



Fundación para la  
Innovación Agraria  
MINISTERIO DE AGRICULTURA

RESULTADOS Y LECCIONES EN

# Sistema de alerta en línea para mejorar la calidad de manzanas

FRUTALES MENORES - POMÁCEAS



Proyecto de innovación en  
**Regiones de O'Higgins,  
Maule y La Araucanía**







---

1 4 5

---





RESULTADOS Y LECCIONES EN

# Sistema de alerta en línea para mejorar la calidad de manzanas



Proyecto de innovación en  
**Regiones de O'Higgins,  
Maule y La Araucanía**

Valorización a septiembre de 2020



## Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos la colaboración de los profesionales del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, que formaron parte del equipo técnico, y a todas las personas entrevistadas, por su buena disposición y compromiso con los resultados del proyecto.

Resultados y lecciones en

### **Sistema de alerta en línea para mejorar la calidad de manzanas**

Proyecto de innovación en regiones de O'Higgins, Maule y La Araucanía

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

**FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA**

Santiago de Chile, diciembre 2020

Registro de Propiedad Intelectual N° 2021-A-6418

ISBN 978-956-328-266-5

#### ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Marcela Salinas Ballevena, ingeniera agrónoma y consultora.

Consuelo Anguita, ingeniera en biotecnología y consultora.

#### REVISIÓN Y EDICIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Gabriela Casanova, ingeniera agrónoma, Fundación para la Innovación Agraria

#### FOTOGRAFÍAS

Archivos FIA 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 silvoagropecuario 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 silvoagropecuario 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 **“Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática”**. Este tuvo como objetivo desarrollar una herramienta tecnológica para modelar y estimar indicadores que permitan pronosticar oportunamente la condición de riesgo y susceptibilidad del manzano para desarrollar desórdenes fisiológicos que afecten la calidad de la fruta.

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

---

<b>Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas</b> .....	11
1. Antecedentes .....	12
1.1. El cultivo del manzano en Chile .....	15
1.2. Principales problemas y desórdenes fisiológicos que inciden en la calidad de la manzana .....	20
1.3. Perspectivas de mercado .....	24
2. Base conceptual de la tecnología .....	34
3. La innovación tecnológica .....	36
4. El valor de la herramienta desarrollada .....	37
5. Conveniencia económica para el productor.....	38
6. Claves de la viabilidad .....	39
7. Asuntos por resolver .....	40

---

<b>Sección 2. El proyecto precursor</b> .....	43
1. El entorno económico y social .....	45
2. El proyecto precursor .....	49
2.1. Características generales.....	49
2.2. Validación de la tecnología.....	54
2.3. La asesoría .....	55
3. El proyecto hoy .....	56

---

<b>Sección 3. El valor del proyecto</b> .....	57
---	----

---

<b>Sección 4. Anexos</b>	
1. Medidas recomendadas para disminuir incidencia de bitter pit y lentocelosis .....	63
2. Bibliografía .....	64
3. Entrevistas realizadas.....	68



# Introducción

---

La presente publicación pone en valor los resultados del proyecto “Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática”, iniciativa que fue apoyada y cofinanciada por FIA, con la finalidad de integrar la información agroclimática, como herramienta de eficiencia en la producción de manzanas para exportación a través de nuevas tecnologías, concibiéndola como un sistema sitio-específico frente a la variabilidad climática.

Este proyecto fue ejecutado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, en la Región del Maule, entre los años 2015 y 2018, y contó con la participación de 7 empresas asociadas, entre productores y comercializadores, ubicados en las regiones de O’Higgins, Maule y La Araucanía. Las empresas asociadas fueron: Frutícola El Aromo S.A., Frutera Tucfrut Ltda., Frutera San Fernando S.A., Agropecuaria Wapri S.A., Agrícola Agrobosque San Isidro S.A., Highland Fruit S.A. y El Almendro S.A. Posteriormente, durante el desarrollo del proyecto, se incluyeron nuevas empresas: Agrícola Vial y Cia. S.A., Miguel Vial y Cia, Ltda., Inversiones del Pacífico, Agrícola Mantos Verdes y Agrícola San Clemente.

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”,<sup>1</sup> 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

---

<sup>1</sup> “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.

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”,<sup>2</sup> aporte a los interesados elementos clave respecto de los beneficios del uso o incorporación de los nuevos servicios y herramientas tecnológicas desarrolladas.

---

<sup>2</sup> “**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 co-financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, que estuvo orientado a desarrollar un sistema de consulta en línea que permita pronosticar, oportunamente, la condición de riesgo y susceptibilidad del manzano para desarrollar desórdenes fisiológicos que afecten la calidad del fruto, a partir de variables agroclimáticas. Esto, con el fin de contribuir a aumentar la eficiencia y competitividad del cultivo comercial de esta especie.

Se espera que la información sistematizada en este documento aporte a los interesados elementos relevantes para apoyar la toma de decisiones, respecto del uso de la herramienta tecnológica desarrollada en el cultivo comercial de manzanos.



## ► 1. Antecedentes

---

En el manzano, el clima es determinante en la calidad y condición de la fruta, ya que las condiciones ambientales, en determinados períodos, influyen sobre el desarrollo y procesos fisiológicos de los frutos, repercutiendo finalmente en su calidad futura y valor comercial.

La temperatura es uno de los factores climáticos más importantes. Así, por ejemplo, las temperaturas altas influyen en la incidencia de daño por golpe de sol; la acumulación térmica, en el calibre y maduración de la fruta; la fluctuación de temperatura, en la coloración, contenido de sólidos solubles y acidez de la fruta, y el frío invernal incide tanto en el receso de las plantas como en su brotación y floración. Por otra parte, la humedad relativa del aire influye en la presencia de *russet*, condiciones de stress y sanidad, mientras que la radiación solar tiene incidencia en la fotosíntesis de las plantas, color del fruto y también en la ocurrencia de daño por golpe de sol. También las heladas primaverales y el viento generan daños en la producción.<sup>3</sup>

De esta forma, varios aspectos de calidad y condición de la manzana en el momento de la cosecha, así como su potencial de guarda en frío, se determinan durante la primera etapa de crecimiento del fruto, periodo en el cual las condiciones climáticas predominantes juegan un rol importante. Esta etapa se caracteriza por una mayor división celular en el fruto, que depende de la temperatura ambiente, definiéndose en ella el número final de células que tendrá el fruto y la constitución de sus componentes. Así, es posible estimar en forma temprana el efecto de las condiciones climáticas sobre el calibre potencial de la fruta a cosechar, la evolución de su madurez y su comportamiento en postcosecha. Se ha observado que altas temperaturas durante la división celular conducirían a obtener frutos de un calibre potencial alto, por lo que en primavera frías sería conveniente ajustar tempranamente la carga frutal, con el fin de compensar el menor tamaño esperado. En cambio, una primavera muy cálida es dañina para la formación de los componentes celulares asociados a la estabilidad del fruto y sus procesos de maduración.<sup>4</sup>

Además, es posible que en primavera ocurran heladas, cuando el fruto es muy sensible a bajas temperaturas, las que pueden ocasionar caída de frutos recién cuajados, deformación de éstos y *russet* (rugosidad). Esta última también puede ser inducida por un ambiente frío y húmedo durante la primavera.

<sup>3</sup> Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. Informe Final Proyecto PYT-2015-0213. Anexo 1. Seminario: "Resultados Finales del Proyecto y Lanzamiento de la Plataforma Climática IKAROS". Julio de 2018.

<sup>4</sup> SEPÚLVEDA, A., ARENAS, L. y YURI, J.A. "Efecto del clima en la calidad de la manzana, herramienta de decisión", (Resultados preliminares proyecto FIA PYT-2015-0213). Boletín Técnico Pomáceas Volumen 17, N°1. p.2-7. Enero 2017.

Por otro lado, un ambiente con temperaturas diarias muy altas y baja humedad relativa, propia de los veranos en la zona central de Chile, tiene efectos negativos sobre la calidad de la fruta: aumentan el riesgo de daño por sol y de alteraciones asociadas a desbalances nutricionales, como lenticelosis y bitter pit; menor calibre, en especial cuando el riego es limitado, y adelanto de la fecha de cosecha.<sup>5</sup>

En lo que respecta al desarrollo de desórdenes de postcosecha en la manzana, como bitter pit y lenticelosis, su incidencia también depende de factores de precosecha. En el caso de bitter pit, los factores de precosecha que influyen en su ocurrencia son aquellos que limitan el abastecimiento de calcio a la fruta, tales como competencia entre el follaje y el fruto, ya sea por exceso de vigor de la planta o baja carga frutal; o alta temperatura y estrés hídrico, que aumentarían el riesgo de bitter pit debido a que se favorecería el flujo de calcio hacia el follaje, en desmedro de la fruta. Por ello, la cuantificación de variables que inciden sobre el estrés ambiental, como son alta temperatura y baja humedad relativa, contribuyen a estimar el riesgo de su aparición.

En el caso de lenticelosis, si bien es un desorden causado por múltiples factores, se ha sugerido que el monitoreo de la temperatura y humedad relativa durante el crecimiento del fruto puede constituir una predicción temprana, permitiendo manejos para disminuir su incidencia. Esto se basa en que frente a un ambiente estresante, con alta temperatura y baja humedad relativa, las células sin protección cerosa pueden desecarse y producir suberina, desencadenándose el proceso de maduración, durante el cual la fruta es más sensible a las condiciones ambientales, principalmente a la temperatura.

En el caso del color de la fruta, durante el periodo de maduración, se ha observado que el tiempo de exposición a bajas temperaturas (bajo 10°) es favorable para la inducción del color. Por ello, las tecnologías utilizadas para aumentar la radiación solar bajo la copa (reflectantes) serían más efectivas una vez que la madurez se haya gatillado y registrado exposición a temperatura bajo 10 °C. En cambio, en localidades cálidas, la medida más apropiada será utilizar clones de alta coloración.

Como se ha visto, las manzanas son susceptibles a diferentes desórdenes fisiológicos que definen la calidad y valor comercial de la fruta. Dependiendo de la variedad, su incidencia depende de factores de precosecha, principalmente condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolla el fruto.

Así, dada la importancia de la producción de manzanas en Chile y la necesidad de aumentar su competitividad en los mercados externos, y considerando el efecto que tienen las condiciones climáticas sobre la calidad y condición de la manzana al momento de su cosecha y su potencial de guarda en frío, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) cofinanció el proyecto

---

<sup>5</sup> Ibid.

“Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática”.



Fuente: informe final de proyecto precursor.

Su objetivo fue desarrollar una herramienta tecnológica para modelar y estimar indicadores que permitan pronosticar, oportunamente, la condición de riesgo y susceptibilidad del manzano para desarrollar desórdenes fisiológicos que afecten la calidad de la fruta, a partir de variables agroclimáticas; a la vez de evaluar su potencialidad y la conveniencia de utilizar esta herramienta, a través de una plataforma web, en el cultivo comercial de manzano, con el fin de contribuir a mejorar la competitividad de este rubro.

El proyecto fue desarrollado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, en la Región del Maule entre los años 2015 y 2018, y contó con la participación de 7 empresas asociadas, entre productores y comercializadores, ubicados en las regiones de O’Higgins, Maule y La Araucanía. Las empresas asociadas fueron: Frutícola El Aromo S.A., Frutera Tucfrut Ltda., Frutera San Fernando S.A., Agropecuaria Wapri S.A., Agrícola Agrobosque San Isidro S.A., Highland Fruit S.A. y El Almendro S.A.

La sistematización, en este documento, de la información y lecciones aprendidas en el proyecto precursor y que pone en valor los distintos elementos que contribuyeron a los buenos resultados de este desarrollo requiere, sin embargo, incorporar algunos desafíos en los mismos. Estos se refieren, principalmente, a la posibilidad de ampliar el formato de levantamiento de datos, de modo que sea compatible con las redes de datos disponibles en línea, aumentando la accesibilidad a este tipo de plataforma.



## 1.1. El cultivo del manzano en Chile

De acuerdo a información publicada por ODEPA, la superficie de manzanos en Chile al año 2019 se estima en 32.371 ha,<sup>6</sup> que representa aproximadamente el 9,4 % de la superficie frutícola del país, siendo la cuarta especie más cultivada después de la uva de mesa, nogal, y cerezo.

En el Cuadro 1 se muestra la evolución de la superficie de huertos comerciales de manzano en los últimos 10 años. Como se observa, esta mostró un aumento hasta el año 2012, llegando a 36.689 ha, momento a partir del cual disminuyó hasta alcanzar las 35.302 ha el año 2016. Luego la superficie de manzano aumentó levemente los años 2017 y 2018, debido principalmente a una mayor superficie plantada de manzana roja. Por su parte, la superficie de manzana verde experimentó un decrecimiento durante todo el periodo 2009 - 2019, asociado al menor precio de comercialización que ha tenido en los últimos años.

No obstante lo anterior, es importante destacar que el año 2019 se evidencia una disminución de la superficie cultivada con manzano, de un 9,2 % respecto de la superficie informada para el año 2018, observándose una mayor disminución de la superficie cultivada con manzana roja (10,5 %) que de manzana verde (2,7 %). Esta disminución de la superficie es resultado de los bajos beneficios obtenidos a causa de la creciente competencia internacional de otros países exportadores del hemisferio norte y la demanda de nuevas variedades de manzanas, sumado a que los productores chilenos de manzana siguen sustituyendo los huertos de manzanos por cultivos alternativos más rentables, como las cerezas y las nueces.<sup>7</sup>

**Cuadro 1. Superficie de manzano en Chile, periodo 2009 – 2019**

Especie	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Variación 2019/2018
Manzana verde	7.459	7.404	7.349	7.295	7.117	6.970	6.649	6.351	6.062	5.793	5.634	-2,7%
Manzana roja	28.755	28.982	29.207	29.394	29.252	29.119	28.827	28.951	29.273	29.859	26.737	-10,5%
Total	36.214	36.386	36.556	36.689	36.369	36.089	35.476	35.302	35.335	35.652	32.371	-9,2%

Fuente: ODEPA. Boletín de fruta, Julio 2020.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> ODEPA-CIREN. "Catastro Frutícola Principales Resultados - Región del Maule/ Julio 2019". Disponible en [https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/catastro\\_maule.pdf](https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/catastro_maule.pdf)

<sup>7</sup> Chile: La exportación de manzanas frescas llegará a 739.000 t en la campaña 2018/2019. Disponible en: [https://portaldelcampo.cl/Noticias/71407\\_Chile--La-exportaci%C3%B3n-de-manzanas-frescas-llegar%C3%A1-a-739-000-t-en-la-campa%C3%B1a-2018-2019.html](https://portaldelcampo.cl/Noticias/71407_Chile--La-exportaci%C3%B3n-de-manzanas-frescas-llegar%C3%A1-a-739-000-t-en-la-campa%C3%B1a-2018-2019.html)

<sup>8</sup> Preparado por Javiera Pefaur Lepe. Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoia0GM3M-TY1ZWUtODJhYy00MjcZLWJmNTUtY2Y3MTdmNDZhOGU5liwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZlNmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZiNWZhMCI6ImMiOjR9>

En el Cuadro 2 se muestra la distribución de la superficie de manzanos entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía, para el periodo 2009 – 2019, destacándose la Región del Maule como la principal zona productora de manzanos del país, que concentra el 60,7 % de la superficie total cultivada con manzanos, seguida por la Región de O'Higgins con un 23,9 % de la superficie. Es posible observar que el cultivo del manzano se ha ido desplazando paulatinamente hacia la zona sur del país, aumentando la superficie plantada en las regiones de Ñuble, Biobío y La Araucanía. Esto se debe, principalmente, a que en la zona sur existen condiciones más favorables de temperatura y radiación solar para el cultivo de la manzana, que están atrayendo nuevas inversiones en plantaciones, al menos para aquellas variedades más sensibles a la radiación solar y altas temperaturas, factores que generan problemas de menor desarrollo y desórdenes fisiológicos en la fruta.

**Cuadro 2. Superficie de manzano en Chile, según región (huertos con superficie mayor a 0,5 ha)**

REGIÓN	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Participación regional 2019
Valparaíso	199	193	186	179	173	165	157	150	149	148	150	0,5%
Metropolitana	537	462	388	313	238	204	169	134	128	130	135	0,4%
O'Higgins	10.077	9.910	9.743	9.577	9.410	9.243	8.740	8.237	7.734	7.374	7.734	23,9%
Maule	21.549	21.862	22.175	22.488	22.348	22.208	22.068	22.190	22.417	22.730	19.637	60,7%
Ñuble	923	916	908	912	916	920	924	976	1.042	1.119	1.004	3,1%
Biobío	617	636	654	650	645	641	637	659	686	726	623	1,9%
La Araucanía	2.219	2.348	2.476	2.549	2.621	2.694	2.767	2.942	3.164	3.409	3.061	9,5%
Otras	93	59	26	21	18	14	14	14	15	16	27	0,1%
<b>Total</b>	<b>36.214</b>	<b>36.386</b>	<b>36.556</b>	<b>36.689</b>	<b>36.369</b>	<b>36.089</b>	<b>35.476</b>	<b>35.302</b>	<b>35.335</b>	<b>35.652</b>	<b>32.371</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: ODEPA. Boletín de fruta, Julio 2020.

La producción chilena de manzana se ha enfocado principalmente en variedades commodity. A fines de los años 80 las variedades más comúnmente encontradas en los huertos eran Granny Smith, Red Delicious y algo de Golden Delicious. Posteriormente apareció la Royal Gala, centrándose el mercado en torno a esta variedad. Al poco tiempo apareció el cv. Braeburn, que se caracterizó por presentar buenos rendimientos en Nueva Zelanda; sin embargo tiene un mercado acotado, dada su alta acidez, y en Chile actualmente va en retirada. Posteriormente aparecieron los cvs. Fuji y Cripp's Pink. En la actualidad, se habla de un "concepto Gala" (como anteriormente se hacía con la Red Delicious) y se ha llegado a transformar en un commodity que incluye los diferentes clones de la misma, dado que es muy difícil diferenciarlas entre ellas.<sup>9</sup>

En el Cuadro 3 se muestra la superficie de las variedades más plantadas en Chile, según la información de los últimos catastros frutícolas regionales publicados por ODEPA, siendo las variedades Fuji y Gala, las de mayor importancia, junto a Granny Smith. En conjunto estas variedades representan aproximadamente el 43% de la superficie total de huertos comerciales de manzanos en el país.

<sup>9</sup> QUIROZ, I. "Tendencias de plantación en manzanos, perales y cerezos y su impacto en la oferta de fruta". Boletín Técnico en Pomáceas, Mayo 2017

**Cuadro 3. Principales variedades cultivadas (Superficie en hectáreas)**

Variedad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	% Sup 2018
Galas	1.644	1.864	2.078	2.291	2.499	2.834	3.166	3.469	3.772	4.078	4.387	12,3%
Fujis	4.425	4.671	4.917	5.162	5.342	5.275	5.212	5.109	5.118	5.211	5.345	15,0%
Cripps Pink + Pink Lady®	2.056	2.205	2.346	2.486	2.585	2.717	2.846	2.961	3.169	3.381	3.605	10,1%
Granny Smith	7.172	7.179	7.127	7.106	7.072	6.914	6.772	6.468	6.164	5.863	5.572	15,6%
<b>Total</b>	<b>15.297</b>	<b>15.919</b>	<b>16.468</b>	<b>17.045</b>	<b>17.498</b>	<b>17.740</b>	<b>17.996</b>	<b>18.007</b>	<b>18.223</b>	<b>18.533</b>	<b>18.909</b>	<b>53,0%</b>

Fuente: ODEPA. Boletín fruta fresca. Julio 2019.<sup>10</sup>

De acuerdo a lo señalado en el estudio de tendencias de plantación en manzanos, elaborado por iQonsulting,<sup>11</sup> la industria de la manzana se encuentra en constante cambio, buscando mejorar la competitividad del rubro, siendo la zona central donde se presentan los mayores movimientos. En la Región de Valparaíso, las principales variedades son Royal Gala, Granny Smith y Cripp's Pink, abarcando estas más de un 85 % del total regional. Por su parte, en la Región Metropolitana, la mayor superficie plantada corresponde a las variedades Royal Gala, Granny Smith y Cripp's Pink, mientras que la superficie del resto de las variedades se encuentra en disminución. En la Región de O'Higgins las variedades más plantadas son Royal Gala, Granny Smith y Fuji Raku Raku; sin embargo la variedad Cripp's Pink y sus clones mejorados ha sido el grupo que ha mostrado mayor incremento en los últimos años: en esta zona las altas temperaturas, que afectan los parámetros de madurez como firmeza de pulpa, traduciéndose en malos estándares de calidad de exportación, han llevado a los productores a evaluar su reemplazo por otras especies, como cerezas, nogales o uva de mesa, entre otras. En la Región del Maule, principal centro productor de manzanas del país, predominan las variedades Royal Gala, Granny Smith y Fuji; sin embargo, en los últimos años la superficie de Royal Gala y Granny Smith ha disminuido, siendo menor la tasa de disminución de la superficie plantada con Granny Smith, debido principalmente a su uso como polinizante. Paralelo a ello, en la Región del Maule se aprecia un incremento de variedades como Fuji Raku Raku y del grupo Galas, dado principalmente por Brookfield®; el cv. Cripp's Pink/Pink Lady® también ha mostrado un incremento importante de su superficie; dentro de las variedades que han mostrado un menor incremento se encuentran Ambrosía, Fuji Fubrax, Kanzi® y Opal®.



<sup>10</sup> Preparado por Marcelo Muñoz Villagrán. Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiYmVmZmUyOWMtMTViMC00MTU0LWJIMDEtMGQ5ZmFkMjQ0ZDQwliwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZINmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZiNWZhMCIsImMiOiR9>

<sup>11</sup> QUIROZ, op. cit.

En las regiones de Ñuble y Biobío predominan las variedades Royal Gala, Fuji Raku Raku y Granny Smith; sin embargo, en los últimos años están apareciendo nuevas variedades como Cripp's Pink/Pink Lady® y Fuji Fubrax. Desde esta zona al sur se dan condiciones más favorables para el cultivo de algunas variedades club, como Ambrosia, Kanzi, Envy, Sweetango, Evelyn y Honey Crisp, ya que al ser variedades provenientes del hemisferio norte requieren climas más frescos.<sup>12</sup> De hecho, en la Región de La Araucanía es donde se observan los mayores cambios, con la incorporación de clones mejorados de Cripp's Pink y Fuji, Fubrax y Honeycrisp, además de plantaciones con variedades como Jazz®, SweeTango®, Envy® y Evelina®. Una de las principales características de los huertos de esta región es su alto nivel de rendimiento por hectárea y su porcentaje de exportación respecto de otras regiones, lo que puede ser explicado por un sistema de manejo más moderno e intensivo, donde se conjugan factores como una mayor densidad de plantación, orientación de las hileras y uso de mallas para prevenir daños, tanto por viento y granizo como eventualmente golpe de sol.<sup>13</sup>

Tal como se ha observado, para aumentar la competitividad de esta industria a nivel país es importante, entre otros aspectos, renovar la estructura productiva de manzanos en Chile. Hasta hace algunos años la alternativa para los productores ha sido mejorar los clones de las variedades tradicionales; en la actualidad las nuevas variedades y variedades club son una opción real para el reemplazo varietal, con el fin de aumentar la competitividad de este cultivo.<sup>14</sup> Así, variedades como Granny Smith, cuya superficie ha decrecido en un 22,3 % en la última década, se suman a un proceso de recambio de variedades tradicionales que se puede constatar a través de las ventas de plantas en viveros. Tal como se observa en el Cuadro 4, la venta de plantas de clones mejorados y nuevas variedades como Rosy Glow, Fubrax, Ambrosia, Honey Crisp y Galaval, entre otras, ha aumentado progresivamente, mientras que la venta de plantas de los clones antiguos y variedades tradicionales ha disminuido en los últimos años.

<sup>12</sup> Mundoagro.cl. "Alternativa de manzanas Premium". Marzo, 2017. Disponible en: <http://www.mundoagro.cl/alternativas-premium/>

<sup>13</sup> QUIROZ, op. cit.

<sup>14</sup> FEDEFRUTA. "IQconsulting: Las tendencias en la exportación de las nuevas variedades de manzanas en Chile". Disponible en: <https://fedefruta.cl/iqconsulting-las-tendencias-en-la-exportacion-de-las-nuevas-variedades-de-manzanas-de-chile/>

**Cuadro 4. Número de plantas de manzano vendidas en Chile, periodo 2013 – 2017**

Variedades y clones	2013	2014	2015	2016	2017	Total ventas 2013-2017	Variación 2017 vs 2013	Participación	
								2013	2017
Baigent cv. Brookfiled®	829.569	877.116	490.026	303.206	65.770	2.565.687	-92,1%	46,8%	4,3%
Rosy Glow cv. (Pinklady®)	58.067	263.284	479.277	247.791	279.990	1.328.409	382,2%	3,3%	18,4%
Fubrax cv. Kiku®	61.943	188.378	139.152	382.869	161.950	934.292	161,5%	3,5%	10,6%
Granny Smith	164.478	129.292	104.496	91.812	146.378	636.456	-11,0%	9,3%	9,6%
Simmons Gala cv. (Buckeye)	129.007	53.550	27.758	177.801	116.062	504.178	-10,0%	7,3%	7,6%
Ambrosia cv.	31.258	16.685	100.416	97.053	193.943	439.355	520,5%	1,8%	12,7%
Variedades reservadas	293.432	135.157				428.589		16,6%	0,0%
Nicoter cv. enzi®	6.498	23.087	134.424	46.302	145.829	356.140	2144,2%	0,4%	9,6%
Galaval cv.		1.280	830	64.517	169.323	235.950		0,0%	11,1%
Raku Raku	49.084	53.843	25.692	62.015	28.950	219.584	-41,0%	2,8%	1,9%
Cripps Pink (Pink Lady)	24.304	40.364	15.837	25.862	3.027	109.394	-87,5%	1,4%	0,2%
Honey Crisp				3.934	99.070	103.004		0,0%	6,5%
Swee Tango (MN 1914)			51.860			51.860		0,0%	0,0%
Otras	124.734	236.511	132.570	108.900	113.489	716.204	-9,0%	7,0%	7,4%
<b>Total</b>	<b>1.772.374</b>	<b>2.018.547</b>	<b>1.702.338</b>	<b>1.612.062</b>	<b>1.523.781</b>	<b>8.629.102</b>	<b>-14,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: FEDEFruta. "IQconsulting: Las tendencias en la exportación de las nuevas variedades de manzanas en Chile".

Por otra parte, se ha visto una tendencia hacia el cultivo de la manzana orgánica, motivado por un aumento en la demanda de este tipo de productos tanto a nivel nacional como internacional, lo que sumado al bajo precio de la manzana en relación a otras frutas ofrece una oportunidad para mejorar la competitividad de esta especie, accediendo a mejores precios de comercialización. El menor precio de la manzana se explica en parte porque las nuevas tecnologías han logrado extender mucho la vida de postcosecha de esta fruta, reduciendo la ventaja comparativa que tenía Chile de producir en contra estación, de manera que la posibilidad de lograr una diferenciación, a través de la producción de manzana orgánica, podría ser una alternativa para los productores chilenos.

De acuerdo a información del Sistema Informático de Registro Nacional de Certificación Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), la superficie de manzano con certificación al año 2019 alcanzó a 2.683 ha, lo que representa un crecimiento de un 107,8% respecto de la superficie certificada al año 2016 (1.291 ha), tasa de crecimiento muy superior al aumento de la superficie total dedicada al cultivo orgánico de frutales mayores en el país, incluida la vid vinífera, durante el mismo periodo (29,2%), lo que muestra una tendencia de expansión de este rubro que podría deberse a los bajos precios de la manzana en cultivo tradicional (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Superficie de manzano bajo cultivo orgánico (en hectáreas)**

Especie	2016	2018	2019	Variación %
Uva vinífera	3.063	3.360	3.507	14,5%
Manzano	1.291	2.357	2.683	107,8%
Otros frutales mayores	1.625	2.260	1.536	-5,5%
<b>Total</b>	<b>5.979</b>	<b>7.977</b>	<b>7.726</b>	<b>29,2%</b>

Fuente: elaboración propia con base en información de Datos de Producción Orgánica, años 2019, 2018 y 2016. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

## 1.2. Principales problemas y desórdenes fisiológicos que inciden en la calidad de la manzana

Los principales problemas que afectan la calidad y valor comercial en manzanas son: daño por golpe de sol, bitter pit y lenticelosis.

### 1.2.1. Daño por golpe de sol

El daño por golpe de sol en la fruta se manifiesta como: daño por exceso de luz visible y ultra violeta; bronceado por alta radiación solar, en combinación con altas temperaturas; y necrosis por exceso de temperatura. A pesar de que en algunos casos los síntomas no siempre son visibles a la cosecha, el daño puede evolucionar durante el almacenaje, destacándose la alta susceptibilidad de variedades como la Granny Smith y Fuji a desarrollarlo.<sup>15</sup>



Fuente: registro fotográfico proyecto precursor.

<sup>15</sup> YURI, J.A., "El daño por sol en manzanas", Rev. Frutícola – Vol. 22 – Nº 3, 2001.

Las principales causas del golpe de sol serían la exposición prolongada de los frutos a una alta radiación solar y las elevadas temperaturas. No obstante, también influyen: la variedad; edad de la fruta; sistema de conducción y forma del árbol; orientación de las hileras de plantación en el huerto; vigor de la planta; estrés hídrico por deficiencia de riegos, y presencia de malezas.

En términos generales, se plantea que aquellos factores que favorecen una mayor exposición de los frutos, por ejemplo un menor vigor de la planta, que puede ser generado por un estrés hídrico, incrementarían la probabilidad de incidencia de daño por golpe de sol, al igual de lo que ocurriría con aquellos factores que inciden en que el fruto alcance una mayor temperatura, como por ejemplo una menor circulación de aire.

Es importante destacar que la susceptibilidad al daño es distinta dependiendo de la variedad, existiendo una mayor capacidad de adaptación en algunas variedades de manzano, ya sea por la composición de su piel o por su capacidad de producir sustancias protectoras. Al respecto, de acuerdo a la información proporcionada por el proyecto precursor, en variedades como Pink Lady® el daño por golpe de sol puede alcanzar hasta el 20% de la producción, en Fuji hasta un 40% y en Granny Smith hasta un 30%.

En la actualidad, con el fin de aminorar el efecto de la radiación solar sobre la producción de manzanas, se utiliza malla sombra (*rashell*) o mallas monofilamento de color negro o blanco, las que son extendidas sobre las plantaciones antes de que se presenten los primeros días calurosos. Luego son retiradas al terminar la temporada de cosechal con el fin de que las plantas puedan captar una mayor intensidad lumínica. Otro manejo empleado para el control del golpe de sol es la aplicación de protectores solares químicos (caolinas y productos biodegradables derivados de la celulosa), los cuales al ser de coloración blanca reflejan la luz que incide en el fruto y disminuyen su temperatura. La aplicación de estos protectores químicos resulta ser engorrosa y de difícil manejo, sumado a que existe un riesgo de que la fruta se manche como consecuencia de utilizar estos productos, siendo algo muy difícil de eliminar durante el proceso.

Otra práctica utilizada para disminuir el daño por golpe de sol es la aspersión de agua en altura ("*over sprinkle irrigation*"), en que la evaporación de agua desde los frutos permite disminuir su temperatura. Esta práctica tiene efectos no deseados, como: acumulación de impurezas en la fruta; lavado de productos químicos desde las hojas y lixiviación de elementos del suelo; y un alto consumo de agua/ha.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> YURI, op. cit.

### 1.2.2. Bitter pit y lenticelosis<sup>17</sup>

Entre los desórdenes fisiológicos más frecuentes en postcosecha de manzanas destacan los asociados a desbalances nutricionales, dentro de los cuales el bitter pit y lenticelosis son los que tienen mayor impacto en la calidad del fruto y por tanto en su precio de venta.

El daño por bitter pit consiste en depresiones circulares de color marrón, que se originan en la parte calicinal del fruto (donde se encuentra el cáliz). Pueden ocurrir cuando el fruto todavía está en el árbol, aunque lo más frecuente es que se presenten después de uno o dos meses de almacenaje.



Boletín Técnico Pomáceas, Vol. 1 N° 3, 2014.

Este desorden se asocia con una deficiencia localizada de calcio durante la etapa de división y elongación celular del fruto, mientras este se desarrolla en el árbol, y la inducción del daño se iniciaría 4 a 6 semanas después de la caída de pétalos, coincidiendo con el periodo de elongación del fruto, con alta producción de proteínas y pectinas en él, así como el inicio de la acumulación de ceras cuticulares. De esta forma, cualquier desbalance mineral en este periodo produce una disminución de los niveles de calcio (Ca) y aumento de la concentración de Magnesio (Mg) y Potasio (K) en la fruta, afectando la permeabilidad de la membrana celular, generándose una muerte gradual de las células. Gran parte del problema se debe al efecto de dilución del calcio en los tejidos, producto del aumento de tamaño del fruto. De hecho, los calibres más grandes son más propensos al daño que aquellos más pequeños.

La lenticelosis corresponde a manchas circulares deprimidas con bordes regulares de 3 a 5 mm, de color pardas a negras, ubicadas alrededor de las lenticelas. A diferencia del bitter pit, no comprometen la pulpa. Al principio, el daño es de color pardo claro; luego las lenticelas se deterioran tras el procesamiento y almacenaje en frío, apareciendo finalmente una depresión de la zona afectada, que incluso puede ser colonizada por hongos. Su origen está estrechamente relacionado con: la concentración de calcio en el fruto; madurez avanzada; calibres grandes; aplicación de productos químicos, y factores ambientales, como estrés

<sup>17</sup> Extractado de SEPÚLVEDA, A., ARENAS, L. y YURI, J.A. "Efecto del clima en la calidad de la manzana, herramienta de decisión", (Resultados preliminares proyecto FIA PYT-2015-0213). Boletín Técnico Pomáceas Volumen 17, N°1. p.2-7. Enero 2017



térmico, especialmente en la etapa final de crecimiento de los frutos. La mayor parte de los síntomas aparecen en el lado expuesto al sol.

El principal factor que incide en la ocurrencia de estos desórdenes corresponde a la sensibilidad varietal, existiendo una predisposición genética al problema. En cultivares tales como Braeburn, Granny Smith, Gala, Golden, Jazz®, Honeycrisp®, Kanzi® y Envy® los síntomas se pueden presentar incluso antes de la cosecha. Otro factor que influye es la acidez del suelo, donde un pH bajo 6 aumenta la incidencia de bitter pit, ya que se inhibe la absorción de calcio desde el suelo. También es relevante el contenido de calcio intercambiable y soluble en el suelo, ya que suelos con menos de 2.000 ppm de Ca intercambiable y bajo 100 ppm de Ca en solución aumentarían la incidencia de este desorden. Es importante señalar que el Ca se moviliza desde la solución del suelo a la raíz por flujo de masas a causa de la transpiración, donde los órganos vegetativos serían más competitivos que los frutos, por lo que frutos de árboles con excesivo vigor son más propensos a presentar este daño. Junto con lo anterior, el amonio (urea), potasio y magnesio son grandes competidores en la absorción del Ca, por lo que hay que tener precaución en las fechas y dosis de los fertilizantes utilizados.

En cuanto a la concentración de calcio en el fruto al momento de la cosecha, en el Cuadro 6 se muestra la relación entre el contenido de Ca por 100 gramos de peso fresco y el nivel de riesgo de presentar bitter pit y lenticelosis. Se observa que a mayor contenido de calcio en el fruto, menor es el riesgo de presentar estos desórdenes, siempre que los otros factores no se conjuguen en contra. El Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca ha establecido como valor crítico una concentración de 3,8 mg de Ca/100 g de PF, de manera tal que si la concentración de Ca en el fruto es menor a este valor existe una probabilidad cercana al 95% de presentar alteraciones asociadas a desbalances nutricionales.

**Cuadro 6. Nivel de riesgo de ocurrencia bitter pit y lenticelosis, según concentración de calcio en fruto al momento de cosecha**

Concentración de calcio en Fruto	Nivel de riesgo
> 6 mg de Ca/100 gr de peso fresco	Bajo
4 a 6 mg de Ca/100 g de peso fresco	Medio
3 a 4 mg de Ca/100 gr de peso fresco	Alto
< 3 mg de Ca/100 gr de peso fresco	Muy alto

Fuente: "Efecto del clima en la calidad de la manzana, herramienta de decisión", Boletín Técnico Pomáceas Volumen 17, N°1. p.2-7. Enero 2017

Otro factor importante es el tamaño de los frutos, donde manzanas de gran calibre suelen presentar mayor incidencia del desorden, principalmente porque el calcio acumulado en los frutos sufre una mayor dilución. Esto también se da en huertos jóvenes, los cuales presentan una baja carga frutal y por tanto frutos de gran tamaño; lo mismo ocurre en situaciones donde se ha producido un sobre-raleo y en variedades con tendencia natural a calibres grandes, como Fuji, Jonagold y Honeycrisp®.



También se ha observado que en fruta cosechada prematuramente sus altos índices de acidez agravan el problema, lo que podría darse en algunas temporadas, especialmente en Granny Smith, ya que se ha demostrado que los ácidos orgánicos tienden a reaccionar con el calcio libre, induciendo una deficiencia de este elemento. Finalmente, climas secos, con baja humedad relativa (25 – 30 %) y temperaturas altas (> 30 °C), favorecen estos desórdenes, ya que se genera una atmósfera altamente demandante de agua, estresando a la planta y estimulando la tasa de transpiración de los brotes, atrayendo el calcio hacia ellos en desmedro de los frutos.

Teniendo en consideración los factores que inciden en la ocurrencia de estos desórdenes, para el control de bitter pit y lenticelosis es importante implementar medidas de manejo que permitan elevar la concentración de calcio en la fruta y complementar con aplicaciones de este elemento en precosecha. Además, todos los manejos que mantengan un crecimiento equilibrado y uniforme del árbol a través del tiempo y que disminuyan la competencia de Ca entre el crecimiento vegetativo y la fruta son importantes para reducir la incidencia de estos desórdenes. En el Anexo 1 se mencionan aquellas medidas de manejo que es importante controlar, principalmente cuando se trata de variedades sensibles al problema o se trata de huertos jóvenes o vigorosos.

### 1.3. Perspectivas de mercado

---

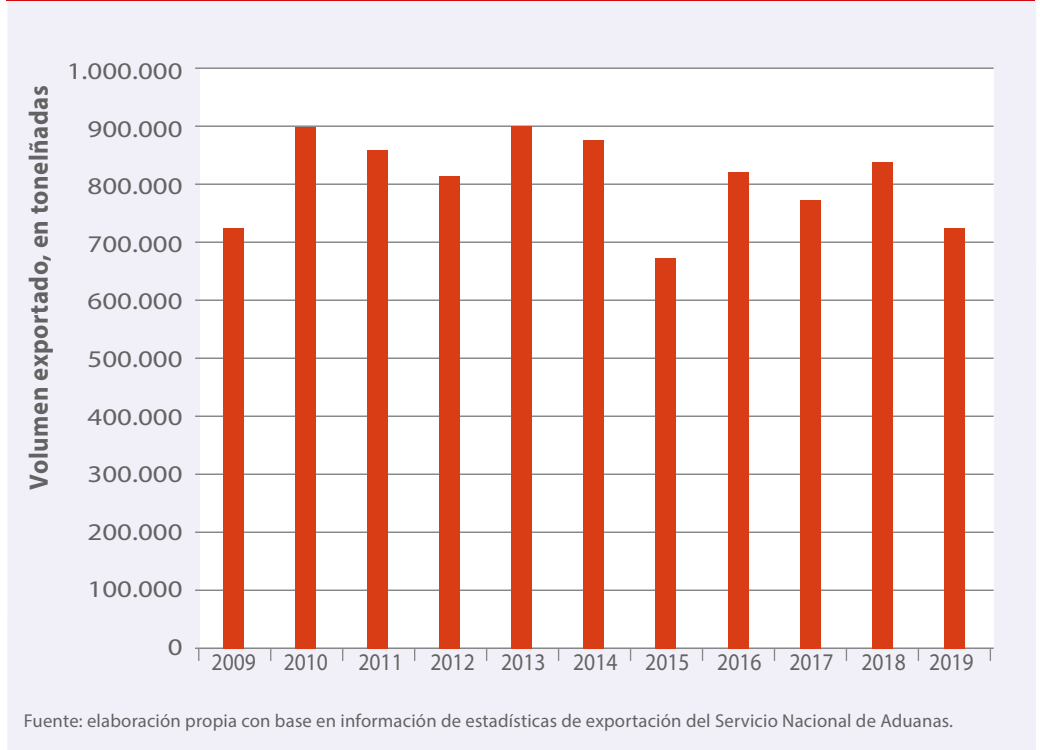
Durante la temporada 2018/2019 Chile ocupó el octavo lugar dentro de los principales países productores de manzana a nivel mundial, con una producción equivalente al 1,8 % del total, después de Rusia, India, Irán, Turquía, Estados Unidos, Unión Europea y China, siendo este último país el principal productor con casi 31 millones de toneladas.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> USDA. Foreign Agricultural Service. “Fresh Apples, Grapes, and Pears: World Markets and Trade”. June 2019. Disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/fruit.pdf>



El principal destino de la producción de manzana chilena es la exportación. En la Figura 1 se muestra la evolución de los volúmenes exportados de manzana fresca chilena en la última década. En términos generales, el volumen exportado se ha situado entre las 700 mil y 900 mil toneladas anuales, con un máximo de 900 mil toneladas los años 2010 y 2013. A partir del año 2013 la exportación de manzana fresca decreció, llegando el año 2015 a las 672 mil toneladas y el año 2019 a valores similares al volumen exportado el año 2009.

**Figura 1. Evolución volumen exportación de manzanas frescas chilenas, periodo 2009 – 2019 (en toneladas)**



En el Cuadro 7 se muestra la evolución del volumen exportado de manzana fresca, según país de destino. En él se han destacado los países que presentaron el mayor aumento de importaciones de manzana chilena en el periodo 2009 – 2019, siendo India el que presentó el mayor aumento, con un incremento de un 430,7 %, seguido por China (407,6 %), Brasil (338,6 %) y Francia (160,7 %).

**Cuadro 7. Evolución exportaciones de manzana fresca, según país destino (toneladas)**

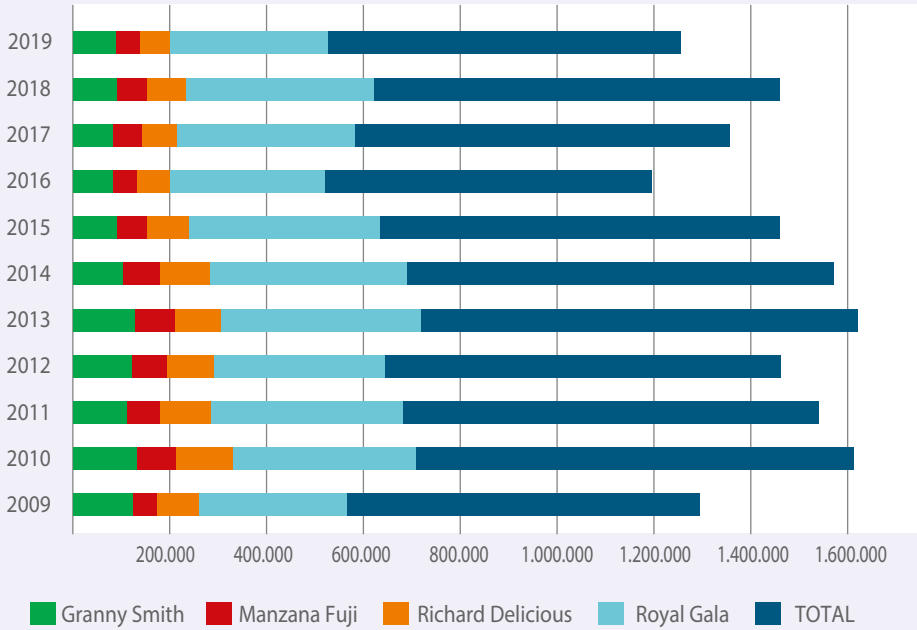
País	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Participación año 2019
Colombia	63.241	81.732	75.606	80.434	92.037	96.673	80.505	81.605	86.378	90.467	79.609	11,0%
Estados Unidos de América	93.757	130.755	96.735	130.201	144.479	127.844	83.657	112.546	94.405	66.959	84.811	11,7%
Holanda	69.439	61.890	64.906	54.313	83.591	69.990	46.616	50.117	42.230	64.004	38.947	5,4%
India	10.537	24.727	31.020	23.864	17.618	50.853	21.242	34.307	25.676	59.645	45.378	6,3%
Ecuador	41.372	50.640	49.559	50.429	56.195	64.284	43.878	40.079	52.493	56.459	51.212	7,1%
Taiwán	34.407	54.850	49.486	47.820	61.181	56.211	41.853	53.170	57.119	53.597	45.246	6,2%
Perú	41.062	49.850	39.949	42.504	38.475	49.630	46.952	51.459	56.873	46.344	43.518	6,0%
Arabia Saudita	38.696	63.270	58.171	50.604	57.778	36.169	42.800	50.355	48.878	45.420	40.900	5,6%
Reino Unido	33.910	38.575	31.345	27.958	28.444	44.039	27.280	29.255	30.657	44.546	29.899	4,1%
Brasil	6.338	25.598	13.823	19.991	42.769	46.621	38.973	93.713	37.445	40.701	21.445	3,0%
Alemania	22.280	16.395	14.773	7.685	7.498	7.579	7.117	10.579	16.529	32.416	20.701	2,9%
Rusia	32.348	40.609	51.692	36.766	35.837	16.162	27.776	22.073	28.549	31.462	19.363	2,7%
Bolivia	16.851	18.272	15.077	16.097	16.154	17.715	21.393	23.415	25.414	26.262	20.413	2,8%
Canadá	15.076	18.536	18.408	17.375	28.024	20.341	11.300	24.425	23.581	24.631	19.551	2,7%
Francia	10.610	10.103	12.139	7.190	12.248	11.121	12.588	14.343	16.556	21.899	17.049	2,4%
China	10.550	14.765	17.068	18.905	19.417	17.287	24.189	17.615	13.746	12.438	43.000	5,9%
Los demás países	185.371	199.789	217.330	183.280	159.250	145.637	94.791	112.029	113.385	118.459	104.076	14,4%
<b>Total</b>	<b>725.844</b>	<b>900.355</b>	<b>857.087</b>	<b>815.414</b>	<b>900.995</b>	<b>878.156</b>	<b>672.909</b>	<b>821.085</b>	<b>769.912</b>	<b>835.710</b>	<b>725.116</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

Los principales destinos de las exportaciones de manzana fresca son Estados Unidos y Colombia, que concentraron el 11,7 y 11,0% del volumen total exportado el año 2019.

Tradicionalmente, las principales variedades exportadas corresponden a Royal Gala, Granny Smith, Fuji y Richard Delicious, las que el año 2019 representaron el 73 % del volumen total exportado ese año, siendo Royal Gala la principal variedad, con un 45,2% del volumen total exportado ese año. En la Figura 2 se grafica el volumen de manzanas frescas exportado anualmente durante el periodo 2009 – 2019.

**Figura 2. Volumen Exportado de manzana fresca, periodo 2009– 2019, según variedad (en toneladas)**



Fuente: Elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

No obstante lo anterior, y conforme al aumento de superficie cultivada con variedades nuevas, el volumen exportado de este grupo ha ido aumentando en los últimos años, como se observa en el Cuadro 8, mientras que la participación de variedades tradicionales como Gala y Red Delicious, ha disminuido.





**Cuadro 8. Evolución exportaciones de manzana fresca, según variedad (en toneladas)**

Variedades	2015	2016	2017	2018	Participación	
					2015	2018
Gala	291.361	363.188	347.328	363.734	47%	46%
Fuji	52.435	74.154	74.999	76.758	8%	10%
Cripss Pink	73.751	80.835	95.908	114.567	12%	14%
Red Delicious	90.596	121.759	92.327	110.429	15%	14%
Granny Smith	76.252	82.236	77.038	87.719	12%	11%
Golden Delicious	602	644	868	798	0%	0%
Braeburn	8.751	7.823	6.672	9.110	1%	1%
Variedades nuevas	9.947	13.162	14.513	13.650	2%	2%
Ambrosia	2.513	4.048	4.675	5.306	0%	1%
Elstar	742	745	904	1.296	0%	0%
Envy	306	613	423	341	0%	0%
Evelina		207	676	838	0%	0%
Honey Crisp		3.820	3.864	1.127	0%	0%
Jazz	1.144	1.357	1.898	2.230	0%	0%
Kanzi		174	323	986	0%	0%
Sweetango			91	383	0%	0%
Otras	5.242	2.198	1.659	1.143	1%	0%
Sin especificar	9.047	5.190	845	1.963	1%	0%
<b>Total</b>	<b>622.689</b>	<b>762.153</b>	<b>725.011</b>	<b>792.378</b>		

Fuente: FEDEFruta. "IQconsulting: Las tendencias en la exportación de las nuevas variedades de manzanas en Chile".

En términos de valor de las exportaciones, el año 2019 las exportaciones de manzana ocuparon el tercer lugar de las exportaciones frutícolas, con un 10,3% del total exportado ese año, después de la cereza y uva de mesa, cuyas exportaciones representaron el 26,0% y 20,7% del valor FOB total de las exportaciones del sector frutícola (Cuadro 9).

Se observa una disminución de la participación relativa del valor de las exportaciones de manzana respecto del valor total exportado en el sector frutícola. Así, mientras el año 2009 representaba el 16,4% del total exportado, el año pasado disminuyó a un 10,3% del valor FOB exportado. Esto debido a un mayor interés por el cultivo del cerezo, cuyas exportaciones han aumentado en un 1.182% en el mismo periodo, pasando el año 2019 a ocupar el primer lugar de las exportaciones frutícolas, motivado por las mejores perspectivas de mercado de este frutal.

**Cuadro 9. Valor FOB exportaciones Sector Frutícola, periodo 2008 - 2018 (en millones de US\$)**

Sector	2009		2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019		Variación periodo
	Valor FOB	%	Valor FOB	Valor FOB	Valor FOB	Valor FOB	Valor FOB	Valor FOB	Valor FOB	%	
Agropecuario-silvícola y pesquero	3.668		4.372	5.019	5.621	5.882	5.742	6.439	6.704		82,8%
Sector frutícola	3.015	100%	3.691	4.165	4.742	5.233	5.019	5.695	6.009	100%	99,3%
Uva	1.197	39,7%	1.355	1.431	1.504	1.397	1.231	1.227	1.244	20,7%	3,9%
Manzana	494	16,4%	642	723	753	704	668	734	620	10,3%	25,5%
Pera	115	3,8%	110	139	119	121	140	128	129	2,1%	12,2%
Arándanos	192	6,4%	356	395	529	644	490	651	563	9,4%	193,2%
Kiwi	149	4,9%	152	202	177	171	205	204	186	3,1%	24,8%
Ciruela	107	3,6%	114	144	100	151	138	174	214	3,6%	100,0%
Cereza	122	4,1%	256	379	594	851	573	1.089	1.564	26,0%	1182,0%
Palta	264	8,7%	188	154	224	372	503	319	345	5,7%	30,7%

Fuente: elaboración propia con base en información del Banco Central de Chile .

Los principales mercados para la manzana fresca exportada desde Chile, el año 2019, fueron Estados Unidos de América, Colombia, Taiwán, Ecuador, Arabia Saudita, India y Holanda, que en conjunto representaron el 54 % del valor total de las exportaciones de manzana ese año, siendo China el destino que mostró el mayor aumento del valor importado en el periodo 2009 – 2019, con un aumento de un 1.141,6 %; seguido por Brasil (381,9 %) e India (324,2 %) (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Evolución valor FOB exportaciones de manzana fresca, según país destino (en miles de US\$)**

País	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Partic. 2019
Colombia	39.032	54.442	56.436	69.953	78.816	74.782	63.136	62.851	68.308	73.592	67.105	10,8%
EE. UU.	65.515	103.680	86.997	139.136	144.416	145.258	82.309	125.201	107.797	72.420	85.806	13,8%
Holanda	37.740	39.349	49.116	42.845	84.486	54.268	36.154	46.179	37.383	64.106	31.389	5,1%
India	5.914	15.343	20.543	16.989	13.079	36.199	15.209	23.937	17.579	46.074	32.900	5,3%
Ecuador	21.890	31.167	33.489	38.254	41.466	45.571	33.620	32.140	40.199	43.230	36.970	6,0%
Taiwán	35.636	56.745	57.399	61.761	65.609	61.652	48.965	55.498	58.188	52.853	47.886	7,7%
Perú	19.257	26.432	24.066	29.914	26.488	32.020	30.141	32.817	37.723	31.011	28.773	4,6%
Arabi. Saudita	25.214	42.084	41.413	38.972	47.708	29.126	34.169	39.884	38.485	37.106	33.373	5,4%
Reino Unido	22.510	28.779	26.472	23.486	28.929	39.920	24.837	25.938	28.088	43.069	27.421	4,4%
Brasil	3.958	15.083	9.910	16.759	35.409	35.019	28.367	73.228	30.046	31.913	17.340	2,8%
Alemania	13.073	10.946	12.489	6.079	7.697	6.222	5.664	9.951	17.002	33.252	18.769	3,0%
Rusia	20.664	26.884	38.598	28.677	30.622	13.585	21.203	16.303	22.090	26.285	15.430	2,5%
Bolivia	5.916	6.787	5.801	6.663	8.311	9.512	11.476	13.286	14.287	12.830	9.212	1,5%
Canadá	13.976	17.687	16.318	17.520	30.400	20.111	9.295	25.549	23.613	25.156	20.153	3,2%
Francia	6.467	6.728	8.963	5.439	11.844	9.574	9.783	12.999	15.634	20.252	15.350	2,5%
China	7.411	10.062	16.236	19.769	16.560	19.234	24.514	14.038	14.933	14.298	40.969	6,6%
Los demás países	142.784	140.713	172.165	158.783	151.124	123.138	77.000	94.198	96.757	106.913	91.804	14,8%
<b>Total</b>	<b>486.954</b>	<b>632.912</b>	<b>676.411</b>	<b>720.999</b>	<b>822.963</b>	<b>755.193</b>	<b>555.842</b>	<b>703.997</b>	<b>668.112</b>	<b>734.361</b>	<b>620.653</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

<sup>19</sup> Información disponible en: [https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP\\_BDP/MN\\_BDP42/BP6M\\_EXPORT/BP6M\\_EXPORT?cbFechaInicio=2009&cbFechaTermino=2019&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=](https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_BDP/MN_BDP42/BP6M_EXPORT/BP6M_EXPORT?cbFechaInicio=2009&cbFechaTermino=2019&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=)



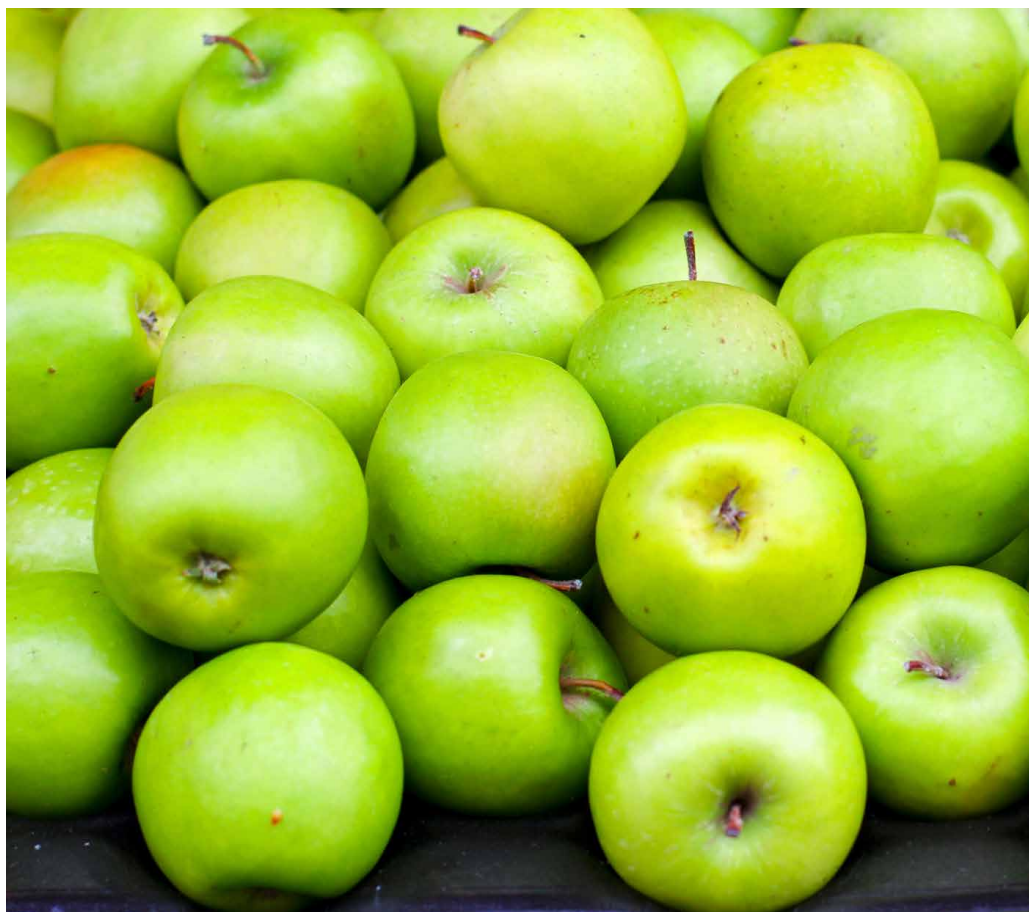
El precio promedio FOB de exportación de la manzana fresca se situó en US\$ 0,86 por kilo el año 2019, observándose una tendencia a disminuir respecto de los dos años anteriores. En términos generales, el precio de exportación mostró un incremento entre el año 2009 y 2013, en que alcanzó un máximo de 0,91 US\$ FOB por kilo, año a partir del cual se ha situado en torno a los 0,83 y 0,88 US\$ FOB por kilo (Figura 3). Al analizar los precios según país de destino se observa una gran variación, siendo menores en los países de América del Sur.

**Figura 3. Precio promedio FOB de manzana fresca, periodo 2009 – 2019 (en US\$/kg)**



Al desagregar las exportaciones de manzana fresca entre orgánicas y no orgánicas, se observa un aumento en la participación del productor orgánico a partir del año 2012. La oferta de un producto diferenciado como este ofrece una alternativa a los productores chilenos, que podrían acceder a mejores precios de comercialización, considerando que las nuevas tecnologías han permitido extender mucho la vida de postcosecha de la manzana, reduciendo las ventajas comparativas que tenía Chile de producir en contraestación.

En el Cuadro 11 se muestran las exportaciones de manzana orgánica para el periodo 2015 – 2019. En este periodo se observa un aumento sostenido de las exportaciones hasta el año 2018, mientras que el año 2019 el volumen exportado disminuyó en un 4,5 % respecto al año anterior. Se observa que la variedad Royal Gala, cuyas exportaciones aumentaron en un 49,8% entre 2015 y 2019, es la que ha mostrado mayor relevancia.



**Cuadro 11. Volumen de manzana fresca orgánica exportada, periodo 2015-2019 (kilos)**

Variedad	2015	2016	2017	2018	2019	Incremento %
Braeburn	323.310	193.125	175.297	266.684	58.398	-81,9%
Fuji	3.243.862	3.437.328	3.765.476	3.969.398	3.020.578	-6,9%
Granny Smith	2.255.342	1.949.778	2.267.806	2.807.694	2.970.179	31,7%
Royal Gala	6.743.879	7.699.055	7.093.163	11.092.717	10.104.388	49,8%
Las demás variedades	7.338.326	7.247.158	9.376.127	8.908.684	9.671.846	31,8%
<b>Total</b>	<b>19.904.718</b>	<b>20.526.444</b>	<b>22.677.869</b>	<b>27.045.178</b>	<b>25.825.390</b>	<b>29,7%</b>

Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

Las exportaciones de manzana fresca orgánica alcanzaron al año 2019 un valor FOB de un poco más de 24 millones de dólares, lo que representa una disminución de un 13,7 % respecto del valor exportado el año 2015 (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Valor exportaciones de manzana fresca orgánica, periodo 2015-2019 (en US\$)**

Variedad	2015	2016	2017	2018	2019	Incremento %
Braeburn	471.433	419.578	258.712	462.453	60.892	-87,1%
Fuji	5.090.703	7.763.511	4.934.088	5.876.261	3.161.479	-37,9%
Granny Smith	3.474.564	4.207.248	3.453.255	3.221.736	3.121.073	-10,2%
Royal Gala	9.645.808	14.675.925	9.486.392	18.025.587	9.703.321	0,6%
Las demás variedades	9.576.623	13.190.620	11.356.623	14.097.824	8.328.432	-13,0%
<b>Total</b>	<b>28.259.132</b>	<b>40.256.882</b>	<b>29.489.069</b>	<b>41.683.861</b>	<b>24.375.197</b>	<b>-13,7%</b>

Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

En la Figura 4 se muestra el precio promedio FOB alcanzado por kilo de manzana fresca orgánica exportada durante el periodo 2015 - 2019. Si bien alcanzó un máximo el año 2016 y durante el año 2018 experimentó un repunte respecto del año anterior, durante el último año el precio disminuyó a un promedio de 0,94 US\$/kg, valor superior en un 12 % al precio promedio de la manzana fresca no orgánica exportada ese mismo año, que alcanzó a 0,84 US\$/kg.

**Figura 4. Precio promedio FOB de manzana fresca orgánica, periodo 2015 – 2019 (en US\$/kg)**

Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

## ► 2. Base conceptual de la tecnología

---

El cultivo de manzano se destina principalmente a la exportación de fruta fresca, destacándose Chile como el principal país exportador del hemisferio sur. Sin embargo, en los últimos años ha enfrentado dos problemas, estrechamente relacionados. Por una parte, el mercado, donde las nuevas técnicas de almacenamiento han contribuido a disminuir las ventajas que tenía la producción de Chile en contra estación; y por otra, la creciente competencia internacional de otros países exportadores, lo que ha repercutido en menores precios de venta, lo que incluso ha motivado a algunos productores a sustituir sus huertos por especies más rentables, como el cerezo y nogal, lo que se ha visto reflejado en una disminución de la superficie de manzano cultivada en el país.

Un factor relevante en su comercialización es la calidad y condición de la fruta, la que debe cumplir con altos estándares que le permitan alcanzar mercados lejanos después de un prolongado almacenamiento. Al respecto, y tal como se señaló en el punto anterior de antecedentes, la variabilidad climática durante la etapa de crecimiento del fruto tiene una fuerte incidencia en la calidad de la manzana a la cosecha, así como en la probabilidad de ocurrencia de desórdenes fisiológicos que afectan su condición, repercutiendo finalmente en su calidad futura y valor comercial. El efecto de estos factores, además, está condicionado por la variedad de manzano de que se trate.

Uno de los factores climáticos más importantes es la temperatura, la que sumada a una alta radiación solar aumenta la probabilidad de daño por golpe de sol. También es sabido que la acumulación térmica incide en el calibre y maduración de la fruta; la fluctuación de temperatura, en la coloración, contenido de sólidos solubles y acidez de la fruta; mientras que el frío invernal incide en el receso de las plantas, brotación y floración. Por otra parte, la humedad relativa del aire influye en la presencia de *russet*, mientras que la radiación solar tiene incidencia en la fotosíntesis de las plantas, color del fruto y también en la ocurrencia de daño por golpe de sol, como se mencionó anteriormente.

De esta forma, la condición de la manzana a la cosecha y su calidad, así como su potencial de guarda en frío, se determinan durante la primera etapa de crecimiento del fruto, periodo en el cual las condiciones climáticas predominantes juegan un rol importante. En esta etapa ocurre una mayor división celular en el fruto, la que se verá afectada positiva o negativamente por las condiciones ambientales, principalmente la temperatura, definiéndose en este momento el número final de células que tendrá el fruto y la constitución de sus componentes, lo que tendrá efectos sobre el calibre potencial de la fruta a cosecha, la evolución de su madurez y su comportamiento en postcosecha.

Por otra parte, la manzana es propensa a desarrollar desórdenes fisiológicos de postcosecha, como bitter pit y lenticelosis, cuya incidencia también depende de factores de precosecha. En el caso de bitter pit, los factores más relevantes en su probabilidad de ocurrencia son



aqueños que limitan el abastecimiento de calcio a la fruta, tales como competencia entre el follaje y el fruto, ya sea por exceso de vigor de la planta o baja carga frutal; o alta temperatura y estrés hídrico, debido a que favorecen el flujo de calcio hacia el follaje, en desmedro de la fruta. Por ello, es importante monitorear aquellas variables que inciden sobre el estrés ambiental, como las altas temperaturas y baja humedad relativa, que contribuyen a estimar el riesgo de su aparición. Lo mismo en el caso de lenticelosis, donde se ha sugerido que el monitoreo de la temperatura y humedad relativa durante el crecimiento del fruto puede permitir una predicción temprana de su potencial ocurrencia, favoreciendo la aplicación de manejos para disminuir su incidencia.

Bajo este contexto, y con el fin de poder tomar medidas de manejo productivo oportunas, tendientes a proteger la calidad de la fruta, surge la conveniencia de estudiar un modelo predictivo que permita pronosticar, en forma temprana, la condición de la manzana a cosecha, en base al monitoreo de variables climáticas y nutricionales del huerto, teniendo en cuenta además las diferencias que puedan existir entre los distintos cultivares. Así, se desarrolló un modelo que opera a través de una plataforma web amigable, y que fue calibrado y validado para las tres variedades de manzano de mayor importancia en el país: Gala, Fuji y Cripps Pink.

### ► 3. La innovación tecnológica

---

En la producción de manzanas existen diversos métodos para protegerla de las condiciones climáticas; como por ejemplo, la utilización de canolinas o mallas tipo *raschell* para proteger la fruta del golpe de sol. Sin embargo, no existía en el país una plataforma que integrara la información climática y nutricional de un huerto con los factores productivos específicos para el manzano, de manera que permitiera predecir en forma temprana la condición de la fruta a cosecha, así como el nivel de riesgo de ocurrencia de determinados problemas de calidad.

La innovación consiste en generar indicadores e índices de riesgo asociados a condiciones climáticas, y de estrés ambiental y nutricional del cultivo, que permitan pronosticar la condición y calidad de la fruta al momento de la cosecha, así como la ocurrencia de daño por golpe de sol, desarrollo del color y aparición de alteraciones en postcosecha (bitter pit y lenticelosis), a partir de la modelación matemática de registros de variables climáticas históricos y nutricionales específicos del manzano, por ubicación geográfica. Para ello, se identificaron indicadores para los cultivares Gala, Fuji y Cripps Pink, con distintos grados de robustez, y se determinaron índices de riesgo asociados al estrés ambiental.

El modelo opera a través de una plataforma de consulta online, en la cual los usuarios registrados acceden a información climática y nutricional de su huerto. La información climática proviene de la estación meteorológica que le corresponda de acuerdo a su ubicación, quedando cada cuartel del huerto asociado a la estación correspondiente. Los usuarios, además de consultar la información, pueden ingresar y eliminar registros en dicha estación. A partir de esta información, la plataforma le permite al usuario acceder a estimaciones para una serie de variables, dependiendo de la variedad asignada al cuartel. De este modo, al seleccionar un cuartel y un periodo determinado, se despliegan todas las estimaciones que pueden obtenerse de acuerdo a los datos existentes. Las variables para las cuales el modelo realiza estimaciones son las siguientes, según el cultivar:

- Gala: calibre; inicio aproximado de cosecha; color; potencial almacenaje temprano; potencial almacenaje a cosecha; potencial ocurrencia lenticelosis.
- Fuji: potencial almacenaje temprano; potencial almacenaje a cosecha; incidencia daño por sol; incidencia russet; color; potencial ocurrencia bitter pit.
- Cripps Pink: potencial almacenaje temprano; potencial almacenaje a cosecha; incidencia daño por sol; color.

En el caso de la información nutricional, la plataforma le permite al usuario llevar el registro de esta información para sus distintos cuarteles. Este registro permitirá el cálculo de ciertas

estimaciones y además le permitirá al usuario mantener un control de dichas variables. A partir de esta información, el modelo le entrega al usuario los indicadores nutricionales correspondientes a su cuartel, incluido el índice de riesgo.

Todo lo anterior con el objeto de aportar al manejo productivo del manzano, bajo una perspectiva de fruticultura de precisión, que permita adoptar medidas de manejo oportunas, que contribuyan a minimizar el efecto adverso que puedan generar las condiciones ambientales y nutricionales presentes en el huerto.

#### ► 4. El valor de la herramienta desarrollada

---

El cultivo del manzano se ha visto enfrentado a condiciones de mercado desfavorables, lo que ha repercutido en la rentabilidad de esta especie. A partir de ello, cobran relevancia todas aquellas medidas que contribuyan a mejorar su competitividad; en particular, aquellas que permitan proteger la calidad y condición de la fruta al momento de cosecha, tratándose de un producto cuyo principal destino es la exportación. De esta forma, la plataforma desarrollada permite prever el efecto del medio ambiente sobre la producción de un huerto determinado y alertar al productor, a través de la estimación de indicadores específicos para ciertos aspectos de calidad y condición de las manzanas, con el fin de que pueda anticipar medidas productivas tendientes a disminuir dicho efecto.

La herramienta desarrollada, así como el uso de otras tecnologías, entre ellas estaciones meteorológicas automáticas, redes digitales, cámaras o drones, contribuyen al desarrollo de una fruticultura de precisión, orientada al desarrollo de un manejo productivo más eficiente. De esta forma, el desarrollo y puesta en marcha de la plataforma de monitoreo climático para pomáceas, IKAROS, constituye un aporte al sector frutícola nacional, dado que no existía una plataforma en el país que integrara la información climática y nutricional con los factores productivos del manzano.

Junto con lo anterior, el valor de esta herramienta también radica en el desarrollo de una plataforma de fácil acceso, con potencial para un uso masivo de la misma, además de abrir la posibilidad de escalar este desarrollo tecnológico a otras especies con mayor rentabilidad, como el cerezo.

No obstante lo anterior, y considerando la posibilidad de proyectar el uso de esta plataforma de manera universal, se requiere ampliar el formato de levantamiento de datos de modo que sea compatible con las redes de datos disponibles en línea, ya que la herramienta desarrollada sólo puede procesar información climática proveniente de estaciones meteorológicas de la marca Davis.

## ► 5. Conveniencia económica para el productor

La plataforma desarrollada, tal como se ha mencionado, constituye un aporte en cuanto a avanzar en la implementación y uso de herramientas tecnológicas en el cultivo comercial de frutales, en particular del manzano, considerando que su cultivo requiere cada vez mayor eficiencia en el uso de los recursos productivos. Así, esta plataforma contribuye a la toma de decisiones de gestión productiva, estimando el comportamiento que se espera de la condición de la fruta a cosecha.

Los principales costos asociados al uso de IKAROS son, por una parte, la inversión en una estación meteorológica propia para el huerto, de manera de tener una estimación lo más cercana a la realidad de este, y por otra el costo de la suscripción a la plataforma,<sup>20</sup> que permite acceder a la estimación de indicadores propios para cada huerto consultado y a los reportes que entregan recomendaciones de gestión específicas, para un mejor resultado productivo.

Cabe señalar que, en el caso de la inversión en estaciones meteorológicas, en la medida que se avance en ampliar los formatos de lectura de información climática que actualmente utiliza la plataforma, IKAROS se podrá alimentar de registros de la red agroclimática nacional, lo que permitiría tener predicciones de comportamiento, si bien no específicas para la realidad climática del huerto, bastante cercanas para un adecuado manejo productivo.

Los beneficios que se obtengan del uso de esta plataforma dependen finalmente de la condición de cada huerto y variarán de temporada en temporada, según las condiciones nutricionales del cultivo y las condiciones climáticas imperantes. En términos generales, es posible identificar tres tipos de beneficios, los que provienen de la adopción oportuna de:

- medidas de manejo preventivas y/o correctivas: por ejemplo el manejo de la nutrición del huerto, principalmente en el caso de variedades más tardías, o de la aplicación de productos tales como caolina para prevenir daño por sol, entre otros.
- medidas administrativas de gestión: por ejemplo, en cultivares altamente sensibles al daño por sol, el indicador asociado a éste podría ser útil para adoptar medidas de segregación de fruta así como estrategias de comercialización o de cosecha.
- manejo y uso de información histórica, con el fin de retroalimentar la toma de decisiones de mediano y largo plazo: por ejemplo decidir sobre el uso de sistemas de reducción de estrés, como la implementación de malla sombra o riego elevado para disminuir el daño por golpe de sol; uso de reflectantes, o incluso evaluar el cambio de cultivares para una mejor adaptación a condiciones climáticas recurrentes.

Finalmente, la decisión de usar este tipo de herramienta será individual, en que cada productor, de acuerdo a la condición particular de su huerto, deberá evaluar la conveniencia de incorporar el uso de esta tecnología en su manejo diario.

<sup>20</sup> El valor de la suscripción es de UF 3,5 mensual, a la fecha de este documento.



## ► 6. Claves de la viabilidad

---

A partir de los resultados obtenidos en el proyecto precursor, es posible identificar algunos aspectos que se han considerado claves para la viabilidad del uso de la plataforma desarrollada en el cultivo comercial de manzano, de manera que contribuya en forma efectiva a la gestión productiva de su cultivo.

- **Ingreso oportuno de información y mantención de registros**

Las estimaciones de indicadores, calculadas con los modelos predictivos desarrollados y que se traducen en la información y recomendaciones que se obtienen desde la plataforma IKAROS, dependen de la disponibilidad de registros climáticos y nutricionales para el periodo seleccionado, así como de información específica del huerto o cuartel por el que se consulte. Por ejemplo, en el caso del indicador “Inicio aproximado de cosecha”, de Gala, el usuario debe ingresar la fecha de floración. De esta forma, en la medida que se requiera una mayor precisión o se deseen indicaciones específicas para un huerto, incluso un cuartel, es fundamental el registro oportuno de la información requerida. Si no hay datos suficientes para calcular una estimación, la plataforma envía un mensaje describiendo qué datos son necesarios para hacer el cálculo.

- **Financiamiento de la Plataforma – Relación costo/beneficio del uso de la plataforma**

El financiamiento de la plataforma es fundamental para asegurar su sostenibilidad en el tiempo, ya que su operación requiere de la participación de un equipo de profesionales que, además de la mantención y mejoramiento continuo de la plataforma, realice la interpretación de los resultados y genere las recomendaciones más adecuadas para cada situación consultada. Esto va a depender de la incidencia que tenga este costo en los costos de producción del cultivo y de la relación que exista entre este y el beneficio asociado, más aún considerando que las estimaciones serán más precisas en la medida que la información climática sea más específica del lugar por el que se consulta, lo que se logra con estaciones meteorológicas instaladas en el mismo huerto, con el consiguiente costo de inversión. De hecho, durante la realización del proyecto la rentabilidad del cultivo fue baja y los costos de producción de manzana aumentaron, lo que incidió negativamente en el aporte de los productores asociados, debiendo integrarse nuevas empresas para concurrir a su financiamiento.

- **Capacitación de los usuarios para un correcto uso de la plataforma**

Un aspecto clave para un buen resultado al momento de aplicar nuevas tecnologías es realizar una adecuada difusión, que permita conocer sus ventajas y desventajas, así como su alcance y limitaciones, de manera de no generar expectativas por sobre el objetivo para el que fueron desarrolladas. Esto junto con la entrega de asesoría al productor, en este caso,

respecto de la importancia de llevar registros productivos y agroclimáticos, de cómo utilizar la plataforma, y sobre todo de cómo interpretar esta información, son aspectos importantes de abordar con el fin de lograr un uso óptimo de la herramienta y de potenciar su uso.

Asociado a lo anterior, un aspecto clave para el uso de la plataforma en el tiempo es que la experiencia del usuario sea óptima, tanto en lo que se refiere a la facilidad de operarla como al tipo de resultados e informes que le proporcione. Para ello, es importante que la plataforma sea amigable y que la información que genere sea de fácil comprensión y en la oportunidad en que sea requerida.

## ► 7. Asuntos por resolver

---

El proyecto precursor ha permitido poner en funcionamiento una herramienta capaz de relacionar la información climática con la condición del huerto y estimar indicadores útiles para la gestión productiva del cultivo del manzano. Sin embargo, es posible identificar algunos aspectos sobre los cuales es importante avanzar, con el objeto de posicionarla como una herramienta eficaz y eficiente para mejorar la rentabilidad y competitividad de este cultivo.

- **Validación de la herramienta tecnológica bajo nuevas condiciones de huerto y variedades de manzanas**

Si bien durante la realización del proyecto precursor se evaluaron diferentes situaciones en el uso de tecnologías para disminuir el estrés ambiental, como malla sombra, enfriamiento evaporativo y aplicación de particulados o caolina, se concluyó que aún es necesaria investigación aplicada en esta temática, que aborde entre otros aspectos la oportunidad de su uso y efectividad así como los procedimientos que se utilizan al aplicar estos sistemas de protección o modificación del ambiente, con el fin de generar respuestas a un mayor número de situaciones probables.

Por otra parte, si bien las variedades incluidas en la investigación corresponden a las de mayor superficie cultivada en el país, es importante tener presente que en la actualidad se ha visto un recambio varietal y tendencia al desarrollo de huertos de alta densidad; por lo tanto, para disponer de información con mayor correspondencia a las nuevas tendencias que se observan en la industria del manzano, quedaría pendiente validar la herramienta desarrollada en las nuevas variedades cultivadas y bajo condiciones de huertos de mayor densidad de plantación.

- **Optimizar la experiencia usuario en la plataforma**

Tal como se ha señalado, la utilidad que preste la plataforma a los usuarios y el uso que ellos hagan de la información para la toma de decisiones, dependerá de la facilidad de compren-

sión de los indicadores y de la forma en que esta se comunique. En el tiempo que lleva funcionando el sistema, se ha detectado que los productores tienen mayor familiaridad con la información recibida a través de correo electrónico, de manera que se espera avanzar en la generación de reportes con envío automático al correo electrónico cada vez que se consulte la plataforma.

- **Evaluación y validación de la herramienta en otros frutales**

En la temporada 2018/2019 la plataforma IKAROS permitió asesorar y entregar orientación agronómica a 14 unidades productivas, entre O'Higgins y Angol (alrededor de 2.500 ha), suscitando el interés de productores, asesores y exportadoras. Esta respuesta hace viable explorar el uso de este tipo de herramienta en otras especies, como el cerezo, especie que ha ido adquiriendo mayor relevancia en la fruticultura nacional a raíz de su alta rentabilidad, compitiendo, directamente con el manzano, y para la cual la disponibilidad de indicadores de pronóstico respecto de la condición y calidad de la fruta a cosecha permitiría mejorar la eficiencia de su gestión productiva. Para ello es importante avanzar en detectar las principales brechas de esta especie, en términos de establecer el efecto e influencia que tengan las condiciones o factores ambientales presentes en la zona de cultivo sobre los procesos fisiológicos que incidan en la calidad y condición de la fruta a cosecha.

- **Ampliar el formato de recolección de información climática**

La plataforma desarrollada solo puede procesar información climática de estaciones meteorológicas de la marca Davis, que si bien es la de mayor uso, es un factor que restringe el uso potencial de esta herramienta. Por lo mismo, en el proyecto precursor se concluye que sería oportuno realizar algunos ajustes, de manera que se pueda procesar información climática de otras estaciones meteorológicas. En este sentido cobra relevancia la posibilidad de conexión a la red agroclimática nacional, lo que permitiría extender el uso de esta plataforma incluso a productores que no tengan dentro de sus prioridades invertir en una estación propia.

Tal como se mencionó, el uso de la plataforma requiere el ingreso de información climática; sin embargo, contar con una estación meteorológica en el mismo huerto supone una inversión que pudiera no ser una prioridad. En este caso, y con el fin de ampliar el uso de esta herramienta a un mayor número de productores, es importante disponer de información climática de una mayor cantidad de estaciones, por lo que la factibilidad de conexión con la red agroclimática nacional es una buena alternativa al estar cada estación ubicada en un área de cobertura definida, indicando al agricultor en qué zona es representativa la información que aporta dicha estación.



# El proyecto precursor

Los resultados y lecciones aprendidas sistematizadas en este documento de aprendizaje surgen de un proyecto realizado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca y cofinanciado por la Fundación para la Innovación Agraria, con el objeto de desarrollar un sistema en línea para modelar y estimar indicadores que permitan pronosticar oportunamente, a partir de variables agroclimáticas, la condición de riesgo y susceptibilidad del manzano para desarrollar desórdenes fisiológicos que afecten la calidad de la fruta, a la vez de evaluar la factibilidad de usarlo en el cultivo comercial del manzano como una herramienta que contribuya a mejorar la competitividad de este cultivo.

El proyecto precursor logró desarrollar una herramienta tecnológica que permite a los productores de manzanos consultar, a través de una plataforma online –IKAROS–, los riesgos en la producción asociados al clima y a partir de ello orientar su gestión productiva con el fin de proteger el cultivo. Esta tecnología fue validada en las regiones de O'Higgins, del Maule y de La Araucanía, para cultivos de manzanos de las variedades Gala, Fuji y Cripps Pink.





## ► 1. El entorno económico y social

El proyecto precursor se desarrolló en las regiones de O'Higgins, del Maule y de La Araucanía, que representan los principales centros productores de manzana en el país.

La Región de O'Higgins se ubica entre los 33°50' y los 34°45' de latitud sur, y desde el límite con la República Argentina hasta el Océano Pacífico. Tiene una superficie de 16.387 km<sup>2</sup>, con una población al año 2017 de 914.555 habitantes. La región está compuesta por las provincias de Cachapoal, Cardenal Caro y Colchagua, y su capital regional es la ciudad de Rancagua que además es el principal centro urbano, con 294.279 habitantes, seguido de San Fernando, con 73.973 habitantes. Por su parte, la Región del Maule se ubica entre los 34°41' y los 36°33' de latitud sur. Comprende una superficie de 30.296,10 km<sup>2</sup>, equivalentes al 4,0% del territorio nacional. Se divide administrativamente en cuatro provincias: Cauquenes, Curicó, Linares y Talca, y su capital regional es la ciudad de Talca. La población regional alcanza a los 1.040.950 habitantes (Censo 2017), con una densidad de 34,49 habitantes por kilómetro cuadrado.<sup>21</sup> La Región de La Araucanía se ubica entre los 37°35' y los 39°37' de latitud sur. Tiene una superficie de 31.842,3 km<sup>2</sup> y una población de 957.224 habitantes, según el censo del año 2017, y una densidad de 30,06 habitantes por kilómetro cuadrado. Administrativamente, se divide en las provincias de Cautín y Malleco. Esta información se resume en el siguiente cuadro.

**Cuadro 13. Información regiones del Libertador Bernardo O'Higgins, del Maule y de La Araucanía**

Región	Ubicación geográfica	Provincias	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población (habitantes)
O'Higgins	Entre los 33°50' y los 34°45' de latitud sur	Cachapoal Cardenal Caro Colchagua	16.387	914.555
Maule	Entre los 34°41' y los 36°33' de latitud sur	Cauquenes Curicó Talca Linares	30.296	1.040.950
La Araucanía	Entre los 37°35' y los 39°37' de latitud sur	Cautín Malleco	31 842	1.046.322

Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

La actividad económica de la Región de O'Higgins se distribuye en diferentes rubros, destacándose la actividad agrícola, la industria de alimentos y la minería como las más representativas. El año 2018 el PIB regional alcanzó a los \$ 8.428 millones, lo que significó un aumento real de un 4,1%, respecto del año 2017, y que representa un 4,4% del PIB nacional.

<sup>21</sup> Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7>

En cuanto al PIB silvoagropecuario de la región, este alcanzó un valor de \$ 1.129 mil millones, lo que posiciona a la región como el primer exponente con mayor PIB silvoagropecuario del país (20,1 %).

Por su parte, las principales actividades económicas en la Región del Maule son las vinculadas al sector primario de la economía, entre ellas la industria agrícola, agroindustrial, forestal y minera. En todas ellas la región posee un rol de importancia, destacándose principalmente la producción vitivinícola y cultivo de manzanas, kiwis, perales y trigo. El año 2018 el PIB regional alcanzó a los \$ 6.609 millones, lo que significó un aumento real de un 8,3 % respecto del año 2017 y que representa un 3,5 % del PIB nacional. En cuanto al PIB silvoagropecuario de la región, este alcanzó un valor de \$ 863 mil millones, lo que posiciona a la región como el segundo exponente con mayor PIB silvoagropecuario del país (15,4 %).<sup>22</sup>

Las principales actividades económicas de la Región de La Araucanía se vinculan a la agricultura de cultivos tradicionales. Sin embargo, también han comenzado a aumentar en importancia y participación la actividad forestal y el turismo; este último, con particular importancia en balnearios como Pucón y Villarrica, entre otros. El PIB regional alcanzó a \$ 5.038 millones el año 2018, lo que significó un aumento real de un 4,3 %, respecto del año anterior y representa un 2,6 % del PIB nacional. En cuanto al PIB silvoagropecuario de la región, este alcanzó un valor de \$ 430 mil millones, equivalente a un 7,7 % del PIB silvoagropecuario a nivel país.<sup>23</sup>

De estas tres regiones, la Región del Maule es la principal zona productora de manzanas del país, concentrando el año 2019 el 60,7 % de la superficie nacional. De acuerdo al último catastro frutícola realizado en esta región, el año 2019, la superficie total de manzano alcanza a 19.637 ha, de las cuales 16.870,3 ha corresponden a manzano rojo y 2.766,7 ha a manzano verde, equivalentes a un 63,1% y 49,1% de la superficie total de manzano rojo y verde en el país, respectivamente. La mayor superficie se encuentra en la provincia de Curicó, destacándose las comunas de Curicó, Molina y Teno, que en conjunto representan el 84,4 % del total provincial. Por su parte, en la provincia de Linares la mayor superficie con huertos de manzanos se encuentra en las comunas de Longaví y Yervas Buenas, con un 49,2% de la superficie total de manzano; mientras que en la provincia de Talca las comunas de San Clemente y Río Claro concentran el 88 % de la superficie total con manzanos (Cuadro 14).

<sup>22</sup> Información del Banco Central. Producto Interno Bruto por Región y actividad económica. Disponible en: <https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/estadisticas/pib-regional>

<sup>23</sup> *Ibíd.*



**Cuadro 14. Superficie cultivo manzana Región del Maule**

Especie	Provincia				Total
	Cauquenes	Curicó	Linares	Talca	
Manzano rojo	0	7.332,1	5.279,5	4.258,6	16.870,2
Manzano verde	0	1.446,5	825,8	494,7	2.767,0
	0	8.778,6	6.105,3	4.753,3	19.637,2

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019.

La producción de manzana en la Región del Maule, informada en el catastro frutícola 2019, alcanzó a 532.120,6 toneladas de manzana roja, correspondientes al 72,8 % de la superficie, y a 96.274,5 toneladas de manzana verde, correspondientes a un 74,3 % de la superficie informada. El principal destino de ambas especies es el mercado externo, que representa el 75,1 % de la producción de manzana roja y un 58,7 % de la producción de manzana verde, seguido por el mercado interno y la agroindustria. En ambos casos el porcentaje de desecho es mínimo y no supera el 0,05 % de la producción<sup>24</sup> (Cuadro 15). En el Cuadro 16 se muestra la superficie, producción promedio por hectárea y destino de la producción, de las principales variedades de manzana roja cultivadas en la Región del Maule.

**Cuadro 15. Producción de manzana Región del Maule y destino**

Especie	Producción			Destino de la Producción			
	Superficie en producción (ha)	% que informó producción	Producción informada (ton)	Exportación	Mercado interno	Agroindustria	Desecho
Manzano rojo	15.030,80	72,8	532.120,60	75,1	14,3	10,5	0,04
Manzano verde	2.609,60	74,3	96.274,50	58,7	14,1	27,2	0,01

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019.

**Cuadro 16. Producción promedio por hectárea según variedad, Región del Maule**

Especie/variedad	Superficie (ha)	Producción promedio (ton/ha)	Densidad promedio (plantas /ha)	Exportación %
Manzana verde	2.766,7	50,1	1.151	58,7
Manzana roja	16.870,3	48,4	1.391	75,1
Royal Gala	2.342,6	47,0	1.181	73,0
Brookfield Gala	1.896,7	45,0	2.020	78,8
Fuji Raku Raku	1.768,1	49,4	1.404	74,1
Pink Lady®	1.579,9	52,8	1.295	76,0
Scarlett	1.090,9	51,8	1.213	75,5

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019.

<sup>24</sup> ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019.

Respecto del perfil de los productores frutícolas de la Región del Maule, cabe señalar que en ella predomina la existencia de huertos con un tamaño inferior a 50 ha, que concentran el 79,8 % del total de las explotaciones frutícolas, que equivale al 24,5 % del total de la superficie explotada. Con respecto a las explotaciones con más de 50 ha, estas representan el 20,1% del total de los huertos, concentrando el 75,5 % de la superficie frutícola de la región. El mayor porcentaje de explotaciones frutícolas tiene una superficie entre 5 y 50 ha, seguido por las de menos de 5 ha (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Número de huertos por provincia de la Región del Maule, según tamaño de las explotaciones**

Tamaño de las explotaciones	Número de huertos						Superficie (ha)	%
	Cauquenes	Curicó	Linares	Talca	Total	%		
Menos de 5,0 ha	4	677	481	35	1.197	33,2%	1.691	2,2%
De 5,0 a 49,99 ha	21	929	523	207	1.680	46,6%	16.999	22,3%
De 50,0 a 499,99	21	267	201	171	660	18,3%	46.056	60,3%
Más de 50,0 ha	5	25	25	10	65	1,8%	11.627	15,2%
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>1.898</b>	<b>1.230</b>	<b>423</b>	<b>3.602</b>	<b>100,0%</b>	<b>76.373</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019.





## 2. El proyecto precursor

---

### 2.1. Características generales<sup>25</sup>

---

El proyecto “Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática”, cofinanciado por FIA y ejecutado por el centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, se llevó a cabo entre septiembre de 2015 y agosto de 2018, abarcando las regiones de O’Higgins, Maule y La Araucanía,.

El objetivo general del proyecto fue integrar la información agroclimática como herramienta de eficiencia en la producción de manzanas para exportación, a través de nuevas tecnologías, concibiéndola como un sistema sitio-específico frente a la variabilidad climática. Sus objetivos específicos incluyeron: primeramente, desarrollar herramientas de análisis de riesgo y modelamiento del efecto de los factores meteorológicos, nutricionales y de manejo agronómico sobre la condición y susceptibilidad a desarrollar desórdenes fisiológicos en la manzana para exportación; luego, a partir de ello, implementar un sistema de consulta mediante una plataforma en línea que sintetice e interprete la información registrada, con el fin de generar orientaciones para una adecuada gestión productiva del huerto; y finalmente la difusión de esta herramienta tecnológica a los usuarios, a través de la implementación de un sistema sitio-específico de producción de manzanas.

Para ello, se seleccionaron huertos de las empresas asociadas que incluyeran alguno de los 5 cultivares de manzana de mayor superficie en Chile (Gala, Fuji, Red Delicious, Granny Smith y Cripps Pink) y que contaran con registros de información agroclimática, a la vez de tener sistemas productivos similares, en términos de fertilización, riego y manejo del huerto. Los huertos seleccionados por región se muestran en el Cuadro 18. Posteriormente, se incluyeron nuevas empresas, las que se muestran en el Cuadro 19.

---

<sup>25</sup> Información obtenida de los informes de avance y final del Proyecto Precursor. INIA – FIA. “Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática”, 2015 – 2018.

**Cuadro 18. Distribución de empresas asociadas y huertos que participaron en proyecto**

Región	Comuna	Localidad	Empresa asociada	Huerto
O'Higgins	Graneros	Graneros	Agrícola Agrobosque San Isidro	San Isidro
O'Higgins	San Fernando	San Fernando	Frutera San Fernando SA	Piamonte
Maule	Teno	Morza	Agropecuaria WAPRI SA	San Ignacio
Maule	Curicó	Los Niches	Agropecuaria WAPRI SA	Marengo
Maule	Molina	Molina	Frutera Tucfrut Ltda.	La Favorita
Maule	Río Claro	Río Claro	Agropecuaria WAPRI SA	La Chispa
Maule	San Clemente	San Clemente	Frutícola El Aromo SA	San Carlos
Maule	San Clemente	Las Garzas	Highland Fruit SA	Las Garzas
Maule	San Clemente	Picazo	Highland Fruit SA	Picazo
Maule	Linares	Llancaño	Highland Fruit SA	San Joaquín
Maule	Longaví	Longaví	Frutera Tucfrut Ltda.	La Caña
La Araucanía	Angol	Angol	El Almendro S.pA	El Almendro
La Araucanía	Traiguén	Traiguén	Frutera San Fernando SA	El Tesoro
La Araucanía	Freire	Freire	Frutera San Fernando SA	Mar Rojo

Fuente: plan operativo proyecto precursor "Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática". 2015.

**Cuadro 19. Empresas participantes que ingresaron posteriormente al inicio del proyecto**

Ubicación predio		Empresa	Fecha de ingreso al proyecto
Región	Comuna		
O'Higgins	Coltauco	Agrícola Vial y Cia. S.A.	Febrero 2017
O'Higgins	Graneros	Miguel Vial y Cia, Ltda.	
Maule	Molina	Inversiones del Pacifico	
Maule	Molina	Agrícola Mantos Verdes	
Maule - La Araucanía		Agrícola San Clemente	

Fuente: informe final proyecto precursor "Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática". 2018.

En la primera etapa del proyecto se realizaron distintas actividades tendientes a recopilar información climática y productiva de los diferentes huertos que participaron en el proyecto, a través de la recepción y procesamiento de datos de las estaciones meteorológicas automáticas dispuestas por cada uno de los productores asociados, visitas realizadas a los diferentes huertos, entrevistas o encuestas a los profesionales a cargo, y muestreo de fruta. En el Cuadro 20 se muestra el tipo de información recolectada. Con ella se elaboraron indicadores de riesgo que se pueden consultar en la plataforma que se implementó, denominada IKAROS. Las actividades de recopilación y procesamiento de datos se realizaron durante las temporadas que duró el proyecto, con el fin de validar y ajustar los indicadores que se generaron.

### Cuadro 20. Identificación de las variables relevantes para el desarrollo de la herramienta tecnológica desarrollada

Información climática	Información productiva
Registro diario de temperaturas y humedad relativa (mínimas, máximas y medias)	Fenología (fecha de floración, inicio y término de cosecha)
Radiación solar (MJ/m <sup>2</sup> ),	Fecha y ajuste de carga frutal
Velocidad media del viento	Análisis nutricional (niveles, aplicaciones)
Precipitaciones	Crecimiento del fruto (calibre y desarrollo de color)
Evapotranspiración potencial	Evolución de la madurez (caída de firmeza de pulpa, almidón, color de fondo, entre otros)
Déficit de presión de vapor medio	Incidencia y severidad de desórdenes y alteraciones fisiológicas (daño por sol, lenticelosis, bitter pit, escaldado, y otros desórdenes que se manifiesten en packing post almacenaje)
Se estimará la acumulación de grados día base 10; horas <10, 14 y 10-14 °C; unidades de frío (7 °C y sistema Richardson); y horas sobre los 27 y 29 °C.	

Fuente: plan operativo proyecto precursor "Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática". 2015.

Además se evaluaron diferentes estrategias utilizadas en algunos huertos para mitigar condiciones de estrés en ciertos cuarteles, principalmente: el uso de malla sombra (diversos materiales y colores) en combinación con reflectante; riego por aspersion (enfriamiento evaporativo); y aplicaciones de caolina. De esta forma se procesó información que abarcó un total de 20 situaciones de huertos (sin considerar los distintos cultivares y temporadas) ubicados en las regiones de O'Higgins, del Maule y de La Araucanía.

Inicialmente, durante las dos primeras temporadas (2014/15 y 2015/16), se recopiló información productiva a partir de los antecedentes de los huertos. Sin embargo, dada la heterogeneidad de la información, así como la escasez de esta en algunos casos y la dificultad en el traspaso de la misma, se optó por realizar muestreos directamente en los huertos.

En base a los antecedentes recopilados, se realizaron análisis estadísticos y se elaboraron modelos e indicadores o índices de riesgo que permitan pronosticar oportunamente, a partir de las variables agroclimáticas monitoreadas, la condición y el nivel de riesgo de presentar desórdenes fisiológicos en la manzana a cosecha. Estos modelos se calibraron y validaron a partir de la información recolectada, de registros de los mismos productores y muestreos directos de los huertos. En dos locaciones, que presentaban situaciones agroclimáticas extremas (San Carlos, de Frutícola El Aromo S.A. en San Clemente, y Mar Rojo, de Frutera San Fernando S.A. en Freire), se instalaron equipos de medición automática para monitorear el desarrollo del fruto y su maduración.

En base al cruzamiento de esta información se identificaron variables agroclimáticas relevantes para una estimación de la condición y calidad de la fruta, así como su periodo de influencia, identificándose indicadores de distinto grado de robustez y valores indicativos para los tres grupos principales de cultivares producidos en Chile (Gala, Fuji y Cripps Pink), los que se muestran en el Cuadro 21. Estos valores son ajustados por el modelo, de acuerdo al cultivar, vigor, edad, estado nutricional, manejo anti-estrés y grado de ambientación específica de cada cuartel, información que debe ser ingresada por los usuarios en la plataforma.

Los indicadores con correlación sobre 70 %, son aquellos que tienen relación con el efecto de la temperatura sobre la división celular, es decir, en el primer mes de crecimiento del fruto. Estos son importantes en el cultivar Gala, que inicia la temporada de cosecha de manzanas. Entre ellos destacan los indicadores de estimación de inicio de cosecha, comportamiento en maduración, potencial de almacenaje y calibre potencial. Así, por ejemplo, si la primavera es fría el tamaño potencial de la fruta se reduciría.



**Cuadro 21. Indicadores predictivos por factor productivo y variable agroclimática**

Factor productivo o condición y calidad	Variable agroclimática	Periodo	Cultivares sensibles	Indicador
Estimación inicio de cosecha	Temperatura media GDH GD 10	División celular	Galas	Curva respuesta. Valor por cultivar
Estimación ventana de cosecha	Temperatura media GDH GD 10	División celular	Tempranas	Curva respuesta. Óptimo 13.5 -14.5 °C
Potencial de calibre	Temperatura media. GDH	División celular	Todas	Curva respuesta
Potencial de almacenaje	Temperatura media. Índice de estrés	División celular. Verano (dic - enero)	Todas	Óptimo 13.5 -14.5 °C < 65.000 tempranas < 120.000 tardías
	Índice nutricional	División celular. Cosecha		< 2
Desarrollo de color	N° horas bajo 10 °C. N° días con 5 h bajo 10 °C	Maduración	Bicolores	>20 temprano >10 tardías
Daño por sol	N° días con 5 h sobre 29 °C. N° horas sobre 29 °C	Verano	Tardías	>20 >150
Russet	N° horas bajo 7 °C HR mínima. N° horas bajo 0 °C	División celular	Fuji	>80 >50% <1
Bitter pit	Índice de estrés. N° días con 5 h sobre 29 °C. Índice nutricional	División celular. Verano (dic - enero)	Tardías	>150.000 >40 >1
Lenticelosis	Índice de estrés. N° días con 5 h sobre 29 °C. Índice nutricional	División celular. Verano (dic - enero)	Tempranas	>90.000 >25 >2

Fuente: informe final (Anexo 1) proyecto precursor "Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática", 2018.

Otro grupo de indicadores corresponde a los índices de riesgo asociados a estrés ambiental. Entre ellos se cuentan los indicadores de riesgo de daño por sol y desarrollo de color, así como los indicadores de riesgo de aparición de alteraciones en postcosecha. Estos últimos se desarrollaron a partir de un índice nutricional de cada situación o cuartel, dado por una combinación de los elementos en el análisis mineralógico del fruto, en función del cultivar. A partir de los modelos predictivos validados, se desarrolló una plataforma tecnológica de diseño amigable y fácil de utilizar, para el almacenamiento y procesamiento de la infor-

mación meteorológica, denominada IKAROS. Por medio de ésta se puede consultar por el efecto del clima sobre el fruto, a través de los indicadores, estimaciones e índices de riesgo mencionados, acompañados de sugerencias de prácticas de manejo que contribuyan a prevenir o paliar los problemas pronosticados.

La plataforma IKAROS se alimenta con datos meteorológicos y nutricionales particulares de cada huerto a consultar. Se ubica en el sitio web del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca y parte de ella es de acceso público.<sup>26</sup> Para acceder a la totalidad de las prestaciones se requiere una suscripción, con el fin de que sea sostenible en el tiempo y se retroalimente cada temporada, a fin de aumentar su efectividad. Esto implica una articulación entre el productor y el Centro de Pomáceas a través de la interpretación de la información, la que se va monitoreando en el transcurso de la temporada, y a partir de la cual se generan orientaciones para un mejor manejo agronómico.

Durante la realización del proyecto precursor se consideró el desarrollo de un programa de transferencia tecnológica, a través del cual se capacitó a los productores participantes, profesionales y técnicos de las empresas asociadas, respecto de la importancia de llevar registros productivos y agroclimáticos, cómo interpretar esta información y cómo utilizar la nueva plataforma. Para ello se realizaron días de campo y talleres de capacitación, junto con la edición de boletines técnicos y de una guía práctica,<sup>27</sup> además del lanzamiento de la Plataforma Climática IKAROS. Las actividades de difusión se extendieron a empresas no asociadas, aumentando la cobertura programada inicialmente, y tuvieron un alto grado de convocatoria.

Los resultados más relevantes del proyecto, junto con la información de mayor interés expuesta en las actividades de difusión, han sido recopilados en el documento “Clima y calidad de manzanas: Guía para enfrentar la incertidumbre climática”.

Es importante destacar que el proyecto fue seleccionado para formar parte de la muestra del Ministerio de Agricultura en la IFT Agro 2018, donde se dio a conocer a los visitantes de la feria.

## 2.2. Validación de la tecnología

---

El proyecto precursor impulsado por FIA permitió el desarrollo y puesta en marcha de una plataforma de monitoreo climático para pomáceas, IKAROS, que representa una nueva herramienta tecnológica para el país. Esta plataforma permite integrar información climática y nutricional de los huertos con factores productivos específicos para el manzano, contribuyendo al desarrollo de una fruticultura más precisa.

<sup>26</sup> <http://pomaceas.otalca.cl/>.

<sup>27</sup> “Clima y calidad de manzanas: Guía para enfrentar la incertidumbre climática”



La plataforma se basa en el desarrollo de modelos predictivos que fueron calibrados y validados a partir de: información de campo recolectada; registros de los productores participantes; y muestreos directos de los huertos, resultando fundamental para ello la participación de las empresas asociadas durante la realización del proyecto precursor. Además, en dos locaciones que presentaban situaciones agroclimáticas extremas, se instalaron equipos de medición automática para monitorear el desarrollo del fruto y su maduración.

Lo anterior ha permitido que la plataforma se encuentre totalmente operativa y preste servicio de monitoreo climático a empresas asociadas al Centro de Pomáceas, en un programa integral de asesoría. Además, existe la posibilidad de acceder a ella a través de una suscripción, que le permite al usuario contar con información específica para su huerto. En el Cuadro 22 se muestran las estimaciones que se pueden consultar por cultivar en la plataforma.

**Cuadro 22. Variables estimadas por IKAROS, según cultivar**

Cultivar	Variables estimadas por IKAROS	<p><b>Manual de Usuario</b> <b>Plataforma Ikaros</b> Monitoreo Climático en Pomáceas</p> 
Gala	Calibre. Inicio aproximado de cosecha. Color. Potencial almacenaje temprano. Potencial almacenaje a cosecha. Potencial ocurrencia lenticelosis.	
Fuji	Potencial almacenaje temprano. Potencial almacenaje a cosecha. Incidencia daño por sol. Incidencia russet. Color. Potencial ocurrencia bitter pit.	
Cripps Pink	Potencial almacenaje temprano. Potencial almacenaje a cosecha. Incidencia daño por sol. Color.	

Fuente: informe final proyecto precursor Anexo 7. "Manual de Usuario Plataforma Ikaros - Monitoreo Climático en Pomáceas", 2018.

Es importante tener presente que la estimación que arroja el modelo depende de la disponibilidad de datos existente para el periodo seleccionado. Si no hay datos suficientes para calcular una estimación, el usuario verá un mensaje describiendo qué datos son necesarios para hacer el cálculo solicitado.

### 2.3. La asesoría

Tal como se ha señalado, un aspecto clave para el buen resultado de la plataforma ha sido su adecuada difusión. Para ello, durante la realización del proyecto precursor, se llevaron a cabo diferentes actividades de transferencia tecnológica orientadas a capacitar, tanto a los productores participantes como a profesionales y técnicos de las empresas asociadas.

Esta capacitación estuvo dirigida principalmente a relevar la importancia de llevar registros productivos y agroclimáticos, cómo utilizar la nueva plataforma y cómo interpretar de mejor forma la información que genera para el manejo del manzano. Fue fundamental la realización de días de campo y talleres de capacitación, junto con la edición de boletines técnicos y de una guía práctica, actividades que se extendieron incluso a empresas no asociadas, aumentando la cobertura inicialmente programada.

Junto con lo anterior y con el fin de potenciar el uso de esta herramienta, es importante que la experiencia del usuario sea óptima, tanto en lo que se refiere a la facilidad de operarla como al tipo de resultados e informes que le proporcione, aspectos que se ven favorecidos a través de la existencia de instancias de asesoría técnica, que junto con capacitar en su uso reciban retroalimentación de parte de los usuarios para una mejora continua de la herramienta. En definitiva, es importante que el usuario cuente con las herramientas que le permitan interpretar la información que está recibiendo, y evaluar las medidas de control y mitigación que deberá implementar.

### ► 3. El proyecto hoy

---

Tal como se ha mencionado, el proyecto logró desarrollar una herramienta tecnológica (plataforma IKAROS) capaz de integrar información climática y nutricional de huertos de manzano, para estimar indicadores que permitan mejorar su manejo y gestión productiva. Sus resultados han permitido en la actualidad mantener el funcionamiento de la plataforma, a través de su integración con el programa de asistencia técnica que entrega el Centro de Pomáceas a los productores de manzano que participan en él, además de la posibilidad de suscribirse en caso de no pertenecer a este programa de asistencia técnica. La plataforma está alojada en el sitio web del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca.

El equipo a cargo del proyecto precursor ha continuado desarrollando mejoramientos en la plataforma, con el fin de mejorar la experiencia del usuario, más aún considerando que ellos no siempre tienen un desarrollo y conocimiento tecnológico que les permita hacer un uso más eficiente de la plataforma en forma directa (en línea), prefiriendo por ejemplo el envío de reportes con recomendaciones a su correo electrónico en forma automática, cada vez que acceden a consultar.

Lo anterior genera expectativas respecto de la potencialidad de la plataforma como una herramienta útil para la gestión productiva del manzano, apoyando la toma de decisiones tanto durante la temporada como de largo plazo, en el caso de medidas de protección frente a condiciones de estrés ambiental, que se repiten de temporada en temporada.

# El valor del proyecto

El manzano es la cuarta especie más cultivada en Chile, después de la uva de mesa, nogal y cerezo, con una superficie al año 2019 de 32.371 ha, que representa aproximadamente el 9,4 % de la superficie frutícola del país. Su cultivo se destina principalmente a la exportación, destacándose Chile como el principal productor y exportador de manzanas del hemisferio sur. El año 2019 las exportaciones de manzana fresca ocuparon el tercer lugar en importancia dentro del total de exportaciones frutícolas del país, después de la cereza y uva de mesa, con un 10,3 % del valor FOB total exportado por dicho sector.

No obstante, la industria de la manzana enfrenta dos problemas que se encuentran estrechamente relacionados. Por una parte el mercado, donde las nuevas técnicas de almacenamiento de esta fruta que han contribuido a disminuir las ventajas que tenía la producción



de Chile en contra estación, respecto de los mercados de destino en el hemisferio norte, y por otra la creciente competencia internacional de otros países exportadores han repercutido en menores precios de venta de esta especie, lo que incluso ha motivado a productores de manzano a sustituir sus huertos por especies más rentables, como el cerezo y nogal. Esto, sumado a la demanda de nuevas variedades, explica los bajos beneficios de este rubro durante los últimos años.<sup>28</sup>

El proyecto ejecutado por el Centro de Pomáceas, cofinanciado por la Fundación para Innovación Agraria (FIA) y el sector productivo, tuvo por objetivo integrar los efectos ambientales al manejo agronómico, a través de una herramienta tecnológica de apoyo a la toma de decisiones en la gestión productiva del cultivo. Esto aprovechando la oportunidad que genera, por una parte, la masificación del uso de estaciones meteorológicas en el cultivo comercial del manzano, aportando información climática local y específica de cada huerto, y por otra el desarrollo de herramientas informáticas que permiten procesar e integrar información.

Así, la herramienta desarrollada, en función de las condiciones climáticas, estrés ambiental y condición nutricional del huerto, permite generar indicadores de pronóstico específicos para tres variedades (Gala, Fuji y Cripps Pink), respecto de la calidad y condición de la fruta al momento de la cosecha. Esto le permite al productor adoptar medidas, ya sea de carácter correctivo (como correcciones nutricionales o de gestión productiva durante la temporada, por ejemplo coordinación de acciones para enfrentar una cosecha con determinadas características) o de gestión de largo plazo: por ejemplo, decisión sobre implementar medidas de protección del cultivo frente a condiciones de estrés ambiental que se repiten en varias temporadas.

De esta forma, el desarrollo y puesta en marcha de la plataforma de monitoreo climático para pomáceas, IKAROS, constituye un aporte al sector frutícola nacional, dado que no existía en el país una herramienta que integrara la información climática y nutricional con los factores productivos del manzano.

Junto con lo anterior, el valor de esta herramienta también radica en el desarrollo de una plataforma de fácil acceso, que abre la posibilidad de escalar este desarrollo tecnológico a otras especies con mayor rentabilidad, como el cerezo.

No obstante lo anterior, y considerando la posibilidad de proyectar el uso de esta plataforma al mayor número de usuarios posible, se requiere ampliar el formato de levantamiento de datos de modo que sea compatible con las redes de datos disponibles en línea, incluso

<sup>28</sup> USDA Foreign Agricultural Service. "Chile Fresh Deciduous Fruit Semi-annual 2019". 2019. Disponible en: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Fresh%20Deciduous%20Fruit%20Semi-annual\\_Santiago\\_Chile\\_4-24-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Fresh%20Deciduous%20Fruit%20Semi-annual_Santiago_Chile_4-24-2019.pdf)

con estaciones de la red agroclimática nacional, permitiendo el acceso a productores que no dispongan de estaciones meteorológicas propias.

Finalmente, es importante destacar que la herramienta tecnológica desarrollada se encuentra en funcionamiento a través de la plataforma IKAROS, alojada en el sitio web del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. Cuenta con dos tipos de acceso, uno gratuito para público en general y otro con para usuarios registrados en base a una suscripción, los que reciben orientaciones específicas de su huerto, permitiéndoles mejorar su gestión productiva. Además, el uso de esta plataforma está incorporado en un programa de asesoría técnica que presta el Centro de Pomáceas a un grupo de productores.



# Anexos

---

Anexo 1. Medidas recomendadas para disminuir  
incidencia de bitter pit y lentocelosis

---

Anexo 2. Bibliografía

---

Anexo 3. Entrevistas realizadas

---





## ANEXO 1. **Medidas recomendadas para disminuir incidencia de bitter pit y lentocelosis**

---

- 1** Realizar correcciones del pH del suelo, para alcanzar valores de pH entre 6 – 6,5.
  - 2** Aumentar en forma significativa el calcio soluble, tanto en el suelo como en la planta. Para ello, realizar aplicaciones de nitrato de calcio y calcio floable a altas dosis, vía fertirriego o inyección directa con pique de pala si se trata de riego gravitacional. Todo esto complementado con aplicaciones foliares del elemento, en formulaciones que demuestren movilidad vía floema hoja-fruto, desde caída de pétalos en adelante, en 3 a 4 aplicaciones foliares consecutivas. En este sentido, dosis de 50 a 60 unidades de calcio soluble/ha, como nitrato de calcio, más 3 a 4 aplicaciones, una semanal, de 20 L/ha de Ca floable vía riego, todo desde flor hasta estado T (fin noviembre), han resultado exitosas para elevar en forma significativa el Ca en el fruto. El efecto de este tipo de aplicaciones es acumulativo y luego de 2 a 3 temporadas es posible ajustar las dosis a la baja, dado que los contenidos en el fruto aumentan en forma clara, aunque los aumentos son evidentes desde el primer año de trabajo
  - 3** Las aplicaciones de nitrógeno al suelo y follaje deben ser restrictivas, de manera de controlar el exceso de crecimiento vegetativo. Sin embargo, es importante mencionar que siempre es necesario realizar aplicaciones de este elemento, ya que es fundamental para la floración de la siguiente temporada, pues influye en la adecuada inducción de yemas florales
  - 4** Evitar aplicaciones de amonio, potasio y magnesio desde cuaja a estado T (primera etapa de crecimiento de fruto), para eliminar la competencia con la absorción de Ca. Lo ideal es aplicar el calcio solo durante el primer mes de crecimiento del fruto
  - 5** Mantener un vigor controlado de la planta, lo cual se puede realizar dejando una mayor carga en ramas o plantas que lo permitan. También se puede retrasar el ajuste manual de carga en los cultivares menos sensibles al añerismo; así también se evitará obtener calibres muy grandes.
  - 6** Junto con lo anterior, se deben evitar despuntes severos, especialmente invernales. La poda de verano debe ser realizada de forma tal que evite el rebrote de la planta; la inclinación de ramas debe ser drástica.
  - 7** En variedades sensibles al desorden no deben hacerse cosechas prematuras, evitando así índices elevados de acidez.
  - 8** Mantener niveles adecuados de boro (entre 50 y 90 ppm de B foliar en muestras de enero, aplicándolo desde flor en adelante) y zinc (entre 50 y 70 ppm de Zn en muestras de enero, aplicándolo desde flor hasta fin de noviembre), ya que el primero de ellos es un gran potenciador de la actividad del Ca en el fruto y el resto de la planta; el segundo en tanto, promueve la generación de triptófano y este a su vez la generación de auxinas, hormona que posee un efecto de atracción del Ca hacia la fruta.
- 

Fuente: "Efecto del clima en la calidad de la manzana, herramienta de decisión", Boletín Técnico Pomáceas Volumen 17, N°1. p.2-7. Enero 20.

## ANEXO 2. **Bibliografía**

---

Banco Central de Chile. Base de Datos Estadísticos. Sector Externo. Comercio Exterior Bienes. Disponible en:

[https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP\\_BDP/MN\\_BDP42/BP6M\\_EXPORT/BP6M\\_EXPORT?cbFechaInicio=2009&cbFechaTermino=2019&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=](https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_BDP/MN_BDP42/BP6M_EXPORT/BP6M_EXPORT?cbFechaInicio=2009&cbFechaTermino=2019&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=)

Banco Central. Producto Interno Bruto por Región y actividad económica. Disponible en: <https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/estadisticas/pib-regional>

BASTIAS, R. et al. 2018. “Manejo de huertos de manzanos bajo mallas para el control de daño por sol”.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7>

CONTRERAS, C.; ZOFFOLI, J.P.; ALCALDE, J.A.; AYALA, M. “Evolución del daño por insolación de manzanas 'Granny Smith' durante el almacenaje refrigerado”. Cien. Inv. Agr. 35(2): 147-157. 2008. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-16202008000200004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202008000200004)

FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estadísticas de exportaciones, volumen y valor FOB.

FEDEFRUTA. “IQconsulting: Las tendencias en la exportación de las nuevas variedades de manzanas en Chile”. Disponible en: <https://fedefruta.cl/iqconsulting-las-tendencias-en-la-exportacion-de-las-nuevas-variedades-de-manzanas-de-chile/>

FIA – FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD DECONCEPCIÓN. Informe Final Proyecto Precursor “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile.

FIA – FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD DECONCEPCIÓN. PINTO, A. Anexo 6. Estudio Evaluación Costo – Beneficios de las Mallas. Informe Final Proyecto Precursor.

FIA – FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD DECONCEPCIÓN. Informes Técnicos Proyecto Precursor “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile.

FIA, UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, FDF. “Manejo de huertos de manzanos bajo mallas para el control de daño por golpe de sol”. 2018.

Mundoagro.cl. “Alternativa de manzanas Premium”. Marzo, 2017. Disponible en: <http://www.mundoagro.cl/alternativas-premium/>

Mundoagro.cl. “Alternativa de manzanas Premium”. Marzo, 2017. Disponible en: <http://www.mundoagro.cl/alternativas-premium/>

MUÑOZ, M. ODEPA. Boletín fruta fresca Julio 2019.

Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiYmVmZmUyOWMtMTViMC00-MTU0LWJIMDEtMGQ5ZmFkMjQ0ZDQwliwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZINmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZiNWZhMCIsImMiOjR9>

ODEPA-CIREN. “Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019”.

Disponible en: [https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/catastro\\_mau-le.pdf](https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/catastro_mau-le.pdf)

ODEPA-CIREN. “Catastro frutícola. Principales resultados Región del Libertador Bernardo O'higgins. Mayo 2009. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroFruticolaOhiggins2009.pdf>

ODEPA-CIREN. “Catastro frutícola. Principales resultados Región Metropolitana/ Octubre 2010. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastro-FruticolaMetro2010.pdf>

ODEPA-CIREN. “Catastro frutícola. Principales resultados Región de Coquimbo / Julio 2011. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroFruticolaCoquimbo2011.pdf>

ODEPA-CIREN. “Catastro frutícola. Principales resultados Región Biobío/ Julio 2012.

Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroVIIIRegion2012.pdf>

ODEPA-CIREN. “Catastro frutícola. Principales resultados Región del Maule/ Junio 2013. Disponible en: [https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2012/09/catastro\\_Maule\\_junio2013.pdf](https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2012/09/catastro_Maule_junio2013.pdf)

ODEPA-CIREN. “Catastro frutícola. Principales resultados Región Metropolitana / Julio 2014. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroFruticolaRegionMetropolitana2014.pdf>

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región del Libertador General Bernardo O'Higgins / Julio 2015.

Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/CF-VI-Region-2015.pdf>

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región del Maule/ Julio 2016.

Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2016/08/Catastro-Fruticola-VII-Maule-2016.pdf>

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región Metropolitana / Julio 2017.

Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/CatastroMetropolitana2017.pdf>

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región de O'Higgins / Julio 2018.

Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/CatastroOhiggins2018.pdf>

PORTAL DEL CAMPO. Chile: La exportación de manzanas frescas llegará a 739.000 t en la campaña 2018/2019. Disponible en: [https://portaldelcampo.cl/Noticias/71407\\_Chile--La-exportaci%C3%B3n-de-manzanas-frescas-llegar%C3%A1-a-739-000-t-en-la-campa%C3%B1a-2018-2019.html](https://portaldelcampo.cl/Noticias/71407_Chile--La-exportaci%C3%B3n-de-manzanas-frescas-llegar%C3%A1-a-739-000-t-en-la-campa%C3%B1a-2018-2019.html)

PEFAUR, J. ODEPA. Boletín fruta fresca Julio 2020. Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojOGM3MTY1ZWUtODJhYy00Mjc3LWJmNTUtY2Y3MTdmNDZhOGU5liwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZlNmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZiNWZhMCI6ImMiOjR9>

QUIROZ, I. "Tendencias de plantación en manzanos, perales y cerezos y su impacto en la oferta de fruta". Boletín Técnico en Pomáceas, Mayo 2017.

SAG. Datos de Producción Orgánica temporada 2016. Disponible en: [http://www.sag.cl/sites/default/files/datos\\_de\\_produccion\\_organica\\_temporada\\_2016.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/datos_de_produccion_organica_temporada_2016.pdf)

SAG. Datos de Producción Orgánica año 2018 Disponible en: [https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/datos\\_de\\_produccion\\_organica\\_ano\\_2018.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/datos_de_produccion_organica_ano_2018.pdf)

SEPÚLVEDA L. ARENAS, V. LEPE, J. A. YURI. El uso de malla sombra y reflectante altera el microclima y la calidad de manzanas. Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. Revista de Fruticultura, N°54 marzo - abril 2017.

SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS. Estadísticas COMEX. Exportaciones por país, producto arancelario Disponible en : [https://www.aduana.cl/aduana/site/edic/base/port/estadisticas.html?filtro=20181205220946\\_3](https://www.aduana.cl/aduana/site/edic/base/port/estadisticas.html?filtro=20181205220946_3)

SEPÚLVEDA, A., ARENAS, L. y YURI, J.A. “Efecto del clima en la calidad de la manzana, herramienta de decisión”, (Resultados preliminares proyecto FIA PYT-2015-0213). Boletín Técnico Pomáceas Volumen 17, N°1. p.2-7. Enero 2017.

Sitio web Hub APTA. Disponible en: <https://hubapta.com/apta-concreta-internacionalizacion-de-innovacion-chilena-que-protege-frutas-del-cambio-climatico/>

UNIVERSIDAD DE TALCA. Centro de Pomáceas. Informe Final Proyecto “Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática”. PYT-2015-0213. 2015.

UNIVERSIDAD DE TALCA. Centro de Pomáceas. Plan Operativo Proyecto “Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas, en base a factores ambientales, nutricionales y productivos en el huerto, frente a la variabilidad climática”. PYT-2015-0213. 2018.

USDA Foreign Agricultural Service. “Chile Fresh Deciduous Fruit Semi-annual 2019”. 2019. Disponible en: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Fresh%20Deciduous%20Fruit%20Semi-annual\\_Santiago\\_Chile\\_4-24-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Fresh%20Deciduous%20Fruit%20Semi-annual_Santiago_Chile_4-24-2019.pdf)

USDA. Foreign Agricultural Service. “Fresh Apples, Grapes, and Pears: World Markets and Trade”. June 2019. Disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/fruit.pdf>

YURI, J.A., “El daño por sol en manzanas”, Rev. Frutícola – Vol. 22 – N° 3, 2001.

YURI, A., LEPE, V., SEPÚLVEDA, A. Clima y Calidad de Manzanas: Guía para enfrentar la incertidumbre climática”. Centro de Pomáceas - Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca. 2019.

### ANEXO 3. Entrevistas realizadas

---

Nombre	Cargo
Loreto Arenas O.	Ingeniero Agrónomo. Profesional del Centro de Pomáceas, Universidad de Talca, integrante del equipo de trabajo del proyecto precursor.
Álvaro Sepúlveda L.	Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Profesional del Centro de Pomáceas, Universidad de Talca, integrante del equipo de trabajo del proyecto precursor.



145

