



Fundación para la
Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Uso de mallas fotoselectivas en el cultivo del manzano

FRUTALES / FRUTALES DE HOJA CADUCA



Proyecto de innovación en
Región del Maule



SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO



1 3 6



RESULTADOS Y LECCIONES EN

Uso de mallas fotoselectivas en el cultivo del manzano



Proyecto de innovación en
Región del Maule

Valorización a noviembre de 2019



Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile”, y en especial la valiosa cooperación de:

- Mario Márquez B., Gerente Agrícola Coihue, Molina.
- Ricardo Adonis P., Gerente de Desarrollo, FDF.
- Cristián Arancibia R., Subgerente de Fruticultura, FDF.
- Richard Bastías I., Profesor de Fruticultura, Universidad de Concepción.
- Claudio Baeza B., Ingeniero agrónomo, productor Región de Ñuble.
- Sergio Del Sante B., Director comercial DELSANTEK S.A.

Resultados y lecciones en

Uso de mallas fotoselectivas en el cultivo del manzano

Proyecto de innovación en Región del Maule

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

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 2020-A-638

ISBN 978-956-328-242-9

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Marcela Salinas Ballevena, ingeniero agrónomo y consultora.

Consuelo Anguita Salinas, magister en biotecnología.

REVISIÓN Y EDICIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Gabriela Casanova, Fundación para la Innovación Agraria

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 (convocatorias de proyectos), 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, 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 “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile”. Este tuvo como objetivo desarrollar un tipo de malla fotoselectiva específica para las condiciones climáticas y productivas del país, que permitiera controlar el golpe de sol, a la vez de evaluar su potencialidad y la conveniencia de utilizarlas en el cultivo comercial de manzano, con el fin de contribuir a mejorar la competitividad de este rubro.

Espero que la información contenida en este documento se transforme en un insumo provechoso para todos quienes quieran incorporar la innovación y agregar valor a sus producciones.

Álvaro Eyzaguirre
Director Ejecutivo FIA

Contenidos

Presentación	5
Introducción	9

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas.....	11
1. Antecedentes	12
1.1. El cultivo del manzano en Chile.....	13
1.2. Perspectivas de mercado	20
1.3. Daño por golpe de sol.....	29
2. Innovación y base conceptual de la tecnología	31
3. El valor de la herramienta desarrollada	32
4. Conveniencia económica para el productor.....	33
5. Claves de la viabilidad	46
6. Asuntos por resolver	49

Sección 2. El proyecto precursor.....	51
1. El entorno económico y social	52
2. El proyecto precursor	56
2.1. Características generales.....	56
2.2. Validación de la tecnología.....	58
2.3. La asesoría	59
3. El proyecto hoy	61

Sección 3. El valor del proyecto	63
---	-----------

Sección 4. Anexos	
1. Costos de instalación de malla fotoselectiva	68
2. Análisis de sensibilidad conveniencia económica	69
3. Bibliografía	77
4. Entrevistas realizadas.....	80



Introducción

La presente publicación pone en valor los resultados del proyecto “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile”, iniciativa que fue apoyada y cofinanciada por FIA, con la finalidad de mejorar la competitividad de huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo.

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**, donde se ilustran las experiencias que condujeron a la validación y sistematización de la herramienta tecnológica evaluada, como forma de exponer el entorno, metodologías y aplicaciones prácticas que le dieron origen.

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

Se espera que esta información, sistematizada en la forma de una “innovación aprendida”,¹ aporte a los interesados elementos clave respecto de los beneficios del uso o incorporación de nuevos servicios y herramientas tecnológicas desarrolladas.

¹ “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 apoyado por la Fundación para la Innovación Agraria, que estuvo orientado a desarrollar mallas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas de Chile y explorar las posibilidades de su uso en la producción del manzano, con el fin de contribuir a aumentar la competitividad de este cultivo. 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

El daño por golpe de sol es uno de los mayores problemas que afectan la calidad de los frutos de diversas especies al momento de la cosecha, reduciendo su valor comercial. En Chile este problema es particularmente importante en huertos de manzanos ubicados en zonas con gran intensidad de radiación solar y alta temperatura, siendo uno de los principales problemas que afectan la calidad de esta fruta. Se estima que las pérdidas en la cosecha, por descarte de fruta, pueden llegar hasta un 40% de la producción.

Además de la alta radiación solar y temperaturas elevadas, existen otros factores que pueden incrementar la incidencia de daño por golpe de sol, tales como: el uso de cultivares sensibles (por ejemplo Fuji y Braeburn); portainjertos muy enanizantes; la orientación de las hileras de plantación y sistemas de conducción muy expuestos al sol (ej. sistema Solaxe), así como un deficiente manejo del follaje para proteger a la fruta de la exposición solar.²

La incidencia de este daño se puede disminuir a través del manejo del follaje, con el fin de proteger a la fruta de la exposición solar, ya sea por medio de riego, uso de mallas o protectores químicos. Considerando el escenario actual, donde el agua se ha vuelto un recurso escaso y la tendencia del mercado es a preferir productos provenientes de procesos productivos con menor uso de agroquímicos, cobra relevancia evaluar el uso de mallas en el cultivo comercial del manzano, como una herramienta para disminuir las pérdidas por golpe de sol.



² 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

Así, dada la importancia de la producción de manzanas en Chile y la necesidad de aumentar su competitividad en los mercados externos, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) cofinanció el proyecto “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile”. Su objetivo fue desarrollar un tipo de malla fotoselectiva específica para las condiciones climáticas y productivas del país, que permitiera controlar el golpe de sol, a la vez de evaluar su potencialidad y la conveniencia de utilizarla en el cultivo comercial de manzano, con el fin de contribuir a mejorar la competitividad de este rubro.

El proyecto fue desarrollado en la Región del Maule por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, entre los años 2015 y 2018, y contó con la participación de 7 empresas asociadas, entre productores y comercializadores, además de la empresa que desarrolló las mallas que se evaluaron. Las empresas asociadas fueron: la Fundación para el Desarrollo Frutícola, que actuó como coordinador alterno del proyecto; Delsantek S.A., empresa que desarrolló y proveyó las mallas; las empresas productoras Sociedad Agrícola Uniagri Yervas Buenas Ltda., Agrícola Argomedo Ltda. y Agrícola Coigue Ltda, en cuyos cultivos se implementaron y evaluaron las mallas; Copefrut S.A. y Unifrutti Traders Ltda., empresas encargadas de supervisar el desarrollo de los ensayos y manejo técnico de los cultivos bajo mallas.

La sistematización en este documento de la información y lecciones aprendidas en el proyecto precursor, que pone en valor los distintos elementos que contribuyeron a los buenos resultados de esta investigación, requiere sin embargo incorporar algunos desafíos en los mismos. Estos se derivan, por una parte, del recambio varietal que se observa en la estructura de este rubro en el país y, por otra, de los efectos positivos adicionales que se observaron durante el desarrollo de la investigación, como por ejemplo sobre el riego.

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,³ lo 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, ésta 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

³ 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

principalmente a una mayor superficie plantada de manzana roja, mientras la superficie de manzana verde experimentó un decrecimiento, comportamiento que se observó durante todo el periodo 2009 - 2018, asociado al menor precio de comercialización que ha tenido en los últimos años.

No obstante lo anterior, es importante destacar que en 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 de manzana chilenos siguen sustituyendo los huertos de manzanos por cultivos alternativos más rentables como las cerezas y las nueces.⁴

Cuadro 1. Superficie de manzano en Chile, periodo 2009 – 2018												
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 fruta fresca. Julio 2019.⁵

En el Cuadro 2 se muestra la distribución de la superficie de manzanos entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía, para el período 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 de manzanos, seguida por la Región de O'Higgins, con un 23,9% de la superficie total cultivada con manzanos. 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.

⁴ 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-exportacion%C3%B3n-de-manzanas-frescas-llegar%C3%A1-a-739-000-t-en-la-campa%C3%B1a-2018-2019.html

⁵ Preparado por Marcelo Muñoz Villagrán. Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoieYmVmZmUyOWMtMTViMC00MTU0LWJIMDEtMGQ5ZmFkMjQ0ZDQwIiwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZlNmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZiZWZlMCIslmMiOjR9>

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	Particip. regional 2019
Valparaíso	199	193	186	179	173	165	157	150	149	148	150	0,5%
Metrop.	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%
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%
TOTAL	36.214	36.386	36.556	36.689	36.369	36.089	35.476	35.302	35.335	35.652	32.371	100,0%

Fuente: ODEPA. Boletín fruta fresca. Julio 2019.

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 Cripps 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.⁶



⁶ QUIROZ, I. “Tendencias de plantación en manzanos, perales y cerezos y su impacto en la oferta de fruta”. Boletín Técnico en Pomáceas, mayo 2017.

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.

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%
TOTAL	15.297	15.919	16.468	17.045	17.498	17.740	17.996	18.007	18.223	18.533	18.909	53,0%

Fuente: ODEPA. Boletín fruta fresca. Julio 2019.

De acuerdo a lo señalado en el estudio de tendencias de plantación en manzanos, elaborado por iQonsulting,⁷ 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 Cripps 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 Cripps 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 Cripps Pink y sus clones mejorados ha sido el grupo que ha mostrado mayor incremento en los últimos años. En esta zona las altas temperaturas afectan los parámetros de madurez, como firmeza de pulpa, lo que se traduce en malos estándares de calidad de exportación, lo que ha 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 Gala, dado principalmente por Brookfield®; el cv. Cripps Pink/Pink Lady® también ha mostrado un incremento importante de su superficie. Finalmente, dentro de las variedades que han mostrado un menor incremento en esta región se encuentran Ambrosía, Fuji Fubrux, Kanzi® y Opal®.

⁷ Ibid.



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 Cripps 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, Evelina y Honey Crisp, ya que al ser variedades provenientes del hemisferio norte requieren climas más frescos.⁸ De hecho, en la Región de La Araucanía es donde se observan los mayores cambios, con la incorporación de clones mejorados de Cripps 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 o granizo como eventualmente golpe de sol.⁹

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; sin embargo, 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.¹⁰ 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 los clones mejorados y nuevas variedades como Rosy Glow, Fubrax, Ambrosia, Honey Crisp y Galaval, entre otras, ha aumentado progresivamente, mientras que las ventas de plantas de los clones antiguos y variedades tradicionales han disminuido en los últimos años.

⁸ Mundoagro.cl. "Alternativa de manzanas Premium". Marzo, 2017. Disponible en: <http://www.mundoagro.cl/alternativas-premium/>

⁹ QUIROZ, op. cit.

¹⁰ 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. Brookfield®	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%
SweeTango (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%
Total	1.772.374	2.018.547	1.702.338	1.612.062	1.523.781	8.629.102	-14,0%	100,0%	100,0%

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, 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 contraestación, 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 del Registro Nacional de Certificación Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), la superficie de manzano con certificación al año 2018 alcanzó a 2.357 ha, que representa un crecimiento de un 82,6% respecto de la superficie certificada al año 2016 (1.291 ha), tasa de crecimiento muy superior al aumento

de la superficie total dedicada a cultivos orgánicos en el país durante el mismo periodo (33,4%), 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 (hectáreas)

Especie	2016	2018	Variación %
Uva vinífera	3.063	3.360	9,7%
Manzano	1.291	2.357	82,6%
Kiwi	272	117	-57,0%
Olivo	1.353	2.143	58,4%
Total	5.979	7.977	33,4%

Fuente: elaboración propia con base en información de datos de producción orgánica años 2018 y 2016. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

1.2. 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 una producción de casi 31 millones de toneladas.¹¹

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 800 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 recién el año 2018 se han recuperado los niveles de exportación alcanzados el año 2008.

¹¹ 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>



Figura 3. Evolución volumen exportación de manzanas frescas chilenas, periodo 2008 – 2018 (en toneladas)



En el Cuadro 6 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 2008-2018, siendo Brasil el que presentó el mayor aumento, con un incremento de un 530,3%, seguido por Alemania (503,3%), India (305,8%) y Bolivia (223,2%).

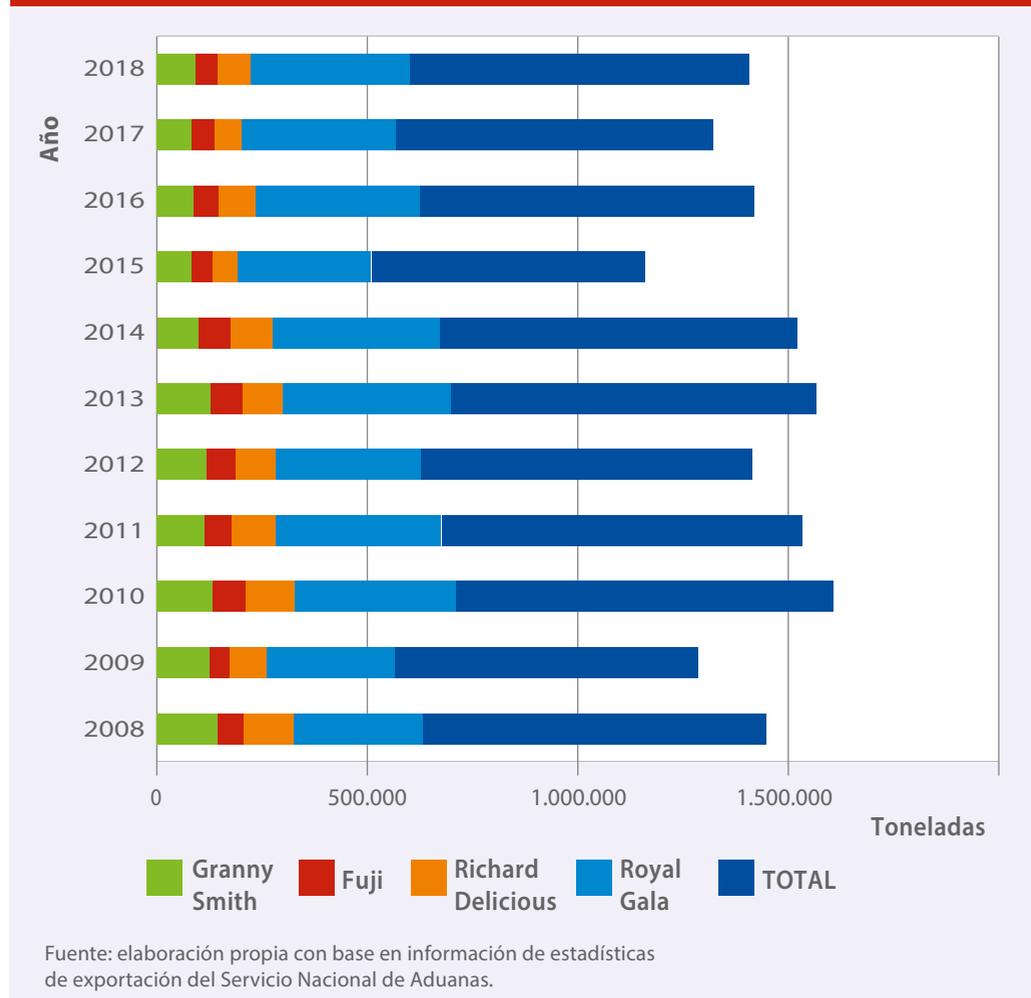
Cuadro 6. Evolución exportaciones de manzana fresca, según país de destino (toneladas)

País de destino	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	% 2018	Aumento periodo
Colombia	60.829	63.241	81.732	75.606	80.434	92.037	96.673	80.505	81.605	86.378	90.467	10,8%	148,7%
Estados Unidos	103.630	93.757	130.755	96.735	130.201	144.479	127.844	83.657	112.546	94.405	66.959	8,0%	64,6%
Holanda	91.019	69.439	61.890	64.906	54.313	83.591	69.990	46.616	50.117	42.230	64.004	7,7%	70,3%
India	19.504	10.537	24.727	31.020	23.864	17.618	50.853	21.242	34.307	25.676	59.645	7,1%	305,8%
Ecuador	45.666	41.372	50.640	49.559	50.429	56.195	64.284	43.878	40.079	52.493	56.459	6,8%	123,6%
Taiwán	37.727	34.407	54.850	49.486	47.820	61.181	56.211	41.853	53.170	57.119	53.597	6,4%	142,1%
Perú	29.540	41.062	49.850	39.949	42.504	38.475	49.630	46.952	51.459	56.873	46.344	5,5%	156,9%
Arabia Saudita	55.460	38.696	63.270	58.171	50.604	57.778	36.169	42.800	50.355	48.878	45.420	5,4%	81,9%
Reino Unido	40.860	33.910	38.575	31.345	27.958	28.444	44.039	27.280	29.255	30.657	44.546	5,3%	109,0%
Brasil	7.675	6.338	25.598	13.823	19.991	42.769	46.621	38.973	93.713	37.445	40.701	4,9%	530,3%
Alemania	6.441	22.280	16.395	14.773	7.685	7.498	7.579	7.117	10.579	16.529	32.416	3,9%	503,3%
Rusia	40.564	32.348	40.609	51.692	36.766	35.837	16.162	27.776	22.073	28.549	31.462	3,8%	77,6%
Bolivia	11.765	16.851	18.272	15.077	16.097	16.154	17.715	21.393	23.415	25.414	26.262	3,1%	223,2%
Canadá	13.565	15.076	18.536	18.408	17.375	28.024	20.341	11.300	24.425	23.581	24.631	2,9%	181,6%
Francia	11.922	10.610	10.103	12.139	7.190	12.248	11.121	12.588	14.343	16.556	21.899	2,6%	183,7%
China	6.256	10.550	14.765	17.068	18.905	19.417	17.287	24.189	17.615	13.746	12.438	1,5%	198,8%
Los demás países	236.141	185.371	199.789	217.330	183.280	159.250	145.637	94.791	112.029	113.385	118.459	14,2%	50,2%
TOTAL	818.565	725.844	900.355	857.087	815.414	900.995	878.156	672.909	821.085	769.912	835.710	100,0%	102,1%

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

Tradicionalmente, las principales variedades exportadas corresponden a Royal Gala, Granny Smith, Fuji y Richard Delicious, las que el año 2018 representaron el 74,6% del volumen total exportado ese año, siendo Royal Gala la principal variedad exportada, con un 46,4% del volumen total exportado ese año. En la Figura 2 se grafica el volumen de manzanas frescas exportado anualmente durante el periodo 2008-2018.

Figura 2. Volumen exportado de manzana fresca, periodo 2008 – 2018, según variedad (en toneladas)



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 7, mientras que la participación de variedades tradicionales, como Gala y Red Delicious, ha disminuido.

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

Variedades	2015	2016	2017	2018	Participación	
					2015	2018
Gala	291.361	363.188	347.328	363.734	48%	47%
Fuji	52.435	74.154	74.999	76.758	9%	11%
Cripps Pink	73.751	80.835	95.908	114.567	12%	13%
Red Delicious	90.596	121.759	92.327	110.429	15%	13%
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%	1%
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%
Total	612.742	748.991	710.498	778.728		

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 2018 las exportaciones de manzana ocuparon el tercer lugar de las exportaciones frutícolas, con un 12,9% del total exportado ese año, después de la uva de mesa y cereza, cuyas exportaciones representaron el 21,7% y 19,0% del valor FOB total de las exportaciones del sector frutícola (Cuadro 8).

Cuadro 8. Valor FOB exportaciones sector frutícola, periodo 2009 - 2018 (millones de US\$)														
Sector	2008		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		Variación periodo %
	Valor FOB	%	Valor FOB	%										
Agropecuario-silvícola y pesquero	4.066		3.668	4.372	4.969	5.019	5.647	5.621	5.194	5.882	5.742	6.416		58%
Sector frutícola	3.457	85,0	3.015	3.691	4.173	4.165	4.628	4.742	4.502	5.233	5.020	5.674	88,4	64%
Uva	1.291	37,3	1.197	1.355	1.462	1.431	1.569	1.504	1.351	1.397	1.232	1.229	21,7	-5%
Manzana	693	20,0	494	642	678	723	826	753	557	704	668	733	12,9	6%
Pera	142	4,1	115	110	137	139	165	119	131	121	140	128	2,3	-10%
Arándanos	221	6,4	192	356	401	395	440	529	529	644	491	649	11,4	194%
Kiwi	183	5,3	149	152	174	202	240	177	201	171	205	204	3,6	11%
Ciruela	114	3,3	107	114	136	144	147	100	132	151	138	174	3,1	53%
Cereza	218	6,3	122	256	365	379	392	594	517	851	572	1.079	19,0	395%
Palta	156	4,5	264	188	215	154	165	224	195	372	504	322	5,7	106%

Fuente: elaboración propia con base en información del Banco Central de Chile.¹²

¹² Información disponible en: <https://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

Los principales mercados para la manzana fresca exportada desde Chile, el año 2018, fueron Colombia, Estados Unidos de América, Holanda, Taiwán, India, Ecuador y Reino Unido, que en conjunto representaron el 53,8% del valor total de las exportaciones de manzana ese año, siendo Alemania el destino que mostró el mayor aumento del valor importado en el período 2008-2018, con un aumento de un 696,2%, seguido por Brasil (594,6%) e India (371,3%) (Cuadro 9).

Cuadro 9: Evolución valor FOB exportaciones de manzana fresca, según país de destino												
PAIS	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	% 2018
Colombia	43.694	39.032	54.442	56.436	69.953	78.816	74.782	63.136	62.851	68.308	73.592	10,0%
Estados Unidos de América	100.178	65.515	103.680	86.997	139.136	144.416	145.258	82.309	125.201	107.797	72.420	9,9%
Holanda	73.126	37.740	39.349	49.116	42.845	84.486	54.268	36.154	46.179	37.383	64.106	8,7%
India	12.410	5.914	15.343	20.543	16.989	13.079	36.199	15.209	23.937	17.579	46.074	6,3%
Ecuador	28.294	21.890	31.167	33.489	38.254	41.466	45.571	33.620	32.140	40.199	43.230	5,9%
Taiwán	42.623	35.636	56.745	57.399	61.761	65.609	61.652	48.965	55.498	58.188	52.853	7,2%
Perú	15.677	19.257	26.432	24.066	29.914	26.488	32.020	30.141	32.817	37.723	31.011	4,2%
Arabia Saudita	37.467	25.214	42.084	41.413	38.972	47.708	29.126	34.169	39.884	38.485	37.106	5,1%
Reino Unido	35.115	22.510	28.779	26.472	23.486	28.929	39.920	24.837	25.938	28.088	43.069	5,9%
Brasil	5.367	3.958	15.083	9.910	16.759	35.409	35.019	28.367	73.228	30.046	31.913	4,3%
Alemania	4.776	13.073	10.946	12.489	6.079	7.697	6.222	5.664	9.951	17.002	33.252	4,5%
Rusia	30.617	20.664	26.884	38.598	28.677	30.622	13.585	21.203	16.303	22.090	26.285	3,6%
Bolivia	3.693	5.916	6.787	5.801	6.663	8.311	9.512	11.476	13.286	14.287	12.830	1,7%
Canadá	12.835	13.976	17.687	16.318	17.520	30.400	20.111	9.295	25.549	23.613	25.156	3,4%
Francia	8.984	6.467	6.728	8.963	5.439	11.844	9.574	9.783	12.999	15.634	20.252	2,8%
China	4.593	7.411	10.062	16.236	19.769	16.560	19.234	24.514	14.038	14.933	14.298	1,9%
Los demás países	218.839	142.784	140.713	172.165	158.783	151.124	123.138	77.000	94.198	96.757	106.913	14,6%
TOTAL	678.286	486.954	632.912	676.411	720.999	822.963	755.193	555.842	703.997	668.112	734.361	100,0%

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

El precio promedio FOB de exportación de la manzana en el año 2018 se situó en US\$ 0,88 por kilo, permaneciendo estable respecto de los dos años anteriores. En términos generales, el precio de exportación mostró un incremento entre el año 2009 y 2013, 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. Al analizar los precios según país de destino, se observa una gran variación, siendo menores en los países de América del Sur (Figura 3).

Figura 3. Precio promedio FOB de manzana fresca, periodo 2008 – 2018 (en US\$/kg)



En los últimos años se observa un aumento de las exportaciones de manzana orgánica. La oferta de un producto diferenciado, como este, ofrece una alternativa a los productores chilenos de acceder a mayores 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 10 se muestran las exportaciones de manzana orgánica para el periodo 2015 -2018. En este período se observa un aumento sostenido de las exportaciones, que al año 2018 aumentaron en un 35,9% por sobre el volumen exportado el año 2015, adquiriendo mayor relevancia la variedad Royal Gala, cuyas exportaciones aumentaron en un 64,5,4% entre 2015 y 2018.

Cuadro 10. Volumen de manzana fresca orgánica exportada, periodo 2015-2018 (toneladas)

Variedad	2015	2016	2017	2018	Incremento %
Braeburn	323.310	193.125	175.297	266.684	-17,5%
Fuji	3.243.862	3.437.328	3.765.476	3.969.398	22,4%
Granny Smith	2.255.342	1.949.778	2.267.806	2.807.694	24,5%
Royal Gala	6.743.879	7.699.055	7.093.163	11.092.717	64,5%
Las demás variedades	7.338.326	7.247.158	9.376.127	8.908.684	21,4%
Total	19.904.718	20.526.444	22.677.869	27.045.178	35,9%

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

Las exportaciones de manzana fresca orgánica, al año 2018, alcanzaron un valor FOB de un poco más de 27 millones de dólares, lo que representa un aumento de un 44,8% por sobre el valor exportado el año 2015. El mayor aumento lo registra la variedad Royal Gala, consistente con el aumento del volumen exportado (Cuadro 11).

Cuadro 11. Volumen de manzana fresca orgánica exportada, periodo 2015-2018 (US\$)

Variedad	2015	2016	2017	2018	Incremento %
Braeburn	471.433	419.578	258.712	462.453	-1,9%
Fuji	5.090.703	7.763.511	4.934.088	5.862.705	15,2%
Granny Smith	3.474.564	4.207.248	3.453.255	3.208.089	-7,7%
Royal Gala	9.645.808	14.675.925	9.486.392	17.516.249	81,6%
Las demás variedades	9.576.623	13.190.620	11.356.623	14.001.668	46,2%
Total	18.682.509	27.066.262	18.132.446	27.049.496	44,8%

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 2015-2018. Si bien alcanzó un máximo el año 2016, durante el año 2018 experimentó un leve aumento respecto del año anterior, alcanzando a 1,50 US\$/kg, que equivale a un 70% por sobre el precio promedio de la manzana fresca no orgánica exportada ese mismo año.

Figura 3. Precio promedio FOB de manzana fresca, periodo 2015-2018 US\$/kg)

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

1.3. Daño por golpe de sol

De acuerdo a evaluaciones realizadas en huertos de manzanos de la Región del Maule, se estima que las pérdidas de frutos comercializables por daño por golpe de sol pueden llegar a un 40% de la cosecha, dependiendo principalmente, de la variedad, siendo más resistentes las variedades rojas que las verdes, pero también de la edad de las plantas, ubicación geográfica del huerto y de la temporada. Este problema es particularmente importante en localidades con altas temperaturas estivales.

El daño por golpe de sol en la fruta se manifiesta como: daño por exceso de luz visible y ultravioleta; 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.¹³



¹³ YURI, J.A., "El daño por sol en manzanas", Rev. Frutícola – Vol. 22 – N° 3, 2001.

Las principales causas del golpe de sol serían la exposición prolongada de los frutos a una alta radiación solar y 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 cosecha 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, 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 la acumulación de impurezas en la fruta, lavado de productos químicos desde las hojas y lixiviación de elementos del suelo, además de un alto consumo de agua/ha, lo que representa un gran problema considerando que Chile está fuertemente afectado por el cambio climático, tendiendo a la desertificación.¹⁴

¹⁴ YURI, op. cit.

► 2. Innovación y base conceptual de la tecnología

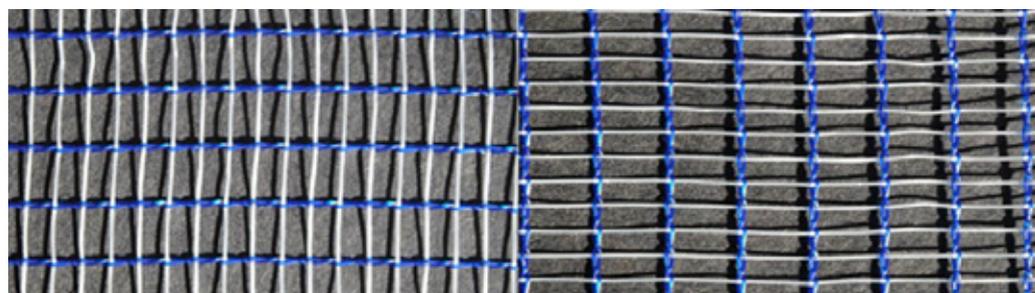
El uso de mallas para proteger los manzanos contra daño por golpe de sol se ha masificado en el último tiempo, existiendo variedad de materiales en cuanto a diseño y color. En Chile predominan las mallas del tipo raschell y monofilamento de color negro o blanco, que poseen diferentes densidades y tamaños de hilos. Las mallas de tipo raschell suelen ser tejidas con un hilo plano de menor durabilidad y resistencia mecánica, pero que es capaz de generar una mayor capacidad de sombreado. Las mallas monofilamento se tejen con hilos cilíndricos de menor grosor y mayor resistencia mecánica y durabilidad, sirviendo tanto para crear sombra como para prevenir daños por viento y granizo.

La innovación se basa en el diseño y elaboración de mallas con propiedades fotoselectivas que permitan disminuir la radiación directa visible volviéndola difusa, con una capacidad de sombra del orden del 20%. Para esto, se produjeron hilos del tipo monofilamento fusionando polietileno, aditivos y pigmentos, para obtener hilos de colores azul, gris y perla, para los siguientes propósitos:

- El pigmento azul se utilizó para incrementar la transmisión de radiación en el espectro de luz azul (400-500 nm), con el fin de controlar el exceso de vigor de los árboles que se da habitualmente en huertos bajo mallas, y de esta manera estimular la síntesis de clorofila, mejorando la proporción de frutos de color verde intenso, como Granny Smith.
- El pigmento gris se utilizó para bloquear la transmisión de radiación en el espectro de luz infrarojo y mejorar la efectividad de la malla para disminuir la temperatura de la fruta.
- El objetivo del pigmento perla fue transformar la radiación fotosintéticamente activa directa en difusa y obtener efectos positivos sobre el desarrollo del color rojo en variedades Pink Lady® y Fuji.

Mediante procesos de tejeduría y urdimbre se obtuvieron tres prototipos de malla monofilamento con las siguientes combinaciones de hilos: Perla-Gris (PG); Azul-Gris (AG) y Perla-Azul (PA).

Detalle de malla fotoselectiva (perla-azul) fabricada con trama de color perla y urdimbre de color azul



► 3. El valor de la herramienta desarrollada

El bajo precio internacional de la manzana impone a los productores el desafío de poner especial énfasis en los costos de producción, a la vez de lograr una mayor producción exportable. Así, al momento de producir se deben evaluar varios factores que apunten, no solo a disminuir los costos de producción, sino también a aumentar los ingresos. En este sentido cobra importancia evaluar aspectos tales como: plantar huertos que entren rápidamente en producción, con una inversión inicial que contemple una óptima calidad de plantas; riego tecnificado; preparación de suelo y densidad de plantación, de manera de mejorar el potencial productivo del huerto. A esto también se suman decisiones como cultivar variedades *club* versus *commodities*, plantar manzanas orgánicas o realizar una producción sin residuos de productos químicos, variables que permiten acceder a mejores precios de venta.

En cuanto a obtener una mayor producción exportable, y tal como se ha mencionado anteriormente, el daño

por golpe de sol es un problema que afecta de manera importante el nivel de producción comercializable. Si bien este no es un problema reciente en manzanas, los expertos señalan que se ha hecho cada vez más evidente en los huertos y más severo en su sintomatología, debido al probable efecto del calentamiento climático global.¹⁵

De ahí la importancia de las mallas desarrolladas en esta investigación, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos son efectivas en su propósito, logrando disminuir la incidencia de daño por golpe de sol entre un 60% y 95%, dependiendo de la variedad; así por ejemplo se logró un 60% de efectividad en la reducción de daño por golpe de sol en la variedad Fuji, mientras que en Pink Lady® alcanzó un 95% de efectividad y un 70% en Granny Smith.¹⁶



¹⁵ BASTIAS, R. et al. 2018. "Manejo de huertos de manzanos bajo mallas para el control de daño por sol".

¹⁶ Información entregada por el coordinador del proyecto precursor, Sr. Richard Bastías M. PhD.



Por otra parte, además de su efecto directo sobre la disminución de daño por golpe de sol, que fue el propósito del proyecto precursor, es importante destacar que la malla desarrollada no generó problemas productivos, como por ejemplo retorno floral o excesivo crecimiento vegetativo; tampoco se observaron problemas de color de la fruta que no pudieran ser manejables, ya que al tratarse de una malla al 20% de sombra es poca la restricción de luz que produce. Esto, sumado a su efectividad para controlar el daño por golpe de sol, contribuyen a potenciar su uso.

No obstante lo anterior, y considerando que la herramienta tecnológica desarrollada fue evaluada en tres localidades de la Región del Maule, en cada una de las cuales se probó en una variedad específica durante dos temporadas agrícolas, cobra relevancia evaluar bajo qué condiciones se rentabiliza su inversión, análisis que se muestra a continuación.

► 4. Conveniencia económica para el productor

El proyecto precursor realizó el ejercicio de evaluar la rentabilidad y conveniencia para el productor de utilizar las mallas fotoselectivas desarrolladas en esta investigación, como una opción para contribuir a disminuir la pérdida de volumen comercializable por daño por golpe de sol en el cultivo comercial de manzano. Este análisis permitió definir algunos parámetros que condicionan el resultado del uso de estas mallas y por tanto, la viabilidad de su uso en huertos comerciales, como una alternativa para mejorar la competitividad de este rubro.

Para efectos de dicha evaluación, se utilizó la información de producción de una temporada agrícola (2015/2016), comparándose la producción comercializable alcanzada en las variedades Granny Smith, Fuji y Pink Lady® cultivadas bajo mallas fotoselectivas con la producción obtenida bajo malla negra y sin malla, para las tres localidades de la Región del Maule donde se ubicaban los huertos de los productores asociados al proyecto precursor: Teno, Yervas Buenas y Molina, respectivamente.

En el Cuadro 12 se muestran los volúmenes de producción comercial y de pérdidas proyectados en el estudio de rentabilidad, de acuerdo a los resultados de campo que se obtuvieron en el proyecto precursor durante la temporada 2015/2016,¹⁷ para cada variedad, según el tipo de malla utilizada y densidad de plantación. Se supuso que los rendimientos obtenidos correspondieron a plena producción por tratarse de huertos comerciales ya establecidos.

Cuadro 12. Volumen comercial de manzana, según variedad y condición de uso de malla durante la temporada 2015/2016

Variedad/ localidad/	Condición de malla	Pérdidas (kg)	Volumen comercial (kg)
var. Granny Smith Teno 2.104 pl/ha	Malla perla gris	7.791	23.824
	Malla perla azul	7.690	22.688
	Malla azul gris	3.239	1.971
	Malla negra	6.381	19.698
	Sin malla	31.500	38.500
var. Fuji Yerbas Buenas 1.666 pl/ha	Malla perla gris	6.716	40.093
	Malla perla azul	10.762	55.867
	Malla azul gris	5.577	65.298
	Malla negra	4.331	39.653
	Sin malla	18.000	42.000
var. Pink Lady® Molina 1.110 pl/ha	Malla perla gris	1.418	88.485
	Malla perla azul	1.306	80.244
	Malla azul gris	1.308	74.046
	Malla negra	3.021	73.454
	Sin malla	24.000	56.000

Fuente: elaboración propia con base en información del Anexo 6. Estudio Evaluación costo-beneficios de las mallas. Informe final proyecto precursor.

Para cada variedad se determinó el rendimiento por calibre comercial y categoría de color, de acuerdo al tipo de malla. La tipificación fue ajustada a la clasificación comercial utilizada en los mercados para cada una de las variedades de manzana evaluada. En lo que respecta a la equivalencia entre peso del fruto y calibre comercial, se relacionó dicho peso con el peso promedio de fruto de las distintas categorías, clasificándose en 3 rangos de calibres comerciales para cada una de las variedades. En el Cuadro 13 se muestra, para cada variedad evaluada, la distribución porcentual por calibre y categoría obtenida en la evaluación realizada en el proyecto precursor.

¹⁷ Los ensayos consistieron en cubrir un total de tres hileras con cada tipo de malla, considerando el largo total de las hileras por cada bloque, dejando hileras sin cobertura de malla como testigo absoluto.



Cuadro 13. Rendimiento por calibre y categoría comercial, según variedad

Variedad / localidad	Condición de malla	Porcentaje producción por calibre y categoría											
		Super			Extra Fancy			Fancy			Cate 1		
		<160 gr	>160 y <225 gr	>225 gr	<160 gr	>160 y <225 gr	>225 gr	<160 gr	>160 y <225 gr	>225 gr	<160 gr	>160 y <225 gr	>225 gr
var. Granny Smith / Teno 2.104 pl/ha	Malla Perla Gris	0,04	0,13	0,03	9,56	29,23	7,37	5,91	18,07	4,55	5,11	15,62	3,94
	Malla Perla Azul	0,05	0,16	0,04	7,18	21,79	5,81	8,17	24,78	6,61	5,23	15,86	4,23
	Malla Azul Gris	1,10	5,24	2,07	7,94	37,89	14,94	2,12	10,12	3,99	1,89	9,01	3,55
	Malla Negra	0,64	2,39	1,23	8,18	30,45	15,64	2,45	9,11	4,68	3,69	13,73	7,05
var. Fuji / Yervas Buenas 1.666 pl/ha		Premium		Extra Fancy				Fancy					
		<168 gr	>168 y <237 gr	>237 gr	<168 gr	>168 y <237 gr	>237 gr	<168 gr	>168 y <237 gr	>237 gr			
	Malla Perla Gris	12,00	15,00	9,00	19,00	23,00	13,00	3,00	4,00	2,00			
	Malla Perla Azul	9,00	8,00	4,00	26,00	22,00	10,00	9,00	8,00	4,00			
	Malla Azul Gris	7,00	8,00	4,00	24,00	28,00	15,00	5,00	6,00	3,00			
Malla Negra	18,00	18,00	7,00	22,00	22,00	9,00	2,00	2,00	1,00				
var. Pink Lady® / Molina 1.110 pl/ha		Premium		Extra Fancy									
		< 150 gr	>150 y < 212 gr	> 212 gr	< 150 gr	>150 y < 212 gr	> 212 gr						
	Malla Perla Gris	9,00	44,00	33,00	1,00	7,00	6,00						
	Malla Perla Azul	14,00	42,00	19,00	5,00	14,00	6,00						
	Malla Azul Gris	12,00	44,00	26,00	3,00	10,00	6,00						
	Malla Negra	13,00	4,00	20,00	3,00	11,00	5,00						
Sin Malla	9,00	47,00	40,00	1,00	5,00	4,00							

Fuente: elaboración propia con base en información del Anexo 6. Estudio evaluación costo – beneficios de las mallas. Informe final proyecto precursor.

Respecto de los precios, estos fueron estimados en función de los calibres comerciales definidos para cada una de las variedades y corresponden a precios promedios de retorno a productor, estimados a partir de las liquidaciones de las tres temporadas anteriores a la evaluación. En el Cuadro 14 se muestran los precios en US\$/kg pagados a productor para cada variedad, según calibre y categoría de color.

Cuadro 14. Precio retorno a productor promedio por calibre y categoría comercial, según variedad (US\$/kg)

Variedad	Precio retorno a productor promedio (US\$/kg)											
	Super		Extra Fancy			Fancy			Cate 1			
Granny Smith	<160 gr	>160 y <225 gr	>225 gr	<160 gr	>160 y <225 gr	>225 gr	<160 gr	>160 y <225 gr	>225 gr	<160 gr	>160 y <225 gr	>225 gr
	0,29	0,55	0,38	0,16	0,39	0,26	0,12	0,20	0,12	0,12	0,20	0,12
Fuji	Premium		Extra Fancy			Fancy						
	<168 gr	>168 y <237 gr	>237 gr	<168 gr	>168 y <237 gr	>237 gr	<168 gr	>168 y <237 gr	>237 gr			
	0,32	0,69	0,92	0,21	0,57	0,74	0,13	0,36	0,59			
Pink Lady®	Premium		Extra Fancy									
	<150 gr	>150 y <212 gr	> 212 gr	< 150 gr	>150 y <212 gr	>212 gr						
	0,38	0,56	0,37	0,24	0,33	0,17						

Fuente: elaboración propia con base en información del Anexo 6. Estudio Evaluación costo – beneficios de las mallas. Informe final proyecto precursor.

La evaluación se realizó para un horizonte de evaluación de 15 años y una tasa de descuento de 10%, considerando una plantación nueva, con una curva de producción equivalente a la que se muestra en el Cuadro 15. Además de los precios y rendimientos de campo mencionados anteriormente, se supuso que la instalación de la malla se realiza en el año 2 de la plantación y que los costos de manejo de las plantaciones son similares, independientemente de la condición de malla utilizada. El costo de instalación de la malla considerado en la evaluación, incluida la estructura y la malla fotoselectiva, fue de US\$ 9.200/ha, de los cuales US\$ 4.200 corresponden a la malla y US\$ 5.000 a la estructura.¹⁸

Cuadro 15. Curva incremento de la producción (porcentaje)

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Porcentaje incremento producción	0%	10%	60%	90%	100%

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor. Presentación "Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzano mediante el desarrollo de malla – Evaluación económica". Antonio A. Pinto.

En el caso específico de la variedad Pink Lady® se evaluó un escenario adicional, que se denominó "sin malla estándar", en el cual se supuso que las pérdidas por golpe de sol alcanzan a un 15% en plena producción. Esto, debido a que en la temporada evaluada no hubo pérdidas significativas por golpe de sol, lo que corresponde a una condición excepcional, a juicio de los expertos.¹⁹

En el Cuadro 16 se muestran los indicadores de rentabilidad VAN y TIR estimados en el proyecto precursor, para cada variedad, según el tipo de malla utilizado. En la variedad Fuji, el mejor comportamiento en términos de rentabilidad se observó con el uso de malla Azul-Gris, justificándose el uso de esta malla bajo las condiciones de precio y disminución de daño por golpe de sol evaluados.

En el caso de Pink Lady®, la mayor rentabilidad se alcanzó con el uso de la malla Perla-Gris, considerando que en la temporada evaluada hubo un bajo porcentaje de pérdida por golpe de sol, condición que no es lo habitual. No obstante, de acuerdo a lo señalado en el proyecto precursor, se esperaría que bajo condiciones de mayores pérdidas por golpe de sol en este cultivar, cercano al 18%, como se observó en la temporada 2016/17, la malla Azul-Gris sea la más rentable.

Por su parte, en Granny Smith ningún escenario resultó rentable, debido al bajo precio de comercialización de esta variedad. Por este motivo, se analizó la alternativa de utilizarlo en un cultivo de manzano orgánico, resultando rentable solo en el caso de usar la malla AG, con un VAN de US\$ 29.272/ha y una TIR de 23%.

¹⁸ En Anexo 1 se muestra el detalle de los costos de instalación de malla fotoselectiva considerada en la evaluación del proyecto precursor, para una hectárea de huerto comercial de manzano.

¹⁹ PINTO, A. Anexo 6. Estudio Evaluación costo – beneficios de las mallas. Informe final proyecto precursor.

Cuadro 16. Indicadores de rentabilidad estimados proyecto precursor, por hectárea

Condición de malla	Granny Smith		Fuji		Pink Lady®	
	VAN (US\$)	TIR (%)	VAN (US\$)	TIR (%)	VAN (US\$)	TIR (%)
Malla perla gris	-60.924	No aplica	-328	9,8	69.543	39,9
Malla perla azul	-64.259	No aplica	1.964	11,1	54.651	35,0
Malla azul gris	-5.761	No aplica	18.602	19,3	48.121	32,7
Malla negra	-60.993	No aplica	2.249	11,3	49.738	33,3
Sin malla (1)	-65.649	No aplica	12.724	17,7	71.292	44,0
Sin malla estándar					41.764	33,2

(1) En Granny Smith considera 45% de pérdidas por daño de golpe de sol.

Fuente: elaboración propia con base en información del Anexo 6. Estudio evaluación costo-beneficios de las mallas. Informe final proyecto precursor.

El análisis de sensibilidad mostró que el costo de la malla no tiene mayor efecto sobre la rentabilidad y que incluso el negocio sigue siendo rentable frente a un aumento de hasta un 50% del costo de la malla, en cuyo caso el VAN alcanzó a US\$ 16.591/ha. En el caso de Pink Lady®, todas las opciones de malla serían rentables para el mismo aumento de costos de la malla.

Por otra parte, se realizó un análisis de riesgo con simulaciones Montecarlo,²⁰ mostrando que la variedad Granny Smith es la más riesgosa, bajo las condiciones de producción y precios evaluadas; mientras que Fuji presentaría una condición aceptable bajo malla Azul-Gris, y Pink Lady®, dados los precios a los que actualmente se transa, la que presenta la condición de menor riesgo.

A partir de los resultados obtenidos en el proyecto precursor y con el objeto de complementar el estudio de rentabilidad realizado en él, a continuación se hace un análisis simple donde se evalúa la conveniencia de utilizar la malla bicolor desarrollada en el proyecto, frente a la decisión de su uso para proteger la fruta contra el daño por golpe de sol. Para ello, solo se evaluó utilizar malla bicolor, en primer lugar porque demostró ser más efectiva que la malla negra para controlar el daño por golpe de sol, y en segundo lugar porque la diferencia entre instalar la malla bicolor y otro tipo de malla corresponde principalmente al precio de la malla, ya que el costo de la estructura, así como de su manejo a lo largo de la temporada, es el mismo, independiente del tipo de malla que se utilice.

Para este análisis de rentabilidad complementario, los flujos relevantes son los mayores ingresos por daño evitado (menor pérdida de la producción), los que se comparan con la inversión de instalar la malla, durante un horizonte de evaluación de 15 años. Esto, debido a que los costos de inversión en la plantación propiamente tal no difieren entre la situación con malla y sin malla, y los costos de producción, tal como se señala en el proyecto precursor, son similares en ambas situaciones. Por tanto, se consideró como beneficio solo el valor

²⁰ El método de Montecarlo es un método estadístico utilizado para resolver problemas matemáticos complejos a través de la generación de variables aleatorias.

de la mayor producción comercializable debido a la menor pérdida por golpe de sol que se tendría mediante el uso de malla bicolor, en relación a no utilizar esta malla. Además, dado que los rendimientos de una plantación recién iniciada son crecientes durante los primeros 5 años hasta llegar a plena producción, independiente de si se usa o no malla, se incluyó en el análisis la estimación del momento óptimo para instalar la malla.

Este análisis de rentabilidad se hizo solo para las variedades Fuji y Pink Lady®, dado que en el proyecto precursor se determinó que en el cultivo tradicional de Granny Smith no es conveniente utilizar mallas para proteger a la fruta contra daño de sol.

Para determinar los flujos de caja, se consideró que la inversión de instalación de la malla alcanza a un valor de US\$ 12.800/ha (Anexo 1), con una reinversión por recambio de la malla cada 7 años.²¹

Para estimar la mayor producción por menor daño de golpe de sol se utilizaron los resultados obtenidos de efectividad más adecuados para cada variedad, independiente de la malla con la que se lograron, dado que el costo de inversión en la malla es el mismo para cualquiera de los dos tipos de malla bicolor que se comercializan actualmente (Azul-Gris y Perla-Azul). Además se supuso que, durante los primeros años de la plantación, la mayor producción que se obtendría gracias al uso de las mallas sigue la misma curva de incremento de producción de la plantación mencionada en el Cuadro 15.

A partir de lo anterior, se evaluaron tres escenarios:

- **Escenario 1:** considera un porcentaje de pérdida por daño por golpe de sol de 20% de la producción y un 95 % de efectividad de la malla, que corresponde al resultado obtenido en la variedad Pink Lady®.²²
- **Escenario 2:** considera una incidencia de daño por golpe de sol de 40% y una efectividad de la malla de 60%, que fue lo que se obtuvo en la variedad Fuji.²³
- **Escenario 3:** representa una situación intermedia entre los dos escenarios anteriores. Se consideró una incidencia de daño por golpe de sol de 20% de la producción y una efectividad de la malla de 60%, equivalente a un aumento de fruta comercializable de 12%.

Para cada uno de estos escenarios se calculó el VAN por hectárea para una tasa de descuento de 10%, considerando distintas combinaciones de rendimiento de campo, año de instalación de la malla y precio promedio de retorno a productor, determinándose de esta forma el momento óptimo para instalar la malla y el rango de precios que rentabiliza dicha

²¹ www.agronomiaudec.al/tag/mallas/

²² Información proporcionada por el coordinador del proyecto precursor, Sr. Richard Bastías.

²³ *Ibíd.*

inversión, dependiendo del nivel de producción del huerto. Con el fin de simplificar el análisis se supuso un precio promedio único de retorno a productor, sin diferenciar por calibre y categoría de color. A este precio promedio se le restó el valor que obtendría esta fruta con daño por golpe de sol en el mercado interno, suponiendo que en condiciones normales es vendida a la industria a un precio de US\$ 0,11/kg. Para estimar la producción exportable, se supuso un porcentaje de embalaje de un 80% sobre la mayor producción que se obtenga por disminución de daño por golpe de sol. En el Anexo 2 se incluye el detalle de los resultados de rentabilidad estimados para cada uno de estos escenarios evaluados.

En el Cuadro 17 se muestran los resultados para el escenario 1, que es equivalente a los resultados obtenidos en el proyecto precursor en la variedad Pink Lady®; es decir, para un daño por golpe de sol de 20% y 95% de efectividad de la malla. Suponiendo una producción de 80.000 kg/ha, el precio mínimo para que sea conveniente el uso de malla bicolor a contar del segundo año de la plantación es de US\$ 0,32/kg.

Cuadro 17. Flujo de caja neto Escenario 1
20% daño por golpe de sol y 95% efectividad malla

Año horizonte evaluación	Inversión instalación mallas	Producción kg	Producción incremental por menor daño de golpe de sol kg	Producción incremental a embalaje kg	Ingresos por mayor producción US\$	Flujo de caja neto US\$
0	Plantación					
1	12.800	0	0	0	0	-12.800
2		8000	1.520	1.216	254	254
3		48000	9.120	7.296	1.522	1.522
4		72.000	13.680	10.944	2.283	2.283
5		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
6		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
7		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
8	5400	80.000	15.200	12.160	2.537	-2.863
9		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
10		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
11		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
12		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
13		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
14		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
15		80.000	15.200	12.160	2.537	2.537
Precio	US\$ 0,32/kg	Producción	80.000 kg/ha	VAN (10%)	13	

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

Por otra parte, en el Escenario 2, donde el porcentaje de daño por golpe de sol alcanza a un 40% y la efectividad de la malla es de un 60%, como ocurrió en el caso de la variedad Fuji evaluada en el proyecto precursor, se tiene que para una producción de 60.000 kg/ha el precio mínimo que rentabiliza la inversión en malla bicolor durante el segundo año de la plantación es de US\$ 0,34/kg (Cuadro 18).

Cuadro 18. Flujo de caja neto Escenario 2
40% daño por golpe de sol y 60% efectividad malla

Año horizonte evaluación	Inversión instalación mallas	Producción kg	Producción incremental por menor daño de golpe de sol kg	Producción incremental a embalaje kg	Ingresos por mayor producción US\$	Flujo de caja neto
0						0
1	12.800	0	0	0	0	-12.800
2		6.000	1.440	1.152	263	263
3		36.000	8.640	6.912	1.580	1.580
4		54.000	12.960	10.368	2.371	2.371
5		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
6		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
7		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
8	5400	60.000	14.400	11.520	2.634	-2.766
9		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
10		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
11		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
12		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
13		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
14		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
15		60.000	14.400	11.520	2.634	2.634
Precio	US\$ 0,34/kg	Producción	60.000 kg/ha	VAN (10%)	554	

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

En el Cuadro 19 se muestra el flujo de caja y VAN del escenario 3, considerando un 20% de pérdida por daño de golpe de sol y 60% de efectividad de la malla. De acuerdo a esto, para una producción de 80.000 kg/ha se requiere un precio mínimo de retorno a productor de US\$ 0,45/kg, para que sea rentable invertir en la instalación de malla en el segundo año de la plantación.

**Cuadro 19. Flujo de caja neto Escenario 3
20% daño por golpe de sol y 60% efectividad malla**

Año horizonte evaluación	Inversión instalación mallas	Producción kg	Producción incremental por menor daño de golpe de sol kg	Producción incremental a embalaje kg	Ingresos por mayor producción US\$	Flujo de caja neto
0	Plantación					
1	12.800	0	0	0	0	-12.800
2		8000	960	768	260	260
3		48000	5.760	4.608	1.560	1.560
4		72.000	8.640	6.912	2.341	2.341
5		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
6		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
7		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
8	5400	80.000	9.600	7.680	2.601	-2.799
9		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
10		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
11		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
12		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
13		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
14		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
15		80.000	9.600	7.680	2.601	2.601
Precio	US\$ 0,45/kg		Producción	80.000 kg/ha	VAN (10%)	368

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

Finalmente, la información contenida en el Anexo 2 corresponde a los resultados de un análisis de sensibilidad para determinar el precio de retorno a productor mínimo que rentabiliza la inversión en malla bicolor ($VAN = 0$), para distintos niveles de producción por hectárea, dependiendo del año de la plantación en que se instale la malla bicolor. Esto, para los tres escenarios de daño por golpe de sol y efectividad de la malla evaluados. A modo de ejemplo, en el Cuadro 20 se muestran los resultados para el Escenario 3, con un daño por golpe de sol de 20% y 60% de efectividad de la malla y para un rango de producción entre 50.000 y 65.000 kg/ha. Como se observa, si la producción alcanzara a 65.000 kg/ha el uso de malla comienza a ser rentable con un precio promedio de retorno a productor de US\$ 0,45/kg, siempre que la malla se instale cuando la plantación tenga 4 años; esto, porque el volumen de producción los primeros años, y por tanto el mayor volumen que se podría exportar por menor daño por golpe de sol evitado, es muy bajo para solventar el costo de la inversión. Para que fuera rentable instalar la malla en una plantación de un año, se requeriría un precio

promedio de retorno a productor de US\$ 0,52/kg. Sin embargo, a partir de un precio promedio de retorno a productor de US\$ 0,49/kg, es más conveniente instalar la malla al tercer año de la plantación, obteniéndose un VAN mayor que si se instalara en el cuarto año desde la plantación.

Cuadro 20. Flujo de caja neto Escenario 3 20% daño por golpe de sol y 60% efectividad malla																	
VAN en US\$/ha para 20% de daño por golpe de sol y 60% efectividad de la malla																	
Producción kg/ha	Año inversión	Precio retorno a productor (US\$/kg)															
		0,44	0,45	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,58	0,61	0,62	
65.000	año 1	-2.703	-2.355	-1.658	-1.309	-961	-613	-264	84								
	año 2	-1.416	-1.068	-371	-23	326	674	1.023	1.371								
	año 3	-416	-73	614	957	1.300	1.644	1.987	2.330								
	año 4	-277	38	669	984	1.299	1.614	1.929	2.244								
	año 5	-571	-294	260	536	813	1.090	1.367	1.644								
	año 6	-965	-727	-251	-13	225	463	701	939								
60.000	año 1			-2.619	-2.298	-1.976	-1.654	-1.333	-1.011	-689	-368						
	año 2			-1.332	-1.011	-689	-367	-46	276	598	919						
	año 3			-333	-16	301	617	934	1.251	1.568	1.885						
	año 4			-201	90	381	672	963	1.254	1.545	1.836						
	año 5			-504	-248	7	263	518	774	1.029	1.285						
	año 6			-908	-688	-468	-249	-29	191	411	631						
55.000	año 1								-2.401	-2.106	-1.812	-1.517	-1.222	-632	-337		
	año 2								-1.114	-819	-525	-230	65	655	950		
	año 3								-118	172	463	753	1.044	1.625	1.915		
	año 4								-4	263	530	796	1.063	1.596	1.863		
	año 5								-331	-97	138	372	606	1.075	1.309		
	año 6								-759	-557	-356	-154	47	450	651		
50.000	año 1											-2.666	-2.398	-1.861	-1.593	-789	-521
	año 2											-1.379	-1.111	-575	-307	498	766
	año 3											-379	-115	413	677	1.470	1.734
	año 4											-243	0	484	727	1.454	1.697
	año 5											-541	-328	98	311	950	1.163
	año 6											-939	-756	-390	-207	342	526

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

Finalmente, es importante destacar que el beneficio evaluado corresponde únicamente a la disminución de daño por golpe de sol que generan las mallas bicolor desarrolladas en el proyecto precursor, sin incorporar otros efectos positivos que han justificado el uso de mallas en diferentes zonas productoras de manzanas del mundo, como son disminuir pérdidas originadas por granizo, viento, ataque de pájaros e insectos; así como tampoco los efectos adicionales de las mallas fotoselectivas que se observaron durante el desarrollo del proyecto precursor, sobre la frecuencia de riego o el raleo químico.



► 5. Claves de la viabilidad

A partir de los resultados obtenidos en el proyecto precursor, es posible extraer algunos aspectos que se han considerado claves para la viabilidad del uso de mallas fotoselectivas en el cultivo comercial de manzano, con el objeto de disminuir las pérdidas por golpe de sol. Esto, con el fin de aportar información para productores y asesores interesados en utilizar la tecnología desarrollada en este proyecto.



Es importante tener presente que el uso de esta herramienta tecnológica implica una inversión adicional, ya sea respecto de un huerto donde no se utiliza malla, como en relación a aquellos que usan malla negra, debido en este último caso a un mayor costo de la malla fotoselectiva. Por tanto, la viabilidad de su uso se reduce a un análisis costo-beneficio, en el cual es importante tener en cuenta al menos los siguientes factores:

- **Relación variedad y precio de mercado**

Tal como se ha señalado, las variedades de manzano tienen distinta tolerancia al daño por golpe de sol, siendo más resistentes las variedades rojas que las verdes. No obstante, es importante tener en cuenta el precio de mercado de la fruta, ya que el uso de las mallas implica un costo adicional que debe ser absorbido por el valor de la mayor producción que se obtenga gracias a su uso. Por ejemplo, en el caso de Granny Smith, si bien es una de las variedades que presenta una alta incidencia de daño por golpe de sol, su precio de mercado no rentabiliza la inversión para disminuir esta pérdida.

En este sentido cobra importancia el acceso a mercados donde se pueda diferenciar el producto a través del precio, como puede ser el de producción orgánica. En este caso se deberá determinar la conveniencia de utilizar las mallas desarrolladas para proteger el huerto y aumentar el porcentaje de fruta comercializable. Esto, debido a que la producción bajo este sistema de cultivo generalmente es más baja que en plantaciones tradicionales y a un costo mayor. Además, también influye el momento en que se inicie el cultivo orgánico, ya que la transición entre un cultivo convencional a uno orgánico implica una baja en los rendimientos durante un período de 3 a 5 años.

- **Diseño del huerto**

Las nuevas tendencias en diseño de huertos permiten una producción a mayor densidad, lo que a su vez provoca una mayor exposición de la fruta a la radiación solar y por tanto a sufrir daño por golpe de sol. En este caso, y dependiendo de la variedad, localización del huerto y respuesta al uso de las mallas, se deberá determinar la conveniencia de instalar esta tecnología.

- **Conocimiento sobre el comportamiento de las variedades**

La conveniencia o no de utilizar mallas fotoselectivas depende fundamentalmente de la variedad y su comportamiento frente al daño por golpe de sol, que obedece a varios factores, como la localización del huerto, el diseño de éste y el manejo agronómico que se le de. Por tanto, en la medida que exista un mayor conocimiento del comportamiento de cada variedad bajo el uso de esta herramienta desarrollada, más certera será la decisión de utilizarla y los resultados que se puedan esperar.

- **Momento óptimo de inversión**

Tal como se vio en el punto “conveniencia de la tecnología para el productor”, es posible mejorar la rentabilidad de esta inversión determinando el momento óptimo de la inversión. Esto, debido a que los beneficios (ingresos) de una plantación de manzanos, resultado de su producción, es creciente en los primeros años, independiente de la decisión de ejecutar el proyecto (instalación de mallas). Así, en la medida que se tomen todas las medidas para optimizar el uso de las mallas, se podrá mejorar la viabilidad de su uso.

- **Difusión de la tecnología desarrollada y asesoría para su implementación**

Un aspecto clave para el buen resultado de aplicar nuevas tecnologías, es realizar una difusión informada que permita conocer sus ventajas y desventajas, así como las limitaciones que existan en términos de su comportamiento esperado. Esto, junto con la entrega de asesoría que permita al productor un buen manejo de la malla, que disminuya los riesgos de generar efectos no deseados, contribuirá a optimizar los rendimientos y competitividad del cultivo. Este aspecto es relevante, ya que los resultados que se logren a nivel de huertos comerciales contribuirán a validar la herramienta y potenciar su uso.



► 6. Asuntos por resolver

Aun cuando el proyecto precursor ha proporcionado un importante avance en el desarrollo de una tecnología que permite disminuir las pérdidas por golpe de sol en el cultivo comercial de manzana, existen algunos aspectos pendientes que es conveniente abordar, con el objeto de poder establecer su real potencial como una herramienta eficaz para mejorar la rentabilidad y competitividad de este cultivo.

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

La herramienta desarrollada fue evaluada en tres localidades de la Región del Maule (Teno, Molina y Yerbas Buenas) y para el cultivo de tres variedades (Granny Smith, Pink Lady® y Fuji). Si bien estas variedades son las más cultivadas en el país, en la actualidad se ha visto un recambio varietal y tendencia al desarrollo de huertos de alta densidad; por tanto, para disponer de información más atinente 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.

Además, la validación a través de resultados estadísticamente más robustos requiere un plazo de evaluación que considere al menos tres temporadas productivas, para evaluar de mejor manera el comportamiento del huerto (que agrupa variedad, localización y diseño de huerto) bajo condición de malla.

- **Evaluación de beneficios adicionales del uso de las mallas fotoselectivas desarrolladas**

Durante la investigación se detectaron beneficios adicionales por el uso de las mallas fotoselectivas. Por una parte, se observó que la malla Azul-Gris (AG) disminuyó la demanda hídrica del cultivo entre 10 a 30%, lo que significaría una disminución en la frecuencia del riego, con el consiguiente ahorro de agua y de energía. Sin embargo, para poder determinar el beneficio real asociado a este efecto se requiere profundizar en su evaluación, ya que este efecto depende también del tipo de suelo y evapotranspiración del cultivo, que es particular para cada localidad y variedad.

Otro beneficio adicional, y que sería interesante analizar, es el efecto del uso de las mallas bicolor en el raleo químico que se practique en el huerto, ya que se vió que las mallas fotoselectivas fueron capaces de mejorar la eficiencia del raleo químico entre un 10% y un 12%.

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

El daño por golpe de sol no solo afecta a manzanos, sino que también a otros frutales, como uva, palto, arándano y cerezo. Considerando la relevancia que han adquirido estas especies en la fruticultura nacional, producto de su rentabilidad y dado los buenos resultados de las mallas fotoselectivas en el cultivo de la manzana para disminuir las pérdidas por golpe de sol, así como la disminución de la demanda hídrica bajo esta condición, sería interesante evaluar y validar el efecto de la herramienta desarrollada en estas otras especies, de manera de generar información útil para la toma de decisiones respecto de su posible aplicación y contribución para mejorar la calidad de la fruta producida.

El proyecto precursor

Los resultados y lecciones aprendidas sistematizadas en este documento de aprendizaje surgen de un proyecto realizado por la Universidad de Concepción y cofinanciado por la Fundación para la Innovación Agraria, con el objeto de desarrollar mallas fotoselectivas y evaluar la viabilidad técnica y económica de su uso en el cultivo comercial del manzano, como una forma de contribuir a la competitividad de esta industria en mercados extranjeros.

El proyecto precursor logró desarrollar una herramienta tecnológica (malla fotoselectiva o malla bicolor) que permite disminuir pérdidas en cultivos de manzanos por golpe de sol, que fue validada en la Región del Maule, para el cultivo de manzanos de las variedades Pink Lady®, Fuji y Granny Smith.



► 1. El entorno económico y social

El proyecto precursor se desarrolló en la Región del Maule, la cual se ubica entre los 34°41' y los 36°33' de latitud sur, y desde el límite con la República Argentina hasta el Océano Pacífico. Comprende 30.296,10 km² de superficie, equivalentes al 4,0% del territorio nacional. Con relación al relieve, la región presenta: Cordillera de los Andes, depresión intermedia, Cordillera de la Costa y planicies litorales. Cuenta con un clima mediterráneo cálido y subhúmedo.

La Región del Maule se divide administrativamente en cuatro provincias: Cauquenes, Curicó, Linares y Talca, siendo Talca la capital regional. La población alcanza a los 1.044.950 habitantes (Censo 2017), con una densidad de 34,49 habitantes por kilómetro cuadrado.²⁴

Las principales actividades económicas que se desarrollan en la Región del Maule son las vinculadas al sector primario de la economía: la industria agrícola, agroindustrial, forestal y minera. En todas ellas la región posee un rol de importancia, destacándose principalmente la producción vitivinícola, cultivo de manzanos, kiwis, perales y trigo.

Con respecto al año 2016, la Región del Maule en 2017 presentó una variación de 1,6% en el PIB, llegando a los \$5.852 mil millones de pesos. Esta cifra representa un 3,2% del PIB nacional. En cuanto al PIB silvoagropecuario de la región, este alcanza un valor de \$806 mil millones, lo cual posiciona a la región como el segundo exponente con mayor PIB silvoagropecuario del país (13,8%).²⁵

Una de las razones más importantes por las que se desarrolló el proyecto en la Región del Maule, es que esta región 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 la Región del Maule (año 2019), la superficie de manzano rojo alcanza a 16.870,3 ha y a 2.766,7 ha de 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 manzano se encuentra en las comunas de Longaví y Yerbabuena, 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 21).

²⁴ Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7>

²⁵ Información del Banco Central.



Cuadro 21. Superficie de cultivo manzano 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 roja en la Región del Maule, informada en el catastro frutícola 2019, alcanzó a 532.120,6 toneladas, correspondiente al 72,8% de la superficie y a 96.274,5 toneladas de manzana verde, correspondiente 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 producción²⁶ (Cuadro 22). En el Cuadro 23 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.

²⁶ ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019.

Cuadro 22. Producción de manzano Región del Maule y destino de la producción

Especie	Producción			Destino de la producción			
	Superficie en producción (ha)	% que informó producción	Producción informada (ton)	Exportación	Mercedo 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 23. 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.



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, esto 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 24).

Cuadro 24. Número de huertos por provincia de la Región del Maule, según tamaño de las explotaciones

Tamaño de las explotaciones	Número de huertos						Superficie	%
	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 500,0 ha	5	25	25	10	65	1,8%	11.627	15,2%
	51	1.898	1.230	423	3.602	100,0%	76.373	100,0%

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro frutícola Región del Maule. Principales resultados, julio 2019.



► 2. El proyecto precursor

2.1. Características generales

El proyecto “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile” fue apoyado por FIA y ejecutado por la Universidad de Concepción en la Región del Maule, entre abril de 2015 y junio de 2018.

El objetivo general del proyecto fue mejorar la competitividad de huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo. Sus objetivos específicos incluían desarrollar mallas con capacidad de ejercer selectivamente en la radiación solar los efectos de: transformar la luz visible directa en difusa, incrementar la proporción de luz azul y reducir la proporción de luz infra-roja cercana; disminuir la incidencia de golpe de sol y mejorar la productividad, calidad y condición de la fruta bajo este tipo de mallas; obtener el protocolo de manejo agronómico para los huertos bajo este tipo de mallas, y transferir la tecnología y resultados tanto a productores como a exportadores de manzanas y proveedores de servicios tecnológicos.

Se desarrollaron tres prototipos de malla de alta densidad (monofilamento) de colores combinados: perla-azul, perla-gris y azul-gris, que promueven condiciones para que la fruta se autoproteja, desde el punto fisiológico, frente a la radiación solar directa y altas temperaturas.



Durante la realización del proyecto precursor fue fundamental la participación de las empresas asociadas, puesto que los productos desarrollados fueron evaluados en terreno por ellas. Estos agentes correspondieron a la Fundación para el Desarrollo Frutícola, Delsantek S.A., Sociedad Agrícola Uniagri Yervas Buenas Ltda., Agrícola Argomedo Ltda. (Agrícola Gonzalo Prado), Agrícola Coigue Ltda., Copefrut S.A. y Unifrutti Traders Ltda.

En la ejecución del proyecto se consiguieron todos los resultados esperados, lográndose el 100% de los objetivos propuestos, y es así como las mallas bicolor desarrolladas cumplieron con su propósito en el control de estrés por radiación, temperatura y reducción de daño por golpe de sol en manzanas.

En términos generales, el uso de la malla bicolor desarrollada azul-gris, al 20% de sombra (la misma densidad de tejido de la malla monofilamento negra que comúnmente se usa para proteger el cultivo) permitió disminuir la radiación directa en un 26%, casi un 10% más que con la malla negra, sin incrementar el grado de sombreado, lo que tiene un impacto positivo sobre la producción. Por otra parte, el uso de estas mallas tampoco afectó negativamente la coloración de la fruta.

La tecnología y los resultados fueron transferidos a través de diferentes actividades de extensión, así como la solicitud de patente que fue otorgada el año 2019 por INAPI y su licenciamiento a la empresa Delsantek S.A. para su comercialización.



2.2. Validación de la tecnología

El proyecto precursor impulsado por FIA permitió el desarrollo de una nueva tecnología, mallas fotoselectivas, que permite controlar de manera más eficiente el estrés ocasionado por radiación y altas temperaturas en los huertos de manzanos. Durante la investigación se desarrollaron 3 prototipos de mallas monofilamentos de colores combinados: perla-azul (PA), perla-gris (PG) y azul-gris (AG). Estos prototipos de mallas fueron capaces de transformar entre 5 a 10% de la radiación directa en difusa y reducir entre un 7 a 12% la transmisión de radiación infrarroja, traduciéndose en una menor cantidad de radiación solar directa y temperatura incidente sobre los frutos.

Estas mallas fueron validadas en terreno en cultivos de variedades Granny Smith, Fuji y Pink Lady® en tres localidades de la Región del Maule (Teno, Molina y Yervas Buenas) donde los resultados demostraron que la malla fotoselectiva azul-gris (AG) fue la más eficiente en cuanto a reducción de daño por golpe de sol (53%). Con respecto al color requerido por la industria, sobre un 70% de la fruta calificó en la categoría (> 50% color de cubrimiento en Pink Lady® y Fuji; verde intenso en Granny Smith), sin alterar la condición de fruta en post-cosecha, calibre, vigor de los árboles y retorno floral. Dependiendo de la variedad, se estimó que la utilización de esta malla fotoselectiva podría aumentar entre un 14% y un 23% la fruta exportable.

En la variedad Fuji se observaron algunos aspectos desventajosos de la malla fotoselectiva AG, como la falta de máxima intensidad de color en la fruta y niveles excesivos de manganeso y nitrógeno, mientras que en la variedad Pink Lady® se observaron niveles bajos de potasio. Sin embargo, los autores describen que estos problemas pueden ser solucionados mediante un correcto manejo agronómico del huerto.

Durante la evaluación de la herramienta se verificaron otros beneficios en los huertos de manzanos, adicionales a la protección contra el daño por golpe de sol. Entre ellos se encuentra la disminución en la evapotranspiración, entre un 10% y 30%, lo que se traduce en un posible ahorro en el consumo de agua y de energía en caso de disminuir la frecuencia de riego en los cultivos bajo estas mallas. Esto teniendo en cuenta que dependerá del tipo de suelo y coeficiente del cultivo, particular a cada localidad y variedad. Se observó, además, que bajo esta herramienta es posible aumentar entre un 10% y 12% la efectividad de raleadores químicos, cuando estos son aplicados luego de la apertura de las mallas, durante los primeros estados de desarrollo del fruto. Durante la validación de la herramienta en terreno, no se observó un beneficio adicional con respecto a la incidencia de plagas y venturia, por lo que el programa fitosanitario bajo estas mallas no debería variar en relación a la situación de cultivo sin malla.

La gestión desarrollada por el proyecto se resumió en un manual donde se establece el manejo agronómico de los huertos bajo este tipo de mallas.



2.3. La asesoría

En el buen desempeño del proyecto precursor fue relevante el apoyo técnico de los profesionales que formaron parte del equipo del proyecto, así como la asesoría de especialistas en economía, riego, post cosecha, fitopatología y entomología.

Durante toda la ejecución del proyecto se mantuvo la asistencia y colaboración tanto de la Fundación para el Desarrollo Frutícola –en el seguimiento de la fruta en postcosecha y en la elaboración del manual “Manejo de huertos de manzanos bajo mallas para el control de daño por sol”– como de las empresas Unifrutti y Copefrut, cuyos profesionales participaron en la coordinación de las labores en terreno, así como en la generación y análisis de la información de campo, que permitió elaborar los protocolos de manejo agronómico para huertos de manzano bajo mallas.

Lo anterior permitió obtener información muy valiosa que se tradujo en dos productos: por una parte, un análisis costo-beneficio para determinar la conveniencia de utilizar las mallas desarrolladas en el proyecto precursor, y por otra, el desarrollo de los protocolos de manejo agronómico para huertos de manzano cultivados bajo malla.



► 3. El proyecto hoy

Tal como se ha mencionado, el proyecto logró desarrollar una herramienta tecnológica (mallas fotoselectivas) efectiva para disminuir el daño por golpe de sol en cultivo de manzanos, que se tradujo en una tecnología que se patentó el año 2019 y licenció a Delsantek S.A., empresa asociada del proyecto precursor, que se dedica a la venta de productos orientados a dar protección climática a cultivos, para su venta en Chile y el mundo. En la actualidad esta herramienta se comercializa como “malla bicolor”, en dos combinaciones de colores Azul-Gris (AG) y Perla-Gris (PG).

Si bien estas mallas bicolor fueron desarrolladas y validadas para el cultivo de manzano, bajo condiciones climáticas específicas de la zona central de Chile, actualmente se están probando en otros cultivos como arándanos, mora y frambuesas. Al respecto, es importante destacar que durante el año 2019 la Oficina de Transferencia y Licenciamiento de la Universidad de Concepción firmó un contrato con la empresa internacional Giddings, que presta servicios de apoyo para la producción agrícola, para probar las mallas fotoselectivas en más de 200 hectáreas de berries ubicadas en campos del estado de Michoacán, en México, para posteriormente expandirse a Jalisco e incluso instalar las mallas en otros frutos. Se estima que este negocio podría alcanzar como mínimo los US\$ 5 millones de venta durante los próximos 3 años, impactando de manera positiva el logro de I+D desarrollado por la Universidad de Concepción a través de este proyecto.²⁷

Finalmente, es importante destacar que los distintos agentes participantes en el proyecto han seguido trabajando en torno a la herramienta desarrollada. Los productores, por su parte, han manifestado la utilidad de la malla, continuado con su uso e incluso en el caso de algunos ampliado su uso a nuevos sectores; mientras que la empresa Delsantek S.A., además de continuar con la venta del producto, ha mostrado interés en continuar una línea investigativa que permita potenciar el efecto de regulación de temperatura que generan estas mallas.

También la Universidad de Concepción ha continuado realizando ensayos a nivel de campo en la misma Facultad de Agronomía, para probar la efectividad de las mallas en la variedad Royal Gala, con el fin de estudiar el rendimiento de producción, consumo de agua y fotosíntesis de la planta, además de potenciar una línea de investigación que le permita testear esta herramienta tecnológica y validar su uso bajo condiciones de huerto de manzanos de alta densidad de plantación, y con nuevas variedades y especies frutales.

²⁷ Sitio web Hub APTA. Disponible en: <https://hubapta.com/apta-concreta-internacionalizacion-de-innovacion-chilena-que-protege-frutas-del-cambio-climatico/>

Todo lo anterior genera expectativas respecto de la potencialidad de las mallas fotoselectivas, como una herramienta útil para el control de daño por golpe de sol, sin desconocer otros efectos positivos que pueda tener en un huerto, como protección contra granizo y lluvias, entre otros.

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 2018 las exportaciones de manzana fresca ocuparon el tercer lugar en importancia dentro del total de exportaciones frutícolas del país, después de la uva de mesa y cereza, con un 12,9% 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 contraestación



respecto de los mercados de destino en el hemisferio norte, junto con 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.²⁸

Por otra parte, la manzana es una fruta muy sensible a la quemadura por golpe de sol y su cultivo enfrenta importantes pérdidas en cosecha, como consecuencia de este daño, provocado por el exceso de radiación y altas temperaturas. Problema que se ha vuelto recurrente por años y que, a juicio de expertos, se ha ido acentuando y agravando, en parte porque muchos huertos en la actualidad están diseñados con una mayor densidad de plantación, árboles más pequeños y con menos follaje, donde la fruta queda más expuesta a la radiación directa. Además, las variedades que se han introducido son variedades muy sensibles a este problema, como es el caso de Fuji y Pink Lady®, en las cuales la incidencia de daño por golpe de sol puede alcanzar hasta un 40% de la producción.

Así, y con el fin de contribuir a mejorar la competitividad del cultivo del manzano, cobran relevancia todas aquellas medidas que tiendan a mejorar la eficiencia de su producción; en este caso, mediante la reducción de las pérdidas de fruta comercializable por daño por golpe de sol. Con este fin, el proyecto precursor desarrolló una herramienta tecnológica, mallas fotoselectivas, específicas para las condiciones locales, que permiten reducir la radiación directa a la que está sometido el huerto, disminuyendo la temperatura a nivel de fruto y de esta forma reduciendo el daño por sol, además de servir para proteger a los frutos de otros eventos climáticos, como granizadas.

De esta forma, las mallas fotoselectivas generadas por el proyecto precursor contribuyen de manera innovadora a entregar una solución que da protección climática al cultivo, disminuyendo las pérdidas de fruta exportable por causa de daño por golpe de sol, que afecta su calidad. Así, hoy existe una herramienta tecnológica en el mercado que no estaba disponible antes de la realización de este proyecto, y que ha demostrado ser efectiva para el control de este problema.

Se espera que la incorporación de esta herramienta contribuya en mayor grado a mejorar la competitividad de esta industria, aumentando la cantidad de fruta exportable, teniendo en consideración que el valor de venta del fruto sea capaz de absorber y rentabilizar la inversión que implica la instalación de estas mallas; lo cual, tal como se ha visto en las secciones anteriores, depende entre otros factores de la variedad cultivada, forma de cultivo y volumen de producción.

²⁸ 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

A pesar de los avances logrados a la fecha, aún existen algunos aspectos que es conveniente investigar: entre ellos, la efectividad de la malla bajo nuevos escenarios de huertos de manzano en el país, con nuevas variedades y mayor densidad de plantación, así como efectos positivos que pueda tener sobre la frecuencia de riego, que es un aspecto que si bien se evidenció durante la realización del proyecto, no fue evaluado en términos de su beneficio económico.

Finalmente, es importante destacar que la herramienta tecnológica desarrollada se está comercializando en el país y tiene un mercado potencial más amplio que el explorado en el proyecto precursor, lo cual hace más auspiciosa esta iniciativa, puesto que la diversificación a otros frutales permitirá expandir y validar su uso en otras especies.





Anexos

Anexo 1. Costos de instalación de malla fotoselectiva

Anexo 2. Análisis de sensibilidad conveniencia económica

Anexo 3. Bibliografía

Anexo 4. Entrevistas realizadas

ANEXO 1. Costos de instalación de malla fotoselectiva

Producto		Canti- dad	Unidad	Costo por unidad	Total
Estructura	Postes impregnados 5-6 x 6 m	32		\$ 18.000	\$ 576.000
	Postes impregnados 7-8 x 5 m	4		\$ 22.000	\$ 88.000
	postes impregnados 4-5 x 5	90		\$ 9.000	\$ 810.000
	Ancla esquinero 1,10 x,90	8		\$ 13.866	\$ 110.928
	Ancla cono 0,40 diametro	80		\$ 1.250	\$ 100.000
	Tensores 1,20 x Fe 10 mm	80		\$ 2.100	\$ 168.000
	Alambre galvanizado 17/15	350	kg	\$ 758	\$ 265.300
	Alambre trenzado 1*2*3 mm	103	kg	\$ 1.150	\$ 118.450
	Alambre dulce 12	50	kg	\$ 744	\$ 37.200
	impregnado 3 a 4 * 4 m	32	ud	\$ 3.900	\$ 124.800
	impregnado 4 a 5 * 5 m	102	ud	\$ 9.000	\$ 918.000
	Impregnado 5 a 6 * 5,5 m	24	ud	\$ 15.000	\$ 360.000
	Impregnado 5 a 6 * 5 m	32	ud	\$ 12.000	\$ 384.000
	Alambre galvanizado dulce N° 6	50	kg	\$ 691	\$ 34.550
	Arriendo maquinaria	1	hora	\$ 172.250	\$ 172.250
	Mano de obra				
Subtotal					\$ 5.367.478
Valor US\$ 30 de septiembre 2019: \$725.68					7.396
Malla bicolor	10.000	m ²	US\$ 0,54	5.400	
Total USS/ha					12.796

Fuente: elaboración propia con base en información proporcionada por Sr. Mario Márquez, productor asociado del proyecto precursor, y Delsantek S.A.

ANEXO 2. **Análisis de sensibilidad conveniencia económica**

a) Escenario 1: Incidencia de golpe de sol de 20% y 95% de efectividad de la malla.
Rango producción entre 85.000 y 70.000 kg/ha.

VAN en US\$/ha para 20% de daño por golpe de sol y 95% efectividad de la malla										
Producción kg/ha	Año in- versión	Precio retorno a productor (US\$/kg)								
		0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	
85.000	Año 1	177	-1.988	-1.266	-545	177	898			
	Año 2	1.464	-701	21	742	1.464	2.185			
	Año 3	2.422	289	1.000	1.711	2.422	3.132			
	Año 4	2.328	370	1.023	1.676	2.328	2.981			
	Año 5	1.717	-2	571	1.144	1.717	2.290			
	Año 6	1.003	-476	17	510	1.003	1.496			
80.000	Año 1		-2.703	-2.024	-1.345	-666	13			
	Año 2		-1.416	-737	-58	621	1.300			
	Año 3		-416	253	922	1.591	2.260			
	Año 4		-277	337	951	1.566	2.180			
	Año 5		-571	-31	508	1.048	1.587			
	Año 6		-965	-501	-37	427	891			
75.000	Año 1			-2.782	-2.146	-1.509	-873	-236		
	Año 2			-1.496	-859	-222	414	1.051		
	Año 3			-494	133	760	1.388	2.015		
	Año 4			-349	227	803	1.379	1.955		
	Año 5			-634	-128	378	884	1.389		
	Año 6			-1.019	-584	-149	286	720		
70.000	Año 1				-2.947	-2.352	-1.758	-1.164	-570	
	Año 2				-1.660	-1.065	-471	123	717	
	Año 3				-656	-70	515	1.100	1.686	
	Año 4				-497	40	578	1.115	1.653	
	Año 5				-764	-292	180	652	1.124	
	Año 6				-1.131	-725	-319	86	492	

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

Rango producción entre 65.000 y 50.000 kg/ha.

VAN en US\$/ha para 20% de daño por golpe de sol y 95% efectividad de la malla												
Producción kg/ha	Año inversión	Precio retorno a productor (US\$/kg)										
		0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,43	0,44	
65.000	Año 1	-2.644	-2.092	-1.540	-988	-437	115					
	Año 2	-1.357	-805	-253	298	850	1.402					
	Año 3	-357	186	730	1.273	1.817	2.361					
	Año 4	-223	276	775	1.274	1.773	2.272					
	Año 5	-523	-85	353	791	1.230	1.668					
	Año 6	-924	-548	-171	206	583	960					
60.000	Año 1			-2.511	-2.001	-1.492	-983	-473	36			
	Año 2			-1.224	-714	-205	304	813	1.323			
	Año 3			-226	276	777	1.279	1.781	2.283			
	Año 4			-103	358	819	1.279	1.740	2.201			
	Año 5			-418	-13	391	796	1.201	1.605			
	Año 6			-834	-486	-138	210	558	906			
55.000	Año 1					-2.547	-2.080	-1.614	-1.147			
	Año 2					-1.260	-794	-327	140			
	Año 3					-262	198	658	1.117			
	Año 4					-136	286	709	1.131			
	Año 5					-447	-76	295	666			
	Año 6					-859	-540	-221	98			
50.000	Año 1							-2.754	-2.329	-632	-207	
	Año 2							-1.467	-1.043	655	1.080	
	Año 3							-466	-48	1.625	2.043	
	Año 4							-323	61	1.597	1.981	
	Año 5							-611	-274	1.075	1.412	
	Año 6							-1.000	-710	450	740	

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

Rango producción entre 45.000 y 30.000 kg/ha.

VAN en US\$/ha para 20% de daño por golpe de sol y 95% efectividad de la malla													
Producción kg/ha	Año inversión	Precio retorno a productor (US\$/kg)											
		0,41	0,42	0,45	0,46	0,48	0,52	0,55	0,56	0,59	0,60	0,63	0,64
45.000	Año 1	-2.748	-2.366	-1.220	-838								
	Año 2	-1.461	-1.079	67	449								
	Año 3	-460	-84	1.045	1.421								
	Año 4	-317	28	1.064	1.410								
	Año 5	-606	-303	607	911								
	Año 6	-996	-735	48	309								
40.000	Año 1			-2.657	-2.318	-1.639	-281						
	Año 2			-1.371	-1.031	-352	1.006						
	Año 3			-371	-36	633	1.971						
	Año 4			-235	72	686	1.914						
	Año 5			-534	-265	275	1.354						
	Año 6			-934	-702	-238	690						
35.000	Año 1					-2.015	-1.124	-827					
	Año 2					-728	163	460					
	Año 3					262	1.140	1.433					
	Año 4					346	1.152	1.420					
	Año 5					-24	684	920					
	Año 6					-495	114	317					
30.000	Año 1								-1.967	-1.712	-948	-694	
	Año 2								-680	-425	339	593	
	Año 3								309	560	1.313	1.564	
	Año 4								389	619	1.310	1.541	
	Año 5								14	217	823	1.026	
	Año 6								-462	-288	234	408	

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

**b) Escenario 2: Incidencia de golpe de sol de 40% y 60% de efectividad de la malla.
Rango producción entre 65.000 y 50.000 kg/ha.**

VAN en US\$/ha para 40% de daño por golpe de sol y 60% efectividad de la malla											
Produc- ción kg/ha	Año inver- sión	Precio retorno a productor (US\$/kg)									
		0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37
65.000	Año 1	-2.402	-1.705	-1.008	-311	386					
	Año 2	-1.115	-418	279	976	1.673					
	Año 3	-119	567	1.254	1.941	2.627					
	Año 4	-4	626	1.256	1.887	2.517					
	Año 5	-331	222	776	1.330	1.883					
	Año 6	-759	-283	193	669	1.145					
60.000	Año 1		-2.663	-2.019	-1.376	-733	-90	554			
	Año 2		-1.376	-733	-89	554	1.197	1.841			
	Año 3		-376	258	891	1.525	2.159	2.793			
	Año 4		-240	342	923	1.505	2.087	2.669			
	Año 5		-539	-28	484	995	1.506	2.017			
	Año 6		-938	-498	-58	381	821	1.260			
55.000	Año 1				-2.441	-1.851	-1.262	-672	-82		
	Año 2				-1.154	-565	25	615	1.205		
	Año 3				-158	423	1.004	1.585	2.166		
	Año 4				-40	494	1.027	1.560	2.094		
	Año 5				-362	106	574	1.043	1.511		
	Año 6				-786	-383	20	423	826		
50.000	Año 1						-2.434	-1.898	-1.362	-826	-289
	Año 2						-1.147	-611	-75	461	997
	Año 3						-151	378	906	1.434	1.962
	Año 4						-33	452	937	1.421	1.906
	Año 5						-357	69	495	921	1.347
	Año 6						-781	-415	-49	318	684

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

Rango producción entre 45.000 y 30.000 kg/ha.

VAN en US\$/ha para 40% de daño por golpe de sol y 60% efectividad de la malla														
Pro- duc- ción kg/ha	Año in- ver- sión	Precio retorno a productor (US\$/kg)												
		0,35	0,36	0,38	0,39	0,40	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50	0,53	0,54
45.000	Año 1	-2.641	-2.159	-1.194	-711	-229								
	Año 2	-1.354	-872	93	576	1.058								
	Año 3	-355	121	1.071	1.547	2.022								
	Año 4	-221	216	1.089	1.525	1.961								
	Año 5	-521	-138	629	1.012	1.395								
	Año 6	-923	-593	66	396	726								
40.000	Año 1			-2.634	-2.205	-1.776	-918	-489						
	Año 2			-1.347	-918	-489	369	797						
	Año 3			-348	75	498	1.343	1.765						
	Año 4			-214	174	562	1.338	1.725						
	Año 5			-516	-175	166	847	1.188						
	Año 6			-918	-625	-332	254	547						
35.000	Año 1						-2.573	-2.198	-1.447	-697	-321			
	Año 2						-1.286	-911	-160	590	966			
	Año 3						-288	82	822	1.561	1.931			
	Año 4						-159	180	859	1.538	1.877			
	Año 5						-467	-169	427	1.023	1.321			
	Año 6						-876	-620	-107	406	662			
30.000	Año 1									-2.619	-2.298	-1.654	-689	-368
	Año 2									-1.332	-1.011	-367	598	919
	Año 3									-333	-16	617	1.568	1.885
	Año 4									-201	90	672	1.545	1.836
	Año 5									-504	-248	263	1.029	1.285
	Año 6									-908	-688	-249	411	631

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

**c) Escenario 3: Incidencia de golpe de sol de 20% y 60% de efectividad de la malla.
Rango producción entre 85.000 y 70.000 kg/ha.**

VAN en US\$/ha para 20% de daño por golpe de sol y 60% efectividad de la malla														
Producción kg/ha	Año inversión	Precio retorno a productor (US\$/kg)												
		0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,47	0,48	
85.000	Año 1	-2.825	-2.369	-1.914	-1.458	-1.002	-547	-91	365					
	Año 2	-1.538	-1.082	-627	-171	285	740	1.196	1.652					
	Año 3	-536	-87	362	811	1.260	1.709	2.158	2.607					
	Año 4	-387	25	437	849	1.262	1.674	2.086	2.498					
	Año 5	-667	-305	57	419	781	1.142	1.504	1.866					
	Año 6	-1.048	-737	-426	-114	197	508	820	1.131					
80.000	Año 1			-2.634	-2.205	-1.776	-1.347	-918	-489	-61	368			
	Año 2			-1.347	-918	-489	-60	369	797	1.226	1.655			
	Año 3			-348	75	498	920	1.343	1.765	2.188	2.610			
	Año 4			-214	174	562	950	1.338	1.725	2.113	2.501			
	Año 5			-516	-175	166	507	847	1.188	1.529	1.869			
	Año 6			-918	-625	-332	-39	254	547	840	1.133			
75.000	Año 1					-2.550	-2.148	-1.746	-1.344	-941	-539			
	Año 2					-1.263	-861	-459	-57	345	747			
	Año 3					-265	131	527	924	1.320	1.716			
	Año 4					-138	226	589	953	1.317	1.680			
	Año 5					-449	-129	190	509	829	1.148			
	Año 6					-860	-586	-311	-36	239	513			
70.000	Año 1							-2.573	-2.198	-1.822	-1.447	-697	-321	
	Año 2							-1.286	-911	-536	-160	590	966	
	Año 3							-288	82	452	822	1.561	1.931	
	Año 4							-159	180	520	859	1.538	1.877	
	Año 5							-467	-169	129	427	1.023	1.321	
	Año 6							-876	-620	-363	-107	406	662	

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

Rango producción entre 65.000 y 50.000 kg/ha.

VAN en US\$/ha para 20% de daño por golpe de sol y 60% efectividad de la malla																		
Pro- duc- ción kg/ha	Año in- ver- sión	Precio retorno a productor (US\$/kg)																
		0,44	0,45	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,58	0,61	0,62		
65.000	Año 1	-2.703	-2.355	-1.658	-1.309	-961	-613	-264	84									
	Año 2	-1.416	-1.068	-371	-23	326	674	1.023	1.371									
	Año 3	-416	-73	614	957	1.300	1.644	1.987	2.330									
	Año 4	-277	38	669	984	1.299	1.614	1.929	2.244									
	Año 5	-571	-294	260	536	813	1.090	1.367	1.644									
	Año 6	-965	-727	-251	-13	225	463	701	939									
60.000	Año 1			-2.619	-2.298	-1.976	-1.654	-1.333	-1.011	-689	-368							
	Año 2			-1.332	-1.011	-689	-367	-46	276	598	919							
	Año 3			-333	-16	301	617	934	1.251	1.568	1.885							
	Año 4			-201	90	381	672	963	1.254	1.545	1.836							
	Año 5			-504	-248	7	263	518	774	1.029	1.285							
	Año 6			-908	-688	-468	-249	-29	191	411	631							
55.000	Año 1								-2.401	-2.106	-1.812	-1.517	-1.222	-632	-337			
	Año 2								-1.114	-819	-525	-230	65	655	950			
	Año 3								-118	172	463	753	1.044	1.625	1.915			
	Año 4								-4	263	530	796	1.063	1.596	1.863			
	Año 5								-331	-97	138	372	606	1.075	1.309			
	Año 6								-759	-557	-356	-154	47	450	651			
50.000	Año 1												-2.666	-2.398	-1.861	-1.593	-789	-521
	Año 2												-1.379	-1.111	-575	-307	498	766
	Año 3												-379	-115	413	677	1.470	1.734
	Año 4												-243	0	484	727	1.454	1.697
	Año 5												-541	-328	98	311	950	1.163
	Año 6												-939	-756	-390	-207	342	526

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

Rango producción entre 45.000 y 30.000 kg/ha.

VAN en US\$/ha para 20% de daño por golpe de sol y 60% efectividad de la malla																
Pro- duc- ción kg/ha	Año inver- sión	Precio retorno a productor (US\$/kg)														
		0,59	0,60	0,65	0,66	0,67	0,73	0,74	0,75	0,82	0,83	0,84	0,85	0,93	0,94	0,95
45.000	Año 1	-2.608	-2.367	-1.161	-920	-678										
	Año 2	-1.322	-1.080	126	367	608										
	Año 3	-323	-85	1.103	1.341	1.579										
	Año 4	-191	27	1.118	1.336	1.554										
	Año 5	-495	-304	654	846	1.038										
	Año 6	-900	-736	89	253	418										
40.000	Año 1			-2.605	-2.390	-2.176	-889	-675								
	Año 2			-1.318	-1.103	-889	398	612								
	Año 3			-319	-108	104	1.371	1.582								
	Año 4			-188	6	200	1.364	1.558								
	Año 5			-493	-322	-152	870	1.041								
	Año 6			-898	-751	-605	274	421								
35.000	Año 1						-2.548	-2.360	-2.172	-859	-671					
	Año 2						-1.261	-1.073	-885	428	616					
	Año 3						-263	-78	107	1.401	1.586					
	Año 4						-136	34	203	1.391	1.561					
	Año 5						-447	-298	-149	894	1.044					
	Año 6						-859	-731	-602	295	423					
30.000	Año 1											-2.437	-2.276	-989	-828	-668
	Año 2											-1.150	-989	298	458	619
	Año 3											-153	5	1.273	1.431	1.590
	Año 4											-36	110	1.273	1.419	1.564
	Año 5											-359	-231	791	919	1.046
	Año 6											-783	-673	206	316	426

Fuente: elaboración propia con base en información del proyecto precursor.

ANEXO 3. **Bibliografía**

- Banco Central de Chile. Base de Datos Estadísticos. Sector Externo. Comercio Exterior Bienes. Disponible en: <<https://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/home.aspx>>
- 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>
- 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 DE CONCEPCIÓN. Informe final proyecto precursor “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile”.
- FIA – FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. PINTO, A. Anexo 6. Estudio Evaluación costo – beneficios de las mallas. Informe final proyecto precursor.
- FIA – FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. Informes Técnicos proyecto precursor “Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas fotoselectivas 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/>>
- MUÑOZ, M. ODEPA. Boletín fruta fresca Julio 2019. Disponible en: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiYmVmZmUyOWMtMTViMC00MTU0LWJlMDEtMGQ5ZmFkMjQ0ZDQwliwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZlNmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZiNWZhMCIslmMiOjR9>>
- ODEPA-CIREN. “Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019”. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/catastro_maule.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/catastroFruticolaMetro2010.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>
- 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>
- 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>

SAG. Datos de Producción Orgánica año 2018. Disponible en: <https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/datos_de_produccion_organica_ano_2018.pdf>

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>

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

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>

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

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>>

ANEXO 4. Entrevistas realizadas

En la elaboración de este documento y su validación técnica, se utilizó información obtenida de entrevistas realizadas a las siguientes personas:

Nombre	Cargo	Fecha	Lugar
Mario Márquez B.	Gerente Agrícola Coihue, Molina, Región del Maule. Productor asociado.	30 de agosto de 2019	Domicilio particular del productor, Santiago
Ricardo Adonis P.	Gerente de Desarrollo, Fundación para el Desarrollo Frutícola.	5 de septiembre de 2019	Oficina de FDF, Santiago
Cristián Arancibia R.	Subgerente de Fruticultura, Fundación para el Desarrollo Frutícola.	5 de septiembre de 2019	Oficina de FDF, Santiago
Richard Bastías I.	Profesor de Fruticultura, Universidad de Concepción. Coordinador del proyecto precursor.	16 de septiembre de 2019	Facultad de Agronomía Universidad de Concepción, Chillán
Claudio Baeza B.	Ingeniero agrónomo, productor de manzanas y cerezas, Región de Ñuble.	17 de septiembre de 2019	Domicilio particular del productor, Chillán
Sergio Del Sante B.	Director comercial empresa DELSANTEK S.A.	24 de septiembre de 2019	Oficina comercial DELSANTEK S.A., Santiago

136

