6.050
Costo unitario ($/Kg)	$ 1.828	$ 1.705	$ 1.605

Fuente: adaptado a partir de Ficha técnica de ODEPA, 2019.

Los ítemes marcados en amarillo relacionados con la aplicación de agroquímicos o fertilizantes de modo foliar y por lo tanto con pulverizadoras susceptibles de utilizar la tecnología desarrollada por el proyecto FIA-Dayenú.

Notas:
(1) El precio del kilo de cereza corresponde al promedio estimado de la región a nivel predial durante el periodo de cosecha en la temporada en el 2015-2016.
(2) 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, especialmente considerando la carencia de los pesticidas, según lo indicado por la agroindustria de contrato. El productor puede cambiar los parámetros a través de la ficha de simulación.
(3) La dosis de fertilización promedio podría variar de acuerdo a los resultados del análisis foliar.
(4) 1,5% mensual simple, tasa de interés promedio de las empresas distribuidoras de insumos
(5) Margen neto corresponde a ingresos totales (precio venta x rendimiento) menos los costos totales.
(6) Representa el precio de venta mínimo para cubrir los costos totales de producción.

B.2. Ficha situación CON proyecto FIA-Daneyú en producción de cerezo por agricultor de tecnología media, en la Región del Maule

Parámetros generales A	
1 hectárea marzo 2019 (actualizada desde el 2016)	Variedad: Lapins
Tecnología de riego: riego por surco	Destino de producción: consumo fresco
Densidad (Plantas/ha): 1.082 (4,2m x 2,2m)	Tecnología: media
Huerto en producción	Cosecha: noviembre-diciembre

Parámetros generales B	
Rendimiento (Kg/ha):	5.500
Precio de venta a productor ($/Kg): [1]	2.300
Costo jornada hombre ($/JH)	18.000
Tasa interés mensual (%):	1,50%
Meses de financiamiento:	12

Resumen contable	
Ingreso por hectárea (e)	12.650.000
Costos directos por hectárea (a+b+c)	8.374.033
Costos totales por hectárea (a+b+c+d)	9.091.807
Margen bruto por hectárea (e - (a+b+c))	4.275.967
Margen neto por hectárea (e - (a+b+c+d))	3.558.193
Costo unitario	$ 1.653

Costos directos

Mano de obra (a)	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/unidad)**	**Valor ($)**	**% de costo total**
Riego y limpias de acequias	Octubre-marzo	20,0	JH	18.000	360.000	4,0%
Poda de vigor	Diciembre-enero	1.082,0	Planta	660	714.120	7,9%
Poda	Mayo-junio	1.082,0	Planta	660	714.120	7,9%
Aplicación de pesticidas	Mayo-enero	5,6	JH	18.000	100.800	1,1%
Control de malezas	Anual	7,0	JH	18.000	126.000	1,4%
Cosecha	Noviembre-diciembre	5.500,0	Kg	275	1.512.500	16,6%
Control de cosecha	Noviembre-diciembre	5.500,0	Kg	55	302.500	3,3%
Selección, embalar y carga	Noviembre-diciembre	5.500,0	Kg	110	605.000	6,7%
Total mano de obra					4.435.040	48,8%

Maquinaria (b)	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Aplicación fitosanitarios	Mayo-enero	6,4	ha	27.500	176.000	1,9%
Triturar poda	Junio-agosto	2,0	ha	44.000	88.000	
Acarreo de insumos	Anual	0,9	ha	99.000	89.100	1,0%
Sacar cajas cosechadas a packing	Noviembre-diciembre	5.500,0	Kg	33	181.500	2,0%
Flete	Noviembre-diciembre	5.500,0	Kg	55	302.500	3,3%
Total maquinaria					837.100	9,2%

Insumos (c) [2]	**Período**	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio ($/unidad)**	**Valor ($)**	**% del costo total**
Fertilizantes:						
Mezcla frutal	Agosto	300,0	Kg	429	128.700	1,4%
Sulpomag	Julio-septiembre	200,0	Kg	405	81.088	0,9%
Urea	Julio-agosto	300,0	Kg	434	130.320	1,4%
Nitrato de Potasio	Julio-septiembre	200,0	Kg	737	147.400	1,6%
Fungicidas:						
Podexal	Mayo-julio	4,0	L	4.093	16.372	0,2%
BC-1000	Noviembre-enero	0,8	L	69.522	55.618	0,6%
Bravo 720	Septiembre-noviembre	3,2	L	10.067	32.215	0,4%
Captan 80 WP	Agosto	1,6	Kg	10.981	17.570	0,2%
Bellis	Noctubre-diciembre	0,8	Kg	132.845	106.276	1,2%
Insecticidas:						
Aceite citroliv	Agosto-septiembre	28,0	L	3.489	97.698	1,1%
Lorsban 4E	Junio-julio	1,6	L	7.952	12.723	0,1%
Karate con tecnología Zeon	Septiembre-octubre	0,8	L	37.950	30.360	0,3%
Hurricane 70 WP	Agosto-noviembre	0,4	Kg	229.012	91.605	1,0%
Dipel WG	Aogosto-septiembre	0,8	Kg	47.433	37.946	0,4%

Herbicidas:						
Tango 24 EC	Junio-julio	2,0	L	13.244	26.488	0,3%
Roundup	Agosto-octubre	3,0	L	6.960	20.879	0,2%
Acaricidas-insecticidas:						
Vertimec 018 EC	Noviembre-diciembre	1,6	L	20.350	32.560	0,4%
Bactericidas:						
Strepto Plus	Noviembre-diciembre	3,0	Kg	51.361	154.084	1,7%
Reguladores del crecimiento:						
Dormex (60-55 días antes de inicio floración)	Julio-agosto	24,0	L	6.058	145.385	1,6%
Fertilizantes foliares						
Frutaliv	Octubre-noviembre	6,4	L	10.577	67.690	0,7%
Fosfimax 40 20	Septiembre-enero	8,0	L	9.598	76.780	0,8%
Terrasorb foliar	Octubre-noviembre	2,4	L	6.050	14.520	0,2%
Defender Boro	Octubre-noviembre	2,4	L	5.231	12.553	0,1%
Otros						
Baño químico	Febrero-marzo	4,0	U	65.400	261.600	2,9%
Abejorros	Agosto	3,0	U	38.150	114.450	1,3%
Electricidad	Anual	1,0	ha	436.000	436.000	4,8%
Certificación	Marzo-diciembre	3,0	ha	65.400	196.200	2,2%
Agua	Anual	1,0	ha	32.700	32.700	0,4%
Break	Abril-noviembre	4,0	L	16.895	67.580	0,7%
Análisis de suelo [3]	Agosto	1,0	U	30.520	30.520	0,3%
Análisis foliar [3]	Enero-febrero	1,0	Análisis	27.250	27.250	0,3%
Total insumos					2.703.129	29,7%
Total costos directos (a+b+c)					7.975.269	87,7%
Imprevistos (sobre total de costos directos)	Anual	5%	Porcentaje		398.763	4,4%

Costos indirectos (d)

Item	Época	Cantidad	Unidad	Precio($/un)	Valor ($)	% del costo total
Costo financiero (tasa de interés) [4]	Anual	1,5%	Porcentaje		717.774	7,9%
Total costos indirectos					717.774	7,9%
TOTAL COSTOS					9.091.807	100,0%

Análisis de sensibilidad. [5]. Margen neto ($/hectárea)			
Rendimiento (Kg/ha)	**Precio ($/kilo)**		
	2.070	**2.300**	**2.530**
4.950	$ 1.485.749	$ 2.624.249	$ 3.762.749
5.500	$ 2.293.193	$ 3.558.193	$ 4.823.193
6.050	$ 3.100.637	$ 4.492.137	$ 5.883.637

Costo unitario ($/kilo) [6]			
Rendimiento (Kg/ha)	**4.950**	**5.500**	**6.050**
Costo unitario ($/Kg)	$ 1.770	$ 1.653	$ 1.557

Fuente: Adaptado a partir de Ficha técnica de ODEPA de año 2016, actualización propia a 2019.

Los ítemes marcados en amarillo relacionados con la aplicación de agroquímicos o fertilizantes de modo foliar y por lo tanto con pulverizadoras susceptibles de utilizar la tecnología desarrollada por el proyecto FIA-Dayenú.

Notas:

(1) El precio del kilo de cereza corresponde al promedio estimado de la región a nivel predial durante el periodo de cosecha en la temporada en el 2015-2016.

(2) 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, especialmente considerando la carencia de los pesticidas, según lo indicado por la agroindustria de contrato. El productor puede cambiar los parámetros a través de la ficha de simulación.

(3) La dosis de fertilización promedio podría variar de acuerdo a los resultados del análisis foliar.

(4) 1,5% mensual simple, tasa de interés promedio de las empresas distribuidoras de insumos

(5) Margen neto corresponde a ingresos totales (precio venta x rendimiento) menos los costos totales.

(6) Representa el precio de venta mínimo para cubrir los costos totales de producción.

ANEXO 2. **Literatura consultada**

Giles, DK. y otros, 2011. "Smart" sprayer technology provides environmental and economic benefits in California Orchards". April 2011*California Agriculture* 65(2):85-89

IMPAC en línea. Computador eléctrico BRAVO 180S 2 vías para atomizador.
En https://www.impac.cl/computador-electrico-bravo-180s-2-vias-para-atomizador.html

Giles, D. K. y M. J.; Delwiche, M. J. y Dodd, R. B., 1987. *Control of Orchard Spraying Based on Electronic Sensing of Target Characteristics*. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan www.asabe.org. Citation: Transactions of the ASAE. 30 (6): 1624-1636. (doi: 10.13031/2013.30614) @1987.

Sobitec en línea. Pulverización Electrostática.
En http://www.sobitec.cl/equipos-sobitec/pulverizacion/pulverizacion-electroestatica/

ANEXO 3. **Documentación disponible y contactos**

Sargent Agrícola Chile
http://www.sargentchile.cl/agricola/implementos/?page=1
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
Sí cuenta con pulverizadores y nebulizadores para aplicación en frutales
http://www.hellman.cl/index.php/maquinaria-agricola/herpa/atomizadores.html?start=0

Metalúrgica HUND
Nebulizadoras/pulverizadoras:
http://www.hund.cl/categoria/nuestros-productos/pulverizacion/

Maquinaria Agrícola KUHN Pulverizadores para árboles
https://www.kuhn.com/internet/webes.nsf/0/2C106E4FE0D9F2D5C12576C00050106E?OpenDocument&p=11.5.5.1

IMPAC
Producto similar presente en mercado chileno, de origen Italiano marca Arag. Se incluyen:
- Características y Datos Técnicos de controlador denominado "Computador eléctrico Bravo 180S 2 vías para atomizador"
- Guía rápida para Atomizador (Indicaciones para programar el controlador Bravo 180S)
- Sensor magnético de velocidad, guía para su instalación.
- Caudalímetro electromagnético. Instalación, Uso y Mantenimiento

Disponible en:
https://www.impac.cl/computador-electrico-bravo-180s-2-vias-para-atomizador.html
https://www.impac.cl/comando-bravo-180-para-atomizador-t4.html
https://www.impac.cl/pub/media/wysiwyg/008000201_Manual_instalaci_n_uso_y_mantenimiento-.pdf

144

SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**