



# INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN PYT-2015-0192

**Julio 2018**

OFICINA DE PARTES 2 FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	13 JUL 2018
Hora	10:07
Ingreso	50324



## ***I. ANTECEDENTES GENERALES***

- **Código**

PYT-2015-0192

- **Nombre del Proyecto**

Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile.

- **Región o Regiones de Ejecución (*Originalmente planteadas en la propuesta y las efectivas*)**

Región del Maule

- **Agente Ejecutor**

Universidad de Concepción

- **Agente(s) Asociado(s) (*Originalmente planteados en la propuesta y los efectivos*)**

Fundación para el Desarrollo Frutícola  
Delsantek S.A.  
Soc. Agrícola Uniagri Yerbas Buenas Ltda.  
Agrícola Argomedo Ltda. (Agrícola Gonzalo Prado)  
Agrícola Coigue Ltda.  
Copefrut S.A.  
Unifrutti Traders Ltda.

- **Coordinador del Proyecto**

Richard Mauricio Bastías Ibarra

- **Costo Total (*Programado y Real*)**

<b>Costo Programado (\$)</b>	<b>Costo Real (\$)</b>



- **Aporte del FIA (en pesos; porcentaje del costo total) (*Programado y Real*)**

<b>Aporte Programado (\$)</b>	<b>Aporte Programado (%)</b>	<b>Aporte Real (\$)</b>	<b>Aporte Real (%)</b>

- **Período de Ejecución (*Programado y Real*)**

<b>Programado</b>		<b>Real</b>	
Fecha de inicio:	1/04/2015	Fecha de inicio:	1/04/2015
Fecha de término:	31/03/2018	Fecha de término:	29/06/2018

## **II. RESUMEN EJECUTIVO**

En Chile los altos índices de radiación solar y las elevadas temperaturas causan importantes pérdidas por *golpe de sol* en manzanas, cuyos perjuicios económicos para el país se estiman en 100 millones de dólares anuales. El objetivo general del presente proyecto fue desarrollar mallas con técnicas foto-selectivas específicas para el control de *golpe de sol* en manzanas de manera de mejorar la competitividad de este sector frutícola bajo las condiciones climáticas y productivas de nuestro país. Para ello el proyecto se planteó los siguientes objetivos específicos: 1) desarrollar tres prototipos de mallas monofilamentos de colores combinados perla-azul (PA), perla-gris (PG) y azul-gris (AG) con el propósito de ejercer selectivamente en la radiación solar los siguientes efectos: transformación de luz visible directa en difusa, incremento de la proporción de luz azul y reducción de la proporción de luz infra-roja (IR); 2) disminuir la incidencia de golpe de sol y mejorar la productividad, calidad y condición de la fruta en huertos de manzanos cultivados bajo este tipo de mallas; 3) obtener el protocolo de manejo agronómico para los huertos bajo este tipo de mallas; 4) transferir la tecnología y resultados tanto a productores como a exportadores de manzanas, y a proveedores de servicios tecnológicos. Los principales resultados fueron: 1) Los prototipos de mallas foto-selectivas transformaron entre 5 - 10% de la radiación directa en difusa y reduciendo entre un 7 - 12% la transmisión de radiación infra-roja, lo que se vio reflejado en menor cantidad de radiación solar directa y temperatura (1 - 2°C menos) incidente en los frutos. La relación de cantidad de luz azul bajo mallas AG y PA fue incrementada a un valor de 1,1; 2) A nivel de ensayos comerciales realizados durante dos temporadas consecutivas (2015/16 y 2016/17), tres variedades ('G. Smith', 'Fuji' y 'Pink Lady') y tres localidades (Teno, Molina



y Yerbas Buenas) se demostró que el prototipo de malla AG fue el más efectivo en la reducción de daño por golpe de sol (53%), seguido por la malla PG (27%) y PA (18%). Con la malla de mayor efectividad (AG) sobre un 70% de la fruta calificó en la categoría de color de fruta requerido por la industria (>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; todo ello comparado en relación a la malla negra tradicional; 3) La demanda hídrica bajo estas mallas fue un 10 – 30% inferior por lo que la frecuencia de riego podría disminuirse en 2 días, dependiendo del tipo de suelo y variedad. La efectividad de raleo químico se puede incrementar entre 10 – 12% por el uso de mallas foto-selectivas, cuando estas se abren durante los primeros estados de desarrollo del fruto. Según los análisis nutricionales debiera considerarse la corrección de niveles excesivos de N y Mn en `Fuji` y niveles bajos de K en `Pink Lady` para los huertos cultivados con mallas foto-selectivas. Las mallas foto-selectivas no afectaron la incidencia de venturia y de plagas, por lo que el programa fitosanitario bajo estas mallas debiera ser similar a la condición sin malla; 4) La tecnología y resultados fueron exitosamente transferidos a la industria a través de: i) la presentación en 5 congresos y seminarios nacionales e internacionales; ii) la organización de un taller regional (32 asistentes) y de un seminario de clausura (82 asistentes); iii) la organización de una reunión técnica (17 asistentes) y día de campo (14 asistentes); iv) la visita de experto (6 asistentes); v) la exposición en Feria Internacional IFT-Agro (4 expositores); vi) la publicación de 4 artículos en revistas divulgativas; vii) el estudio de análisis costo-beneficio entregado a los productores; viii) la edición de 200 ejemplares de un libro tipo manual para el manejo agronómico de los huertos bajo este tipo de mallas; ix) la publicación de 12 notas de prensa y x) la elaboración de un estudio de propiedad intelectual, solicitud de patente y licenciamiento de la tecnología a empresa. Los principales logros de este proyecto pueden resumirse en: 1) contar con una herramienta (malla foto-selectiva) de mayor efectividad para el control de golpe de sol en huertos de manzanos, cuyo impacto económico se estima, dependiente de la variedad, en un aumento entre 14 – 23% de la fruta exportable por el uso de esta tecnología; 2) posicionar en el mercado un nuevo producto "malla bicolor" con solicitud de patente pendiente y que gracias al licenciamiento a empresa del rubro hoy se encuentra disponible para la industria frutícola nacional.



### **III. INFORME TÉCNICO (TEXTO PRINCIPAL)**

#### **1. Objetivos del Proyecto:**

##### **1.1 Objetivo General**

**Mejorar la competitividad de huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile.**

Durante la ejecución de este proyecto se desarrollaron mallas foto-selectivas con mayor efectividad en el control de estrés por radiación, temperatura y del daño por golpe de sol en manzanos. Estas mallas fueron evaluadas en huertos comerciales de manzanos y a partir de cuyos resultados se estima que con estas mallas se podría asegurar un incremento (dependiendo de la variedad) de un 14 – 23% de fruta exportable, por disminución de daños por golpe de sol. La tecnología y los resultados fueron exitosamente transferidos a través de diferentes actividades de extensión como de solicitud de patente y licenciamiento a empresa, permitiendo que las mallas estén disponibles en el mercado para la industria frutícola.

Por tanto este objetivo se cumplió en un 100%

##### **1.2 Objetivos Específicos**

**1.2.1 Desarrollar mallas con capacidad de ejercer selectivamente en la radiación solar los siguientes efectos: transformación de luz visible directa en difusa, incremento de la proporción de luz azul y reducción de la proporción de luz infra-roja cercana.**

Luego de un trabajo sistemático que incluyó la selección de tonalidad de pigmentos, determinación de diseño, tejeduría, urdiembre y verificación de propiedades lumínicas se obtuvieron los 3 prototipos de mallas foto-selectivas y con las siguientes combinaciones de hilos: perla-gris (PG), azul-gris (AG) y perla-azul (PA).

La verificación de las propiedades lumínicas, y respecto a la malla negra, demostró que estos 3 prototipos de mallas son capaces de incrementar la luz difusa en 5-10%, la proporción de luz azul en una relación de 1,1 y reducir la transmisión de radiación infra-roja hasta en un 12%.

Por tanto, este objetivo se cumplió en un 100%.



### **1.2.2 Disminuir la incidencia de golpe de sol y mejorar la productividad, calidad y condición de la fruta en huertos de manzanos cultivados bajo este tipo de mallas.**

Las mallas foto-selectivas desarrolladas fueron más efectivas en el control en relación a la mala negra tradicionalmente utilizada por los productores de manzanas. La malla de mayor efectividad fue la azul-gris (53%), seguida de la perla-gris (27%) y perla-azul (18%). Salvo la leve disminución de intensidad de color (>75%) con malla azul-gris en 'Fuji', más del 70% de la fruta producida bajo esas mallas calificó según los requerimiento de color por la industria, mientras que la condición de la fruta en post-cosecha, calibre, vigor de los árboles y retorno floral no se vio alterado.

Por tanto, este objetivo se cumplió en un 100%.

### **1.2.3 Obtener el protocolo de manejo agronómico para los huertos bajo este tipo de mallas**

Luego de la recopilación de información climática y agronómica se obtuvieron protocolos para el manejo de prácticas del riego, raleo químico, control de plagas, control de venturia y nutrición mineral. Esta información fue sistematizada para obtener un documento que resume estos resultados.

Por tanto, este objetivo se cumplió en un 100%.

### **1.2.4 Transferir la tecnología y resultados tanto a productores como a exportadores de manzanas, y a proveedores de servicios tecnológicos.**

La tecnología y resultados fueron transferidos a través de la realización de taller, día de campo, estudio costo-beneficio, seminario y participación en seminarios y congresos. En materia de publicaciones se editó un libro tipo manual para el manejo de huertos bajo mallas y se publicaron resultados en revistas del ámbito, además de notas de prensa y participación en Feria Tecnológica IFT Agro. Finalmente, se realizó estudio de propiedad intelectual y solicitud de patente a INAPI, así como del licenciamiento de la tecnología a empresa fabricante de mallas.

Por tanto, este objetivo se cumplió en un 100%.



## **2. Metodología del Proyecto:**

### **2.1 Desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas**

La primera etapa para desarrollo de las mallas consideró la selección de tonalidad de pigmentos y configuración del diseño de las mallas a partir de información previamente testeada en otros materiales y utilizando modelo matemático de propiedad de la Universidad de Concepción. La empresa Delsantek S.A se encargó de solicitar la producción de hilos monofilamentos a través de técnicas de extrusión, proceso que consiste en fusionar los materiales (polietileno, aditivos y pigmentos) para obtener hilos de colores Azul, Gris y Perla, y para los siguientes propósitos:

- Azul: Para incrementar la transmisión de radiación en el espectro de luz azul (400 – 500 nm), persiguiendo el efecto de control del exceso de vigor de los árboles que se manifiesta en huertos bajo mallas y estimular la síntesis de clorofila y mejorar con ello la proporción de frutos de color verde intenso en variedad Granny Smith.
- Gris: Para bloquear la transmisión de radiación en el espectro de luz infrarrojo y mejorar la efectividad de la malla en el enfriamiento de la fruta (reducción de la temperatura).
- Perla: Para transformar la radiación fotosintéticamente activa (PAR) directa en difusa y obtener efectos positivos sobre el desarrollo de color rojo en variedades Pink Lady y Fuji.

Luego de procesos de tejeduría y urdiembre se obtuvieron tres prototipos de mallas del tipo monofilamento con las siguientes combinaciones de hilos: Perla-Gris (PG), Azul-Gris (AG) y Perla-Azul (PA). Las características lumínicas de los prototipos fueron verificadas en muestras de materiales, y no en los hilos como estaba programado, debido a la necesidad de verificar la combinación de ambos hilos, incluyendo el tejido. Estas características lumínicas fueron determinadas a través de técnicas de cuantificación de transmisión de radiación fotosintéticamente activa (PAR) directa y difusa con un equipo medidor de quantum modelo LI-190 (Li-Cor, USA), llevado a cabo en el Laboratorio de Fruticultura de la Universidad de Concepción- sede Chillán (Foto 1A) y de trasmisión de espectro luminoso en el rango de 400 – 1100 nm con un equipo espectro-radiómetro modelo FieldSpec (ASD, USA), llevado a cabo en el Centro de Óptica y Fotónica de la Universidad de Concepción - sede Concepción (Foto 1B)

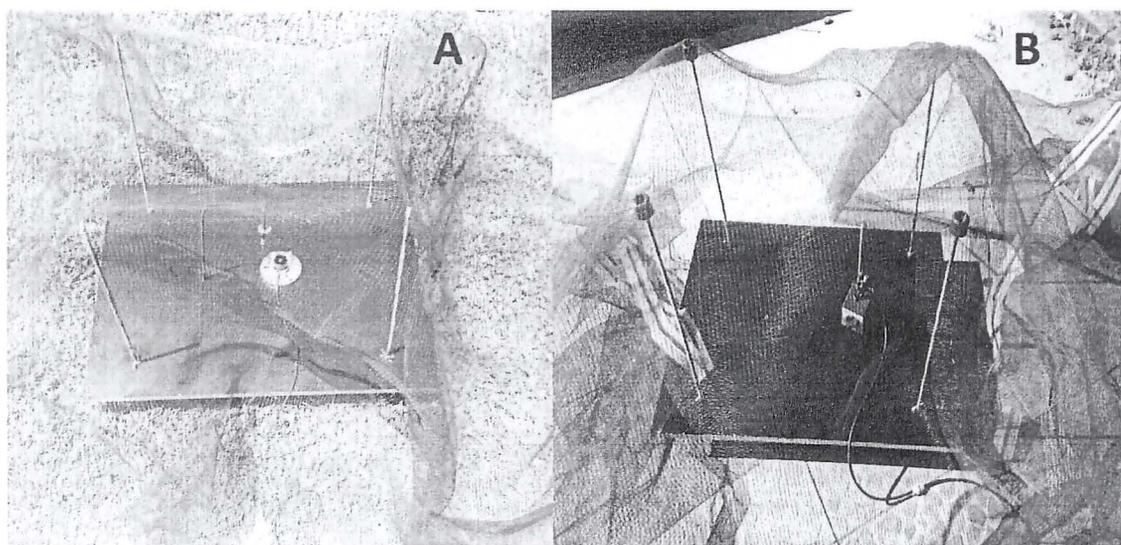


Foto 1

Método utilizado para la medición de radiación fotosintéticamente activa (A) y de espectro luminoso (B) en prototipo de mallas foto-selectivas fabricadas

Luego de testeadas las propiedades lumínicas de los materiales se procedió a la fabricación de rollos de los prototipos de acuerdo a las dimensiones de cada unidad experimental. El proyecto tenía considerado la fabricación de 7.200 m<sup>2</sup> de cada tipo de malla, lo que significaba un total de 21.600 m<sup>2</sup> de malla foto-selectiva para todo el estudio. Sin embargo, y debido a las diferencias de distancia de plantación y sistemas de instalación de los huertos, la cantidad final de malla fabricada para los tres prototipos fue de 30.570 m<sup>2</sup> y según detalle que se indica (Cuadro 1).

Cuadro 1  
Cantidad de malla foto-selectiva fabricada para los ensayos

<b>Tipo de malla foto-selectiva</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
Perla-gris	10.395
Azul-gris	9.991
Perla-azul	10.184
<b>Total</b>	<b>30.570</b>

## 2.2.- Establecimiento de los ensayos

Las mallas fabricadas fueron instaladas en tres localidades, correspondiendo a huertos de manzanos de tres variedades: 'Granny Smith' ubicado en la localidad de Teno (Agrícola Gonzalo Prado), 'Pink Lady' ubicado en la localidad de Molina (Agrícola Coigue) y 'Fuji' en la localidad de Yervas Buenas (Sociedad Agrícola Uni-Agri).

El trabajo de instalación de las mallas se inició a finales del mes octubre del año 2015, partiendo con las unidades de 'Fuji' (Yervas Buenas) y 'Granny Smith' (Teno), para finalizar a mediados del mes de noviembre del mismo año con la unidad de Molina, 'Pink Lady'. La labor de instalación de las mallas se realizó con el apoyo de maquinaria y de operarios de los propios huertos (Foto 2).

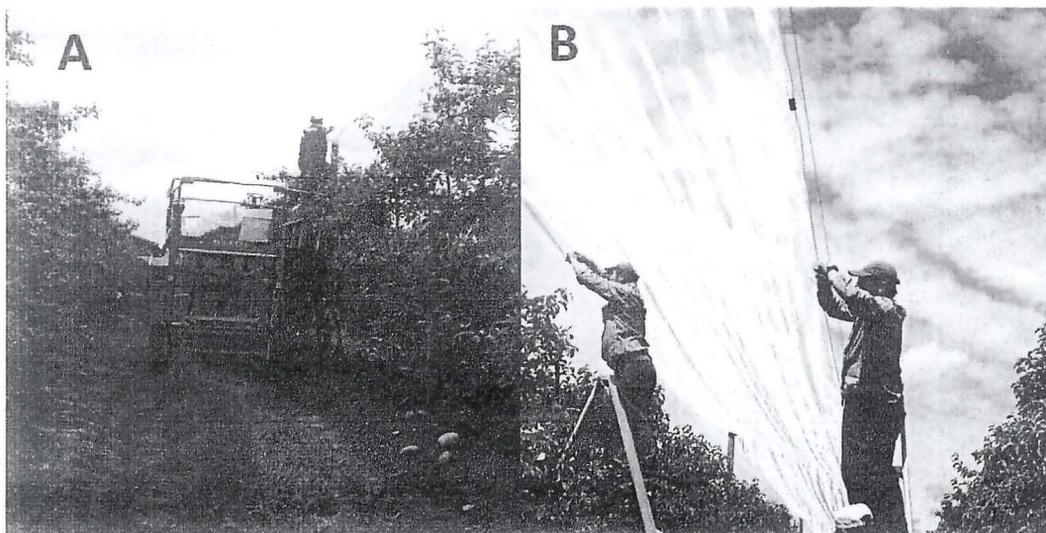


Foto 2

Labores de instalación de las mallas foto-selectivas a través de maquinaria en huerto de 'Fuji' en Agrícola Uni-Agri (A) y con escaleras en huerto de 'Pink Lady' en Agrícola Coigue (B)

Por cada tipo de malla se cubrió un total de tres hileras, considerando el largo total de las hileras por cada bloque. Como testigo se decidió utilizar malla monofilamento de color negro debido a que es la más comúnmente utilizada por los productores de manzanos (Foto 3). No obstante, y para tener referencia del efecto de la condición sin malla, durante ambas temporadas (2015-16 y 2016-17) en 'Pink Lady' y solo para la temporada 2016-17 en 'Fuji' y 'Granny Smith' se dejaron además hileras sin cobertura de malla como testigo absoluto. En los huertos de Teno y Yervas Buenas, las mallas fueron instaladas sobre estructuras ya establecidas y en sistema plano y capilla, respectivamente. La estructura para el



huerto de Molina fue construida durante la ejecución del proyecto, considerando el mismo diseño empleado en la unidad de Yervas Buenas, capilla en este caso.

Las mallas fueron extendidas después de finalizada la polinización de manera de no perturbar el vuelo de las abejas por efecto de modificaciones en las condiciones de luz. Así, para ambas temporadas las mallas permanecieron extendidas desde el estado de caída de pétalos hasta después de la cosecha de los frutos, para posteriormente ser recogidas durante el periodo de receso invernal. El manejo de la fertilización, del riego, poda, raleo y fitosanitario fue estándar para todos los tipos de mallas, siguiendo las prácticas habituales de manejo de huerto empleadas por el productor en condiciones sin malla.

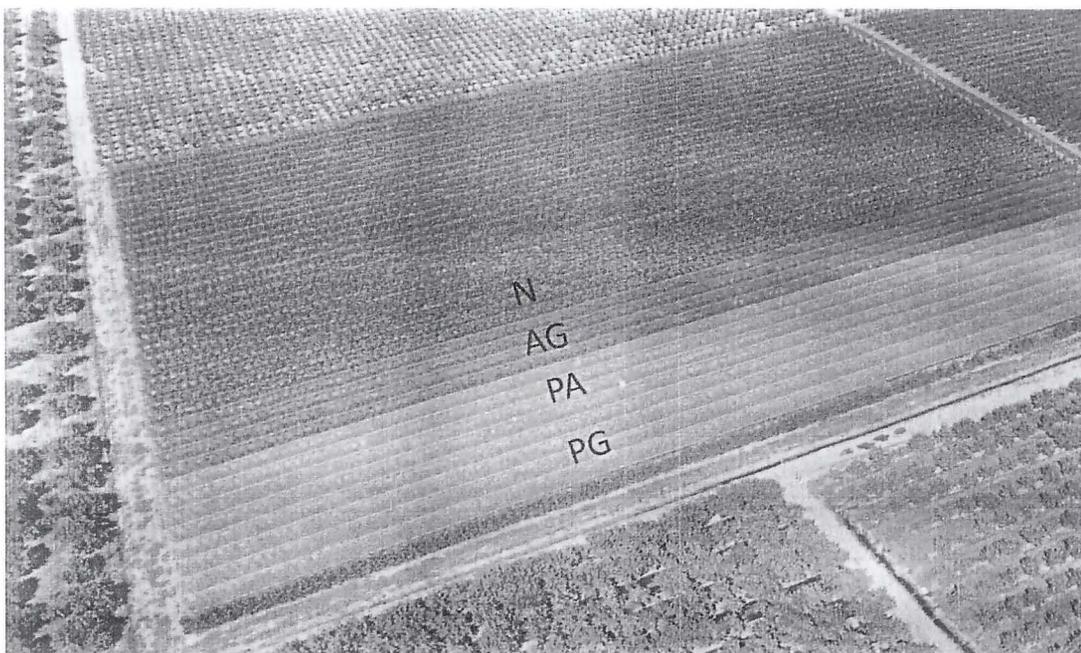


Foto 3

Vista aérea de ensayo cubierto con mallas foto-selectivas de colores perla-azul (PA), azul-gris (AG), perla-gris (PG) y malla negra tradicional (N)

### 2.3.- Evaluaciones

Para la toma de información se seleccionaron y marcaron al azar 12 árboles de similar carga frutal y vigor por cada tipo de malla. Los árboles fueron seleccionados desde las dos hileras centrales de cada parcela y agrupados en 4 repeticiones de 3 árboles por cada repetición, para así disminuir la variabilidad estadística por efecto de la ubicación de los árboles dentro de cada hilera.

### 2.3.1.- Evaluaciones a Cosecha

Para ambas temporadas (2015/16 y 2016/17) se cosechó la totalidad de la fruta de los árboles marcados por tratamiento, variedad y localidad para evaluar sobre el 100% de ese universo los siguientes parámetros:

- a) Incidencia y severidad de golpe de sol en los frutos, clasificando la fruta en las siguientes categorías: i) fruta sana (sin daño aparente), ii) daño leve (zona afectada con coloración amarilla tenue), iii) daño moderado (zona afectada con coloración amarillo rojiza intensa) y iv) daño severo (zona afectada con coloración parda). Para el análisis estadístico se consideró el total de la fruta dañada por sol, pues el total de la fruta con daño es causa de descarte para la industria frutícola (Foto 4).

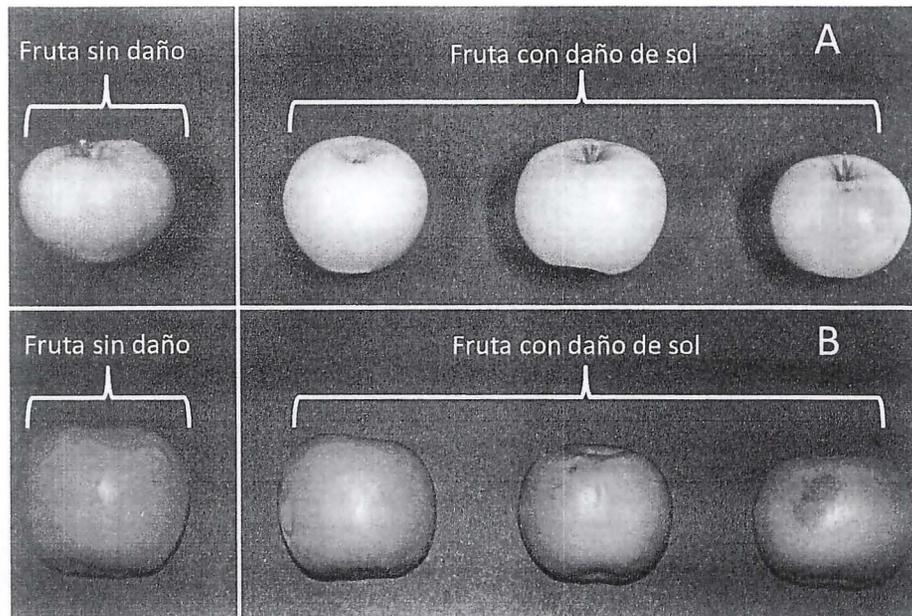


Foto 4

Escala de golpe de sol en la fruta en variedades de manzanas de color verde (A) y rojas (B) utilizada para evaluar la efectividad de mallas foto-selectivas en huertos comerciales

- b) Coloración de frutos, clasificando el total de la fruta en las siguientes categorías para manzanas verdes: i) verde intenso, ii) verde pálido, iii) amarillo, iv) rubor rojo (Foto 5A), y para manzanas rojas: i) >75% de color rojo de cubrimiento, ii) 51 – 75% de color rojo de cubrimiento, iii) <50% de color rojo de cubrimiento (Foto 5B).

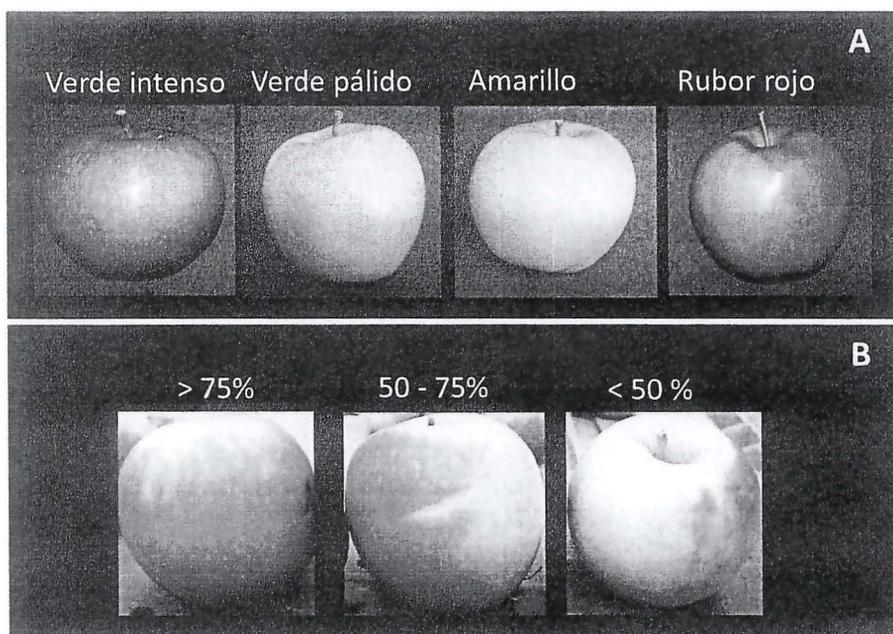


Foto 5

Escala de color de frutos utilizada en variedades de manzanas verdes (A) y rojas (B) para evaluar la efectividad de las mallas foto-selectivas en huertos comerciales

- c) Calibre y rendimiento comercial, pesando el total de la fruta por árbol y almacenando el peso unitario y acumulado de los frutos a través de una balanza modelo PCE- MGT (PCE Instruments, Alemania). Con la información recopilada se realizó una clasificación de la fruta de acuerdo a tres categorías de calibre según frutos/peso de caja por cada tipo de variedad.

### 2.3.1.- Evaluaciones de postcosecha

Al momento de la cosecha se tomó una muestra de 25 frutos por cada repetición (10 frutos por tipo de malla) para medir los siguientes índices de madurez: firmeza de frutos con un presionómetro digital modelo Silverado FHT-803 (Veto, Chile), sólidos solubles con refractómetro digital modelo HI96801 (Hanna Instruments, USA) e índice de almidón a través del test de Iodo. Posterior a ello, se tomó una muestra de 400 frutos por tipo de malla, los que fueron almacenados en cámaras de frío convencional a 1°C en el Centro de Estudios de Postcosecha de la Universidad de Chile (CEPOC), para luego de 30, 60, 90, 120 días de almacenamiento evaluar la incidencia de los siguientes desórdenes fisiológicos: bitter pit, lenticelosis, escaldado, pardeamiento interno y corazón acuoso. La evaluación solo se desarrolló bajo condiciones de frío convencional para así estandarizar la medición en las tres variedades evaluadas.



Finalmente, y antes del estado de caída de hojas se determinó el estado de vigor del árbol, cuantificando la longitud de total de brotes anuales por árbol, tomando brotes de ramas al azar y desde los cuatro puntos cardinales de la zona basal, media y apical de la planta. Posteriormente, los brotes fueron clasificados según las siguientes categorías de vigor de acuerdo a su longitud: i) vigor bajo (< 5 cm), vigor medio (5 – 20 cm) y vigor alto (> 20 cm).

## **2.4 Obtención de información para desarrollo de protocolos de manejo agronómico**

### **2.4.1 Información climática**

Para cada localidad y durante dos temporadas consecutivas se realizó un seguimiento de las condiciones de radiación solar total y difusa a través de un sensor quantum portátil LI-190 (Licor, USA). Simultáneamente se cuantificó la temperatura del fruto a través de termómetro infra-rojo Extech (Veto, Chile). De la misma manera se evaluó la variación estacional de la temperatura y humedad relativa a través de sensores modelo KTL-508 (Keytag, USA).

### **2.4.2 Información agronómica**

#### **2.4.2.1 Riego**

Se midió el contenido de humedad del suelo con capsulas watermark 200SS (Irrometer, USA) que fueron instaladas a 30 cm de profundidad. Complementariamente, se cuantificó la humedad aprovechable y propiedades físico-hídricas a través de muestras de suelo que fueron tomadas en cada tratamiento, cuya medición no estaba prevista, y se realizó para mejorar la interpretación de resultados. Con la información climática se estimó la evapotranspiración de referencia (ET<sub>c</sub>) a través del ajuste del modelo de Penman-Montieth.

#### **2.4.2.2 Raleo químico**

La efectividad de raleadores químicos se realizó a través del conteo de número y tasa de caída de frutos por árbol y efectos sobre el retorno floral en la siguiente temporada. En el primer caso un total de 10 corimbos por árbol fueron marcados y a los cuales se les realizó un seguimiento en la caída de frutos post-aplicación de raleadores. El retorno floral fue estimado durante la primavera, cuantificando al momento de floración el número total de corimbos por planta. Tanto las mediciones del número de frutos como del número de flores fueron medidas con la ayuda de un contadores electrónicos (Line Seike DK, USA).



### **2.4.2.3 Incidencia de venturia**

La incidencia y severidad de venturia en hojas y en frutos se evaluó durante dos temporadas consecutivas y para cada tipo de malla. Durante el mes de septiembre y octubre de la segunda temporada se evaluó la liberación de ascosporas, cada 14 y 15 días en las tres unidades experimentales. La evaluación se hizo a través del uso de portaobjetos con banda de pegado que fueron colocadas en placas Petri con medio APD y agar agua que se dejaron abiertas durante el día debajo de cada malla en estudio. Posteriormente, las placas fueron llevadas al Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Concepción para realizar una observación bajo microscopio óptico de ascosporas y conidias presentes en las muestras.

### **2.4.2.4 Incidencia de plagas**

Para comprobar la incidencia de plagas bajo los distintos tipos de mallas, el equipo técnico del asociado Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) elaboró un programa de monitoreo semanal de las plagas *Cydia pomonella* (polilla de la manzana), *Pseudococcidos* (chanchitos), *Diaspidiotus perniciosus* (escama de san José), *Eriosoma lanigerum* (pulgón lanífero) y *Panonychus ulmi* (arañita roja) a través de la visualización en hojas o frutos y trampas físicas y de feromonas.

### **2.4.2.5 Nutrición mineral**

Para ambas temporadas se realizó un análisis de macro y micro-elementos tanto en hojas como en frutos. Para ello durante el mes de febrero se tomó una muestra de 100 hojas por tipo de malla y localidad como también de 25 frutos al momento de cosecha, cuyo diagnóstico nutricional fue realizado por el laboratorio Agrolab Chile.



### 3. Actividades del Proyecto:

El Cuadro 2 muestra un resumen de las actividades programadas en el proyecto, considerando fechas estipuladas y la real en que se ejecutaron estas actividades.

Cuadro 2  
Actividades programadas según fechas de ejecución

Actividades	Fecha programada	Fecha real
Selección de pigmentos (perla, azul y gris) y producción de monofilamentos para fabricar mallas	Junio 2015	Junio 2015
Verificación de propiedades lumínicas y obtención de mallas con las tres combinaciones de hilos.	Agosto 2015	Octubre 2015*
Instalación de las mallas fabricadas en huertos de las tres localidades: Teno, Molina y Yervas Buenas	Octubre 2015	Noviembre 2015*
Cosecha y evaluación de daño por sol en frutos según categorías	Mayo 2017	Mayo 2017
Cosecha y evaluación de color rojo y verde en frutos según categorías	Mayo 2017	Mayo 2017
Evaluación de peso de frutos y clasificación según categoría de calibre por tipo de variedad	Mayo 2017	Mayo 2017
Evaluación de largo de brotes de árboles	Mayo 2017	Junio 2017
Evaluación de índices de madurez, almacenaje de fruta y medición de la evolución de desórdenes fisiológicos en post-cosecha	Septiembre 2017	Septiembre 2017
Evaluación de variables climáticas y agronómicas para obtener protocolo de manejo del riego, raleo, venturia, plagas y fertilización	Mayo 2017	Octubre 2017**
Recopilación y análisis de información para obtener estudio costo-beneficio de las mallas	Diciembre 2016	Diciembre 2016
Organización de taller para pequeños y medianos productores de manzanas de las regiones de O'Higgins y Maule	Diciembre 2016	Diciembre 2016



Organización de día de campo para pequeños y medianos productores de manzanas de las regiones del Maule y BíoBío	Enero 2017	Enero 2017
Organización de Seminario Internacional para productores, profesionales y técnicos.	Marzo 2018	Marzo 2018
Elaboración, edición y entrega de manual para 200 usuarios	Marzo 2018	Junio 2018***
Realización de estudio de propiedad intelectual	Marzo 2018	Abril 2017*****

\* La obtención de mallas con las tres combinaciones de hilos se terminó de ejecutar dos meses más tarde de lo programado (octubre 2015) por el retraso en los procesos de tejeduría y urdiembre de las mallas y debido a que los materiales se tuvieron que fabricar con distinta dimensión, en términos de ancho entre hileras y tipo de sistema de instalación. Esto también retrasó la instalación de las mallas, cuya labor fue finalizada en noviembre del 2015. No obstante, este retraso no afectó negativamente la ejecución del proyecto, pues la fecha para abrir las mallas para el control de golpe de sol es el mes de diciembre.

\*\* Se produjo un retraso en la finalización de toma de información agronómica, debido a la demora de entrega de resultados de análisis nutricionales de hojas y frutos como también a la necesidad de esperar la floración de los árboles para cuantificar el retorno floral. Sin embargo, este retraso no afectó la entrega oportuna de documento con protocolos de manejo agronómico bajo mallas.

\*\*\* Se produjo un retraso en la edición e imprenta del manual debido a lo lento en el proceso de revisión del texto y del diseño. No obstante, finalmente se logró finalizar la edición del libro, contando actualmente con 200 ejemplares impresos para ser distribuidos entre los distintos usuarios a definir en conjunto con la Fundación para la Innovación Agraria.

\*\*\*\*\* Se obtuvo informe de patentabilidad elaborado anticipadamente por la Unidad de Propiedad Intelectual (UPI) de la Universidad de Concepción para así poder gestionar la solicitud de patente de la tecnología desarrollada (mallas), cuya presentación de peritaje se llevó a cabo en abril de 2017.



#### 4. Resultados del Proyecto:

##### 4.1.- Mallas con técnicas foto-selectivas específicas fabricadas

Se obtuvieron rollos de los tres prototipos de mallas con técnicas foto-selectivas específicas: perla-azul (PA), azul-gris (AG) y perla-gris (PG), cuyas características de color y tramado se muestran a continuación (Foto 6).

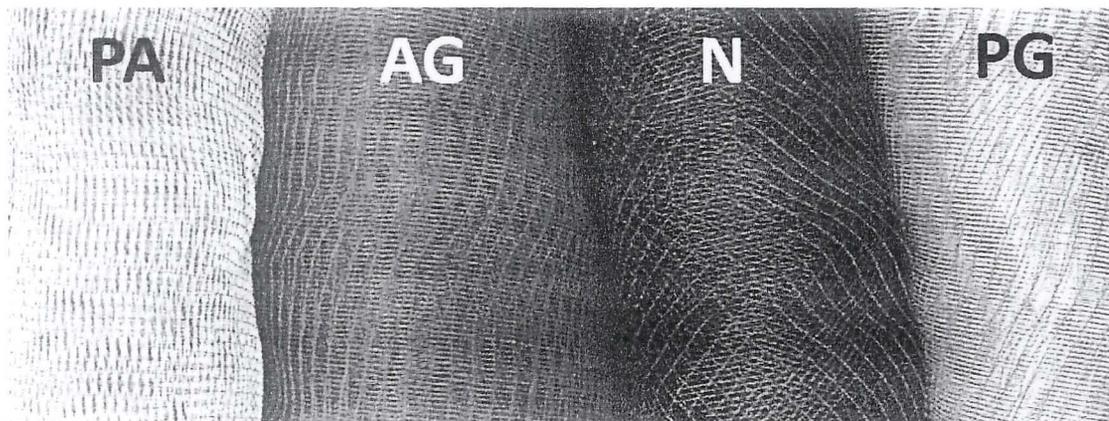


Foto 6

Características de los prototipos de mallas monofilamento foto-selectivas de combinaciones de colores perla-azul (PA), azul-gris (AG) y perla-gris (PA) obtenidos en comparación a la malla negra tradicional (N)

Los resultados de los análisis de propiedades lumínicas demostraron que las mallas cumplieron con los requisitos de foto-selectividad de la luz. Para una misma cantidad de transmisión de radiación total fotosintética (PAR), las mallas PA y PG incrementaron la proporción de luz difusa en un 5 - 10%, en relación a la malla tradicional negra, N (Figura 1).

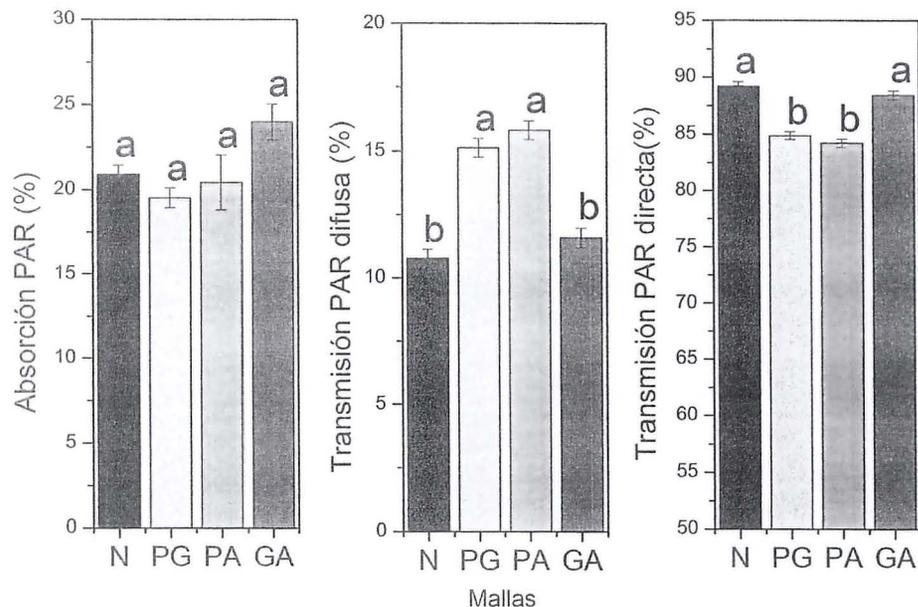


Figura 1

Absorción y transmisión de luz fotosintéticamente activa (PAR) por parte de las mallas foto-selectivas perla-azul (PA), azul-gris (AG) y perla-gris (PA) en comparación a la malla negra tradicional (N)

Las mallas PA y AG incrementaron la proporción de luz azul (400 – 500 nm) en una relación de 1,1 y en comparación al resto de mallas (Figura 2). Las mallas AG y PG redujeron la transmisión de la radiación en el espectro infra-rojo entre 7-12%, respecto a la malla negra, respectivamente (Figura 2). Este efecto se vio reflejado bajo condiciones de campo, en donde durante ambas temporadas y tres variedades evaluadas las mallas foto-selectivas desarrolladas incrementaron la cantidad de luz difusa, lo que implica entre un 5 - 10% menos de radiación directa, en comparación a la malla negra tradicional (Figs. 3 y 4; Anexo 1). Del mismo modo, la reducción en la trasmisión de radiación infra-roja bajo estas mallas foto-selectivas permitió disminuir entre 1,5 – 2°C la temperatura de los frutos, en relación a la malla negra tradicional (Figs. 5 y 6; Anexo 1). Una menor cantidad de radiación directa combinada a una disminución en la temperatura superficial de los frutos implica que las manzanas son menos sensibles a dañarse por quemadura de sol del tipo bronceado, necrótico y foto-oxidativo (Racsco y Schrader, 2012), por tanto, demuestra que estas mallas efectivamente generan condiciones de radiación y temperatura menos predisponente de golpe de sol en la fruta.

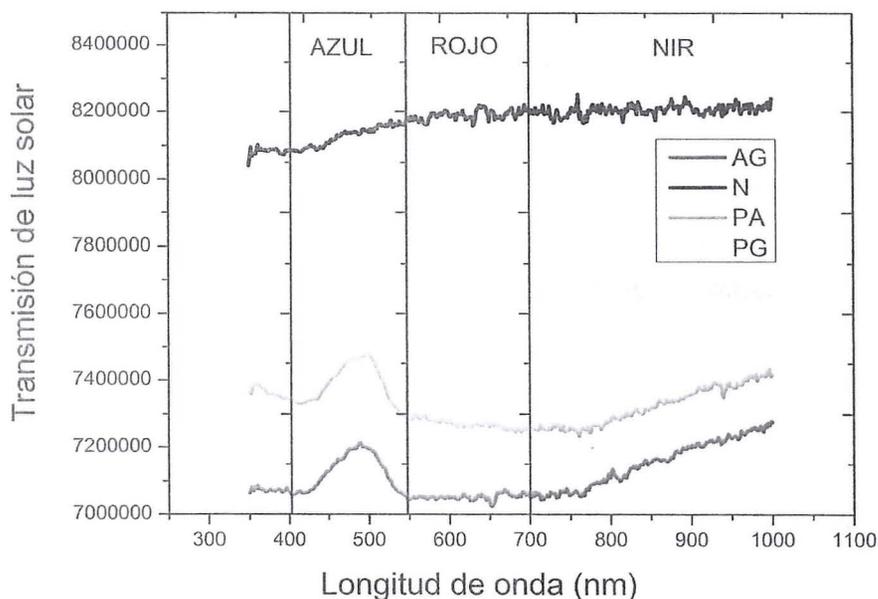


Figura 2

Transmisión espectral de la luz en mallas perla-azul (PA), azul-gris (AG) y perla-gris (PG) en comparación a la malla negra tradicional (N)

#### 4.2.- Reducción de daño por sol bajo mallas

En la variedad 'Granny Smith' la malla azul-gris (AG) durante dos temporadas consecutivas mostró ser la más efectiva en reducir el daño por sol, cuyo valor promedio bajo esta malla fue de un 10% (Cuadro 3). En el caso de 'Fuji' durante ambas temporadas los valores menores de daño por sol se observaron bajo la malla AG, promediando un valor de 12% de daño con este tipo de malla. En el caso de 'Pink Lady' durante ambas temporadas los valores menores de daño por sol también se observaron bajo malla AG, promediando un valor de 1,6% de daño con este tipo de malla.

En resumen, el uso de malla foto-selectiva del tipo AG permite reducir en promedio (tres variedades) a un 7% la incidencia de daño por sol, muy cerca de la meta esperada de un 5% y siendo la más efectiva (Cuadros 3 y 16). Si la comparamos con la malla negra tradicional, esta malla es un 53% más efectiva en reducir el daño por sol. Le siguen en efectividad la malla perla-gris (PG) que resulta ser un 27% más efectiva en reducción de daño por sol y finalmente la malla perla azul (PA) que fue solo un 18% más efectiva. Esto indicaría que la combinación de hilos azul y gris en la proporción del prototipo desarrollado sería la más efectiva para reducir daño por sol en la fruta; ello debido a que generan condiciones lumínicas que favorecen la eficiencia fotosintética de la fruta por efecto de reducción de radiación visible directa y la menor temperatura del tejido por efecto de la reducción de radiación IR (Olivares-Soto y Bastías, 2018).



Cuadro 3

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la incidencia de golpe de sol en manzanas 'Granny Smith', 'Fuji' y 'Pink Lady'. Temporadas 2015/16 – 2016/17.

Mallas	Daño por sol (%)					
	Temporada 2015/16			Temporada 2016/17		
	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'
PG	24,7 b	14,4 b	1,5 a	6,3 ab	14,9 a	3,8 ab
PA	25,4 b	16,6 b	1,6 a	8,1 ab	17,1 a	4,9 ab
AG	14,6 a	7,8 a	1,7 a	5,3 a	16,7 a	1,5 a
N	25,2 b	9,9 ab	3,9 a	11,8 b	29,6 ab	5,3 b
s/malla			9,9 b	22,3 c	38,9 b	18,3 c
p-valor	0,013	0,0098	0,0001	0,001	0,0097	0,0001

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.3.- Mejora de coloración de frutos en variedades bicolors bajo malla

Durante la primera temporada (2015/16) la cantidad de fruta en categoría de color >50% para 'Fuji' en la malla con mayor efectividad en control de golpe de sol (AG) fue de un 86% (Cuadro 4) y para 'Pink Lady' bajo la misma malla fue de un 82%, lo que equivale a un promedio de 84% (Cuadro 5).

Durante la segunda temporada (2016/17) la cantidad de fruta en categoría de color >50% para 'Fuji' en la malla AG fue de un 67% (Cuadro 4) y para 'Pink Lady' bajo la misma malla fue de un 73%, lo que equivale a un promedio de 70% (Cuadro 5).

Por lo anterior, la cantidad de fruta en categoría de color >50% de 'Fuji' y 'Pink Lady' bajo malla foto-selectiva AG equivale a un 77%, muy cercano a la meta esperada de 80% (Cuadro 16).

Cabe destacar, que en 'Fuji' el uso de malla AG disminuye la proporción de fruta en la categoría de color de cubrimiento >75%, lo que no ocurrió en 'Pink Lady'. Se ha mencionado que 'Fuji' es muy exigente en luz directa para un buen desarrollo de color de frutos, lo que explicaría estos resultados (Jakopic et al., 2007). En este contexto, un manejo de la apertura de mallas antes de cosecha, complementando con el uso de filmes reflectantes de luz (Extenday o Colorup) sería recomendable al utilizar malla AG en esta variedad.



**Cuadro 4**  
Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre categorías de color en manzanas 'Fuji'. Temporadas 2015/16 – 2016/17.

Mallas	Categorías de color (%)					
	Temporada 2015/16			Temporada 2016/17		
	< 50%	50 – 75%	>75%	< 50%	50 – 75%	>75%
PG	8,9 ab	54,5	36,5	32,7 b	57,4	9,9 ab
PA	21,1 b	58,5	20,4	27,2 ab	53,7	19,1 ab
AG	14,2 ab	66,5	19,2	36,2 b	57,6	6,1 b
N	4,7 a	52,4	42,8	15,2 a	58,6	26,2 a
s/malla				18,8 a	55,1	26,0 a
p-valor	0,0102	0,3541	0,03	0,0005	0,6617	0,0059

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

**Cuadro 5**  
Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre categorías de color en manzanas 'Pink Lady'. Temporadas 2015/16 – 2016/17.

Mallas	Categorías de color (%)					
	Temporada 2015/16			Temporada 2016/17		
	< 50%	50 – 75%	>75%	< 50%	50 – 75%	>75%
PG	14,2	47,8	37,9 a	27,1 b	49,9	23,0 ab
PA	25,0	57,3	17,6 b	19,9 ab	60,1	20,0 ab
AG	17,9	45,6	36,4 a	27,5 b	59,5	12,9 ab
N	19,4	58,3	22,2 ab	27,7 b	62,9	9,4 b
S/malla	8,7	53,6	37,5 a	6,1 a	63,7	30,1 a
p-valor	0,2848	0,0954	0,0056	0,003	0,3449	0,035

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### **4.4.- Mejora de coloración de frutos en variedades verdes bajo malla**

Durante la primera temporada de cosecha de 'Granny Smith', se observó que un 69% de la fruta bajo malla AG, de mejor efectividad en control de golpe de sol, clasificó en categoría de color verde intenso. Durante la segunda temporada este valor alcanzó a un 76% bajo la misma malla (Cuadro 6), lo que promedia una cantidad de fruta de color verde intenso del orden del 73% con esta malla foto-selectiva y superando la meta esperada de un 65% (Cuadro 16).



Cuadro 6

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre categorías de color en manzanas 'Granny Smith'. Temporadas 2015/16 – 2016/17.

Mallas	Categorías de color (%)					
	Temporada 2015/16			Temporada 2016/17		
	VI	VP	RR	VI	VP	RR
PG	46,4 b	28,5	0,4	75,7 ab	18,0 b	-
PA	35,1 b	39,6	0,1	87,5 a	4,3 a	-
AG	69,2 a	16,2	0,1	76,6 ab	18,2 b	-
N	58,5 ab	16,2	0,8	79,9 ab	8,5 ab	-
s/malla				69,5 b	12,5 ab	-
p-valor	0,003	0,07	0,218	0,09	0,01	

VI= Verde intenso; VP= Verde pálido; RR= rubor rojo  
 PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.5.- Aumento del rendimiento comercial por mejora del calibre

##### 4.5.1 Categoría de calibre pequeño

Para la 1<sup>era</sup> temporada (2015/17) la cantidad de frutos de calibre pequeño en malla AG fue la siguiente: 'G. Smith' (12%), 'Fuji' (35%), 'Pink Lady' (19%). Esto equivale a un promedio de 22% (Cuadro 7).

Para la 2<sup>da</sup> temporada (2017/18) y bajo la misma malla la cantidad de frutos de calibre pequeño fue la siguiente: 'G. Smith' (49%), 'Fuji' (27%), 'Pink Lady' (5%). Esto equivale a un promedio de 27% (Cuadro 7).

Por tanto, la cantidad de frutos en categoría de calibre pequeño para las tres variedades y bajo la malla AG con mejor desempeño en el control de golpe de sol a un 25%, valor superior a la meta esperada de 5% (Cuadro 16).

Si bien es cierto la proporción de fruta pequeña bajo malla es superior a la meta esperada, este valor es similar al promedio obtenido de ambas temporadas y tres variedades bajo la condición de malla tradicional negra y que fue de un 27% (Cuadro 7). Por tanto, no puede atribuirse a un efecto de la malla AG sino más bien al manejo agronómico del huerto y que fue estándar para todos los tipos de malla.



Cuadro 7

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la categoría de calibre pequeño para tres variedades de en manzanas. Temporadas 2015/16 – 2016/17.

Mallas	Temporadas Calibres Pequeños (%)					
	2015/16			2016/17		
	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'
PG	20,5 ab	34,3	11,8 b	29,5 ab	37,5	8,9
PA	24,5 a	44,5	19,0 a	19,9 a	25,5	5,5
AG	12,3 b	35,8	19,1 a	49,7 c	27,6	4,7
N	15,0 b	41,5	19,0 a	44,1 bc	32,4	6,8
S/malla			9,3 b		26,3	13,9
p-valor	0,0055	0,085	0,0069	0,0059	0,640	0,0753

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.5.2 Categoría de calibre mediano

Durante la 1<sup>era</sup> temporada (2015/16) la cantidad de frutos de calibre mediano bajo la malla con mejor resultado en el control de golpe de sol (AG) fue la siguiente: 'G. Smith' (60%), 'Fuji' (43%), 'Pink Lady' (55%). Esto equivale a un promedio de 53% (Cuadro 8).

Para la 2<sup>da</sup> temporada (2016/17) y bajo la misma malla la cantidad de frutos de calibre mediano fue la siguiente: 'G. Smith' (43%), 'Fuji' (49%), 'Pink Lady' (53%). Esto equivale a un promedio de 48% (Cuadro 8).

De esta manera, la cantidad de frutos en categoría de calibre mediano para las tres variedades y bajo la malla con mejor desempeño en el control de golpe de sol (AG) fue de un 51%, valor inferior a la meta esperada de 65% (Cuadro 16).

La proporción de fruta de calibre mediano bajo la malla es similar al promedio obtenido de ambas temporadas y tres variedades bajo la condición de malla tradicional negra y que fue de un 50% (Cuadro 8). Por tanto, y al igual que en el caso de categoría de calibre pequeño, no puede atribuirse a un efecto de la malla AG sino más bien al manejo agronómico del huerto y que fue estándar para todos los tipos de malla.



Cuadro 8

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la categoría de calibre mediano para tres variedades de manzanas. Temporadas 2015/16 – 2016/17.

Mallas	Temporadas Calibres Medianos (%)					
	2015/16			2016/17		
	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'
PG	63,0	42,0	53,5	54,5 ab	40,6 bc	56,6
PA	61,0	37,5	56,0	60,5 a	37,2 c	53,5
AG	60,0	42,8	55,3	43,1 b	49,5 a	53,4
N	56,3	41,5	56,0	43,5 b	45,8 ab	58,3
s/malla			47,7		44,3 abc	51,9
p-valor	0,2396	0,0795	0,248	0,0022	0,0044	0,9266

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.5.3 Categoría de calibre grande

En la 1<sup>era</sup> temporada (2015/16) la cantidad de frutos de calibre grande en la malla con mejor resultado en el control de golpe de sol (AG) fue la siguiente: 'G. Smith' (27%), 'Fuji' (22%), 'Pink Lady' (25%). Esto equivale a un promedio de 25% (Cuadro 9).

En la 2<sup>da</sup> temporada (2016/17) y bajo la misma malla AG, la cantidad de frutos de calibre grande fue la siguiente: 'G. Smith' (7%), 'Fuji' (22%), 'Pink Lady' (41%). Esto equivale a un promedio de 23% (Cuadro 9).

Por tanto, la cantidad de frutos en categoría de calibre grande para las tres variedades y bajo la malla con mejor desempeño en el control de golpe de sol (AG) fue de un 24%, valor superior a la meta esperada de 20% (Cuadro 16). Este es un resultado positivo de las mallas.



Cuadro 9

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la categoría de calibre grande para tres variedades de manzanas. Temporadas 2015/16 – 2016/17.

Mallas	Temporadas Calibres Grandes (%)					
	2015/16			2016/17		
	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'
PG	16,0 b	24,0	34,3 ab	16,0 ab	21,9	34,3
PA	14,8 b	17,8	24,8 b	19,6 a	37,3	40,8
AG	27,3 a	22,0	25,5 b	7,0 b	22,9	41,8
N	29,0 a	16,8	25,0 b	12,3 ab	21,7	34,9
S/malla			42,9 a		29,4	34,0
p-valor	0,0002	0,4342	0,0217	0,0427	0,720	0,7673

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.6.- Reducción del vigor de los árboles

##### 4.6.1 Brotes en categoría de vigor bajo

En la 1<sup>era</sup> temporada la cantidad de brotes de vigor bajo (< 5 cm) en la malla AG fue de un 45% para 'G. Smith' un 45% en 'Fuji' y un 55% 'Pink Lady'; esto equivale a un promedio de 48% (Cuadro 10).

Para la 2<sup>da</sup> temporada la cantidad de brotes de vigor bajo (< 5 cm) en la malla AG fue la siguiente: 'G. Smith' con un 70%, 'Fuji' con un 63% y 'Pink Lady' con un 51%. Lo anterior equivale a un promedio de 62% (Cuadro 10).

Promediando ambas temporadas, la cantidad de brotes en categoría de vigor bajo (<5 cm) en malla foto-selectiva AG equivale a un 55%, lo que es buen indicador pues se encuentra por sobre de la meta esperada de un 15% (Cuadro 16). Este valor es similar al obtenido bajo malla negra tradicional que fue de un 56%, por lo que no se puede atribuir este efecto al tipo de malla empleado.



Cuadro 10

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la categoría de brotes de vigor bajo para tres variedades de manzanas. Temporadas 2015/16 – 2016/17

Mallas	Brotes vigor bajo (%)					
	Temporada 2015/16			Temporada 2016/17		
	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'
PG	38,1	45,8	54,0 ab	61,0 b	52,7	68,3 a
PA	45,4	47,9	56,5 a	63,0 b	59,7	67,0 a
AG	45,5	45,2	55,8 a	70,8 a	63,4	49,9 b
N	51,9	59,4	43,2 b	72,3 a	63,7	51,5 b
s/malla			47,6 ab		60,1	50,5 b
p-valor	0,0685	0,0421	0,0066	0,0025	0,3376	0,0001

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.6.2 Brotes en categoría de vigor medio

Durante la 1<sup>era</sup> temporada la cantidad de brotes de vigor medio (5 -20 cm) en la malla AG fue de un 19% para 'G. Smith' un 23% en 'Fuji' y un 25% en 'Pink Lady', equivalente en promedio a un valor 22% (Cuadro 11).

Para la 2<sup>da</sup> temporada la cantidad de brotes de vigor medio (5 – 20 cm) en la malla AG fue la siguiente: 'G. Smith' con un 8%, 'Fuji' con un 26% y 'Pink Lady' con un 26%. Esto equivale a un promedio de 20% (Cuadro 11).

Al promediar ambas temporadas la cantidad de brotes en categoría de vigor medio (5 – 20 cm) en malla foto-selectiva AG equivale a un 21%, cuyo valor se encuentra por debajo de la meta esperada de 30% (Cuadro 16). No obstante, este valor no difiere de lo obtenido bajo malla negra tradicional (23%), por lo que ésta diferencia respecto a la meta esperada no se atribuye al tipo de malla empleado, sino que al manejo agronómico del huerto.



Cuadro 11

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la categoría de brotes de vigor medio para tres variedades de manzanas. Temporadas 2015/16 – 2016/17

Mallas	Brotes vigor medio (%)					
	Temporada 2015/16			Temporada 2016/17		
	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'
PG	17,0	28,3 a	29,3 bc	9,0	20,1 bc	20,1 bc
PA	16,4	26,4 ab	26,0 bc	11,0	19,5 c	19,5 c
AG	19,3	23,4 b	25,5 c	8,5	26,8 a	26,8 a
N	18,4	23,1 b	35,3 b	10,5	26,3 ab	26,3 ab
s/malla			30,4 a		25,2 abc	25,2 abc
p-valor	0,4711	0,0052	0,001	0,1382	0,0039	0,0039

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.6.3 Brotes en categoría de vigor alto

Si bien es cierto, la cantidad de brotes en categoría de vigor medio fue inferior a la meta esperada, los árboles bajo malla AG (de mayor efectividad en control de golpe de sol) presentaron un vigor adecuado sin incrementar la proporción de brotes de longitud superior a 20 cm (Cuadro 12).

El análisis detallado indica que en la 1<sup>era</sup> temporada la cantidad de brotes de vigor alto (>20 cm) en la malla AG fue de un 35% para 'G. Smith' un 31% en 'Fuji' y un 18% en 'Pink Lady', equivalente en promedio a un valor 28% (Cuadro 12).

Durante la 2<sup>da</sup> temporada la cantidad de brotes de vigor alto (>20 cm) en la malla AG fue de 21% en 'G. Smith', 16% en Fuji' y 23% en 'Pink Lady', lo que equivale a un promedio de 20% (Cuadro 12).

Al promediar ambas temporadas la cantidad de brotes en categoría de vigor alto en malla foto-selectiva AG equivale a un 24%, cuyo valor se encuentra por debajo de la meta esperada de 55% y similar a la condición sin malla (Cuadro 16), indicando que los árboles no expresaron sobrecrecimiento de brotes y excesivo vigor bajo este tipo de malla.



Cuadro 12

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la categoría de brotes de vigor alto para tres variedades de manzanas. Temporadas 2015/16 – 2016/17

Mallas	Brotes vigor alto (%)					
	Temporada 2015/16			Temporada 2016/17		
	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'
PG	44,8 b	25,8 ab	16,7	29,7 b	22,7	11,8 a
PA	38,3 ab	25,5 ab	17,5	26,3 ab	23,3	13,3 a
AG	35,1 ab	31,3 b	18,7	21,0 ab	16,8	23,1 b
N	29,7 a	17,5 a	21,4	17,4 a	17,8	22,1 b
s/malla			21,9		19,6	24,1 b
p-valor	0,0163	0,0438	0,1676	0,0039	0,2622	0,002

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.7.- Reducción de desórdenes fisiológicos en post-cosecha

##### 4.7.1.- Incidencia de bitter pit y escaldado

En la malla con mayor efectividad de control de daño por sol (AG) la incidencia de *bitter pit* fue en promedio un 10% (Cuadro 13) cumpliendo con la meta esperada de un 25% (Cuadro 16). En cuanto a la incidencia de escaldado, si bien es cierto esta disminuyó significativamente durante la primera temporada, por efecto de la malla AG, el valor promedio de este desorden bajo esta malla fue de un 43% considerando ambas temporadas (Cuadro 13). Es decir, muy lejos de la meta propuesta de un 20%, que era lo que se esperaba (Cuadro 16). No obstante, el porcentaje de escaldado bajo malla negra tradicional fue similar a la malla AG (Cuadro 13), por lo que la incidencia de este desorden no puede atribuirse al tipo de malla utilizado.



Cuadro 13

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la incidencia de desórdenes fisiológicos en manzanas 'Granny Smith'. Temporadas 2015/16 – 2016/17

Mallas	Desórdenes fisiológicos (%)				
	Bitter pit	Escaldado	Corazón acuoso	Lenticelosis	Pardeamiento interno
	Temporada 2015/16				
N	10	45 b	3	9	13
PG	18	46 b	1	8	5
AG	13	35 a	3	4	7
PA	13	45 b	3	12	9
	Temporada 2016/17				
N	4,1	51,6	2,5	1,2	0,0
PG	8,7	47,9	1,2	0,4	0,4
AG	7,5	51,2	1,6	0,0	0,0
PA	6,6	48,3	0,8	0,0	0,0

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

#### 4.7.2.- Incidencia de pardeamiento interno, corazón acuoso y lenticelosis

El promedio de ambas temporadas en pardeamiento interno para 'Fuji' cultivada bajo malla AG fue de 4,7% (Cuadro 14), mientras que para 'Pink Lady' fue de un 0,5% (Cuadro 15). Esto significa un 2,5% de incidencia de pardeamiento interno para ambas variedades cultivadas bajo la malla AG, con niveles muy inferiores a lo esperado en incidencia de este desorden en estas variedades (Cuadro 16). En términos de incidencia de corazón acuoso y lenticelosis en la variedad 'Fuji' cultivada bajo malla AG este fue en promedio para ambas temporadas de un 1,5% y 2%, respectivamente (Cuadro 14), cuyo valor también fue menor al esperado para este cultivar (Cuadro 16).



Cuadro 14

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la incidencia de desórdenes fisiológicos en manzanas 'Fuji'. Temporadas 2015/16 – 2016/17

Mallas	Desórdenes fisiológicos (%)				
	Bitter pit	Escaldado	Corazón acuoso	Lenticelosis	Pardeamiento interno
Temporada 2015/16					
N	1 b	6 b	2 a	1	1 a
PG	3 b	0 a	14 c	3	8 b
AG	0 a	2 a	3 a	2	5 ab
PA	1 b	0 a	7 b	1	3 a
Temporada 2016/17					
N	3,6	4,6	0,6	2,0	1,6
PG	2,6	1,6	0,3	1,6	2,3
AG	2,3	1,0	0,3	1,6	4,3
PA	1,3	1,3	0,3	0,6	3,0
S/malla	5,6	2,33	0,3	1,6	1,6

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto

Cuadro 15

Efecto del uso de mallas foto-selectivas sobre la incidencia de desórdenes fisiológicos en manzanas 'Pink Lady'. Temporadas 2015/16 – 2016/17

Mallas	Desórdenes fisiológicos (%)				
	Bitter pit	Escaldado	Corazón acuoso	Lenticelosis	Pardeamiento interno
Temporada 2015/16					
N	0	0	0	0	0
PG	0	0	0	0	0
AG	0	0	0	0	0
PA	0	0	0	0	0
Temporada 2016/17					
N	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
PG	0,0	1,6	0,0	0,0	1,3
AG	0,0	0,0	0,0	0,3	1,3
PA	0,3	0,0	0,0	0,0	2,3
S/malla	0,6	1,6	0,0	0,0	1,3

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto



Resumiendo, y tal como se aprecia en el Cuadro 16 el prototipo de malla foto-selectiva de mayor efectividad en el control de daño por sol (AG en este caso) permitió reducir la incidencia de daño por sol a valores muy cercanos (7%) de la meta esperada (5%), cuya efectividad es superior a la malla negra tradicional en que el daño por sol alcanzó un valor promedio para las tres variedades y dos temporadas de un 15% (Cuadro 4).

En variedades rojas como 'Fuji' y 'Pink Lady' la proporción de fruta con buena coloración bajo la malla foto-selectiva AG alcanzó valores (77%) muy cercanos a la meta esperada (80%), mientras que en variedades verdes como 'G. Smith' la proporción de fruta de color verde intenso bajo malla AG alcanzó valores (73%) superiores a la meta esperada (65%) (Cuadro 16).

El uso de malla AG permite un control de vigor adecuado de los árboles sin afectar negativamente la condición de la fruta en almacenaje (Cuadro 16).

#### **4.8 Protocolo de manejo agronómico bajo malla**

Luego de sistematizar la información se obtuvo protocolo para el manejo agronómico del riego, raleo, plagas, venturia y nutrición, cumpliendo la meta esperada (Cuadro 16). Las mallas foto-selectivas generaron condiciones de menor temperatura del aire y mayor humedad relativa (Anexo 2; Figs. 7 – 10), lo que conjugado a la disminución de radiación solar directa (Anexo 1) efectivamente produce cambios en respuestas de interés agronómico (Bastías et al., 2015), por lo que los siguientes aspectos deben ser considerados:

- Disminución en la evapotranspiración de referencia entre 10 – 30%. Estos resultados son similares a los reportados en previos estudios con mallas (Girona et al., 2015) por lo que se recomienda una disminución en dos días la frecuencia de riego bajo mallas foto-selectivas.
- Aumento en 10-12% de mayor efectividad de raleadores químicos cuando son aplicados bajo mallas foto-selectivas. Si se considera que el raleo químico del manzano en Chile posee una pobre efectividad (Reginato et al., 2015) y que esta mayor efectividad se ve reflejado en el retorno floral (Anexo 3; Cuadro 17), los resultados indican que las mallas foto-selectivas podrían otorgar beneficios adicionales como herramienta para el manejo del raleo en manzanos.
- Necesidad de corregir niveles excesivos de N y Mn en 'Fuji' y niveles bajos de K en 'Pink Lady' en huertos cultivados con mallas foto-selectivas.
- Sin efectos en la incidencia de venturia y población de plagas, por lo que el programa fitosanitario debiera ser estándar bajo mallas foto-selectivas.



El detalle de estos resultados y protocolos de manejo agronómico se encuentran en el Documento Original (Anexo 4) y Libro Tipo Manual editado como parte de este proyecto (Bastías y Adonis, 2018).

Cuadro 16  
Resumen de resultados esperados y alcanzados durante la ejecución del proyecto

<b>Resultado</b>	<b>Esperado</b>	<b>Alcanzado</b>
Mallas con técnicas foto-selectivas específicas fabricadas	3 prototipos	3 prototipos
Reducción de daño por sol bajo mallas	5% de fruta dañada bajo mallas	7% de fruta dañada por sol bajo mallas
Mejora de coloración de frutos en variedades bicolors (Fuji y Pink Lady) bajo malla	80% de la fruta cosechada bajo malla en la categoría > 50% de color de cubrimiento	77% de la fruta cosechada bajo malla en la categoría > 50% de color de cubrimiento
Mejora de coloración de frutos en variedades verde (G. Smith) bajo malla	65% de la fruta cosechada bajo malla en la categoría de color verde intenso	73% de la fruta cosechada bajo malla en la categoría de color verde intenso
Incremento del rendimiento comercial en calibre	5% calibre pequeño 65% calibre medio 20% calibre grande	25% calibre pequeño 51% calibre medio 24% calibre grande
Reducción del vigor de los árboles bajo malla	15% de brotes de árboles bajo mallas en el rango de vigor bajo (< 5 cm) 30% de brotes de árboles bajo mallas en el rango de vigor medio (5 - 20 cm) 55% de brotes de árboles bajo mallas en el rango de vigor alto (>20 cm)	55% de brotes de árboles bajo mallas en el rango de vigor bajo (< 5 cm) 21% de brotes de árboles bajo mallas en el rango de vigor medio (5 - 20 cm) 24% de brotes de árboles bajo mallas en el rango de vigor alto (>20 cm)



<p>Reducción de desórdenes fisiológicos en post-cosecha (almacenaje)</p>	<p>25% incidencia <i>bitter pit</i> en 'G. Smith'</p> <p>20% incidencia de escaldado en 'G. Smith'</p> <p>30% incidencia de pardeamiento interno en 'Fuji' y 'Pink Lady'</p> <p>15% incidencia de corazón acuoso en 'Fuji'</p> <p>10% incidencia de lenticelosis en 'Fuji'</p>	<p>10% incidencia <i>bitter pit</i> en 'G. Smith'</p> <p>43% incidencia de escaldado en 'G. Smith'</p> <p>2,5 % incidencia de pardeamiento interno en 'Fuji' y 'Pink Lady'</p> <p>1,5% incidencia de corazón acuoso en 'Fuji'</p> <p>2% incidencia de lenticelosis en 'Fuji'</p>
<p>Protocolo de manejo agronómico bajo malla</p>	<p>1 documento</p>	<p>1 documento</p>



## 5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

La presente Ficha Técnica y Análisis Económico se realizó sobre la base de estudio de evaluación costo-beneficio de la tecnología desarrollada y cuyo documento se encuentra en el Anexo 5.

La inversión adicional requerida por el uso de la malla alcanza un valor aproximado de US\$ 4.200 ha<sup>-1</sup> en infraestructura y de US\$5.000 ha<sup>-1</sup> por el concepto de las mallas, totalizando US\$ 9.200 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 18). La inversión en mallas dependerá del tipo y del costo, el cual va desde US\$0,49 a US\$0,54 por m<sup>2</sup> en este estudio.

Cuadro 18

Costo de instalación de un huerto comercial de manzanos con malla foto-selectiva (base 1,5 ha).

Sub-ítem	Unidad	Cantidad	Costo Unitario US\$	Total, US\$
Postes Impregnados 5-6 x 6 m	Unid	32	26,5	847,1
Postes Impregnados 7-8 x 5 m	Unid	4	32,4	129,4
Postes Impregnados 4-5 x 5 m	Unid	90	13,2	1.191,2
Ancla Esquinero 1,10 x 0,9	Unid	8	20,4	163,1
Ancla cono 0,40 diámetro	Unid	80	1,8	147,1
Tensores 1,20 x Fe 10 mm	Unid	80	3,1	247,1
Alambre galvanizado 17/15	Unid	350	1,1	390,1
Alambre trenzado 1 x 2 x 3 mm	Unid	103	1,7	174,2
Alambre dulce 12	Unid	50	1,1	54,7
Impregnado 3 a 4 x 4 m	Unid	32	5,7	183,5
Impregnado 4 a 5 x 5 m	Unid	102	13,2	1.350,0
Impregnado 5 a 6 x 5,5 m	Unid	24	22,1	529,4
Impregnado 5 a 6 x 5 m	Unid	32	17,6	564,7
Alambre galvanizado dulce N° 6	Unid	50	1,0	50,8
Arriendo maquinaria	Unid	1	253,3	253,3
Subtotal estructura (1.5 ha)				6.276
Subtotal estructura (1 ha)				4.183,8
Mallas foto-selectiva (1 ha)			10.000 0,50	5.000
Total (ha)				9.183,8

Para el análisis económico se consideró como inversión inicial en plantación un valor US\$19.000 ha<sup>-1</sup>, considerando el costo de la habilitación del terreno, plantas, infraestructura de riego, y la estructura de soporte y conducción. Además de un gasto anual de US\$8.200 ha<sup>-1</sup> por concepto de manejo del huerto.



Se consideraron los rendimientos comerciales de manzanas obtenidos en los diferentes ensayos, clasificando la fruta de acuerdo a daño por sol, color y calibres comerciales. Los rendimientos obtenidos correspondieron a aquellos de plena producción por tratarse de huertos comerciales ya establecidos. Las estimaciones de retorno a productor se calcularon en base a los precios promedios en las últimas cinco temporadas, según rango de calibres y categoría de color (Cuadro 19).

**Cuadro 19**  
Precios promedio retorno a productor de acuerdo a calibre y categoría de color (US\$/kg) en las variedades de manzanas cultivadas bajo mallas foto-selectivas

"Granny Smith"			"Fuji"			"Pink Lady ®"		
Categoría	Calibres	Precios Promedio US\$/kg	Categoría	Calibres	Precios Promedio US\$/kg	Categoría	Calibres	Precios Promedio US\$/kg
Super	120-180	0,29	Premium	113-216	0,32	Premium	135-180	0,38
	80-110	0,55		80-110	0,69		90-120	0,56
	60-70	0,38		48-72	0,92		60-80	0,37
Extra Fancy	120-180	0,16	Extra Fancy	113-216	0,21	Extra Fancy	135-180	0,24
	80-110	0,39		80-110	0,57		90-120	0,33
	60-70	0,26		48-72	0,74		60-80	0,17
Cat 1	120-180	0,12	Fancy	113-216	0,13			
	80-110	0,20		80-110	0,36			
	60-70	0,12		48-72	0,59			
Fancy	120-180	0,12						
	80-110	0,20						
	60-70	0,12						

En 'Granny Smith' bajo el actual escenario de precio ninguna de las mallas resulta ser rentable (Cuadro 19). Para 'Fuji' los resultados mostraron que sólo bajo condiciones de malla Azul-Gris las rentabilidades (TIR 19,3%) superaron a la condición sin malla (TIR 17,7%) (Cuadro 20). Esto indica a que la disminución de daños por golpe de sol y los precios fueron lo suficientemente significativos para cubrir la inversión en esta malla. En 'Pink Lady' la rentabilidad observada superó el 30% en TIR bajo todas las diferentes mallas, y sólo se aproximó a lo proyectado sin malla (TIR 44%) cuando se utilizó Perla-Gris como cobertura (TIR 38,7%) (Cuadro 20). No obstante, se esperaría qué bajo condiciones de mayor golpe de sol en este cultivar y en que alcance niveles cercanos al 18%, como se observó en temporada 2016/17, la malla Azul-Gris sea la más rentable dentro de todas las mallas evaluadas.



**Cuadro 20**  
Análisis de rentabilidad en las variedades de manzanas cultivadas bajo mallas foto-selectivas

Tipo de Malla	Granny Smith		Fuji		Pink Lady ®	
	VAN (10%) US\$	TIR	VAN (10%) US\$	TIR	VAN (10%) US\$	TIR
Perla-Gris	-60.924	NA	-328	9,8%	64.952	38,7%
Perla-Azul	-64.259	NA	1.964	11,1%	54.651	35,0%
Azul-Gris	-5.761	NA	18.602	19,3%	48.121	32,7%
Negra	-60.993	NA	2.249	11,3%	49.738	33,3%
Sin Malla	-65.649	NA	12.724**	17,7%	71.292	44%
Sin malla estándar*					41.764	33,2%

En un escenario futuro se analiza la rentabilidad de las mallas bajo sistema de producción orgánico para el cultivar 'Granny Smith' que fue el que no presentó rentabilidad para ninguno de los proyectos de plantación con mallas. Según la estadística actual los precios que actualmente se están transando en los mercados internacionales de fruta orgánica de 'Granny Smith' son cercanos a los US\$ 22/caja de 8,2 kg. En el Cuadro 21 se presenta un análisis de rentabilidad de acuerdo al tipo de malla usando como referencia este precio promedio. Bajo este escenario la producción de 'Granny Smith' orgánica con malla Azul-Gris alcanzaría la mayor rentabilidad del negocio con una TIR cercana al 23% y un VAN de US\$ 29 mil por ha.

**Cuadro 21**  
Análisis de rentabilidad en 'Granny Smith' cultivadas bajo mallas foto-selectivas en un sistema productivo orgánico

Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR
PG	-14.628	1%
PA	-28.193	NA
AG	29.272	23%
Negra	-4.050	8%
Sin Malla	-27.784	NA

Respecto al desarrollo comercial del producto (malla foto-selectiva), la propiedad intelectual fue licenciada por la Universidad de Concepción a Delsantek S.A. quienes actualmente han puesto este producto en el mercado con precios muy cercanos a la malla negra monofilamento tradicional. Al hacer el análisis de rentabilidad del proyecto considerando el costo de la malla, el cual dependiendo del tipo de combinación de



hilos variaría entre US\$0,49 a US\$0,54 por m<sup>2</sup>. En 'Pink Lady' donde se observaron las más altas rentabilidades, los incrementos en el costo de la malla no afectaron significativamente la rentabilidad del proyecto. Por ejemplo, con malla Perla-gris el VAN (10%) ante incrementos del 50% disminuyó de US\$64,9 mil a US\$61,7 mil. En 'Fuji', en tanto, utilizando malla Azul-Gris el VAN (10%) varió de US\$18,6 mil a US\$16,5 mil con incrementos del 50% en el costo de malla. Esto indica que la malla foto-selectiva desarrollada es un producto competitivo en el mercado.



## Impactos y Logros del Proyecto:

### *Impactos Productivos, Económicos y Comerciales*

Logro	Al inicio del Proyecto *	Al final del proyecto	Diferencial
Producción (por producto)	25% de descarte por golpe de sol en manzanas 'Granny Smith' bajo condición sin malla 20% de descarte por golpe de sol en manzanas 'Granny Smith' bajo condición con malla	10% de descarte de fruta por golpe de sol en manzanas 'Granny Smith' bajo malla bicolor AG	Incremento en 15% de rendimiento de fruta exportable por uso de malla bicolor AG en relación a condición sin malla y 10% en relación a la condición con malla.
Producción (por producto)	35% de descarte por golpe de sol en manzanas 'Fuji' bajo condición sin malla 30% de descarte por golpe de sol en manzanas 'Fuji' bajo condición con malla	12% de descarte de fruta por golpe de sol en manzanas 'Fuji' bajo malla bicolor AG	Incremento en 23% de rendimiento de fruta exportable por uso de malla bicolor AG en relación a condición sin malla y 18% en relación a la condición con malla.
Producción (por producto)	15% de descarte por golpe de sol en manzanas 'Pink Lady' bajo condición sin malla 10% de descarte por golpe de sol en manzanas 'Pink Lady' bajo condición con malla	1% de descarte de fruta por golpe de sol en manzanas 'Pink Lady' bajo malla bicolor AG	Incremento en 14% de rendimiento de fruta exportable por uso de malla bicolor AG en relación a condición sin malla y 9% en relación a la condición con malla.
Convenios comerciales	Sin convenio	Convenio de licencia entre la Universidad de Concepción y la empresa Delsantek S.A. para la explotación comercial de la malla desarrollada	Malla foto-selectiva se comercializa actualmente en el mercado con el nombre de "malla bicolor".

\*Línea base obtenida sobre diagnóstico de manzanos cultivados bajo mallas y sin mallas, cuyos resultados fueron presentados en Seminario de Clausura.



### *Impactos Sociales*

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados			
Productores o unidades de negocio replicadas			

### *Impactos Tecnológicos*

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto	1	1		Malla monofilamento bicolor para el control de estrés por radiación y temperatura en huertos frutales.
Proceso				
Servicio				

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes de patente	1	<p><b>Solicitud de Patente N° CL201601634</b> Presentada al Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) el 24/06/2016 así como solicitud PCT el 12/06/2017</p> <p>Título de patente: "Malla bicolor que evita el daño de la fruta por causa de la acción de la radiación solar directa y de las altas temperaturas"</p> <p>Documento de peritaje en Anexo 6.</p>
Intención de patentar	1	<p><b>Estudio de Propiedad Intelectual</b> Se realizó un informe de patentabilidad de la tecnología en cuanto a su novedad, nivel inventivo y aplicación industrial. Este documento se entrega en Anexo 7</p>
Secreto industrial		
Resultado no patentable		
Resultado interés público		

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica	1	Contrato de licencia firmado entre la Universidad de Concepción y la empresa Delsantek S.A. para la explotación comercial de la malla foto-selectiva desarrollada tanto a nivel nacional como internacional
Generación nuevos proyectos		



## Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle ( <i>Citas, título, descripción</i> )
Publicaciones		
( <i>Por Ranking</i> )		
Eventos de divulgación científica	2	<p><b>Presentación Oral</b>  <u>R.M. Bastías</u>, C. Umanzor, H. Olivares, M.J. Leyton, R. Valenzuela. Use of Photo-selective Netting to Prevent Sunburn in Apple Orchards. XI International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems, International Society for Horticultural Science Bologna-Italia, 28 de Agosto al 2 de Septiembre de 2016.            Link:  <a href="http://www.orchardsystems2016.org/wp-content/uploads/2016/08/Orchard2016_ProgrammaA_5-LOWQ.pdf">http://www.orchardsystems2016.org/wp-content/uploads/2016/08/Orchard2016_ProgrammaA_5-LOWQ.pdf</a></p> <p><b>Presentación Oral</b>  <u>R.M. Bastías</u>. Respuestas fisiológicas del manzano cultivado bajo mallas. Workshop: "Fruticultura protegida: aspectos fisiológicos y productivos" - Sociedad Chilena de Fruticultura, 67° Congreso de la Sociedad Agronómica de Chile, Santiago-Chile, 29 de noviembre de 2016.            Link:  <a href="http://www.67congreso.agronomia.uchile.cl/contenido.asp?Id=10&amp;Titulo=Contenidos%20Workshop">http://www.67congreso.agronomia.uchile.cl/contenido.asp?Id=10&amp;Titulo=Contenidos%20Workshop</a></p>
Integración a redes de investigación	3	<p><b>Miembro Comité Científico Simposio Integración Sistemas de Plantación y Fisiología Ambiental en Huertos Frutales, Bologna, Italia.</b>            Link:  <a href="http://www.orchardsystems2016.org/conference/64-2/">http://www.orchardsystems2016.org/conference/64-2/</a></p> <p><b>Miembro Comité Científico Simposio Comportamiento del Árbol Frutal en Ambientes Dinámicos, Estambul, Turquía.</b>            Link:  <a href="http://www.ihc2018.org/en/S10.html">http://www.ihc2018.org/en/S10.html</a></p> <p><b>Miembro Grupo de Especialidad Sistemas de Enmallado en Horticultura (subgrupo de Cultivos Protegidos)</b>            Link:  <a href="https://www.ishs.org/group-membership-list/PC3">https://www.ishs.org/group-membership-list/PC3</a></p>



## ***Impactos en Formación***

<b>Logro</b>	<b>Numero</b>	<b>Detalle ( Título, grado, lugar, institución)</b>
Tesis pregrado		
Tesis postgrado		
Pasantías		
Cursos de capacitación		

### **6. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:**

Ninguno del punto de vista técnico, económico y de gestión.

### **7. Otros Aspectos de Interés**

Obtención de Premio U de C 2017 – Ciencia con Impacto como inventor de “Mallas bicolor de foto-selectividad combinada para evitar el daño por sol en fruta” y en las siguientes categorías:

- Presentación Solicitud de Patente N°CL201601634 (Certificado Anexo 8).
- Desarrollo y Transferencia de la Tecnología (Certificado Anexo 9).

### **8. Conclusiones y Recomendaciones:**

A partir de los resultados obtenidos durante la ejecución del presente proyecto se pueden obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Los prototipos de mallas foto-selectivas desarrolladas permiten un control más efectivo del estrés por radiación y altas temperaturas en huertos de manzanos, en comparación a la malla negra monofilamento tradicional, al proporcionar una mayor cantidad de luz difusa y disminuir la temperatura ambiental y del fruto.

Dentro de los prototipos evaluados la malla azul-gris (AG) es la que mejor comportamiento tuvo, seguida de la malla perla-gris (PG) y finalmente la malla PA. Realizando un análisis más global y considerando las tres variedades, localidades y dos temporadas de evaluación se puede concluir que la malla AG sería el prototipo más recomendable para la producción de manzanas en Chile bajo condiciones extremas de radiación solar y altas temperaturas. Se calcula que esta malla sería un 53% más efectiva en el control de golpe de sol en manzanas, en relación a la malla negra, incrementando el rendimiento de fruta exportable con óptima calidad y condición de fruta en post-cosecha.

Solo en la variedad Fuji se observaron algunos aspectos desventajosos de la malla AG como fueron la falta de máxima intensidad de color en la fruta (>75% de cubrimiento) y niveles excesivos de Mn y N. No obstante, estos problemas son perfectamente



manejables a través de las prácticas habituales de manejo de huerto, tales como la apertura de mallas antes de cosecha y uso de reflectantes (Extenday o Colorup) para la toma de color de fruto, así como también la disminución en la tasa de riego y de los aportes de nitrógeno durante la fertilización.

Las mallas foto-selectivas desarrolladas, especialmente el tipo AG, disminuyen la demanda hídrica del cultivo entre 10-30%. En este sentido es recomendable realizar ajustes en la frecuencia de riego en huertos de manzanos cultivados bajo esta malla; de acuerdo a esta investigación se propone disminuir la frecuencia en 2 días, pero ello dependerá del tipo de suelo y coeficiente de cultivo, particular a cada localidad y variedad. Este sería un beneficio adicional de la malla foto-selectiva, pues permitiría bajar el consumo de agua y de energía en la práctica del riego.

En la misma línea, las mallas foto-selectivas son capaces de mejorar la eficacia del raleo químico entre 10-12%. Una apertura temprana de estas mallas (cuajado de frutos) sería recomendable para ayudar a mejorar la efectividad de raleadores, especialmente en aquellas variedades de difícil raleo como `Fuji`.

Futuros manejos de la fertilización en huertos cultivados bajo estas mallas debieran considerar la eventual corrección de niveles excesivos de N y Mn en `Fuji` y niveles bajos de K en `Pink Lady`.

Las mallas foto-selectivas desarrolladas no afectaron significativamente la incidencia de plagas y venturia, por lo que el programa fitosanitario bajo estas mallas no debiera variar en relación al utilizado bajo la condición sin malla.

Se estima que para las tres variedades evaluadas (`Fuji`, `Pink Lady` y `Granny Smith`) y en relación a la condición sin malla, el uso de malla AG permitiría incrementar la cantidad de fruta exportable entre un 14 – 23%, dependiendo de la variedad. El uso de malla AG presentaría la mayor rentabilidad para el negocio frutícola en las variedades `Fuji` y `Pink Lady`. Sin embargo, el uso de esta tecnología no sería rentable para los precios actuales de retorno a productor en el caso de la variedad `Granny Smith`. La utilización de malla AG solo sería recomendable para la producción de `Granny Smith` bajo sistemas de producción orgánica, y en que los precios de retorno a productor son mayores y aseguran una mayor rentabilidad al incorporar esta tecnología.

Según el informe de patentabilidad, el concepto detrás de las mallas tanto AG como PG (mallas bicolor) cumple con los requisitos de novedad, nivel inventivo y aplicación industrial, por lo que su aplicación a la industria del manzano resulta prometedora. La solicitud de patente de invención de la tecnología se encuentra actualmente en gestión ante INAPI (Nº 201634-2016).



Gracias a la gestión coordinada entre el equipo técnico del ejecutor de este proyecto (Universidad de Concepción) y el de los asociados (FDF, fabricante de mallas, productores de manzanas, exportadoras) y al aporte de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) este proyecto ha permitido que la tecnología desarrollada, denominada hoy como "malla bicolor", actualmente se encuentre como un nuevo producto en el mercado y disponible para la industria frutícola.



#### IV. INFORME DE DIFUSIÓN

##### Presentaciones en congresos y seminarios

Los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto fueron presentados en los siguientes Simposios, Seminarios y Congresos Nacionales e Internacionales:

Nombre Congreso o Seminario	Organizador, lugar y fecha	Título Presentación	Anexo de Presentación
XI International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems	International Society for Horticultural Science, Bologna-Italia, 28 de Agosto al 2 de Septiembre de 2016.	Use of Photo-selective Netting to Prevent Sunburn in Apple Orchards	Anexo 10
Seminario Nacional Fruticultura Protegida: Uso de cubiertas en vides y frutales frente a la variabilidad climática	Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago-Chile, 5 de octubre 2016.	Consideraciones y avances en el desarrollo de huertos de manzanos bajo mallas	Anexo 11
67° Congreso de la Sociedad Agronómica de Chile Workshop: "Fruticultura protegida: aspectos fisiológicos y productivos" - Sociedad Chilena de Fruticultura	Universidad de Chile Sociedad Agronómica de Chile, Santiago-Chile, 29 de noviembre de 2016.	Respuestas fisiológicas del manzano cultivado bajo mallas	Anexo 12
Seminario Innovación FIA - 1 <sup>era</sup> Feria de Innovación y Tecnología INACAP	Universidad Tecnológica de Chile INACAP, Talca-Chile, 11 de octubre 2017.	Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile	Anexo 13
Seminario Clausura Proyecto FIA	Universidad de Concepción, Chillán - Chile, 28 de marzo 2018.	Resultados obtenidos con nuevas mallas foto-selectivas para el control de golpe de sol en manzanos	Anexo 14



## Organización de seminarios y talleres

Durante la ejecución del proyecto se organizaron los siguientes talleres y seminarios:

<b>Nombre Seminario o Taller</b>	<b>Lugar, fecha</b>	<b>Número de asistentes</b>	<b>Anexo de Presentaciones</b>
Taller Regional "Instalación, Costos y Beneficios del Uso de Mallas en Manzanos"	Curicó, 15 de diciembre 2016	32 asistentes, entre productores, profesionales y técnicos de la industria del manzano,	Anexo 15
Seminario "Clausura proyecto FIA PYT-2015-0192"	Chillán, 28 de marzo 2018	82 asistentes, entre productores, profesionales y técnicos de la industria del manzano.	Anexos 14 y 16

## Días de campo o reuniones técnicas

Durante la ejecución del proyecto se realizó y participó de los siguientes días de campo y reuniones técnicas:

<b>Tipo de actividad</b>	<b>Lugar, fecha</b>	<b>Número de asistentes</b>	<b>Anexo respaldo de actividad</b>
Reunión técnica y visita a terreno	Curicó y Molina,	17 asistentes entre productores, profesionales, ejecutivo FIA y equipo técnico U de C y de FDF	Anexo 17
Día de campo "Uso de mallas bicolors para el control de daño por sol en manzanas"	Linares y Yerbas Buenas, 24 de enero de 2017	14 asistentes entre productores, profesionales, ejecutivo FIA y equipo técnico U de C y FDF	Anexo 18
Vista de Experto en Cambio Climático Dr. Michael Rumberg a ensayo con mallas foto-selectivas.	Yerbas Buenas, 24 de agosto de 2017	6 asistentes, entre el experto, equipo técnico de la U de C y ejecutivos FIA	Anexo 19
Exposición en Feria Internacional de Tecnologías Agrícolas, IFT Agro.	Talca, 9 – 11 de junio de 2018.	4 expositores, entre equipo técnico U de C y Delsantek S.A.	Anexo 20



## Publicaciones

Tipo de publicación	Título publicación	Revista, volumen, páginas, año.  Libro, ISBN, editores, año, páginas.	Anexo respaldo de publicación
Artículo de divulgación en revista	Privados y U de C tras tecnologías innovadoras para proteger huertos de manzanos	Revista I+D+i, 32, 12 – 13, 2015.	Anexo 21
Artículo técnico-científico en revista	Uso de mallas en huertos de manzanos: Parte I. Consideraciones en el diseño, propiedades radiométricas y respuestas de interés agronómico	Revista Frutícola, 37, 32 – 37, 2015.	Anexo 22
Artículo de divulgación en revista	Recaudos bajo techo	Revista Mundo Agro, 90, 28 – 32, 2017.	Anexo 23
Artículo de divulgación en revista	Un seguro para los huertos: producir bajo techo	Revista Grupo Agro, 15, 4 – 12, 2017.	Anexo 24
Artículo de divulgación en revista	El color de la protección: Expertos destacan potencial productivo de mallas de colores para mejorar huertos de manzanos	Revista Mundo Agro, 101, 33 – 34, 2018.	Anexo 25
Libro	Manejo de huertos de manzanos bajo mallas para el control de daño por sol	Libro FIA, 978-956-328-229-0, R.M. Bastías y R. Adonis, 2018, 106 p.	Anexo 26



## Artículos en prensa

Título nota de prensa	Fuente, fecha	Link de respaldo
Universidad de Concepción, FDF y Empresas Privadas Innovan en el Desarrollo Tecnológico de Mallas para Huertos de Manzanos	Portal Simfruit 19 de abril 2016	<a href="http://www.simfruit.cl/innovacion-y-tecnologia/1781-universidad-concepcion-fdf-y-empresas-privadas-innovan-en-el-desarrollo-tecnologico-de-mallas-para-huertos-de-manzanos.html">http://www.simfruit.cl/innovacion-y-tecnologia/1781-universidad-concepcion-fdf-y-empresas-privadas-innovan-en-el-desarrollo-tecnologico-de-mallas-para-huertos-de-manzanos.html</a>
UdeC, FDF y privados innovan en mallas para huertos de manzanos	Portal Agroytecnología 5 de mayo 2016	<a href="http://www.agroytecnologia.cl/2016/05/05/udec-fdf-y-privados-innovan-en-mallas-para-huertos-de-manzanos/">http://www.agroytecnologia.cl/2016/05/05/udec-fdf-y-privados-innovan-en-mallas-para-huertos-de-manzanos/</a>
Tecnología para evitar daños de sol en manzanos desarrolla UdeC	Diario La Discusión 5 de mayo 2016	<a href="http://www.ladiscusion.cl/detalle/2286/Tecnolog%C3%ADa-para-evitar-da%C3%B1os-de-sol-en-manzanos-desarrolla-UdeC#sthash.oiWfdCol.dpbs">http://www.ladiscusion.cl/detalle/2286/Tecnolog%C3%ADa-para-evitar-da%C3%B1os-de-sol-en-manzanos-desarrolla-UdeC#sthash.oiWfdCol.dpbs</a>
Agronomía UdeC trabaja en proyecto de innovación en mallas para huertos de manzanos	Panorama U de C 4 de mayo 2016	<a href="http://www.udec.cl/panoramaweb2016/content/agronom%C3%93-udec-trabaja-en-proyecto-de-innovaci%C3%B3n-en-mallas-para-huertos-de-manzanos">http://www.udec.cl/panoramaweb2016/content/agronom%C3%93-udec-trabaja-en-proyecto-de-innovaci%C3%B3n-en-mallas-para-huertos-de-manzanos</a>
Adiós al golpe de sol: crean mallas bicolor que reduce el daño a la fruta	Economía y Negocios El Mercurio 6 de febrero 2017	<a href="http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=3326">http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=3326</a>
Mallas desarrolladas en la UdeC a punto de salir al mercado	Diario La Discusión 9 de junio 2017	<a href="http://www.ladiscusion.cl/detalle/13739/Mallas-desarrolladas-en-UdeC-a-punto-de-salir-al-mercado#sthash.t9Ga9Hpi.dpbs">http://www.ladiscusion.cl/detalle/13739/Mallas-desarrolladas-en-UdeC-a-punto-de-salir-al-mercado#sthash.t9Ga9Hpi.dpbs</a>

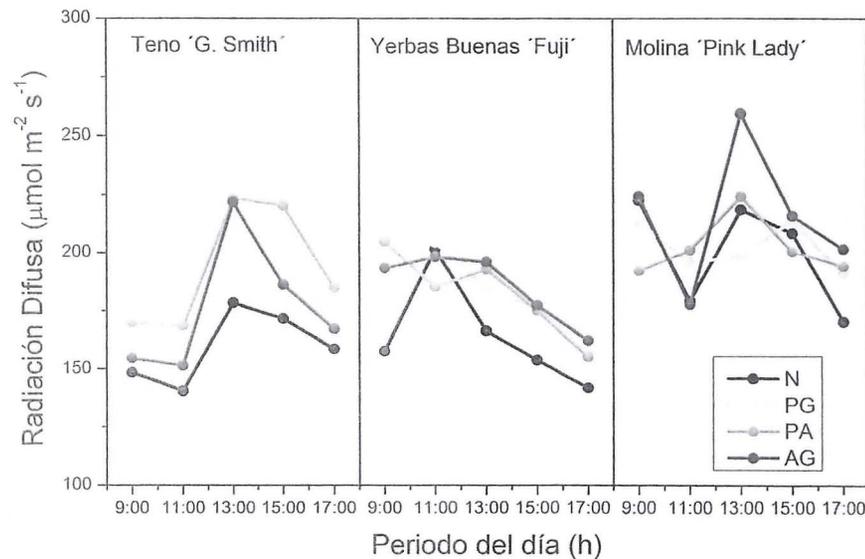


<p>Empresa líder en protección climática licenció mallas desarrolladas en la UdeC</p>	<p>Portal VRID U de C</p>	<p><a href="http://www.udec.cl/vrid/node/55">http://www.udec.cl/vrid/node/55</a></p>
<p>Académicos de Agronomía recibieron premios "Ciencia con Impacto"</p>	<p>Panorama U de C 5 de junio 2017</p>	<p><a href="http://www.udec.cl/panoramaweb2016/content/acad%C3%A9micos-de-agronom%C3%ADa-recibieron-premios-%E2%80%99Ciencia-con-impacto%E2%80%9D">http://www.udec.cl/panoramaweb2016/content/acad%C3%A9micos-de-agronom%C3%ADa-recibieron-premios-%E2%80%99Ciencia-con-impacto%E2%80%9D</a></p>
<p>Expertos destacan potencial productivo de mallas de colores para mejorar huertos de manzanos</p>	<p>Portal Noticias U de C 5 de marzo 2018</p>	<p><a href="http://chillan.udec.cl/index.php/2018/03/29/expertos-destacan-potencial-productivo-de-mallas-de-colores-para-mejorar-huertos-de-manzanos/">http://chillan.udec.cl/index.php/2018/03/29/expertos-destacan-potencial-productivo-de-mallas-de-colores-para-mejorar-huertos-de-manzanos/</a></p>
<p>Mallas bicolor son más efectivas para la protección de la fruticultura en Chile</p>	<p>Portal Noticias FIA 9 de abril 2018</p>	<p><a href="https://www.fia.cl/mallas-bicolor-son-mas-efectivas-para-la-proteccion-de-la-fruticultura-en-chile/">https://www.fia.cl/mallas-bicolor-son-mas-efectivas-para-la-proteccion-de-la-fruticultura-en-chile/</a></p>
<p>Innovadoras iniciativas representarán a FIA en la IFT Agro 2018</p>	<p>Diario el Heraldo 8 de mayo 2018</p>	<p><a href="http://www.diarioelheraldo.cl/noticia/innovadoras-iniciativas-representaran-a-fia-en-la-ift-agro-2018">http://www.diarioelheraldo.cl/noticia/innovadoras-iniciativas-representaran-a-fia-en-la-ift-agro-2018</a></p>

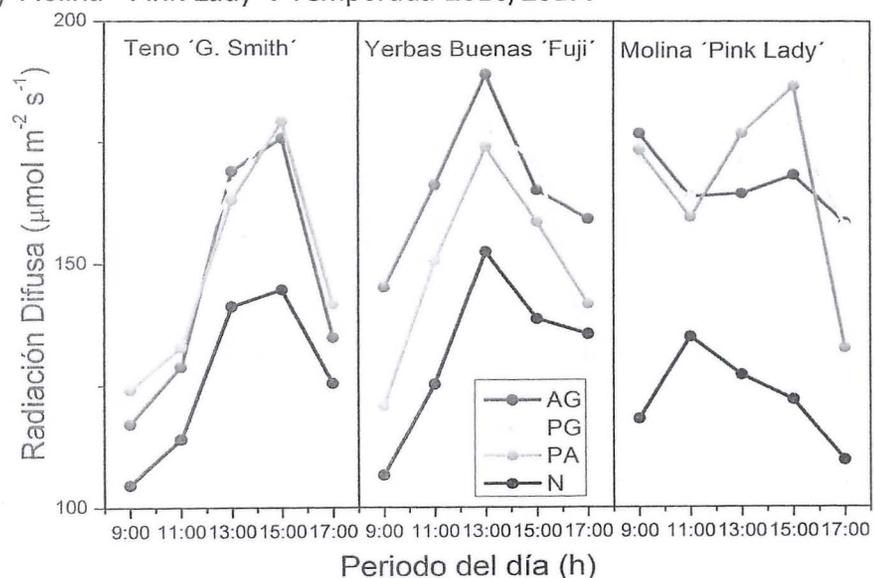
## V. ANEXOS

### ANEXO 1. Condiciones de radiación solar y temperatura del fruto bajo mallas foto-selectivas

**Figura 3.** Variación diaria en la cantidad de luz difusa registrada bajo mallas perla gris (PG), perla azul (PA), azul gris (AG) y malla negra (N) en las unidades de Teno 'G. Smith', Yervas Buenas 'Fuji' y Molina 'Pink Lady'. Temporada 2015/2016.

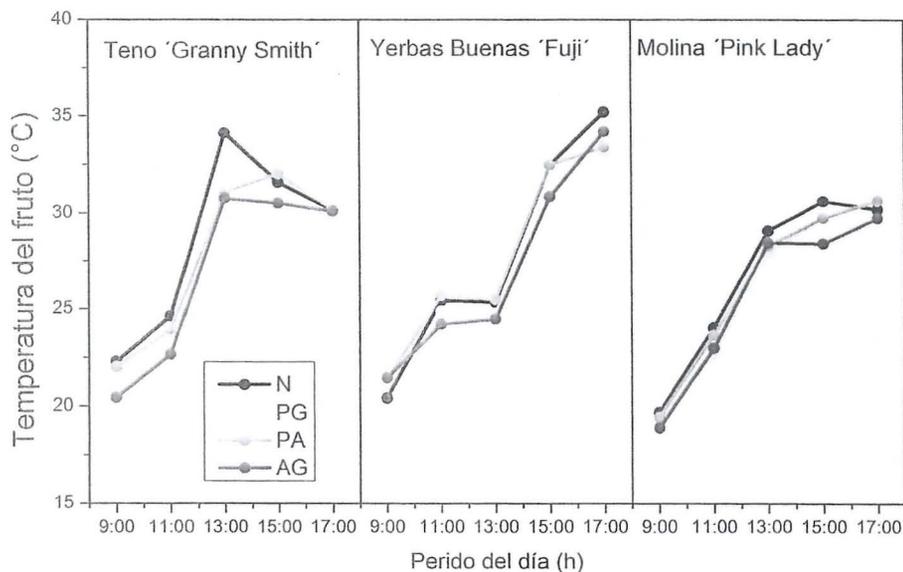


**Figura 4.** Variación diaria en la cantidad de luz difusa registrada bajo mallas perla gris (PG), perla azul (PA), azul gris (AG) y malla negra (N) en las unidades de Teno 'G. Smith', Yervas Buenas 'Fuji' y Molina 'Pink Lady'. Temporada 2016/2017.

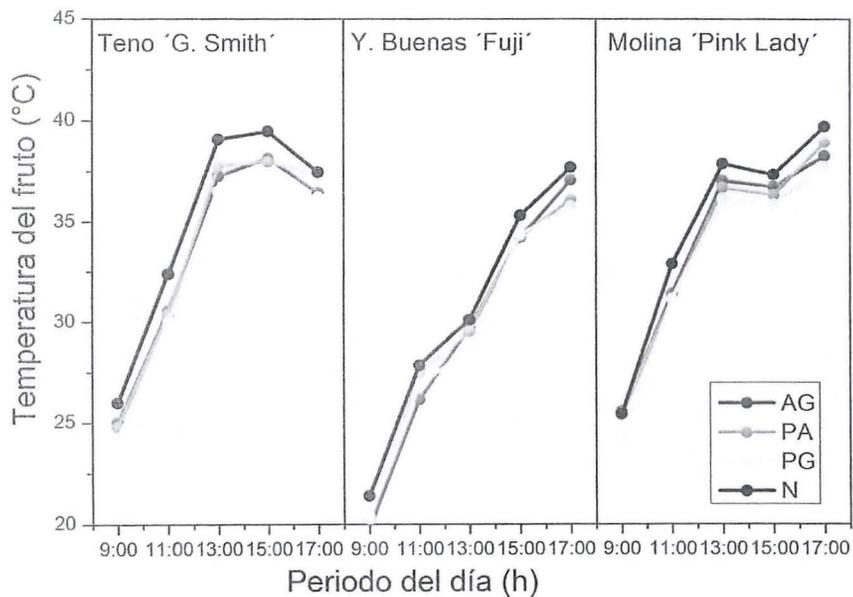




**Figura 5.** Variación diurna en la temperatura de frutos registrada bajo mallas perla gris (PG), perla azul (PA), azul gris (AG) y malla negra (N) en las unidades de Teno 'G. Smith', Yervas Buenas 'Fuji' y Molina 'Pink Lady'. Temporada 2015/2016.



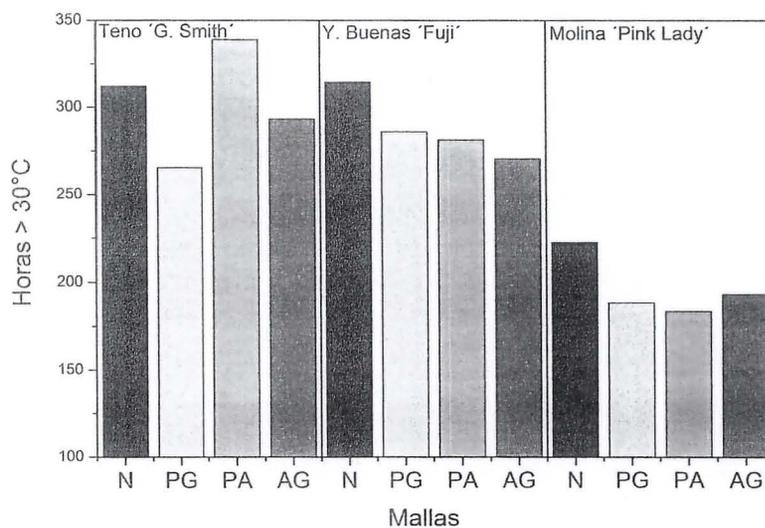
**Figura 6.** Variación diurna en la temperatura de frutos registrada bajo mallas perla gris (PG), perla azul (PA), azul gris (AG) y malla negra (N) en las unidades de Teno 'G. Smith', Yervas Buenas 'Fuji' y Molina 'Pink Lady'. Temporada 2016/2017.



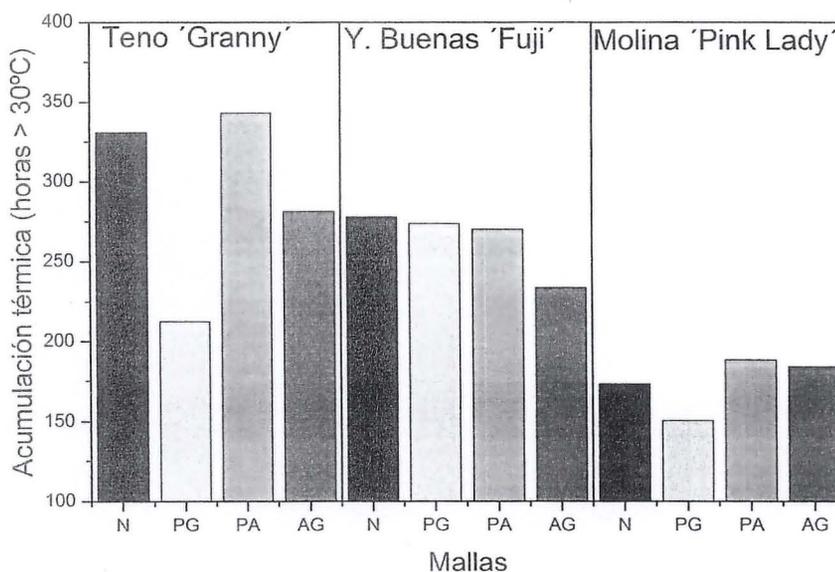


## ANEXO 2. Condiciones de temperatura del aire y humedad relativa bajo mallas foto-selectivas

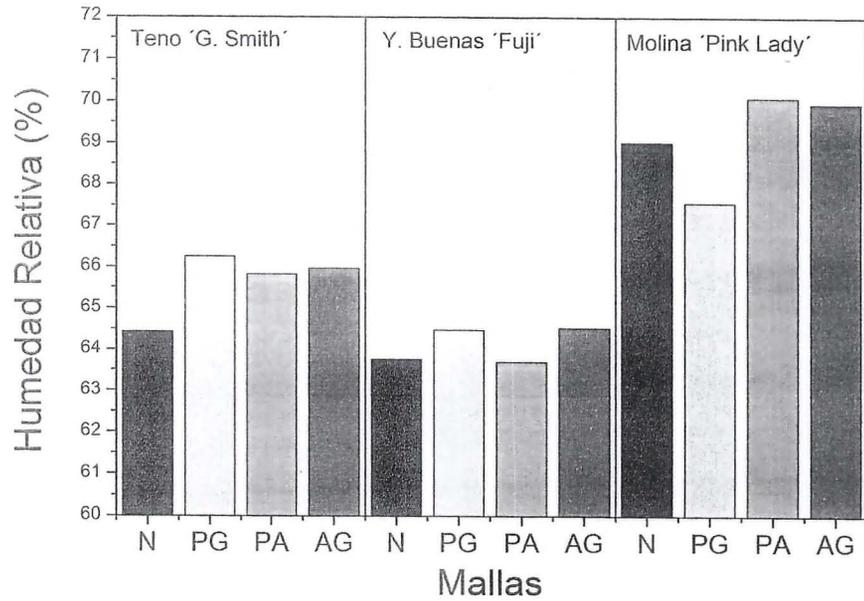
**Figura 7.** Acumulación térmica en umbral de daño por sol (horas) registrada bajo mallas perla gris (PG), perla azul (PA), azul gris (AG) y malla negra (N) en las unidades de Teno 'G. Smith', Yervas Buenas 'Fuji' y Molina 'Pink Lady'. Temporada 2015/16.



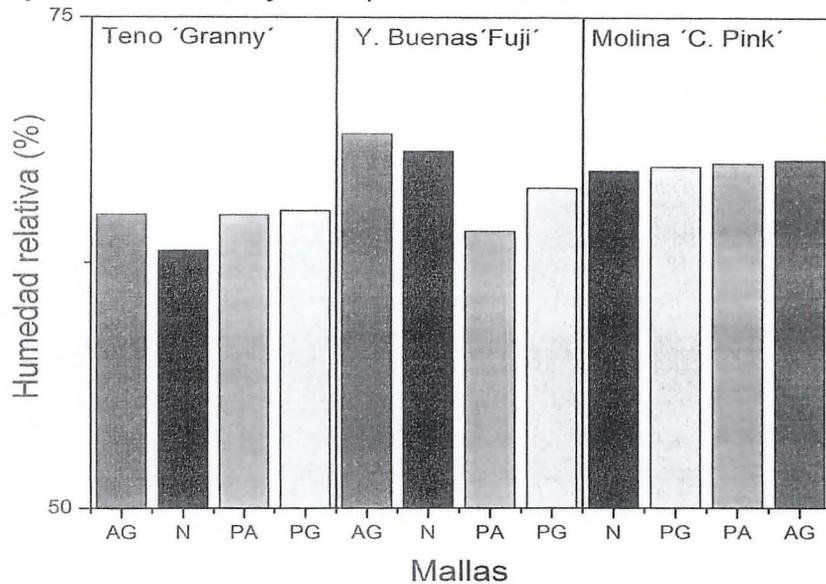
**Figura 8.** Acumulación térmica en umbral de daño por sol (horas) registrada bajo mallas perla gris (PG), perla azul (PA), azul gris (AG) y malla negra (N) en las unidades de Teno 'G. Smith', Yervas Buenas 'Fuji' y Molina 'Pink Lady'. Temporada 2016/17.



**Figura 9.** Humedad relativa promedio (%) registrada bajo mallas perla gris (PG), perla azul (PA), azul gris (AG) y malla negra (N) en las unidades de Teno 'G. Smith', Yervas Buenas 'Fuji' y Molina 'Pink Lady'. Temporada 2015/16.



**Figura 10.** Humedad relativa promedio (%) registrada bajo mallas perla gris (PG), perla azul (PA), azul gris (AG) y malla negra (N) en las unidades de Teno 'G. Smith', Yervas Buenas 'Fuji' y Molina 'Pink Lady'. Temporada 2016/17.





### ANEXO 3. Evaluaciones de retorno floral bajo mallas foto-selectivas

Cuadro 17. Efecto de mallas foto-selectivas sobre el retorno floral en tres variedades de manzanos

Mallas	Retorno Floral (corimbos árbol <sup>-1</sup> )					
	Temporada 2015/16			Temporada 2016/17		
	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'	'G. Smith'	'Fuji'	'Pink Lady'
PG	218,0 b	130,8	390,3 a	249,9	324,0	200,3
PA	221,3 b	129,2	410,3 a	304,5	391,3	189,5
AG	332,3 a	112,0	298,8 b	221,5	390,3	206,3
N	315,8 a	140,2	297,4 b	221,4	256,8	239,8
s/malla			360,3 ab		273,2	212,9
p-valor	0,0129	0,4609	0,0371	0,1094	0,1556	0,0870

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra; s/malla= testigo absoluto



## **ANEXO 4. Documento protocolo de manejo agronómico bajo mallas**

### **MANEJO DE PLAGAS BAJO MALLAS**

**David Fernando Castro Da Costa**

Ingeniero Agrónomo Mg. Sc.

Fundación para el desarrollo frutícola, FDF.

#### **1.- INTRODUCCION**

El uso de mallas en huertos de manzanos es una tecnología que se está expandiendo en diferentes zonas del mundo, ya sea para la protección de los huertos con el fin de disminuir las pérdidas económicas por eventos climáticos adversos (exceso de radiación solar, granizo y viento), así como también del ataque de diversas plagas.

Chile no ha quedado ajeno al uso de esta solución tecnológica, siendo adoptada por los productores de manzanas, si bien su uso a nivel nacional, ha permitido aminorar en parte el daño ocasionado por eventos climáticos, su efectividad varía dependiendo de la localidad, variedad, y condición climática de cada huerto, tornándose muy común encontrar huertos en que el uso de las mallas este ocasionando problemas productivos, falta de color en la fruta y disminución del retorno floral.

Dada la necesidad de obtener mallas que se adecuen a las condiciones climáticas imperantes en el territorio nacional, la universidad de Concepción trabaja con un proyecto FIA que buscar desarrollar mallas específicas para las condiciones climáticas y productivas del manzano en Chile, así como comprobar la efectividad del uso de estas mallas en los huertos como también la incidencia de diferentes plagas bajo estos tipos de mallas.

Para comprobar la incidencia de plagas bajo los distintos tipo de mallas desarrollados, FDF elaboró un programa de monitoreo semanal de las plagas a ser evaluadas en cada tratamiento, con el fin de verificar si los cuatro tipos de mallas (perla gris (T1), perla azul (T2), azul-gris (T3) y testigo (malla negra – blanca) (T4), tienen algún tipo de efecto sobre poblaciones de *Cydia Pomonella*, *Pseudococcidos*, *Diaspidiotus perniciosus*, *Eriosoma lanigerum* y *Panonychus ulmi* (Figura 1).

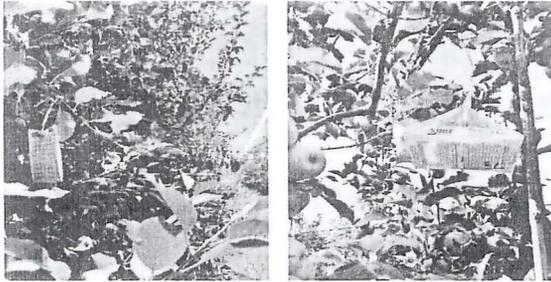


Figura 1. Detalle de trampas colocadas para el monitoreo de escama y polilla de la manzana bajo las condiciones ambientales de malla foto-selectiva.

## 2.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos durante las dos temporadas de monitoreo plagas bajo diferentes tipos de mallas.

En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos del monitoreo de las poblaciones de diferentes plagas bajo 4 tratamientos durante la temporada 2015-2016.

Tabla 1: Comportamiento de poblaciones de diferentes plagas en manzanos bajo diferentes tipos de malla para temporada 2015-2016.

Comportamiento de plagas en manzanos bajo tratamientos temporada 2015/16					
Malla	Valores promedios Cydia Pomonella Capturas/trampas Semana/temporada	Valores promedios Pseudococcidos Capturas/trampas Semana/temporada	Valores promedios Diaspidiotus perniciosus Capturas/trampas Semana/temporada	Valores promedios Eriasoma lanigerum Capturas/trampas Semana/temporada	Valores promedios Pananychus ulmi Capturas/trampas Semana/temporada
<b>PG</b>	0,12 a	0,02 a	1,76 a	1,76 a	0,13 a
<b>PA</b>	0,08 a	0,01 a	2,27 a	2,27 a	0,32 a
<b>AG</b>	0,04 a	0,49 a	3,02 a	3,02 a	0,28 a
<b>N</b>	0,07 a	0,07 a	3,67 a	3,67 a	0,83 a

**n=33**

PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris; N: Negra

En la tabla 2 se detallan los resultados obtenidos del monitoreo de las poblaciones de diferentes plagas bajo 4 tratamientos durante la temporada 2016-2017.



Tabla 2: los resultados obtenidos del monitoreo de las poblaciones de diferentes plagas bajo 4 tratamientos durante la temporada 2016-2017.

Comportamiento de plagas en manzanos bajo tratamientos temporada 2015/16					
Malla	Valores promedios Cydia Pomonella Capturas/trampas Semana/temporada	Valores promedios Pseudococcidos Capturas/trampas Semana/temporada	Valores promedios Diaspidiotus perniciosus Capturas/trampas Semana/temporada	Valores promedios Eriasoma lanigerum Capturas/trampas Semana/temporada	Valores promedios Pananychus ulmi Capturas/trampas Semana/temporada
PG	0,12 a	0,28 a	0,84 a	446,64 a	0,1 a
PA	0,05 a	0,03 a	1,02 ab	97,41 a	0,08 a
AG	0,09 a	0,29 a	2,27 b	132,5 a	0,05 a
N	0,13 a	0,04 a	0,75 a	25,77 a	0,21 a
<b>n=33</b>					

PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris; N: Negra

### 2.1 Resultados para *Cydia pomonella*

En los registros obtenidos durante la temporada 2015/2016, no se observaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la población de *Cydia pomonella* (Foto 1) detectadas al utilizar los diferentes tratamientos.

Del cuadro 2, podemos observar, que para la temporada 2016/2017, al igual que la temporada anterior, no se registraron diferencias estadísticas significativas en las poblaciones de *Cydia pomonella* detectadas entre tratamientos.

### 2.2 Resultados para *Pseudococcidos*

De los datos obtenidos, para la temporada 2015/2016, se puede concluir que no existieron diferencias estadísticamente significativas, en la incidencia de *Pseudococcidos* (Foto 2), bajo los diferentes tipos de mallas estudiados.

Como se observa en el cuadro 2, para la temporada 2016/2017 al igual que la temporada anterior, no se generó una diferencia estadísticamente significativa, al evaluar la incidencia de *Pseudococcidos* bajo los 4 tratamientos en estudio.



### **2.3 Resultados para *Diaspidiotus perniciosus***

Como se observa en el cuadro 1, para la temporada 2015/2016, no se generó una diferencia estadísticamente significativa, al evaluar la incidencia de *Diaspidiotus perniciosus* (Foto 3) bajo los 4 tratamientos. Sin embargo, si se observa una diferencia estadística de la población de la plaga, detectada entre los huertos en estudio.

Para la temporada 2016/2017, como se puede observar en el cuadro 2, existe una diferencia estadística entre el tratamiento 3, correspondiente a malla azul gris, con los tratamientos, correspondiente a mallas perla gris y negra respectivamente. Así también, tal como la temporada 2015/16, durante la temporada 2016/17, se presentó una diferencia estadística de la incidencia de *Diaspidiotus* entre los huertos.

### **2.1 Resultados para *Eriosoma lanigerum***

De los datos recopilados, se obtuvo que para la temporada 2015/16 no se registraron diferencias estadísticamente significativas, al usar los diferentes tipos mallas, en cuanto a la incidencia de *Eriosoma lanigerum* (Foto 4).

En tanto, para la temporada 2016/17, al igual que la temporada anterior, no se registraron diferencias estadísticamente significativas al usar los diferentes tipos mallas.

### **2.2 Resultados para *Panonychus ulmi***

Como se aprecia en el cuadro 1, para la temporada 2015/16, no se registró una diferencia estadísticamente significativa en la incidencia de *Panonychus ulmi* (Foto 5) al usar los diferentes tratamientos.

Para la temporada 2016/17, al igual que la temporada anterior, no se observaron diferencias estadísticas significativas al evaluar la incidencia de *Panonychus ulmi*, bajo los diferentes tipos de mallas evaluadas.

## **3.- RECOMENDACIONES DE MANEJO**

De acuerdo a los resultados obtenidos, basado en que no hay diferencias en la respuesta de los insectos estudiados frente a la acción de los distintos tipos de mallas, los programa de manejo fitosanitario, específicos para cada plaga, no debieran tener modificaciones, y deberían seguir recomendaciones que indique cada asesor para cada huerto en particular. Lo anterior indica a que las mallas colocadas en altura (por sobre los árboles) y a aproximadamente 3,5 m de altitud no actúan como barrera física o modifican el micro-clima a niveles de afectar la población de plagas en los huertos. Lo anterior es coincidente con estudios previos realizados en Italia en que se demuestra que solo cuando la malla es colocada como barrera física, sería capaz de bajar la población de plagas (*Cydia pomonella* en este caso) en huertos de manzanos (Tasin et al., 2006).



A continuación se señalan recomendaciones generales de manejo por cada plaga, basado en la Guía de monitoreo de plagas en pomáceas y carozos, Proyecto FDF/ FIA 2004.

### **3.1 RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE *Cydia pomonella***

La polilla de la manzana es una de las principales plagas de manzanos en Chile debido a requisitos cuarentenarios para la exportación de pomáceas a distintos países (Gonzalez, 2003). La estrategia de su control se basa en el monitoreo mediante trampas cebadas con feromona sexual. Una vez alcanzada la captura sostenida de machos en las trampas con feromona se establece, esa fecha, como biofix, momento desde donde se comienza a calcular la cantidad de grados días (GD) necesarios para el desarrollo de las distintas etapas fenológicas del insecto (Rield, 1976).

Se recomienda realizar monitoreo de la plaga a nivel predial, ya sea de manera directa o indirecta. Los métodos directos de monitoreo son el conteo de huevos en frutos y hojas, además de conteo de larvas en frutos a nivel predial. Mientras que el método indirecto de monitoreo es la utilización de trampas con emisores cebados.

Se recomienda enfocar el control químico a los huevos y larvas eclosionadas y la decisión de aplicación debe basarse sobre la base de acumulación térmica de grados días (GD) a partir del biofix, se recomienda el uso de productos convencionales desde los 100 GD. En el caso de productos no convencionales, el criterio de aplicación depende del tipo de producto, así para los reguladores de crecimientos se recomienda aplicar desde los 40-60 GD y para los aceites minerales a los 90 GD desde el biofix. Para tener en consideración, según una investigación realizada por FDF, el comienzo de la eclosión primaveral de huevos ocurre a los 105,4 GD después de las primeras capturas, mientras que la primera generación de huevo a adulto requiere de 519,4 GD.

### **3.2 RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE *Pseudococcidos***

La familia Pseudococcidae es la más numerosa de los Coccoideos y la más importante desde el punto de vista económico, conformada en Chile por un gran número de especies polífagas, las cuales se encuentran asociadas a especies de frutales de hoja caduca, frutales de hoja persistente (cítricos en particular) y malezas de hoja ancha. Se recomienda realizar monitoreo de la plaga durante todo el año ya sea a través de la detección mediante observación visual de la plaga y enemigos naturales, técnica de monitoreo que permite detectar hasta un 3% de infestación en el campo, o detección mediante el uso de trampas con cartón corrugado que permite detectar los estados móviles y ovipostura de la plaga.



En producción de exportación, se debe intervenir al detectar los primeros individuos en los frutos, aplicando un insecticida de acuerdo a efectividad, registro en los países de destino, cercanía a la cosecha (período de carencia), modo de acción, susceptibilidad del fruto a fitotoxicidad (aceites minerales, detergentes), selectividad a enemigos naturales, entre otros factores. El control de los chanchitos blancos se dificulta por la cubierta cerosa de su cuerpo y su hábito de ocultarse de la luz, impidiendo el contacto de los plaguicidas con el insecto. Por otra parte se ha establecido el efecto de la asociación de la hormiga argentina con los chanchitos sobre la efectividad del control biológico, razón por la que se debe excluir la hormiga argentina del árbol.

Se recomienda el uso de insecticidas selectivos para enemigos naturales presentes en el huerto ya que existen al menos ocho especies de enemigos naturales asociados al control biológico del chanchito blanco algunos de ellos: *Cryptolaemus montrouzieri*, *Acerophagus flavidulus*, *Chrysoperla sp.*

### **3.3 RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE *Diaspidiotus perniciosus***

La hembra es una escama de hasta 1,6 mm de diámetro en estado adulto y de color gris. El color bajo el escudo es de color amarillo limón. Los machos son pequeños y con un par de alas de color amarillo con una franja negra característica entre el tórax y abdomen.

Las escamas al alimentarse de la savia inyecta toxinas produciendo cambios en los tejidos vegetales como muerte prematura de hojas. En frutos produce en ramillas afectadas pudiendo llegar también a la muerte del tejido. En dardos evita la caída de hojas las que persisten hasta el invierno, siendo este un buen indicador de la presencia de la plaga previa confirmación. En frutos, se produce un daño directo debido a que alrededor del lugar en que la escama se fija se produce una mancha roja.

Se recomienda enfocar el monitoreo de la escama de san José según la biología de la plaga en el huerto; así, los machos se monitorean en trampas de feromonas, las ninfas migratorias se deben monitorear en cintas dobles adhesivas y para realizar monitoreo de los estados fijos, se debe revisar el árbol completo (ramas, dardos y frutos).

Para su control, se recomienda realizar a salida de invierno, una aplicación con aceite mineral reforzada con algún organofosforado. Durante la temporada se sugiere realizar aplicaciones orientadas al control de la primera generación con organofosforados, neonicotinoides, aceite en baja concentración (0,2-0,5%).



### **3.4 RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE *PULGON LANIGERO***

El pulgón lanígero, pertenece al orden Hemiptera, sub-orden y sternorhyncha y a la familia Aphididae. Se reconocen principalmente por estar siempre cubiertos de lanosidad filamentosa y cerosa. En primavera, Septiembre-Octubre, en la zona central de Chile, emergen las colonias invernantes de hembras ápteras de lugares protegidos. Las ninfas y adultos comienzan a emigrar ascendentemente colonizando ramas en la copa, cortes de poda, heridas y principalmente las axilas de las hojas (Brown et al., 1994).

Se recomienda realizar un monitoreo efectivo, en el que se monitoreen grupos de pulgones y nivel de parasitismo de los mismos, en árboles completos. Para esto, se deben monitorear al menos 20 árboles al azar por cuartel, de forma zig-zag o doble diagonal.

Se sugiere tomar medidas de control cuando más del 10% de los árboles presenten grupos de pulgones y/o presenten más de 3 grupos de pulgones promedio por árbol por medio. Se recomienda, preferir medidas de control con productos selectivos a enemigos naturales si el porcentaje de parasitismo es mayor al 10%.

### **3.5 RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE *Panonychus ulmi***

Se trata de ácaros fitófagos de color rojo oscuro con manchas laterales extendidas. El cuerpo es globoso ovalado con setas (pelos gruesos) blancos. Los huevos son esféricos, rojo brillante y provistos de un pedicelo (pelo) blanco central más claro. El daño se manifiesta en ambas caras de la hoja con un punteado clorótico y luego un bronceado necrótico. En manzanos los primeros síntomas del ataque de arañitas se observan entre puntas verdes y ramillete expuesto. En ese momento los estados móviles se desplazan hacia las nuevas hojas provocando moteado, que se convierte en clorosis y posteriormente en un bronceado intenso que genera una reducción del crecimiento de la fruta.

Para realizar un buen monitoreo se deben monitorear tanto los huevos invernantes como los estados móviles y enemigos naturales de arañita roja. Los huevos invernantes deben ser monitoreados en las ramillas de un año, mientras que los estados móviles y enemigos naturales deben ser monitoreados en las hojas del frutal. En el caso de los huevos se deben seleccionar 10 árboles por cuartel en zigzag o doble diagonal. De cada árbol observar 4 ramillas de 10 cm. Un total de 40 ramillas por cuartel, para esto se utiliza una lupa manual de aumento mayor a 10x.

Se recomienda tomar la decisión de control a salidas de invierno, siempre que el promedio de huevos invernantes sea mayor a 10 por ramilla de 10 cms o cuando el nivel de la plaga sea mayor a 1 acaro por hoja en el caso de manzanos.

De acuerdo a la época en que se realicen los controles estos se pueden clasificar como invernales y tratamientos de primavera y verano. Como tratamiento invernal se recomienda orientarlo a los huevos invernales y se basa en el uso de aceites minerales



al 2% con el fin de asfixiar el embrión, en el caso de los manzanos, este tipo de control se debe iniciar entre los estados de puntas verdes y ramillete expuesto.

### **Referencias**

Tasin, M., Demaria, D., Reyne, C. Cesano, A., Galliano, A. 2008. Effect of anti-hail nets on *Cydia pomonella* behavior in apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 129: 32 – 26.



## **MANEJO DEL RIEGO BAJO MALLAS**

**Celerino Matías Quezada Landeros**

Ingeniero Agrónomo Mg. Sc.  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

### **1.- INTRODUCCION**

El uso de mallas tienen un impacto en las condiciones micro-climáticas dentro del huerto produciendo cambios en la radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento (Arthurs et al., 2013). Esto tiene incidencia en la evapotranspiración del cultivo, y por consiguiente en el diseño y manejo de métodos de riego usados en manzanos como goteo y micro-aspersión (Milanovic et al., 2014)

Las mallas disminuyen los niveles de radiación solar (PAR) de 12 a 27%, aumentan la humedad relativa (10-15%), reducen velocidad del viento (50%) y disminuyen la temperatura diaria (1-3°C). Los niveles de humedad del suelo tienden a disminuir más lentamente debido a la menor evapotranspiración, y constituyen estrategias para mejorar el uso del agua, incrementar el agua disponible y mejorar relaciones hídricas en la planta (Middleton y McWaters, 2002). Por su parte, Crété et al. (2001) reportan una disminución del 11% en evaporación y un 2 a 6% de aumento de la humedad relativa asociada con el uso de mallas. Según Iglesias y Alegre (2006) las mallas en manzanos pueden ser usadas en conjunto con otras técnicas para ahorrar agua en condiciones de sequía, y mantener la zona radical con agua fácilmente disponible entre 2 a 8 centibares (cb) y 40 a 60 cb. Por su parte, (Ilic et al., 2017) reportan valores inferiores de temperatura de 0,9 °C en malla Perla y 3,0°C en malla Negra en comparación al aire libre, aumentos de la humedad relativa entre 3 a 10% bajo malla y disminución de la velocidad del viento de 6 m/s en el campo abierto a 1 m/seg ( Roja, Perla y Azul) y 1,9 m/seg (Negra), en función de la porosidad de la malla y ubicación en relación a las plantas.

Diversos investigadores han reportado disminuciones de la evapotranspiración con el uso de mallas en función del color, factor de sombreado, propiedades óptica y porosidad de la malla (Arthurs et al., 2011). Al respecto, Prokopljevic et al. (2012) reportan disminución del 30%, Girona et al., (2015) del 25% , Al-Arafi (2006) del 22% y Milanovic et al. (2006) entre 13,2 y 17,1 % .

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de las mallas Perla Gris, Perla Azul y Azul Gris en la tensión, contenido de agua del suelo y evapotranspiración del cultivo en tres huertos de manzanos ubicados en las comunas de Teno, Molina y Yerbabuena, Región del Maule.

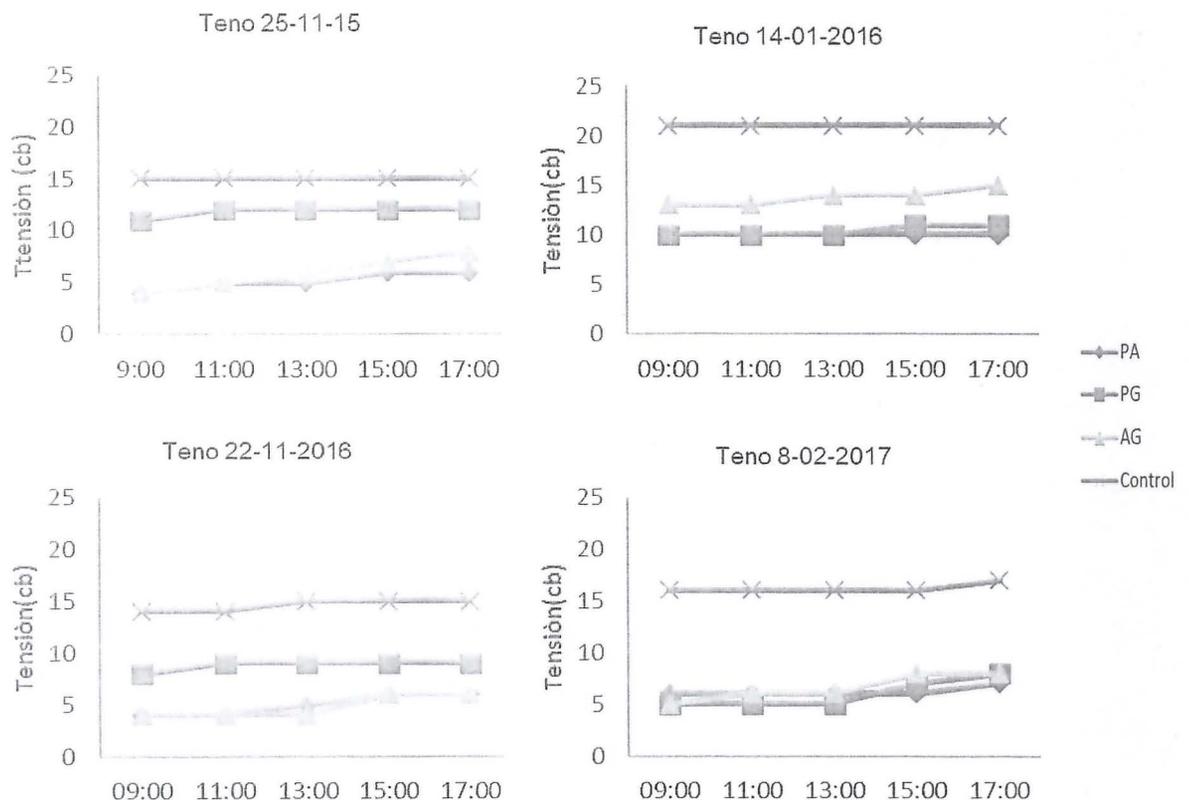


## 2.- ANALISIS DE RESULTADOS

### 2.1 Tensión del agua en el suelo

La tensión presentó diferencias con el tipo de mallas en relación al control. En el caso de Teno, en cuatro mediciones las tres mallas mantuvieron tensiones menores que el control (15 a 20 cb), siendo las mejores las mallas PG y AG con 4 a 6 cb. Respecto a Molina, sólo las mallas PA y PG mantuvieron una tensión bajo el control. Estas variaciones de tensiones pueden estar asociadas a la alteración del área de mojamiento por efecto de vientos y bajas de presión por problemas de mantención en el sistema de riego. En general el mejor comportamiento lo presentaron las mallas PA y PG.

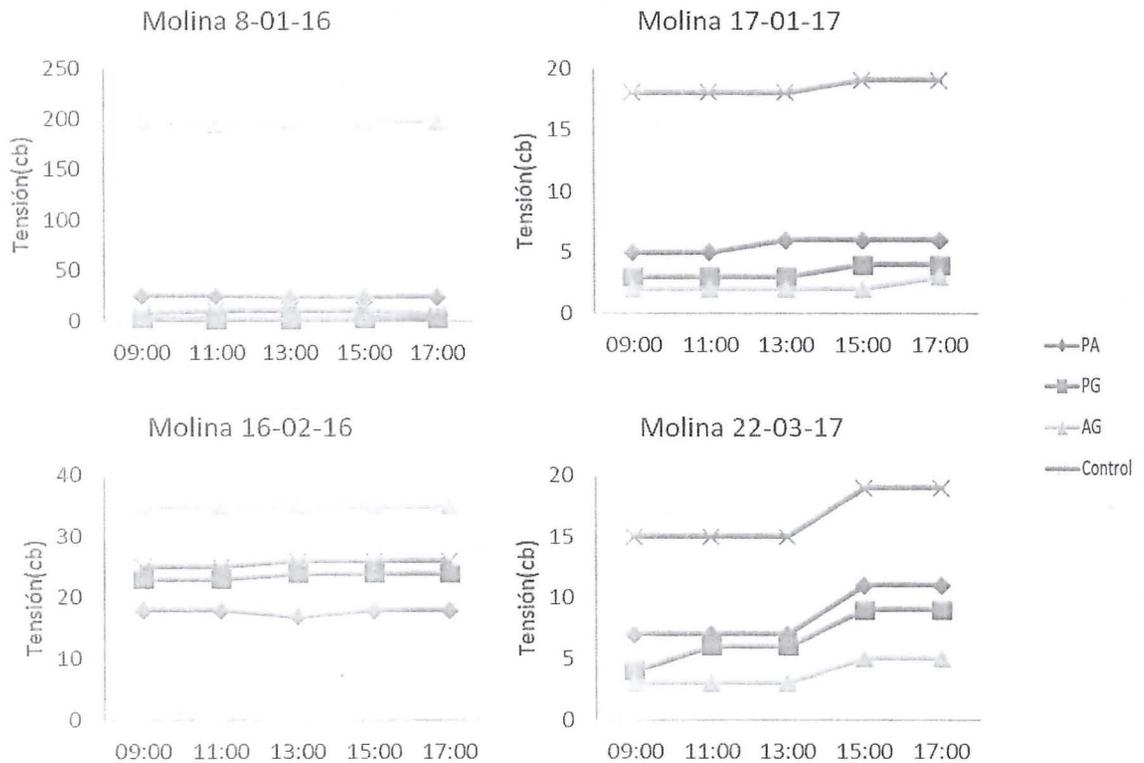
Figura 1. Tensión del agua en el suelo en manzano `Granny Smith` bajo mallas fotoselectiva a diferentes horas del día con riego por goteo, comuna de Teno.



Respecto a Molina (Figura 2), la tensión del agua en el suelo bajo mallas fue irregular ya que sólo en dos mediciones la tensión fue menor que el control, siendo la malla PA la que obtuvo tensiones de 17 cb en comparación a 25 cb del control. Esto se puede explicar por la ubicación del sensor en relación al radio de mojamiento del microaspersor. El umbral de tensión en un cultivo es de 100 cb, a partir del cual el rendimiento es afectado por el cierre de estomas.



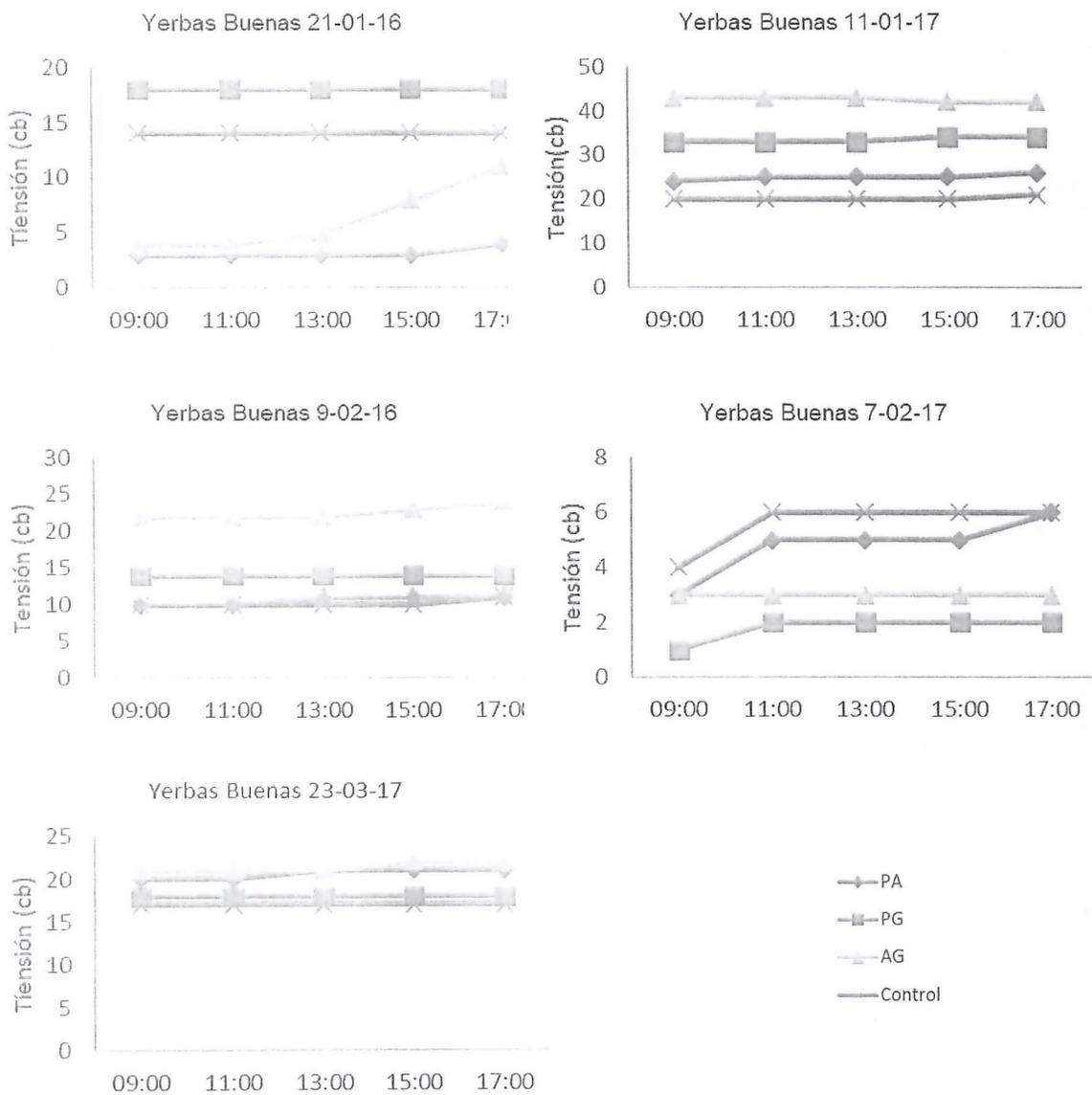
Figura 2. Tensión del agua en el suelo en manzano `Pink Lady` bajo mallas foto-selectivas a diferentes horas del día con riego por microaspersión, comuna de Molina.



En el caso de Yervas Buenas (Figura 3) las tensiones fueron muy irregulares con valores más altos que el control y en otros con tensiones entre 0 y 10 cb, que corresponden a suelo saturado por un tiempo de riego excesivo. El comportamiento de las mallas en este suelo fue poco preciso, probablemente por efectos del manejo del riego y de la ubicación de los sensores. En todo caso las mallas con mejor comportamiento fueron PA y AG, similar a los resultados de Teno.



Figura 3. Tensión del agua en el suelo en manzano `Fuji` bajo mallas fotoselectivas a diferentes horas del día con riego por goteo, comuna de Yerbias Buenas.

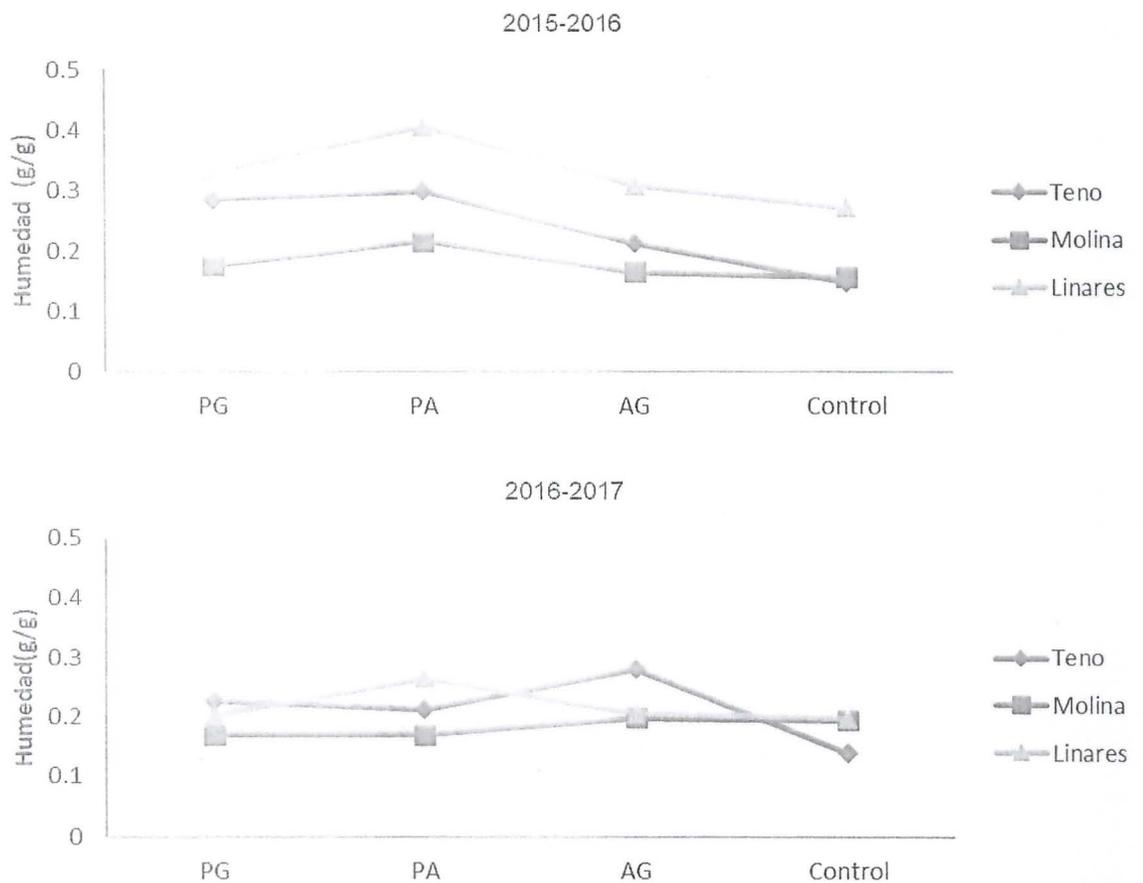




## 2.2 Contenido de agua del suelo

El contenido de agua fue mayor en las tres mallas en relación al control lo que indica que las mallas disminuyeron la evaporación en los tres sitios experimentales y mejoraron la retención de humedad, permitiendo un descenso más lento de la humedad aprovechable, especialmente la malla Perla Azul (PA).

Figura 4. Contenido de agua gravimétrica bajo mallas fotoselectivas en tres huertos de manzanos .Comunas de Teno, Molina y Yervas Buenas.

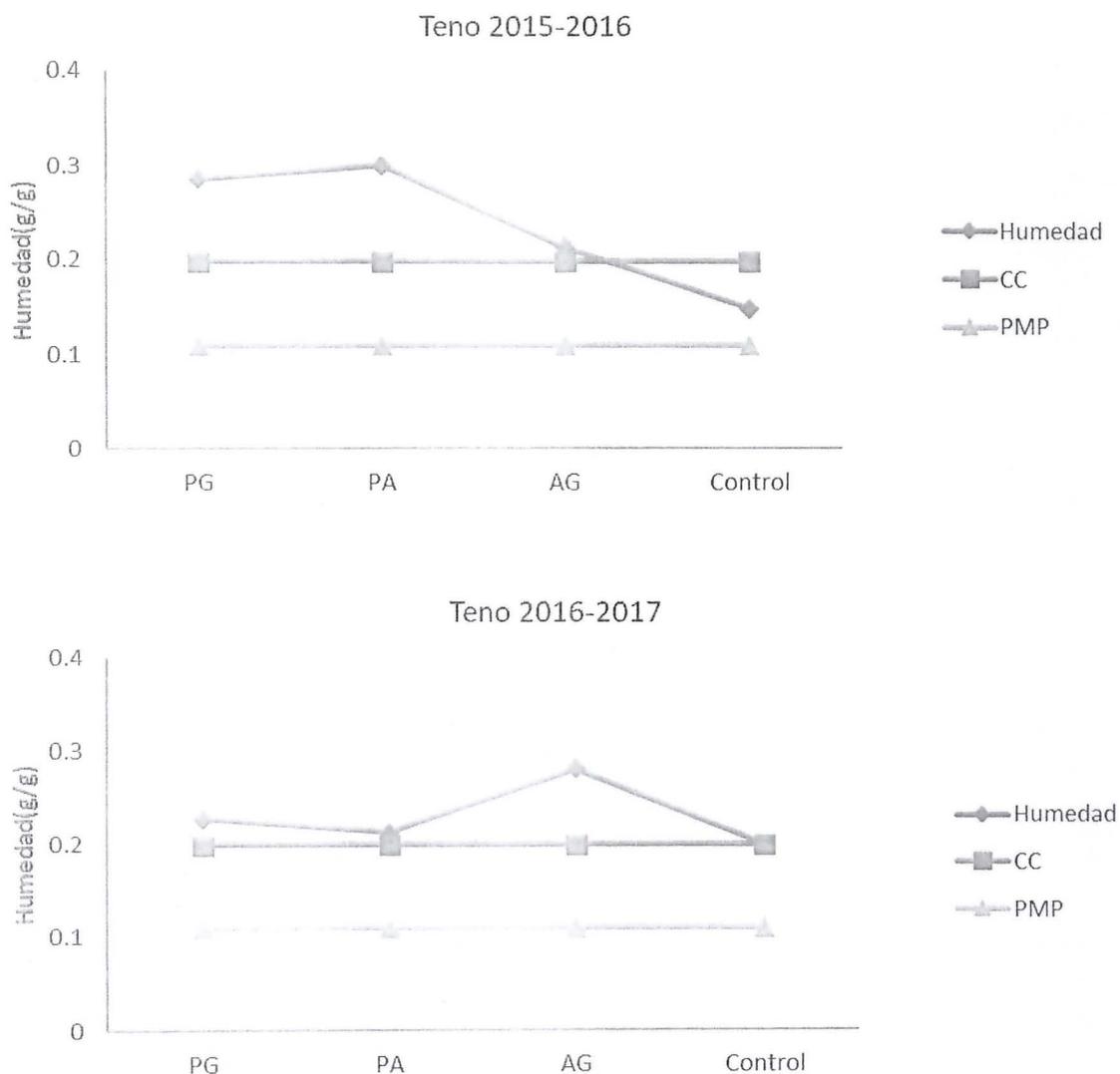


Respecto de su comparación con las constantes hídricas del suelo, las mallas presentaron diferencias entre si y entre temporadas, probablemente debido a factores de manejo del riego. Como criterio se adopta que la mejor malla es la que mantiene la humedad en capacidad de campo (CC) ya que sobre CC el suelo está saturado probablemente por un tiempo excesivo de riego. En el huerto de Teno la malla AG 2015-16 es la que mostró un mejor comportamiento, manteniendo la humedad en CC en relación al control sin malla. Esto significa una mayor retención de 18 mm, lo que permitiría aumentar la frecuencia de riego en 2 días. Resultados similares se obtienen en los huertos de Molina y Yervas Buenas con la malla PA, debido a que disminuyen la



evaporación y permite una liberación más lenta del agua por la menor radiación incidente y menor evapotranspiración. Por otra parte, las mallas con humedad sobre capacidad de campo (PG y PA 2015-16; AG 2016-17) reflejan un excesivo tiempo de riego, por lo que necesario precisar la programación de riego.

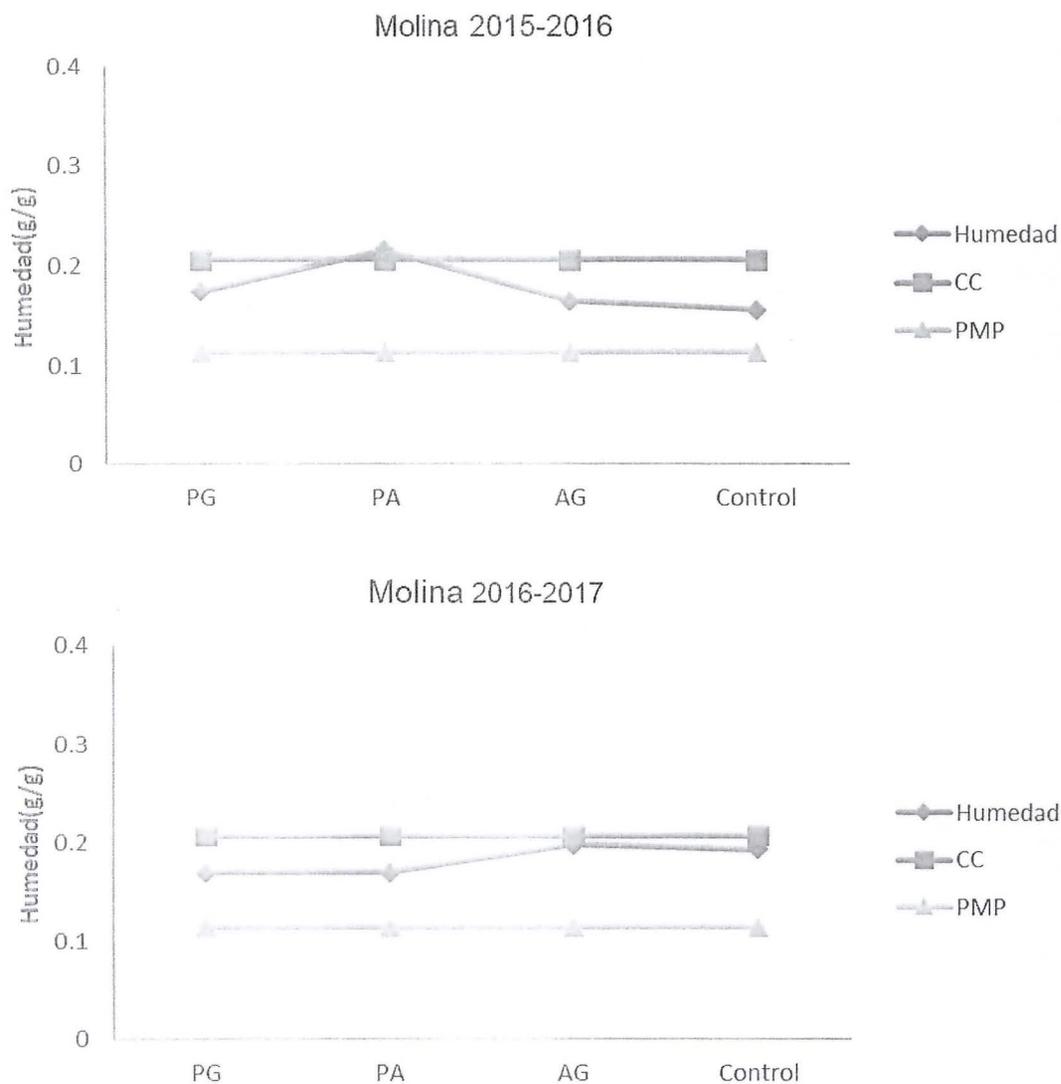
Figura 5. Contenido de agua gravimétrico bajo mallas fotoselectivas vs constantes hídricas del suelo en manzano `Granny Smith` regado por goteo, comuna de Teno.





En el huerto de Molina el contenido de humedad se mantuvo entre umbral de riego y CC manteniendo las tres mallas un buen comportamiento en la retención de humedad en relación al control, destacando las mallas PA y AG.

Figura 6. Contenido de agua gravimétrico bajo mallas fotoselectivas vs constantes hídricas del suelo en manzano `Pink Lady` regado por microaspersión, comuna de Molina.

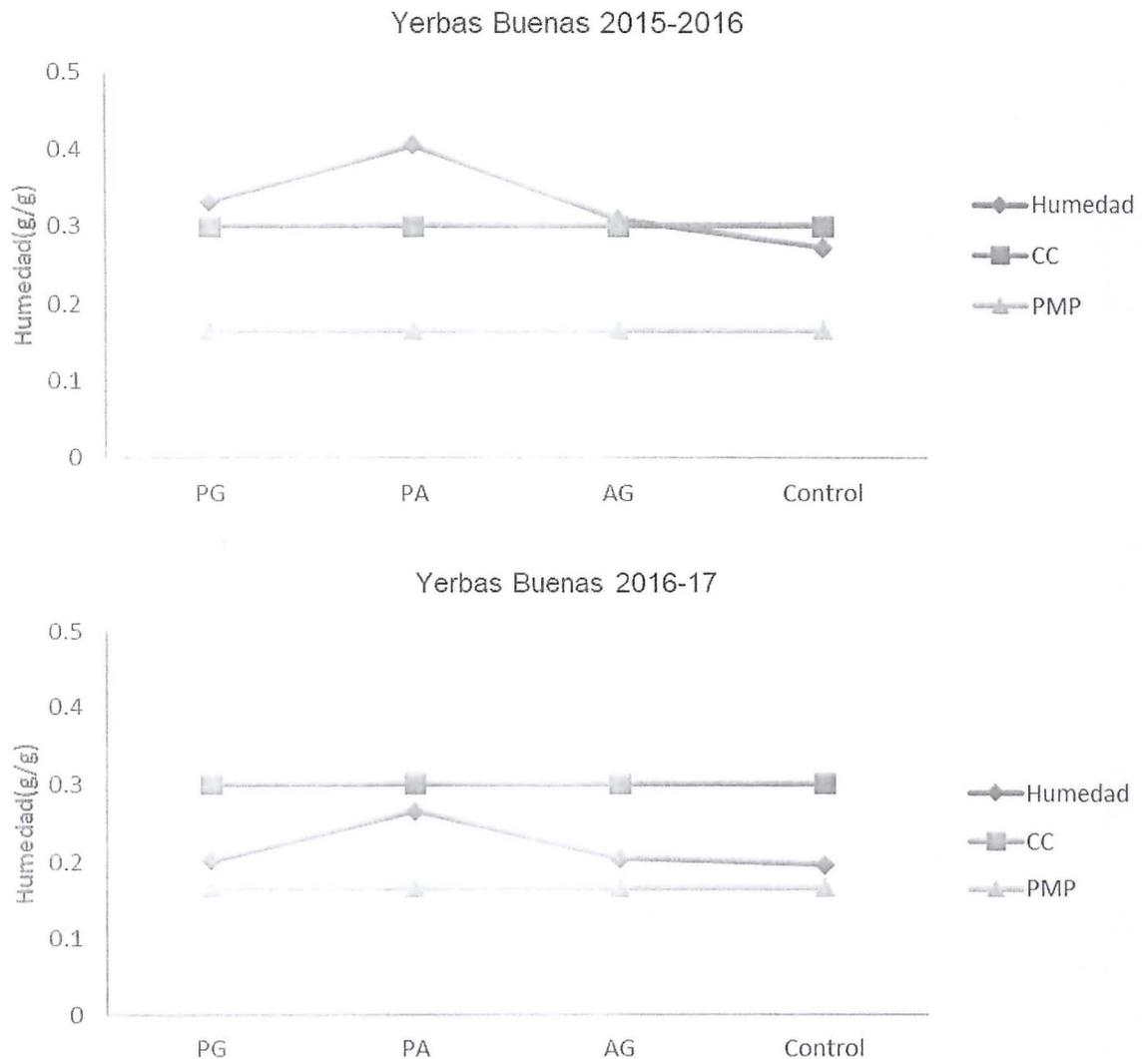


En el huerto de Yervas Buenas (Linares), el mejor resultado lo mostró la malla AG 2015-16 y PA 2016-17 manteniendo la humedad entre UR y CC, al igual que en Teno y Molina, lo cual indica el efecto positivo de las mallas en la disminución de la evaporación y en la mantención de un mejor nivel de humedad para el cultivo en



relación a un huerto sin malla. La malla de mejor comportamiento fue la Perla Azul (PA) y Azul Gris (AG).

Figura 7. Contenido de agua gravimétrico bajo mallas fotoselectivas vs constantes hídricas del suelo en manzano `Fuji` regado por goteo, comuna Yerbias Buenas.



### 2.3 Parámetros agrometeorológicos bajo malla

Los parámetros que inciden en la evapotranspiración son radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento, los que presentaron diferencias en función del tipo de malla y factor de sombreado.



Tabla 1. Parámetros agrometeorológicos bajo malla a las 13:00 h el día 14-01-2016 en el huerto de Teno.

Malla	Rad. solar (W/m <sup>2</sup> )	Temperatura aire (° C)	Humedad relativa (%)
PA	696	32,5	38,3
PG	701	30,3	40,1
AG	681	30,6	41,3
N	723	31,5	37,9

PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris; N: Negra

El efecto de las mallas sobre el microclima del huerto en Teno se refleja principalmente en la disminución de la radiación solar PA (3,7%), PG (3,04%) y AG (6,81%), la menor temperatura alcanza 1,2 ° C en PG y 0,9 ° C en AG. Respecto de la humedad relativa el aumento es más importante en PG (2,2%) y AG (3,4%). Esto indica que la malla AG es la que tiene mayor efecto en la disminución de parámetros que inciden en la evaporación.

Tabla 2. Parámetros agrometeorológicos bajo malla a las 15:00 h el día 09-01-2016 en huerto de Molina.

Malla	Rad. solar (W/m <sup>2</sup> )	Temperatura aire (° C)	Humedad relativa (%)
PA	727	32,6	42,6
PG	722	32,8	37,7
AG	690	32,6	42,5
N	742	32,4	38,1

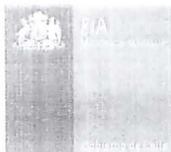
PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris; N: Negra

En el huerto de Molina las mallas disminuyeron la radiación solar: PA (2,02%), PG (2,69%) y AG (7,00%), pero no tuvieron efecto en la disminución de la temperatura. Sin embargo, aumentaron humedad relativa PA (4,5%) y AG (4,4%). Siendo la de mejor comportamiento la malla AG.

Tabla 3. Parámetros agrometeorológicos bajo malla a las 13:00 h el día 14-01-2016 en huerto de Yervas Buenas

Malla	Rad. solar (W/m <sup>2</sup> )	Temperatura aire (° C)	Humedad relativa (%)
PA	710	30,7	44,2
PG	699	31,1	44,4
AG	696	30,2	45,3
N	723	32,2	42,4

PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris; N: Negra



En el huerto de Yerbas Buenas las mallas con mejor comportamiento en la disminución de la radiación solar fueron PA (1,79%), PG (3,31%) y AG (3,71%), en cuanto a disminución de temperatura PA (1,5°C), PG (1,1°C) y AG (2,0°C), respecto al aumento de la humedad relativa PA (1,8%), PG (2%) y AG (2,9%). Esto indica un mayor efecto de la malla AG en el mejoramiento de las condiciones microclimáticas del huerto. Sin embargo, estos resultados indican que las mallas ejercen una limitada influencia en la temperatura y humedad relativa del huerto, ya que se obtuvieron aumentos de humedad relativa entre 2 y 5%, que son coincidentes con Cretè et al. (2001) entre 2 y 6% e Iglesias y Alegre (2006) de 3 a 9%.

## 2.4 Evapotranspiración de referencia

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) determinada por el modelo de Penman-Monteith presentó diferencias entre sitios experimentales (Tabla 4), en Teno PA (8,14 mm/día) PG (7,72 mm/día) y AG (7,53 mm/día), en relación a 9,57 mm/día del control, siendo la malla AG la que obtuvo una mayor disminución de la ET<sub>o</sub>. En el huerto de Molina los valores fueron más altos PA (8,28 mm/día), PG (8,89 mm/día) y AG (7,91 mm/día) en relación a 9,86 mm/día del control. En el huerto de Yerbas Buenas los valores de ET<sub>o</sub> son menores con PA (6,96 mm/día), PG (7,03 mm/día) y AG (6,69 mm/día) en relación a 9,68 mm/día del control. Respecto a las mallas, la malla AG es la que presentó una menor ET<sub>o</sub> en todos los sitios experimentales: 7,53 mm/día (Teno); 7,91 mm/día (Molina) y 6,69 mm/día (Yerbas Buenas) en el mes de máxima demanda. Esto significa disminución de 21,3% (Teno), 19,8% (Molina) y 30,9% (Yerbas Buenas) en relación al huerto sin malla, resultados que concuerdan con los obtenidos por diferentes investigadores (Al-Arafi, 2006; Prokopljevic et al., 2012; Girona et al., 2015).

Tabla 4. Efectos de mallas en evapotranspiración potencial (ET<sub>o</sub>) Penman-Monteith (mm/día) en huertos de manzanos en tres comunas de la Region del Maule, Enero 2016.

Malla	Teno		Molina		Yerbas Buenas	
	ET <sub>o</sub>	%	ET <sub>o</sub>	%	ET <sub>o</sub>	%
PA	8,14	14,9	8,28	16,0	6,96	28,1
PG	7,72	19,3	8,89	9,8	7,03	27,4
AG	7,53	21,3	7,91	19,8	6,69	30,9
Control	9,57	0	9,86	0	9,68	0

PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris



Cabe destacar que todas las mallas mostraron valores inferiores de ETo en relación al control, y este menor consumo de agua puede tener incidencia en el mejoramiento de la programación de riego (tiempo y frecuencia de riego) y en el aumento de la eficiencia de uso del agua.

### **3.- RECOMENDACIONES DE MANEJO DEL RIEGO**

#### **3.1 Tensión del agua en el suelo**

La tensión del agua en el suelo es un buen indicador de la disponibilidad de agua para las plantas, permitiendo precisar los umbrales de riego del manzano. En este caso las mallas no mostraron una tendencia definida en relación a la tensión del agua en el suelo ya que sólo en un 50% de las mediciones presentaron valores inferiores al tratamiento control, lo que indicaría una menor evaporación y mayor disponibilidad de agua para las plantas. En el caso de los valores sobre el control sin malla, pueden estar asociados a la ubicación del sensor, al número de sensores, textura del suelo y al efecto de histéresis que altera la medición según si el suelo está en proceso de humectación o en secado. En función de la tensión bajo malla los umbrales de riego serían 10 a 20 cb en Teno (suelo franco), 10 a 25 cb en Molina (suelo franco) y 10 a 20 cb en Yervas Buenas (suelo franco arenoso). Esto es coincidente con los resultados de León (2006) que en suelo franco arenoso con `Royal Gala` en la zona de Molina determina umbrales de riego entre 10 y 25 cb, al igual que Quezada et al. (2011) en suelo franco limoso de Chillán en `Fuji` con umbrales de 10 y 25 cb. Una mayor precisión puede ser obtenida colocando un sensor a 30 cm y el otro a 60 cm de profundidad, el primero (30 cm) indicaría el inicio del riego y el segundo (60 cm) el término del riego, y por lo tanto, las mallas permitirían mantener la tensión óptima para el cultivo durante un mayor periodo de tiempo, siendo la más recomendable la malla Perla Azul (PA).

#### **3.2 Contenido de agua del suelo**

El contenido de agua gravimétrico se mostró como un indicador más preciso del estado hídrico del suelo, ya que las mallas mantuvieron la humedad del suelo sobre el tratamiento control, entre Capacidad de Campo y Umbral de riego, condiciones de humedad óptima para la planta, siendo las de mejor comportamiento las mallas PA y PG. Sin embargo, también demostraron exceso de riego en los huertos de Teno y Yervas Buenas. Las mallas disminuyeron la evaporación, y mantuvieron el contenido de agua óptimo para el cultivo durante un mayor periodo de tiempo, lo que reduce el consumo de agua por el cultivo y aumenta la eficiencia de uso del agua. Como el muestreo gravimétrico es laborioso y lento, es posible también el uso de sensores



dieléctricos para medir la humedad a diferentes profundidades, lo que permitiría ahorrar entre 30 y 50% de agua.

### **3.3 Evapotranspiración del cultivo**

Las mallas fotoselectivas disminuyeron la evapotranspiración de referencia entre 9,8 y 30,9% en relación al tratamiento control, siendo la malla AG la más eficiente con disminuciones de 21,3% (Teno); 19,8% (Molina) y 30,9% (Yerbas Buenas). Se recomienda usar el modelo de Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración de referencia y aplicar los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) por sitio específico, para optimizar la programación de riego. Esto implica que los huertos dispongan de una estación meteorológica automática (EMA) que proporcione la información que requiere el modelo de evapotranspiración.

### **3.4 Manejo del riego**

El manejo del riego en el cultivo debe considerar la determinación del tiempo y frecuencia de riego por bloque, con información físico hídrica del suelo (CC-PMP,  $D_{ap}$  y velocidad de infiltración), datos de estaciones agrometeorológicas (temperatura, radiación solar, humedad relativa, velocidad del viento y horas de sol del día) y el control de calidad del riego con monitoreo del contenido de agua del suelo con sensores dieléctricos o sondas Watermarks.

La disminución de la evapotranspiración entre 9,8 y 30,9% así como la mantención del nivel humedad del suelo por un mayor tiempo y una lenta evaporación, indicaría que la frecuencia de riego podría disminuir en 2 días. Esto incidiría en un menor volumen de aplicación de agua, menor gasto de energía y mayor eficiencia de uso del agua.

Además, se debe considerar labores de mantención del sistema de riego para obtener uniformidad de caudales del 90%, ya que solo el huerto de Teno tiene 94,8% en cambio en Molina es 85% y es más baja es Yerbas Buenas con 83,8%. La uniformidad de caudales debe ser medida cada 15 días para efectuar las labores de mantención en forma oportuna y no afectar los requerimientos hídricos del frutal.



## Referencias

1. Al-Arafi, I. 2006. Shading and air velocity influence on greenhouse microclimate.. Acta Hort. 710
2. Arthurs, S.P, Stamps, R.H. and Giglia, F.F. 2013. Environmental modification inside photosensitive shadehouses. Hortscience 48(8):975-970.
3. Crètè, X., Regard, J.L., Ferre, G. and Tronel, D. 2001. Effets secondaires et consequences sur la production du verger. L'arboriculture fruitière 553:51-55.
4. Iglesias, I. and Alegre, S. 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. Journal of Applied Horticulture 8(2): 91-100.
5. Ilic, Z.S., Milenkovic, L., Sunic, L., Barac, S., Mastilovic, J., Kevresan, Z. and Fallik, E. 2017. Effect of shading by coloured nets on yield and fruit quality of sweet pepper. Zemdirbyste-Agriculture 1048(1):53-62.
6. Girona, J., Behboudian, H., Mata, M. , Del Campo, and Marsal, J. 2015. Effects of hail nets on the microclimate, irrigation requirements, tree growth, and fruit yield on peach orchards in Catalonia (Spain).
7. León, E. 2005. Análisis técnico de un sistema de riego por microaspiración en manzano (*Malus pumila* M.). Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. 30 p.
8. Middleton, S. and McWaters, A. 2002. Hail netting of apple orchards-Australian experience. The compact fruit tree 35(2):51-55.
9. Milanovic, M., Gocic, M, and Trajkovic, S. 2014. Effect of anti-hail nets on design of irrigation systems. Journal of Faculty of Civil Engineering. Serbia, 24-25: 619-624.
10. Prokopljevic, D., and Stricevic, R. 2012. Effect of anti-hail nets on evapotranspiration of apple-orchard in Celarevo (Serbia). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 87(6).
11. Quezada, C., Solís, E., Venegas, A., y Faúndez, M. 2011. Efecto de cuatro niveles de aplicación de agua en rendimiento y calidad de un huerto de manzanos (*Malus domestica* Bork) Fuji bajo riego por goteo, Agro Ciencia 27:65-75.



## MANEJO DE VENTURIA BAJO MALLAS

**Ernesto Moya Elizondo**

Ingeniero Agrónomo Mg. PV. Ph.D.

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

### 1.- INTRODUCCIÓN

Los desafíos en la producción del manzano consideran un conjunto de manejos agronómicos donde la prevención y control de enfermedades juega un papel relevante. Para que una enfermedad ocurra se requiere que concurren tres factores que son un hospedero susceptible, un microorganismos patógeno y condiciones medioambientales, los cuales en conjunto conforman el denominado triángulo de la enfermedad. Así el manzano es susceptible a 105 enfermedades, las cuales 72 son causadas por hongos y pseudo-hongos, 9 por bacterias y fitoplasmas, 20 por virus, viroides y desordenes similares a virosis, y cuatro por diferentes especies de nematodos (Sutton et al. 2014). No obstante lo anterior, entre estos microorganismos patógenos, la principal enfermedad que afecta la producción de manzanos en Chile y el mundo es la sarna o Venturia del manzano, causada por el hongo ascomicota *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter (Anamorfo *Spilocea pomi* Fr.:Fr.). Esta enfermedad es un problema perenne en la producción de este cultivo frutal que puede causar pérdidas de hasta el 100% de la producción, si no se realizan manejos preventivos o de control sobre la misma, siendo una la enfermedad del manzano que requiere de mayor numero de aplicaciones de fungicidas para su adecuado manejo.

Esta enfermedad causa diferentes daños como retardo en el crecimiento de árboles jóvenes o de brotes a inicio de temporada, defoliación, caída y deformación de frutos, lo cual aumenta el descarte exportación, así como también puede desarrollarse en post-cosecha. *V. inaequalis*, es un hongo perfecto por lo cual desarrolla una fase sexual y otra asexual durante su ciclo biológico. Este hongo posee una fase saprofítica, en la cual durante el otoño e invierno formará sobre las hojas caídas pseudotecios o ascostroma (telomorfo Fase sexual), que contienen en su interior ascos que contienen ascosporas que serán las responsables de infectar los nuevos brotes, hojas, flores y frutos que emerjan desde las yemas en receso que inicien su brotación en primavera. Sobre esos tejidos infectados se desarrollará un micelio característico de color verde-negrusco sobre el cual se formarán conidióforos libres que producirán conidias (Fase anamorfa o asexual del hongo), que podrán infectar los nuevos tejidos en desarrollo durante la primavera y el verano si las condiciones ambientales que se presenten le son favorables.

*V. inaequalis* se ve favorecida en su infestación principalmente por las condiciones de temperatura y humedad que se presenten a partir del inicio de la brotación del cultivo a fines de invierno e inicio de primavera hasta la cosecha del cultivo. Por lo anterior, la

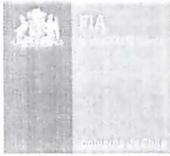


época y tasa de descarga de ascosporas y conidias, son aspectos relevantes en el manejo de la enfermedad. Del mismo modo, la presencia de agua libre y la luminosidad, son los principales factores que determinan la descarga de ascosporas, ya que la luz solar es requerida para estimular la descarga de ascosporas, las cuales son liberadas principalmente durante el día. También, la descarga de ascosporas puede iniciarse minutos después que las hojas son mojadas por una lluvia o puede demorarse una o más horas. De igual modo, la liberación de ascosporas, puede durar unas pocas horas o continuar por muchas más.

Por su parte, la temperatura óptima para la infección es de 20°C, sin embargo la infección por parte del hongo puede iniciarse desde los 5°C, alcanzando hasta un rango máximo de 28°C. Del mismo modo, la tasa de germinación y la formación de estructura de penetración de ascosporas y conidias, son directamente proporcional a las temperaturas de 5 a 20°C. Cabe resaltar que las conidias son más infectivas que las ascosporas.

En este aspecto, el uso de cobertores o mallas en el manejo agronómico del cultivo del manzano implica una modificación de las condiciones ambientales en que se desarrolla el cultivo, por lo cual el uso de estas nuevas tecnologías puede afectar incrementando o disminuyendo el desarrollo de la Sarna u otra enfermedad que afecte el manzano (Aires De Paula et al. 2012).

La siguiente sección de este capítulo se muestran los resultados obtenidos en investigaciones preliminares realizadas en conjunto entre el Laboratorio de Fitopatología y el Laboratorio de Fruticultura del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Concepción, donde se ha evaluado el comportamiento de *V. inaequalis* dentro del marco del Proyecto FIA PYT-2015-0192 durante las temporadas 2014-2015 y 2015-2016. Estos resultados muestran un análisis del impacto epidemiológico favorable al desarrollo de *V. inaequalis* de diferentes mallas evaluadas de acuerdo a las condiciones ambientales de temperatura y humedad que generaron durante el desarrollo de los experimentos, además, describe una evaluación del grado de incidencia y severidad observado por la enfermedad en los sitios experimentales sometidos al uso de mallas y por último una evaluación del efecto de las mallas en la liberación de ascosporas en primavera después de la primera temporada de uso. Finalmente, se concluye con algunas directrices a tener en consideración para el manejo y control de esta enfermedad.



## 2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 2.1 Riesgo o impacto epidemiológico favorable al desarrollo de *V. inaequalis* de diferentes tipos de mallas.

El uso de cuatro diferentes mallas con el objetivo de evaluar su impacto en reducir el daño que causa el estrés radiativo sobre la producción del manzano, abrió la interrogante de cómo el uso de estas mallas puede influir en el desarrollo o condiciones ambientales que favorezcan la infestación por *V. inaequalis* en huertos de manzano de diferentes localidades de la zona centro sur. Para ello, se consideraron los tres sitios experimentales ocupados dentro del proyecto FIA PYT-2015-0192 ubicados en las localidades de Teno, Molina, y Linares, que poseen huertos de los cultivares 'Granny Smith', 'Pink Lady' y 'Fuji', respectivamente. En estos sitios experimentales se establecieron unidades experimentales que tenían malla tipo Negra, Perla gris, Perla Azul y Azul Gris. En consideración a que las mallas se extendieron sobre el sitio experimental durante el estado fisiológico de cuajado de frutos, consideró evaluar condiciones ambientales que favorecieran el desarrollo de ciclos asexuales del hongo. Para determinar el riesgo o impacto epidemiológico de cada malla en la expresión de la enfermedad se colectaron datos meteorológicos de temperatura media y humedad relativa entre el 16 de noviembre de 2015 y el 07 de febrero de 2016. La recolección de datos se realizó con un sensor de temperatura y humedad relativa Keytag. Para determinar el índice de riesgo observado diariamente, se determinó el número de días en que la temperatura media en cada sitio experimental estuvo entre 17 y 24°C y la humedad relativa superó los 65%. Se consideró una humedad relativa del 65% como tope de riesgo en consideración a que Becker y Burr (1994), determinaron que la viabilidad de la conidia no es afectada por periodos secos y esta viabilidad fue similar a temperaturas de 10 a 25°C y humedades relativas del 60% y del 90%. También, se consideró una temperatura de 17 y 24°C en consideración que según Tablas de Mills entre dichas temperaturas el tiempo requerido para el desarrollo de las conidias es de sólo 9 días, y el hecho que el mínimo rango de humedad relativa requerido para la esporulación del micelio es entre el 60 al 70% (Biggs y Stensvand, 2014). Basado en este índice se pudo observar el número de eventos de riesgo asociados a la infestación por Sarna del manzano para cada tipo de malla evaluada en los tres sitios experimentales donde se desarrolló esta investigación y que se muestra en la Figura 1.

Los resultados mostraron que el factor locación tuvo una fuerte incidencia en la posibilidad de riesgo asociada a la expresión de la enfermedad con el huerto de Linares presentando el menor riesgo comparativo a lo observado en Teno y Molina ( $P < 0,0001$ ), que fueron iguales. En cuanto al comportamiento de las mallas para favorecer el número de eventos de riesgo que pueden gatillar la expresión de la sarna del manzano se observó que no hubo mayores diferencias entre mallas, excepto lo que se observó en la localidad de Teno donde la malla Negra tuvo un 44,7% menos eventos de riesgo comparado a aquella que presentó el mayor número de eventos que

fue la Perla Gris (Figura 2). Una tendencia similar se observó en Molina, donde la malla Negra presentó el más bajo número de días con condiciones que favorecerían la infección de la enfermedad.

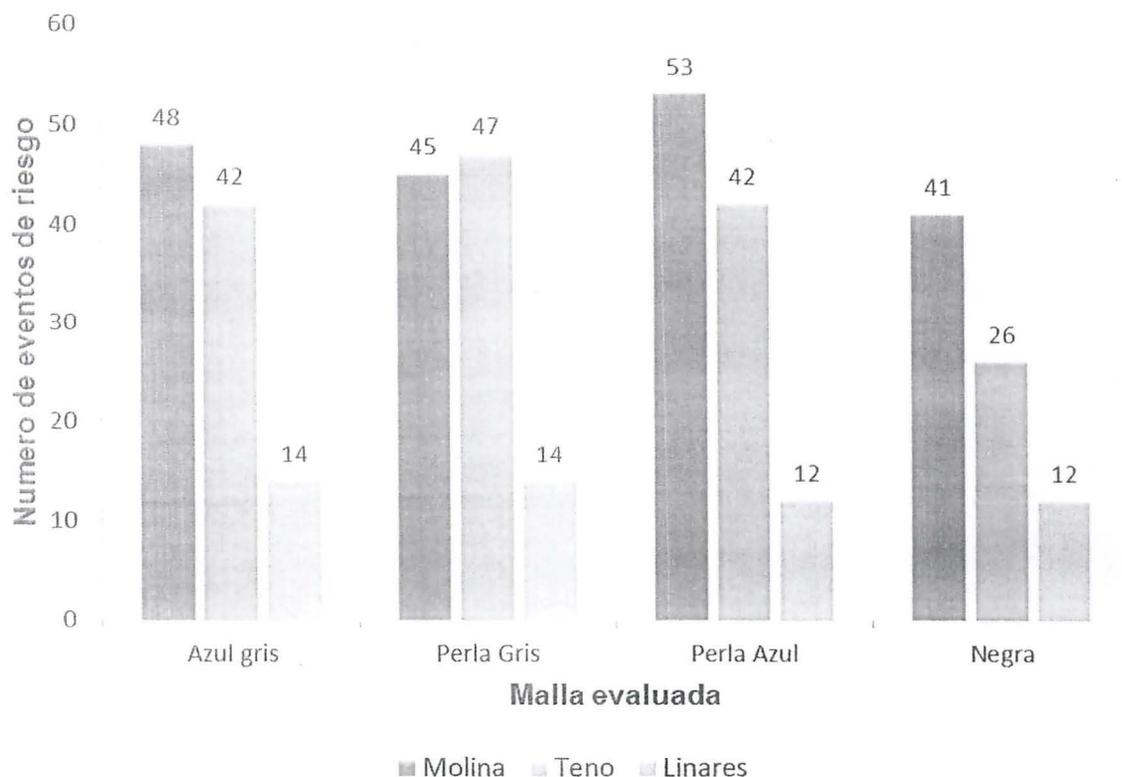


Figura 1. Número de eventos de riesgos de infestación con *Venturia inaequalis*, agente causal de la sarna del manzano, para cuatro diferentes tipos de mallas en tres localidades de la Región del Maule observado durante la temporada 2015-2016.

El efecto del uso de diferentes tipos de mallas no mostró mayores diferencias entre ellas, aunque claramente se observaron diferencias entre localidades y en las condiciones ambientales. Por ello, es necesario realizar la comparación respecto al uso de mallas versus su no instalación sobre un huerto, especialmente considerando que estudios preliminares realizados en la Estación Experimental el Nogal, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, durante la temporada 2013 muestran que el índice de riesgo de infestaciones por *V. inaequalis* observado diariamente entre el 21 de enero y el 19 de marzo (58 días) fue un 12,2% superior al utilizar mallas versus a su no uso, debido a que se favorecieron las condiciones climáticas para el desarrollo de esta enfermedad (Figura 3).

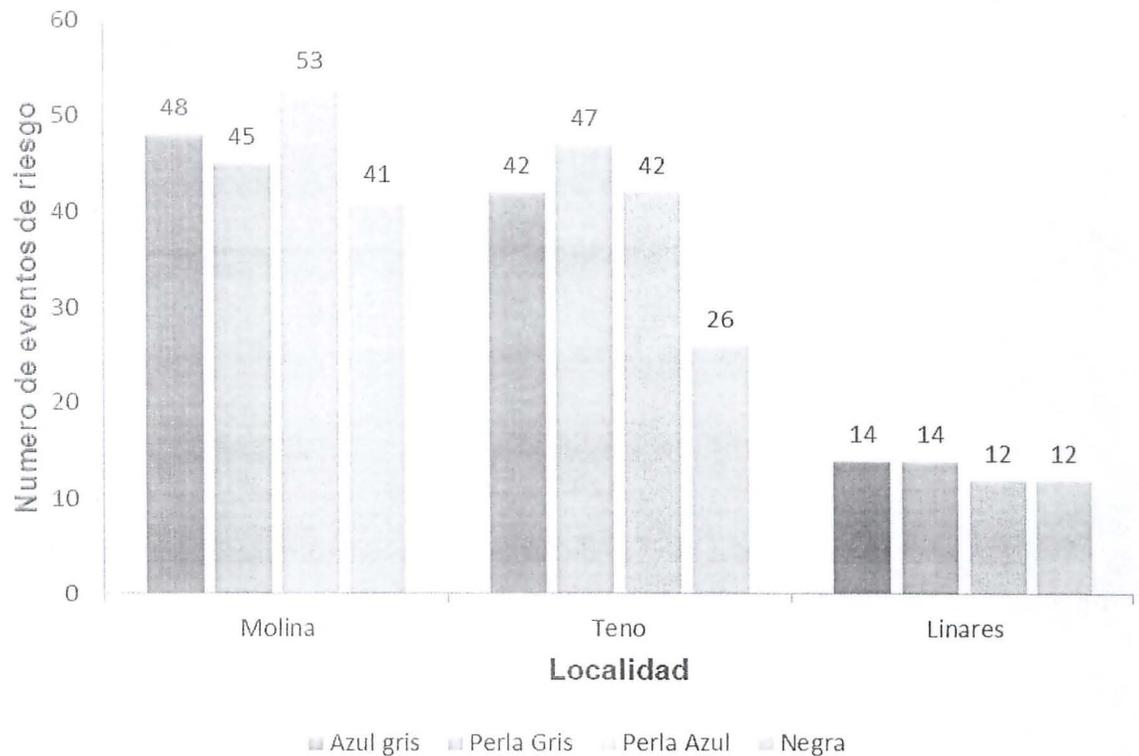


Figura 2. Número de eventos de riesgos de infestación con *Venturia inaequalis*, agente causal de la sarna del manzano, comparado para cuatro diferentes tipos de mallas en tres localidades de la Región del Maule durante la temporada 2015-2016.

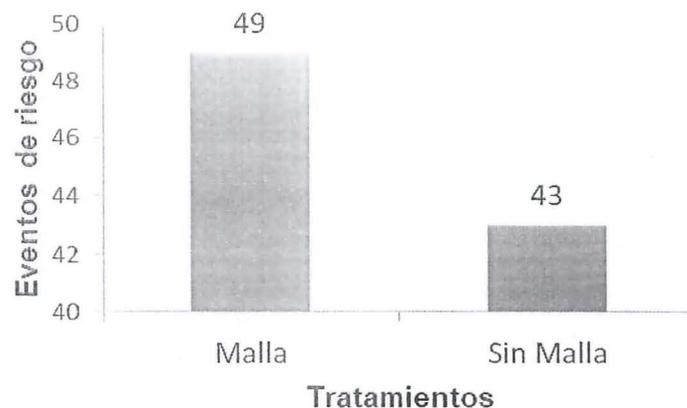
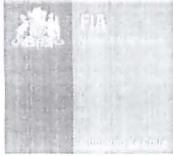


Figura 3. Número de eventos de riesgos de infestación con *Venturia inaequalis*, agente causal de la sarna del manzano, comparado para un sector mantenido con malla versus otro sin esta protección observado en la Estación Experimental el Nogal de la Universidad de Concepción en Chillán durante la temporada 2013.



## **2.2 Grado de incidencia y severidad *Venturia inaequalis* de diferentes mallas.**

La expresión de la Sarna del manzano bajo los diferentes tipos de mallas en una variable que requirió ser cuantificado, debido a que el análisis de variables ambientales supondría una mayor prevalencia de condiciones que favorezcan la expresión de la enfermedad. Para ello, dentro de los sitios experimentales se hizo un seguimiento de la incidencia y severidad de síntomas de la enfermedad durante los dos años de estudio. Para ellos, se escogieron seis árboles aleatoriamente dentro de cada sector bajo cada una de las mallas en estudio, en los cuales se evaluaron periódicamente 10 hojas y 10 frutos de la parte inferior y superior de cada árbol para determinar visualmente la presencia de alguna sintomatología asociada a la enfermedad. Cabe hacer notar, que el sector bajo mallas estuvo bajo manejo agronómico de control de la enfermedad. Adicionalmente, los frutos que fueron cosechados al final de la temporada 2015-2016, fueron evaluados visualmente en su incidencia de Sarna del Manzano.

Los resultados de infestación por la Sarna del manzano fueron relativamente bajos y durante ambas temporadas (Tabla 1 y 2), ya que en promedio tuvieron entre un 2,0% y 3,0% de incidencia combinada sobre frutos y hojas. Claramente hubo un efecto de la localidad en la expresión de la enfermedad, ya que durante la temporada 2015-16 la mayor incidencia se observó en las evaluaciones realizadas en Molina, mientras que en la temporada siguiente esto se observó en Teno.



Tabla 1. Niveles promedio de incidencia (porcentaje) por Sarna del Manzano observado en árboles de distintas variedades bajo distintos tipos de mallas en tres localidades de la Región del Maule durante la temporada 2015-2016.

Localidad y cultivar							
Malla	Teno		Molina		Linares		Promedio
	Granny Smith		Pink Lady		Fuji		
	Hojas	Frutos	Hojas	Frutos	Hojas	Frutos	
<b>AG</b>	0,8	0,0	10,8	0,0	2,5	0,0	2,4
<b>PG</b>	0,0	0,0	6,7	0,0	1,7	2,5	1,8
<b>PA</b>	2,5	0,0	7,5	0,8	0,0	0,0	1,8
<b>N</b>	0,8	0,8	1,7	2,5	3,3	2,5	1,9
<b>Promedio</b>	1,0	0,2	6,7	0,8	1,9	1,3	,

PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris; N: Negra



Los niveles de severidad fueron bajos y en general no se observó más de una mancha de Venturia en hojas o frutos, lo que explica que no se observaron diferencias significativas entre los distintos tipos de mallas, a pesar que la malla Azul Gris presentó una incidencia del 10,8% en hojas del cv. Pink Lady en la localidad de Molina durante la temporada 2015-16 (Tabla 1) y la malla Perla Gris haya tenido un 33,9% y 5,6% de incidencia sobre hojas y frutos de manzano Granny Smith durante la temporada siguiente. Esta variabilidad hace suponer que la expresión de la enfermedad fue dependiente de los manejos agronómicos de control que fueron realizados en los tres huertos más que por el efecto de las mallas. A pesar de aquello los manejos fueron adecuados para reducir la presión de la enfermedad, no obstante las infestaciones que se observaron en ciertos huertos. Del mismo modo, no puede dejar de considerarse las características de resistencia de cada variedad presente en los huertos en estudios donde claramente el cv. Fuji presentó un nivel bajo de infestación durante ambas temporadas, lo cual también se reflejó en la evaluación de la enfermedad realizada a la cosecha, la cual mostró diferencias significativas entre variedades ( $P < 0,001$ ; Tabla 3).

Tabla 2. Niveles promedio de incidencia por Sarna del Manzano (porcentaje) observado en árboles de distintas variedades bajo distintos tipos de mallas en tres localidades de la Región del Maule durante la temporada 2016-2017.

Localidad y cultivar							
Malla	Teno		Molina		Linares		Promedio
	Granny Smith		Pink Lady		Fuji		
	Hojas	Frutos	Hojas	Frutos	Hojas	Frutos	
<b>AG</b>	9,2	1,4	0,0	0,3	0,0	0,0	1,8
<b>PG</b>	33,9	5,6	0,0	0,6	0,0	0,3	6,7
<b>PA</b>	8,6	0,3	0,0	0,8	0,0	0,0	1,6
<b>N</b>	7,2	0,3	0,3	1,7	0,3	0,3	1,7
<b>Sin Malla</b>	-	-	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2
<b>Promedio</b>	14,7	1,9	0,1	0,6	0,1	0,2	

PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris; N: Negra



Tabla 3. Niveles promedio de incidencia por Sarna del Manzano (porcentaje) observado en frutos a la cosecha de distintas variedades bajo distintos tipos de mallas en tres localidades de la Región del Maule durante la temporada 2015-2016.

Malla	Localidad y cultivar						
	Teno		Molina		Linares		Incidencia Promedio
	Frutos	Incidencia	Frutos	Incidencia	Frutos	Incidencia	
AG	53,4	2,15	353,6	1,54 a	221,5	0,30	1,33
PG	79,6	3,40	404,3	1,85 a	141,5	0,26	1,84
PA	76,5	0,92	396,8	1,37 a	219,8	0,15	0,81
N	62,4	2,48	368,0	2,03 a	145,9	0,19	1,57
Sin Malla	-	-	369,8	3,07 b	-	-	-
<b>Promedio</b>	<b>68,0</b>	<b>2,24 a</b>	<b>378,5</b>	<b>1,97 a</b>	<b>182,2</b>	<b>0,23 b</b>	<b>1,48</b>

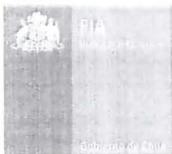
PA: Perla azul; PG: Perla gris; AG: Azul gris; N: Negra

Letras distintas en una columna o fila indican diferencias significativas según prueba de separación de medias diferencias mínimas significativas de Fischer ( $\alpha = 0,05$ ).

En la evaluación de Sarna del Manzano realizada con los frutos a la cosecha en el ensayo conducido en Molina durante la temporada 2015-2016, se incluyó un testigo sin malla, el cual fue significativamente diferentes de los tratamientos que utilizaron los distintos tipos de mallas, los cuales a su vez no presentaron diferencias entre ellos (Tabla 3). ¿Por qué el uso de mallas reduce el nivel de infestación de *V. inaequalis*? Esa es una pregunta que aún no tiene una respuesta, factores como el efecto de los cambios de longitud de onda electromagnética que generan las mallas en la esporulación del hongo no se conocen y podrían influir en la cantidad de inóculo libre presente en un huerto; al igual que si el uso de mallas al reducir el estrés radiativo o general los distintos tipos de estreses en las plantas, favorece las respuestas de defensas que están generando reduciendo la infestación del hongo. Del mismo modo, no puede ser descartado que las mallas capturen esporas entre sus tejidos o reduzcan el movimiento del viento, lo cual reduzca la cantidad o movimiento de inóculo dentro del huerto.

### 2.3 Efecto de las mallas en la liberación de ascosporas *V. inaequalis*.

A partir de la segunda temporada de experimentación se evaluó la liberación de ascospora entre septiembre y octubre de 2016, cada 14 y 15 días en los sitios experimentales. La evaluación se hizo a través del uso de portaobjetos con banda de pegado y placas Petri con medio APD y agar agua que se dejaron abiertas durante el día debajo de cada malla en estudio. Las placas con los portaobjetos y aquellas que fueron abiertas fueron llevadas al Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de



Concepción para realizar una observación bajo microscopio óptico de ascosporas y conidias presentes en las muestras (Figura 4). En Molina, partir de la segunda medición se consideró un testigo sin malla, y adicionalmente en las tres localidades con el sitio experimental se determinó la presencia de conidias de *Alternaria* spp., agente causal de la enfermedad de poscosecha conocida como "Corazón mohoso", cuya infestación ocurre durante el periodo de floración.

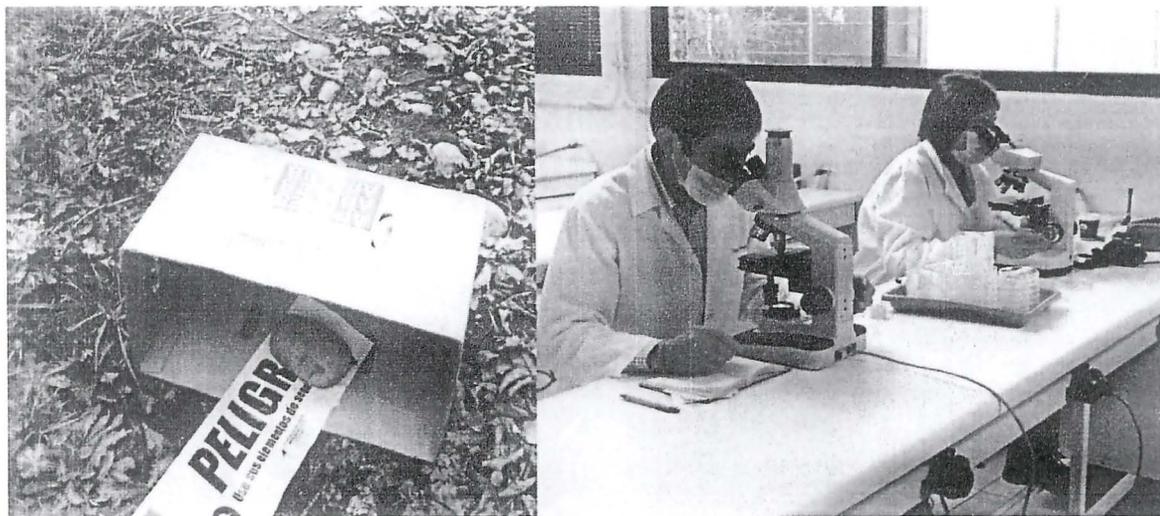


Figura 4. Placas con medios de cultivo abiertas sobre la hojarasca de manzano para realizar la captura de ascosporas y conidias (izquierda). Evaluación de placas bajo microscopio óptico para realizar un conteo de esporas presentes en éstas (derecha).

En las tres fechas evaluadas fue posible determinar la presencia de ascosporas en las tres localidades y bajo los diferentes tratamientos de mallas, aunque en relativa baja cantidad. En general no se observaron mayores valores o tendencias que mostrasen diferencias entre las mallas en las tres localidades, a pesar que en la primera evaluación realizada a mediados de septiembre se observó que las mallas Perla Gris (PG) y Azul Gris (AG) tuvieron un menor número de ascosporas en las localidades de Linares y Molina, aunque esta tendencia no se mantuvo para las evaluaciones siguientes (Tabla 4).



Tabla 4. Número de ascosporas de *Venturia inaequalis* cuantificadas bajo diferentes tipos de mallas en tres sitios experimentales de manzanos durante la temporada 2016.

Localidad	Malla <sup>1</sup>	Fecha de muestreo			Total
		15-09	30-09	14-10	localidad
Linares	PA	11	1	7	19
	Negra	1	2	3	6
	PG	9	4	5	18
	AG	1	1	8	10
Molina	PA	2	1	8	11
	Negra	10	2	6	18
	PG	5	3	6	14
	AG	3	3	6	12
	Testigo	-	4	5	9
Teno	PA	-	1	12	13
	Negra	-	3	14	17
	PG	-	1	9	10
	AG	-	9	10	19
Total mallas	PA	13	3	27	30
	Negra	11	7	23	30
	PG	14	8	20	28
	AG	4	13	24	37
	Testigo	-	4	5	9

<sup>1</sup> Simbología descrita en mallas corresponden a: PA = Perla azul, PG = Perla gris y AG = azul gris.

En Linares la suma total de ascosporas permitió observar que la malla Negra tuvo un menor número de estas esporas sexuales de *V. inaequalis*, ya que fue hasta tres veces menor la cantidad total con respecto a la Perla Azul o la Perla Gris. En las otras localidades, la observación de ascosporas fue menos variable entre las distintas mallas (Figura 5).

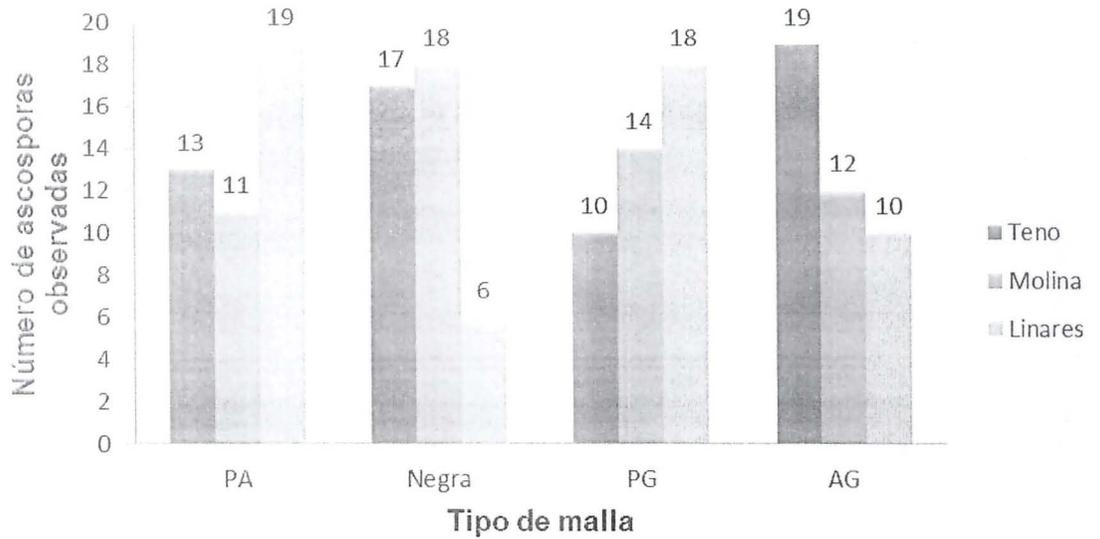


Figura 5. Número total de ascosporas de *Venturia inaequalis* determinadas bajo cuatro tipos diferentes de mallas en tres localidades de la Región del Maule durante el periodo de brotación a floración (15 de septiembre al 14 de octubre de 2016).

En la evaluación de conidias de *Alternaria*, se observó una mayor presencia de conidias para la malla Perla Azul comparado al resto de las mallas evaluadas, y cuyo nivel fue más acentuado durante la segunda evaluación que se realizó a la presencia de este género de hongo (Tabla 5). Del mismo modo, hubo una mayor presencia de conidias en las muestras tomadas en la localidad de Teno, mientras en Linares se presentó una menor presencia de estas especies de hongo (Figura 3).

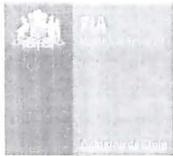


Tabla 5. Número de conidias de *Alternaria* spp., agente causal del corazón mohoso de las pomáceas, cuantificadas bajo diferentes tipos de mallas en tres sitios experimentales durante la temporada 2016.

Localidad	Malla <sup>1</sup>	Fecha de muestreo		Total localidad
		30-09	14-10	
Linares	PA	6	2	8
	Negra	6	0	6
	PG	12	2	14
	AG	8	1	9
Teno	PA	13	26	39
	Negra	3	25	28
	PG	7	19	26
	AG	15	32	47
Molina	PA	10	22	32
	Negra	8	16	24
	PG	9	25	34
	AG	10	29	39
	Testigo	11	32	43
Total mallas	PA	29	50	79
	Negra	17	23	40
	PG	28	20	48
	AG	33	24	57
	Testigo	11	32	43

<sup>1</sup> Simbología descrita en mallas corresponden a: PA = Perla azul, PG = Perla gris y AG = azul gris.

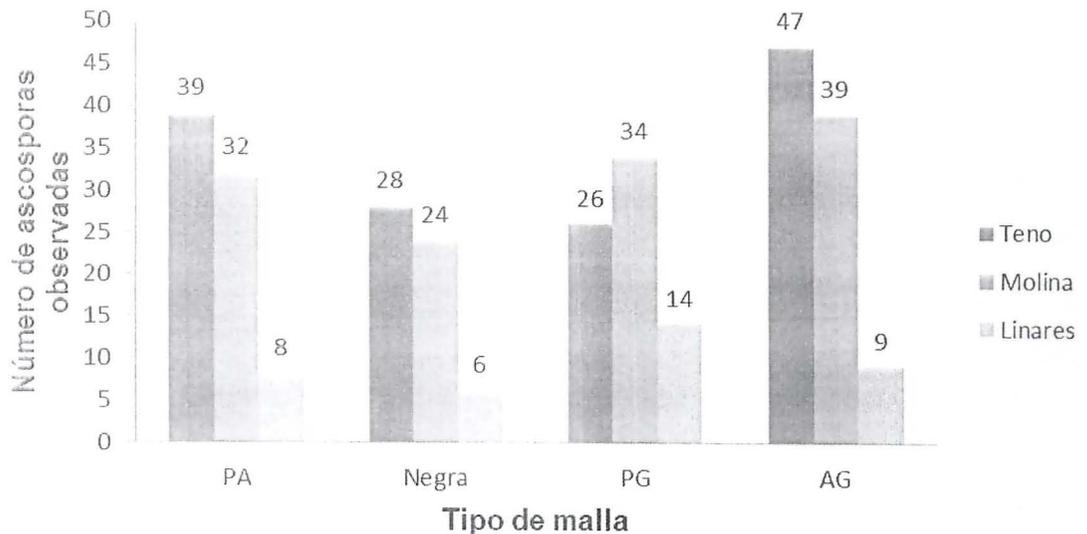


Figura 5. Número total de conidias de *Alternaria* spp determinadas bajo cuatro tipos diferentes de mallas en tres localidades de la Región del Maule durante el periodo de inicio de brotación a floración (15 de septiembre al 14 de octubre de 2016).

### 3.- RECOMENDACIONES DE MANEJO DE VENTURIA

#### 3.1 Consideraciones en el manejo de la Sarna de manzano bajo mallas.

El manejo de la Sarna del manzano bajo condiciones de mallas, basados en los resultados obtenidos indica que se requiere tener en consideraciones las mismas estrategias de control consideradas para el manejo de la enfermedad bajo un huerto al aire libre, especialmente considerando que el desarrollo de una enfermedad es un tema complejo que implica la concurrencia de factores como el patógeno, la planta y las condiciones ambientales que se presentan en cada temporada. No obstante lo anterior, será adecuado considerar que esta enfermedad es efectivamente manejada con aplicaciones de fungicidas de protección con modo de acción multisitio a base de ingredientes activos como: Captan, Diathianon, y Etil-Ditiocarbamatos (EBDC), fungicidas de protección con modo de acción sitio específico, tales como inhibidores externos de la Quinonas o Estribilurinas (QoIs), o fungicidas de protección o curativos con un solo sitio de acción cuyos ingredientes activos incluye dodine, benzimidazoles, inhibidores de demetilación (DMIs) y anilopirimidinas. Importante siempre considerar que en el caso de los fungicidas con actividad curativa, estos deben ser usados primeramente para aplicaciones de postinfección, a menudo en mezcla con fungicidas de protección para reducir el riesgo de desarrollo de resistencia a los i.a. de los



fungicidas e incrementar la actividad de protección. La completa pérdida o una sensibilidad reducida de la actividad de control de un fungicida puede llegar a suceder en todos los fungicidas inhibidores sitio específico que se usan para el control de la sarna. Así, es importante usar estrategias de manejo para evitar el desarrollo de resistencia, por ejemplo, limitando el número de veces que un fungicida es usado y evitando su uso después de que la lesión por sarna se haya desarrollado para reducir así la selección de presión en el hongo.

Programas de control con fungicidas para sarna del manzano son usualmente integrados con medidas de control para oidios, corazón mohoso, *Botrytis cinerea*, insectos y ácaros. Tradicionalmente, aplicaciones para sarna han sido a menudo aplicadas de acuerdo a calendario según estados fenológicos claves en el hospedero, con la primera aplicación alrededor de periodo de inicio de brotación de yemas y luego una aplicación con 1 cm de tejido verde, botón floral, flores rosadas, plena flor y el estado de caída de pétalos. Estas aplicaciones buscan contener la infección por ascosporas principalmente y evitar que se infeste el huerto. Aplicaciones de protección posteriores son realizadas una semana después de la caída de pétalos, con aplicaciones repetidas cada 10 a 14 días hasta 2 a 3 semanas previo a cosecha. Es importante considerar la evaluación del estado sanitario del huerto para tener un preciso reflejo del riesgo potencial de infección, basado en el uso individual o combinado de variables como la predicción de los periodos de infección, modelos de maduración de ascosporas, fenología del árbol, susceptibilidad del cultivar y degradación de la hojarasca.

Programas de control basado enteramente en aplicaciones previo a condiciones de postinfección son una alternativa a los programas en base a aplicaciones a calendario o calendarios modificados. Para usar un programa basado horario de postinfección, el productor debe conocer cuando una infección se ha desarrollado y cual fungicida controla la sarna cuando es aplicado después de 24 a 96 horas de iniciado el periodo de infección. Datos meteorológicos y Tablas de Mills o versiones modificadas de estas son usados para determinar cuando la infección se ha desarrollado. Para el éxito de este tipo de programas se pueden utilizar equipos electrónicos de monitoreo ambiental que han sido desarrollados para automáticamente alertar a los productores de periodos de infección. Como resistencia ha sido desarrollado a Dodine, los Benzimidazoles, DMIs y estrobilurinas, los programas de aplicaciones basados en horarios de postinfección son usados menos frecuentemente dado el riesgo que ello implica.

Por otra parte, la aplicación de prácticas de sanitización en el huerto pueden significativamente reducir la cantidad de inóculo ascospórico en la primavera siguiente y entonces incrementa la eficiencia de las aplicaciones de fungicidas. Aplicación de urea antes de la caída de hojas reduce la formación de pseudotecios, incrementa la degradación de la hojarasca y puede reducir la cantidad de inóculo ascospórico entre un 50 y 90% (Biggs y Stensvand, 2014). La urea puede ser también aplicada a la hojarasca tarde en el otoño, temprano en la primavera antes de la brotación de las yemas o en ambas ocasiones. Moler las hojas con un trituradora o rastra para



## MANEJO DEL RALEO BAJO MALLAS

**Richard M. Bastías Ibarra**

Ingeniero Agrónomo Mg. Hort. Ph.D

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

**María José Leyton Herrera**

Ingeniero Agrónomo

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

### 1. INTRODUCCIÓN

El manzano (*Malus x domestica* Borkh.) es un árbol propenso al comportamiento bianual (añerismo), es decir, un año está marcado por una fuerte floración y producción de fruta, afectando negativamente el tamaño de los frutos, apariencia y calidad. Al año siguiente la producción de flores y frutos baja a niveles que también conllevan a una baja calidad de los frutos y una vida de post cosecha mucho más reducida. En algunos casos incluso, la producción de frutos se inhibe totalmente (Greene, 2002).

Para hacer frente a este problema, por más de 60 años se ha demostrado que la regulación química del cultivo es la única manera de romper el ciclo bianual y restablecer un cultivo más regular. La práctica de raleo químico es considerada clave para lograr una producción rentable en huertos de manzanos (Reginato et al., 2015). Hoy en día, el mercado de la manzana tiende a ser más exigente en cuanto a los requerimientos de calidad y condición de fruta para exportación. Una de las principales limitantes para ello es el efecto de la variabilidad climática que ocasiona estrés por elevadas temperaturas y radiación solar en este cultivo, causando como consecuencia daño por golpe de sol y que representa cerca de un 40% de descarte de fruta para los productores.

El uso de mallas actualmente se está masificando como técnica para reducir golpe de golpe de sol en manzanos. Se ha demostrado que estas mallas modifican las condiciones ambientales dentro del huerto, tales como luminosidad, temperatura y humedad relativa, que debieran alterar de alguna manera la efectividad de la práctica del raleo, pero en cuyo caso existen pocos antecedentes a la fecha (Bastías et al., 2015).

En marco del proyecto FIA PYT-2015-0192, se presentan resultados sobre parámetros evaluados para cuantificar la efectividad del raleo en huertos de manzanos bajo mallas desarrolladas con técnicas foto-selectivas en diferentes localidades y variedades.



## 2.- ANALISIS DE RESULTADOS

La efectividad del uso de raleadores se evaluó bajo las mallas bicolores Perla-Azul (PA), Azul-Gris (AG) y Perla-Gris (PG) en comparación al uso de la malla negra (N) en las unidades experimentales ubicadas en huertos comerciales situados en las localidades de Teno, Molina y Linares cuyas variedades cubiertas correspondieron a 'Granny Smith', 'Fuji' y 'Cripps Pink' respectivamente.

Para ello y posterior a la cuaja de frutos se marcaron corimbos en cada árbol a los que se les realizó un seguimiento continuo de caída de frutos (Figura 1).

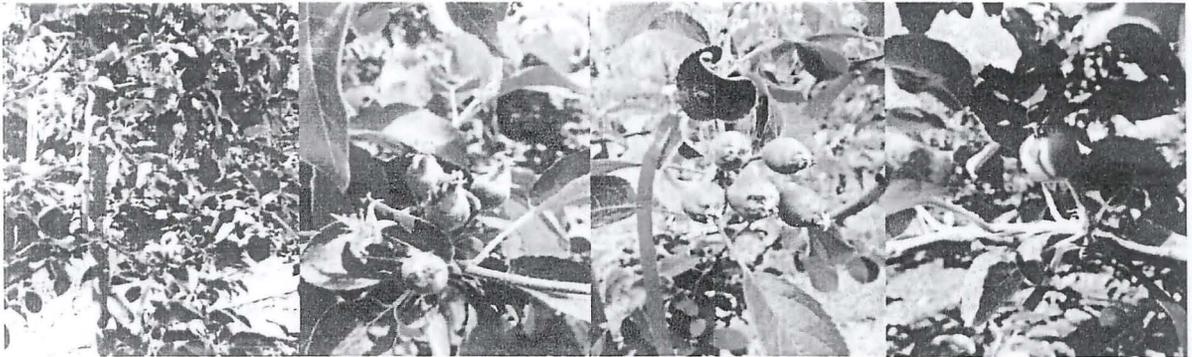


Figura 1. Manzanos con corimbos marcados durante seguimiento de caída de frutos en las diferentes variedades.

### Granny Smith

En 'Granny Smith' la tasa de caída de frutos fue superior, en ambas temporadas, bajo la malla AG y en relación a la malla PG y a la malla negra para la temporada 2016/17 (Figura 3). Esto es relevante si se considera que la malla AG es la que estaría presentando mayor efectividad en el control de daño por sol en 'Granny Smith'.

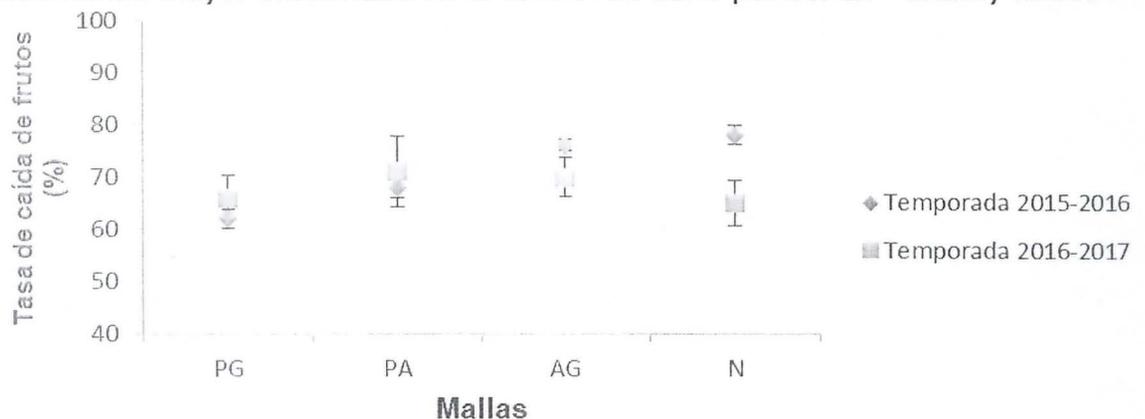


Figura 2. Tasa de caída de frutos estimada en 'Granny Smith'. Localidad de Teno, Región del Maule. Temporadas 2015/16 y 2016/17.



Es importante resaltar que al tratarse de un huerto orgánico en este cultivar se utilizó como agente raleador Polisulfuro de Calcio que fue aplicado en concentraciones de 2 L de producto en 100 L de agua. En ambas temporadas las aplicaciones de polisulfuro de calcio se realizaron en el estado de floración, es decir antes de que las mallas foto-selectivas fueran desplegadas en el huerto (cuaja de frutos) (Tabla 1). Se ha reportado que aun cuando las aplicaciones de polisulfuro de calcio se realizan en floración su efecto puede prolongarse hasta el crecimiento del fruto al inhibir procesos de la fotosíntesis, y con ello inducir una mayor caída de frutos (Byers, 2003). Esta inhibición puede estar relacionada a la baja disponibilidad de luz directa e incremento de luz difusa que se genera bajo las mallas, especialmente en la del tipo AG, y la cual resulta ser la más efectiva en el control de daño por sol para esta variedad. Cabe destacar que durante la temporada 2015/16 el huerto contaba con la malla negra extendida durante el tratamiento de polisulfuro de calcio, lo que explicaría la mayor tasa de caída de frutos que ocurrió en esa temporada bajo malla negra, y que también se reflejó en el posterior uso de malla foto-selectiva AG (Tabla 1; Figura 2).

Tabla 1. Programa de raleo efectuado en 'G. Smith', en relación a colocación de las mallas. Teno, Región del Maule. **PC:** Polisulfuro de Calcio. MF=malla foto-selectiva; MN=malla negra.

Estados fenológicos	Temporada 2015-2016	Temporada 2016-2017
Primera flor	MN	PC
Plena flor	MN + PC	
Caída de los primeros pétalos	MN + PC	
Caída de los últimos pétalos	MN	
Cuajado del fruto	MF	MF

### Fuji

Para el caso de 'Fuji', durante la temporada 2015/16 no se apreció ningún efecto de las mallas sobre la tasa de caída de frutos (Figura 3). Esto puede deberse a que durante la primera temporada y debido al normal retraso que significa la instalación de las mallas, esta labor se realizó dentro del periodo de cuajado de frutos, pero con frutos en estados más avanzados, por tanto posterior a la aplicación de los productos raleadores (Cylex y Carbaril, en este caso).

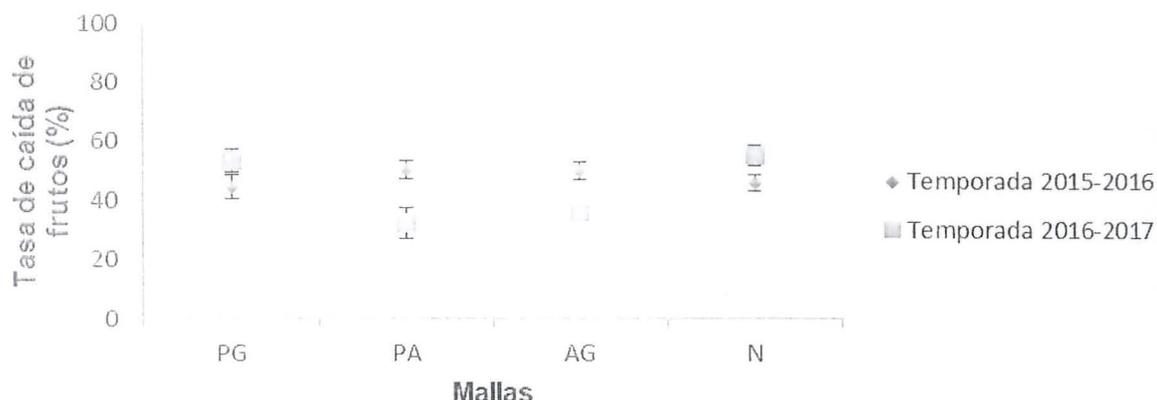


Figura 3. Tasa de caída de frutos estimada en 'Fuji'. Localidad de Linares, Región del Maule. Temporadas 2015/16 y 2016/17.

Un caso distinto ocurre durante la temporada 2016-2017 en la cual la apertura de las mallas si coincidió con una de las aplicaciones de los productos raleadores. En este caso las mallas PG y N fueron la que presentaron las tasas más altas de caída de frutos (Figura 3), demostrando que las condiciones lumínicas bajo estas mallas mejoran la efectividad de raleo de productos como Cylex<sup>MR</sup> (Benciladenina) y Carvaryl en Fuji, siempre y cuando las mallas se extienden durante periodos cercanos a la aplicación de estos productos.

### Pink Lady

Tabla 2. Programa de raleo efectuado en 'Fuji', en relación a colocación de las mallas. Linares, Región del Maule. **C:** Cylex<sup>MR</sup>; **Ca:** Carvaryl 85 wp. MF=malla foto-selectiva; MN=malla negra.

Estados fenológicos	Temporada 2015-2016	Temporada 2016-2017
<b>Caída de los últimos pétalos</b>	C + Ca	C + Ca
<b>Inicio de cuajado de frutos</b>	C + Ca	MF + C + Ca
<b>Frutos cuajado en crecimiento</b>	MF	MF

En este huerto el raleo químico se basó en la aplicación de Cylex<sup>MR</sup> y Exilis® (benciladenina). Además la primera temporada se realizó solo una aplicación de Carvaryl (Tabla 3). En este caso se apreció una diferencia notable en cuanto a la tasa de caída de frutos entre ambas temporadas (Figura 4). Independiente del tipo de malla la caída de frutos fue superior durante la temporada 2016/17 en comparación a la temporada 2015/16 (Figura 4). Si se analiza ello desde el punto de vista de momento en que fueron extendidas las mallas se aprecia que durante la temporada



2016/17 el momento de apertura de las mallas coincidió con el momento de las aplicaciones de benciladenina (Cylex y Exilis), lo que incrementó la tasa de caída de frutos por efecto de la malla. En cuanto al efecto del tipo de malla; en ambas temporadas la malla perla-gris (PG) fue la que originó una mayor tasa de caída de frutos por efecto de los raleadores aplicados (Figura 4).

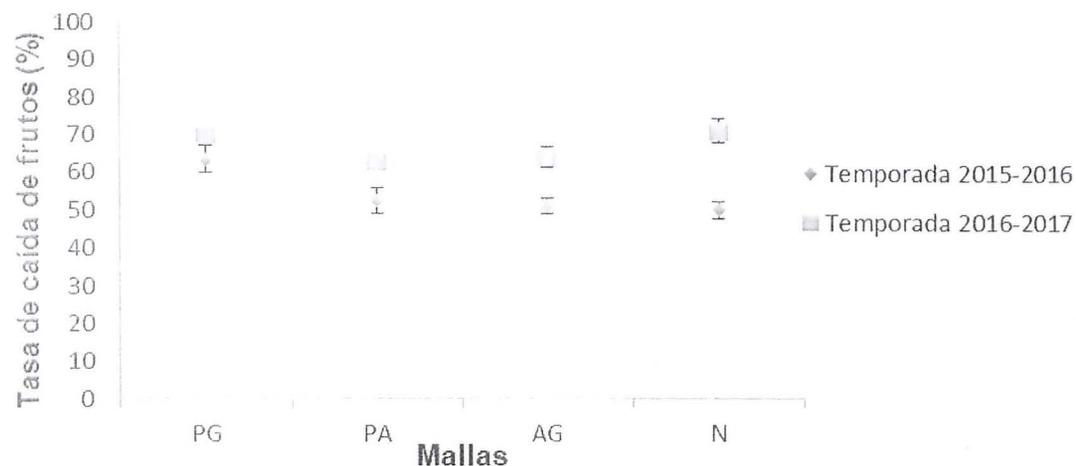


Figura 4. Tasa de caída de frutos estimada en 'Cripps Pink'. Localidad de Molina, Región del Maule. Temporadas 2015/16 y 2016/17.

Tabla 3. Programa de raleo efectuado en 'Cripps Pink', en relación a colocación de las mallas. Linares, Región del Maule **C**: Cylex<sup>MR</sup>; **E**: Exilis®; **Ca**: Carbaryl 85 wp MF=malla foto-selectiva; MN=malla negra.

Estados fenológicos	Temporada 2015-2016	Temporada 2016-2017
Inicio de cuajado de frutos	Ca	MF + C + E
Frutos cuajados en crecimiento	MF	MF



### **3.- RECOMENDACIONES DE MANEJO DEL RALEO BAJO MALLAS**

#### **3.1 Condiciones ambientales bajo mallas y efectividad de raleo**

Uno de los primeros efectos ambientales del uso de mallas es la modificación de condiciones ambientales de luminosidad y temperatura. Se tiene conocimiento de que las condiciones climáticas durante la aplicación de raleadores químicos influyen en su respuesta. Los periodos fríos, nublados y húmedos que preceden a una aplicación de raleadores químicos generalmente significa que el raleo será más fácil (Thompson, 1957). La luz disponible también tiene una gran influencia en la respuesta de los raleadores, ya que al tener días nublados, se intensifica la respuesta de los raleadores en la caída y al disponer de mallas, estas podrían ser extendidas después de la aplicación y se podría obtener una mejor respuesta de los raleadores ya que proporcionan un porcentaje de sombra entre un 18 y 20%.

Este aspecto debe ser considerado al momento de utilizar las mallas fotoselectivas con mayor efectividad en el control de daño por sol, tales como perla-gris y azul-gris, pues estas generan un ambiente más fresco y de mayor cantidad de luz difusa (simulando un día nublado). En este sentido, esta técnica podría ser útil para mejorar la efectividad de ciertos raleadores cuando nos encontramos en una situación 'On' de alta carga frutal, o en caso contrario causar sobre-raleo cuando nos encontramos en una situación de baja carga frutal 'Off'.

#### **3.2 Propuestas de manejo de la malla según tipo de raleador químico**

**Carbaryl:** es el raleador químico más usado en Chile y es uno de los raleadores más versátiles utilizados y raramente ocasiona sobreraleo (Forshey, 1986) ya que se puede utilizar en una amplia gama de etapas fenológicas de la manzana desde la caída de pétalos hasta frutos cuajados de 18 mm de diámetro (Knight y Spencer, 1987). El momento de aplicación de este producto se recomienda después de caída de pétalos ya que al ser muy tóxico para las abejas por ser insecticida, es preferible retirarlas del sector antes de realizar la aplicación. Es importante destacar que Carbaryl puede resultar mucho más efectivo bajo condiciones de día nublado o bajo condiciones de sombreado (Byers et al., 1990), esta última muy relacionada al uso de mallas ya que su porcentaje de sombra en general va entre 18 a 20% lo que podría beneficiar el manejo de este producto ayudando a reducir la dosis de aplicación si se logra un manejo adecuado. No obstante, y tal como se indicó anteriormente es necesario definir las fechas adecuadas de apertura y cierre de la malla, en relación a la carga frutal potencial del huerto y al momento y dosis de aplicación de este raleador. Por ejemplo, y como se demostró en este estudio, en 'Fuji' la aplicación de Carbaryl a caída de pétalos y bajo malla perla-gris y negra puede significar un incremento de cerca de un 10% en la tasa de caída de frutos por efecto del raleo químico con este producto.



**Benciladenina (BA):** Los productos utilizados en las unidades de ensayo corresponden a Cylex<sup>MR</sup> y Exilis®. Estos fitoreguladores regulan la carga de frutales, teniendo como consecuencia el incremento del tamaño de los frutos pero si su aplicación se realiza en concentraciones inadecuadas, podría aumentar el tamaño de los frutos más de lo normal.

Se ha descrito que la aplicación de Cylex<sup>MR</sup> es menos efectivo en condiciones de temperaturas frías, por lo que se recomienda aplicar en días cuyas temperaturas máximas sean mayores a los 15° C, además, debe ser aplicado cuando la flor reina presente un diámetro de 7 a 10 mm en todas las variedades. En los ensayos de 'Fuji' y 'Cripps Pink' se demostró que la aplicación de este producto resulta ser más efectiva en la tasa de caída de frutos cuando se aplicó bajo malla perla-gris y negra, probablemente debido a la mayor humedad relativa que se genera bajo estas mallas. No obstante su efecto también es variable dependiendo de la temporada. La lluvia y el viento también afectan su efectividad. Por tanto, el protocolo a seguir sobre la fecha de apertura de malla en relación a la aplicación de este producto debiera considerar las condiciones ambientales imperantes. En general se recomienda aplicar este producto bajo condiciones de alta humedad relativa y sin viento, de tal forma de promover una máxima absorción del producto; factor a considerar bajo mallas.

Exilis® es un agente raleador post floración. Las condiciones ambientales apropiadas para el raleo óptimo con este producto se obtienen con temperaturas de 20 - 25°C por 3 a 4 días y con alta humedad relativa, aunque la intensidad de la respuesta a la aplicación depende del estado de los frutos, condición fisiológica del árbol, variedad y condiciones climáticas, como nubosidad, humedad relativa y temperaturas anteriores o posteriores a la aplicación. En el cv. Cripps Pink se observó un claro efecto sobre la efectividad de raleo de Cylex<sup>MR</sup> cuando es aplicado en combinación con Exilis® aumentando para todos los tipos de mallas en cerca de un 10 – 12 % la tasa de caída de frutos. Además, durante esta aplicación las mallas fueron extendidas un poco antes en relación a la temporada anterior, por lo que podría haber ayudado también en algo a su efectividad, considerando que las mallas generan condiciones favorables para el raleo con este tipo de productos: alta humedad relativa y condiciones de luz del tipo difusa, semejante a la nubosidad.

**Polisulfuro de Calcio:** Corresponde a un insecticida utilizado generalmente en producción orgánica de manzanas como alternativa de raleo. Si bien posee resultados similares a los métodos convencionales, es muy dependiente de las condiciones climáticas en su momento de aplicación y es de suma importancia realizar un monitoreo constante de su efectividad para determinar si otras aplicaciones son necesarias, además se han observado estudios donde aumenta la producción al año siguiente (Dapena y Fernandez, 2008). Según los antecedentes recopilados con la aplicación de este raleador en el cv. Granny se indica que el momento de apertura de la malla efectivamente influye sobre la efectividad de este producto. Al utilizar mallas para prevenir el golpe de sol como negra o azul-gris, se recomienda desplegar después de la aplicación para no incrementar su efecto y así evitar el sobreraleo.



### 3.3 Consideraciones finales

Los actuales programas de raleo químico para manzanos se caracterizan por la aplicación de sucesivos tratamientos desde botón rosado hasta frutos de 14 mm, siendo el factor temperatura el más considerado sobre la efectividad de esta técnica. La experiencia en Chile muestra que en la mayoría de los casos, el raleo resulta pobre, a diferencia de lo que ocurre en otros países donde existe temor al sobreraleo cuando existen alzas de temperatura ambiental post raleo químico (Reginato et al., 2015). En este sentido, el uso de las mallas nuevas (foto-selectivas) creadas a partir de este proyecto FIA y para el control de golpe de sol, generan condiciones favorables para el raleo por su alto componente de luz difusa (simulación de día nublado). En este sentido, esta técnica podría ser utilizada como herramienta (a través de la apertura y cierre de mallas) para mejorar la efectividad de los raleadores en los huertos, sin descartar por cierto ciertas precauciones que debieran tener los productores que utilicen estas mallas frente a años anormales de carga frutal y evitar el efecto de sobreraleo que también se podría generar.

### 4. REFERENCIAS

1. Bastías, R.M, Leyton, M.J., Valenzuela, R., Umazor, C. y Corelli-Grappadelli, L. 2015. Uso de mallas en huertos de manzanos. Parte I. Consideraciones en el diseño, propiedades radiométricas y respuestas de interés agronómico. Revista Frutícola. 37 (1): 32 – 37.
2. Batjer, L.P. and H.D. Billingsley.1964. Apple thinning with chemical sprays. Washington State Agr. Expt. Sta. Bul.651.
3. Byers, R.E., J.A. Barden and D.H.Carbaugh. 1990. Thinning of spur 'Delicious' apples by shade, terbacil, carbaryl and ethephon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:9-13.
4. Byers, R.E. 2003. Flower and fruit thinning and vegetative: Fruiting Balance. Apple, Botany and Uses. CABI Eds. 660 p.
5. Forshey, C.G., 1986. Chemical fruit thinning of apples. New York's Food and Life Sci. Bul. Nº 116.
6. Grenne, D.W. and M.J. Bukovac.1971. Factors influencing the penetration of naphthaleneacetamide nto leaves of pear (*Pyrus communis* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:240-246.
7. Greene, D.W. 1996. Chemical thinning of apples in New England. Proc. Michigan State Hort. Soc. 126: 99-103.
8. Greene, D. W. (2002). Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. *HortScience*, 37(3), 477-481.
9. Knight, J.N. and J.E. Spencer. 1987. Timing of application of carbaryl used as an apple fruitlet thinner. J. Hort. Sci. 62:11–16.
10. Reginato, G., C. Riquelme, T. Robinson. 2015. Raleo químico del manzano en Chile. Universidad de Chile, Serie Ciencias agronómicas 25.
11. Thompson, A.H. 1957. Six years experimentes on chemical thinning of apples. Univ. of Maryland Agr. Expt. Sta. Bul. A-88.



12. Westwood, M.N., L.P. Batjer, ND h.d. Billingsley. 1960. Effects of environment and chemical additives on absorption of dinitro-o-cresol by apple leaves. Proc.Amer. Soc. Hort. Sci. 76:30-40.
13. Williams, M.W. 1994 Factors influencing chemical thinning and update on new chemical thinning agents. Compact Fruit Tree 27:115-122.



## **MANEJO DE FERTILIZACIÓN BAJO MALLAS**

### **Richard M. Bastías Ibarra**

Ingeniero Agrónomo Mg. Hort. Ph.D

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

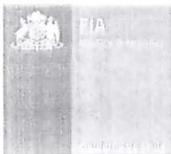
### **María José Leyton Herrera**

Ingeniero Agrónomo

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

## **1. INTRODUCCIÓN**

El manejo de la nutrición y fertilización en huertos frutales es un factor clave en el rendimiento y en la calidad y condición de la fruta producida. En manzanos, los elementos asociados al calibre y como el potasio (K), a la incidencia de desórdenes de post-cosecha como el calcio (Ca) o al exceso de vigor como el nitrógeno (N), son cada vez más ajustados en los programas nutricionales de los huertos (Yuri, 2002; Zavalloni et al., 2001). El N a comienzos de la floración promueve un fuerte y temprano crecimiento de nuevos tejidos, mientras que en el estado cuajado de frutos influye en crecimiento de éstos, pero un exceso de este elemento en la planta puede inducir pudriciones y deterioro de la calidad de fruta en post cosecha. Por otra parte, el K posee dos roles fundamentales, por un lado presenta un rol osmótico y de generación de presión de turgencia adicional lo que posibilita la expansión celular y otorga firmeza a los tejidos con impacto positivo sobre el calibre, peso y firmeza de frutos. Del mismo modo el K es clave en el desarrollo de color por parte de los frutos al participar directamente en el transporte floemático de azúcares que son esenciales para el desarrollo de antocianina, pigmento clave en la coloración de la fruta (Ruiz y Sadzawka, 2003). Finalmente, el Ca es uno de los elementos minerales que puede considerarse esenciales para la producción de fruta, debido a su reconocido rol en mejorar la calidad y condición de la fruta en almacenaje, y al ser constituyente de la pared celular asegurando el mantenimiento de la integridad de las células del fruto, no solo por su acción sobre las membranas celulares, sino también por la síntesis de proteínas. Además, un nivel adecuado de Ca en la fruta ralentiza la respiración del fruto, retrasa su maduración y por tanto mejora su conservación (Yuri, 2002). Considerando que las condiciones ambientales (luminosidad, temperatura y humedad relativa) que se generan bajo las nuevas mallas fotoselectivas (FIA PYT-2015-0192) pudiesen influir sobre la absorción de elementos minerales por parte de la planta. En este protocolo se entregan resultados sobre el análisis mineral de elementos minerales en hojas y frutos bajo estas mallas y consideraciones en el manejo de la nutrición y fertilización con énfasis en elementos como el N, K y Ca.



## 2.- ANALISIS DE RESULTADOS

La toma de muestras para analizar la variación en el contenido de elementos minerales de hojas y frutos bajo malla se realizó durante dos temporadas consecutivas, 2015-2016 y 2016-2017 y desde la primera quincena de febrero. Para esto se tomaron muestras de 100 hojas y 20 frutos por tipo de malla evaluada. Las hojas y frutos fueron recolectadas en árboles marcados previamente y almacenados en bolsas de papel y se enviaron al laboratorio dentro de 24 horas para análisis en laboratorio (Figura 1).



Figura 1. Toma de muestras de hojas y frutos en huertos bajo mallas

### **Análisis foliar 'Granny Smith'**

Para este cultivar y en ambas temporadas no se apreciaron alteraciones en el rango de los diferentes elementos minerales en hojas bajo las distintas mallas fotoselectivas ensayadas (Tablas 1 y 2).



Tabla 1. Análisis foliar en manzanos 'Granny Smith' bajo mallas. Teno Región del Maule. Temporada 2015-2016.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N (%)	2,0	2,18	1,93	1,94	1,90 - 2,40
<b>Fósforo</b>	P (%)	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15 - 0,30
<b>Potasio</b>	K (%)	1,15	1,25	1,20	0,98	1,20 - 2,00
<b>Calcio</b>	Ca (%)	1,96	1,71	2,01	1,65	1,30 - 2,00
<b>Magnesio</b>	Mg (ppm)	0,32	0,23	0,27	0,24	0,25 - 0,40
<b>Hierro</b>	Fe (ppm)	168	191	148	150	100 - 300
<b>Manganeso</b>	Mn (ppm)	42	31	37	32	20 - 200
<b>Zinc</b>	Zn (ppm)	30	24	27	18	20 - 50
<b>Cobre</b>	Cu (ppm)	18	19	20	18	5 - 12
<b>Boro</b>	B (ppm)	24	25	24	23	25 - 70

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.



Tabla 2. Análisis foliar en manzanos 'Granny Smith' bajo mallas. Teno Región del Maule. Temporada 2015-2016.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N (%)	2,48	2,29	2,22	2,20	1,90 - 2,40
<b>Fósforo</b>	P (%)	0,17	0,18	0,21	0,20	0,15 - 0,30
<b>Potasio</b>	K (%)	1,27	1,20	1,35	1,25	1,20 - 2,00
<b>Calcio</b>	Ca (%)	1,13	1,30	1,60	2,12	1,30 - 2,00
<b>Magnesio</b>	Mg (ppm)	0,24	0,25	0,27	0,28	0,25 - 0,40
<b>Hierro</b>	Fe (ppm)	162	162	197	178	100 - 300
<b>Manganeso</b>	Mn (ppm)	39	35	40	41	20 - 200
<b>Zinc</b>	Zn (ppm)	17	16	21	30	20 - 50
<b>Cobre</b>	Cu (ppm)	9	10	12	10	5 - 12
<b>Boro</b>	B (ppm)	36	36	36	36	25 - 70

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.

### Análisis de frutos 'Granny Smith'

En el caso de análisis mineral de frutos bajo mallas y en ambas temporadas los frutos presentaron niveles de Ca inferiores al adecuado de 5 mg/100gr de peso fresco; a excepción de la malla perla-gris para la temporada 2015/16 (Tablas 3 y 4).

La literatura internacional señala como un nivel adecuado de Ca en manzanas a cosecha un valor de 5mg/100gr de peso fresco (PF), para reducir el potencial de riesgo de desarrollo de bitter pit; principal desorden fisiológico en este cultivar. Por otra parte, en ambas temporadas y bajo los distintos tipos de malla los niveles de N se encontraron por sobre el nivel adecuado; un alto nivel de nitrógeno en la fruta estaría demostrando el efecto sombra de las mallas en el incremento de este elemento mineral y al ser el mayor constituyente del desarrollo de pigmentos verdes (clorofilas) (Reay et al., 1998). No obstante un nivel alto de nitrógeno asociado a un nivel bajo de Ca se traduce en un incremento en la relación N:Ca. En los ensayos, para ambas temporadas y los tipos de mallas analizados esta relación fue muy superior al valor crítico de 10 (Tablas 3 y 4), y sobre el cual se ha demostrado que la manzana se hace mucho más susceptible al desarrollo de bitter pit (Lepe et al., 2011).



Tabla 3. Análisis mineral de frutos en manzanos 'Granny Smith' bajo mallas. Teno, Región del Maule. Temporada 2015-2016.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N mg/100g	<b>70,8</b>	<b>65,0</b>	<b>63,6</b>	<b>72,0</b>	30,0-45,0
<b>Fósforo</b>	P mg/100g	12,1	11,0	11,7	11,6	6,0-12,0
<b>Potasio</b>	K mg/100g	120,6	102,0	111,2	113,0	90,0-150,0
<b>Calcio</b>	Ca mg/100g	5,6	4,7	4,8	4,5	>= 5,0
<b>Calcio soluble</b>	Ca mg/100g	3,5	3,0	3,5	3,2	
<b>Calcio ligado</b>	Ca mg/100g	2,1	1,7	1,3	1,3	
<b>Relación N:Ca</b>		12,6	13,8	13,2	16	<= 10
<b>Magnesio</b>	Mg mg/100g	6,1	5,5	5,9	6,0	4,0-7,5
<b>Hierro</b>	Fe mg/100g	0,19	0,17	0,20	0,19	
<b>Manganeso</b>	Mn mg/100g	0,04	0,03	0,04	0,04	0,07-0,20
<b>Zinc</b>	Zn mg/100g	0,08	0,07	0,07	0,06	0,04-0,14
<b>Cobre</b>	Cu mg/100g	0,08	0,07	0,08	0,09	0,05-0,07
<b>Boro</b>	B mg/100g	0,29	0,29	0,24	0,24	0,30-0,50
<b>Materia seca</b>	%	16,3	16,3	17,0	16,9	-

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.



Tabla 4. Análisis mineral de frutos en manzanos 'Granny Smith' bajo mallas. Teno, Región del Maule. Temporada 2016-2017.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N mg/100g	<u>75,3</u>	<u>94,6</u>	<u>77,6</u>	<u>80,4</u>	30,0-45,0
<b>Fósforo</b>	P mg/100g	11,3	11,8	11,6	10,0	6,0-12,0
<b>Potasio</b>	K mg/100g	118,0	117,0	118,7	110,8	90,0-150,0
<b>Calcio</b>	Ca mg/100g	3,5	4,1	3,3	3,8	$\geq 5,0$
<b>Calcio soluble</b>	Ca mg/100g	2,0	2,3	1,7	2,3	
<b>Calcio ligado</b>	Ca mg/100g	1,5	1,8	1,6	1,5	
<b>Relación N:Ca</b>		21,5	23,0	23,5	21,1	$\leq 10$
<b>Magnesio</b>	Mg mg/100g	5,5	5,4	5,3	5,2	4,0-7,5
<b>Hierro</b>	Fe mg/100g	0,32	0,36	0,29	0,30	
<b>Manganeso</b>	Mn mg/100g	0,10	0,08	0,10	0,10	0,07-0,20
<b>Zinc</b>	Zn mg/100g	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04-0,14
<b>Cobre</b>	Cu mg/100g	0,06	0,05	0,05	0,07	0,05-0,07
<b>Boro</b>	B mg/100g	0,41	0,45	0,43	0,34	0,30-0,50
<b>Materia seca</b>	%	15,8	14,9	16,2	14,9	-

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.



### Análisis foliar 'Fuji'

Para el caso del huerto de 'Fuji' bajo mallas se detectó que en ambas temporadas el nivel de K y Fe estaba con niveles bajos (Tablas 5 y 6), pero en ningún caso a niveles de deficiencia, según los indicadores establecidos para el manzano (Hirzel, 2014). De igual manera, bajo malla y en ambas temporadas el contenido mineral de Ca en las hojas se encontró en niveles altos (Tablas 5 y 6), siendo mayor en la malla perla-azul y con niveles sobre el límite tolerable para manzanos (Hirzel, 2014). Estos niveles altos de Ca estuvieron acompañados también a niveles altos de Mg y Mn (Tablas 5 y 6). Interesantemente, en ambas temporadas las hojas de árboles creciendo bajo mallas presentaron niveles excesivamente altos de Mn, pero excepto en la malla perla-gris, en la cual el nivel de Mn para ambas temporadas se encontró en el rango normal (Tablas 5 y 6).

Tabla 5. Análisis foliar en manzanos 'Fuji' bajo mallas. Linares, Región del Maule. Temporada 2015-2016.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N (%)	2,36	2,08	2,16	1,99	1,90 - 2,40
<b>Fósforo</b>	P (%)	0,20	0,23	0,20	0,19	0,15 - 0,30
<b>Potasio</b>	K (%)	1,05	1,19	1,12	1,00	1,20 - 2,00
<b>Calcio</b>	Ca (%)	2,36	<b><u>2,92</u></b>	2,30	2,41	1,30 - 2,00
<b>Magnesio</b>	Mg (ppm)	0,42	0,47	0,37	0,43	0,25 - 0,40
<b>Hierro</b>	Fe (ppm)	80	85	82	94	100 - 300
<b>Manganeso</b>	Mn (ppm)	193	<b><u>220</u></b>	<b><u>205</u></b>	<b><u>247</u></b>	20 - 200
<b>Zinc</b>	Zn (ppm)	44	54	47	52	20 - 50
<b>Cobre</b>	Cu (ppm)	9	11	9	9	5 - 12
<b>Boro</b>	B (ppm)	31	29	34	31	25 - 70

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.



Tabla 6. Análisis foliar en manzanos 'Fuji' bajo mallas. Linares, Región del Maule. Temporada 2016-2017.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N (%)	1,97	2,03	1,93	2,13	1,90 - 2,40
<b>Fósforo</b>	P (%)	0,21	0,24	0,21	0,18	0,15 - 0,30
<b>Potasio</b>	K (%)	0,86	0,97	1,08	0,82	1,20 - 2,00
<b>Calcio</b>	Ca (%)	2,32	2,33	2,10	2,31	1,30 - 2,00
<b>Magnesio</b>	Mg (ppm)	0,37	0,34	0,32	0,36	0,25 - 0,40
<b>Hierro</b>	Fe (ppm)	113	83	106	79	100 - 300
<b>Manganeso</b>	Mn (ppm)	162	<u>211</u>	<u>221</u>	<u>242</u>	20 - 200
<b>Zinc</b>	Zn (ppm)	40	47	45	52	20 - 50
<b>Cobre</b>	Cu (ppm)	10	8	11	8	5 - 12
<b>Boro</b>	B (ppm)	40	40	41	45	25 - 70

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.

#### Análisis de frutos 'Fuji'

En el caso de análisis de frutos estos presentaron niveles excesivos de N y bajo contenido de materia seca en mallas foto-selectivas perla-azul y azul-gris (Tablas 7 y 8). Cabe destacar que los frutos bajo malla negra presentan valores normales en el nivel de N en la fruta y de mayor concentración de materia seca en relación a los otros tipos de mallas (Tablas 7 y 8). En este cultivar los niveles de Ca y de relación N:Ca se encontraron en rangos normales para ambas temporadas y tipos de malla.



Tabla 7. Análisis mineral de frutos en manzanos 'Fuji' bajo mallas. Linares, Región del Maule. Temporada 2016-2017.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N mg/100g	42,8	49,0	51,2	36,4	30,0-45,0
<b>Fósforo</b>	P mg/100g	8,3	8,2	7,2	8,9	6,0-12,0
<b>Potasio</b>	K mg/100g	98,2	79,1	88,8	80,2	90,0-150,0
<b>Calcio</b>	Ca mg/100g	5,4	5,8	6,7	9,7	$\geq 5,0$
<b>Calcio soluble</b>	Ca mg/100g	0,9	1,7	1,4	1,6	
<b>Calcio ligado</b>	Ca mg/100g	4,5	4,1	5,3	8,1	
<b>Relación N:Ca</b>		7,9	8,4	7,6	4,4	$\leq 10$
<b>Magnesio</b>	Mg mg/100g	4,6	4,9	5,6	5,1	4,0-7,5
<b>Hierro</b>	Fe mg/100g	0,20	0,17	0,19	0,17	
<b>Manganeso</b>	Mn mg/100g	0,04	0,04	0,06	0,05	0,07-0,20
<b>Zinc</b>	Zn mg/100g	0,05	0,07	0,05	0,05	0,04-0,14
<b>Cobre</b>	Cu mg/100g	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05-0,07
<b>Boro</b>	B mg/100g	0,41	0,34	0,37	0,39	0,30-0,50
<b>Materia seca</b>	%	18,9	17,7	17,4	18,5	-

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.



Tabla 8. Análisis mineral de frutos en manzanos 'Fuji' bajo mallas. Linares, Región del Maule. Temporada 2016-2017.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N mg/100g	47,9	<u>52,9</u>	<u>56,6</u>	49,3	30,0-45,0
<b>Fósforo</b>	P mg/100g	13,1	11,6	11,4	11,4	6,0-12,0
<b>Potasio</b>	K mg/100g	89,0	85,6	102,7	89,3	90,0-150,0
<b>Calcio</b>	Ca mg/100g	9,1	9,0	11,2	9,2	$\geq 5,0$
<b>Calcio soluble</b>	Ca mg/100g	2,2	1,9	2,0	1,6	
<b>Calcio ligado</b>	Ca mg/100g	6,9	7,1	9,2	7,6	
<b>Relación N:Ca</b>		5,2	5,8	5,0	5,3	$\leq 10,0$
<b>Magnesio</b>	Mg mg/100g	5,3	5,3	5,1	5,4	4,0-7,5
<b>Hierro</b>	Fe mg/100g	0,23	0,22	0,18	0,21	
<b>Manganeso</b>	Mn mg/100g	0,02	0,04	0,09	0,03	0,07-0,20
<b>Zinc</b>	Zn mg/100g	0,05	0,05	0,07	0,04	0,04-0,14
<b>Cobre</b>	Cu mg/100g	0,06	0,06	0,05	0,07	0,05-0,07
<b>Boro</b>	B mg/100g	0,39	0,38	0,34	0,47	0,30-0,50
<b>Materia seca</b>	%	19,3	19,4	19,3	20,4	-

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.

#### Análisis foliar 'Cripps Pink'

Para este cultivar solo los niveles de N y Fe foliar fueron levemente inferiores al rango adecuado para las mallas perla-gris, azul-gris y negra, y durante la temporada 2015-2016 (Tabla 9). Sin embargo, estos valores no se encuentran en el nivel considerado deficiente para el manzano (Hirzel, 2014).



Tabla 9. Análisis foliar en manzanos 'Cripps Pink' bajo mallas. Molina, Región del Maule. Temporada 2015-2016.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N (%)	1,85	1,90	1,84	1,83	1,90 - 2,40
<b>Fósforo</b>	P (%)	0,23	0,23	0,25	0,26	0,15 - 0,30
<b>Potasio</b>	K (%)	1,30	1,29	1,37	1,45	1,20 - 2,00
<b>Calcio</b>	Ca (%)	1,78	1,76	1,76	1,81	1,30 - 2,00
<b>Magnesio</b>	Mg (ppm)	0,32	0,33	0,32	0,33	0,25 - 0,40
<b>Hierro</b>	Fe (ppm)	102	97	104	90	100 - 300
<b>Manganeso</b>	Mn (ppm)	149	136	149	128	20 - 200
<b>Zinc</b>	Zn (ppm)	39	37	39	42	20 - 50
<b>Cobre</b>	Cu (ppm)	17	20	16	17	5 - 12
<b>Boro</b>	B (ppm)	30	32	35	33	25 - 70

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.



Tabla 10. Análisis foliar en manzanos 'Cripps Pink' bajo mallas. Molina, Región del Maule. Temporada 2016-2017.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N (%)	2,07	2,03	2,14	2,00	1,90 - 2,40
<b>Fósforo</b>	P (%)	0,29	0,31	0,29	0,26	0,15 - 0,30
<b>Potasio</b>	K (%)	1,37	1,57	1,50	1,66	1,20 - 2,00
<b>Calcio</b>	Ca (%)	2,04	1,99	2,11	1,90	1,30 - 2,00
<b>Magnesio</b>	Mg (ppm)	0,34	0,32	0,34	0,38	0,25 - 0,40
<b>Hierro</b>	Fe (ppm)	101	103	105	120	100 - 300
<b>Manganeso</b>	Mn (ppm)	120	102	78	83	20 - 200
<b>Zinc</b>	Zn (ppm)	37	37	32	33	20 - 50
<b>Cobre</b>	Cu (ppm)	11	9	9	11	5 - 12
<b>Boro</b>	B (ppm)	45	47	48	50	25 - 70

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.



### Análisis de frutos 'Cripps Pink'

Según el análisis para las dos temporadas analizadas, la fruta bajo malla presentó niveles bajos de K y altos de N (al menos para la temporada 2016/17). Los niveles de Ca y de relación N:Ca estuvieron en el rango normal para todos los tipos de malla en este cultivar (Tablas 11 y 12).

Tabla 11. Análisis mineral de frutos en manzanos 'Cripps Pink' bajo mallas. Molina, Región del Maule. Temporada 2015-2016.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N mg/100g	36,4	33,0	35,6	37,2	30,0-45,0
<b>Fósforo</b>	P mg/100g	8,2	7,8	7,6	7,0	6,0-12,0
<b>Potasio</b>	K mg/100g	62,0	62,4	63,3	63,2	90,0-150,0
<b>Calcio</b>	Ca mg/100g	8,3	7,2	6,7	6,4	$\geq 5,0$
<b>Calcio soluble</b>	Ca mg/100g	3,7	3,3	2,7	3,1	
<b>Calcio ligado</b>	Ca mg/100g	4,6	3,9	4,0	3,3	
<b>Relación N:Ca</b>		4,3	4,5	5,3	5,8	$\leq 10$
<b>Magnesio</b>	Mg mg/100g	4,6	4,3	3,8	3,4	4,0-7,5
<b>Hierro</b>	Fe mg/100g	0,17	0,14	0,12	0,09	
<b>Manganeso</b>	Mn mg/100g	0,06	0,05	0,05	0,04	0,07-0,20
<b>Zinc</b>	Zn mg/100g	0,11	0,11	0,04	0,04	0,04-0,14
<b>Cobre</b>	Cu mg/100g	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05-0,07
<b>Boro</b>	B mg/100g	0,39	0,45	0,43	0,42	0,30-0,50
<b>Materia seca</b>	%	16,3	16,3	15,8	16,0	-

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.



Tabla 12. Análisis mineral de frutos en manzanos 'Cripps Pink' bajo mallas. Molina, Región del Maule. Temporada 2016-2017.

Tratamiento		Malla PG	Malla PA	Malla AG	Malla N	Rango Adecuado
<b>Nitrógeno Total</b>	N mg/100g	53,5	48,4	46,8	45,1	30,0- 45,0
<b>Fósforo</b>	P mg/100g	10,0	11,4	13,5	11,6	6,0-12,0
<b>Potasio</b>	K mg/100g	84,1	87,3	79,1	83,7	90,0-150,0
<b>Calcio</b>	Ca mg/100g	7,4	9,0	6,7	6,2	$\geq 5,0$
<b>Calcio soluble</b>	Ca mg/100g	2,9	2,3	3,1	2,0	
<b>Calcio ligado</b>	Ca mg/100g	4,5	6,7	3,6	4,2	
<b>Relación N:Ca</b>		7,2	5,3	6,9	7,2	$\leq 10$
<b>Magnesio</b>	Mg mg/100g	4,7	4,9	4,5	4,7	4,0-7,5
<b>Hierro</b>	Fe mg/100g	0,19	0,18	0,20	0,19	
<b>Manganeso</b>	Mn mg/100g	0,07	0,08	0,07	0,05	0,07-0,20
<b>Zinc</b>	Zn mg/100g	0,09	0,08	0,08	0,09	0,04-0,14
<b>Cobre</b>	Cu mg/100g	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05-0,07
<b>Boro</b>	B mg/100g	0,42	0,45	0,44	0,59	0,30-0,50
<b>Materia seca</b>	%	17,7	17,7	16,9	17,3	-

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra. \*Análisis realizado en el Laboratorio Agrícola Agrolab.

### 3. RECOMENDACIONES DE MANEJO DE NUTRICIÓN MINERAL BAJO MALLAS

#### 3.1 Cultivar Granny Smith

Según los análisis este cultivar no requiere de un manejo nutricional foliar diferenciado por efecto del uso de malla. No obstante, considerando el análisis de frutos, resulta recomendable hacer algunos ajustes en la fertilización nitrogenada y aplicaciones de calcio para reducir la incidencia de desórdenes como bitter pit, que son de alta incidencia en este cultivar. De las mallas utilizadas, la de color perla-gris, es la que presentaría un balance más adecuado en estos elementos. En definitiva, si bien es



cierto el uso de estas mallas son efectivas para el control de daño por sol, en su manejo se requiere bajar las dosis de N e incrementar los niveles de Ca, de manera de evitar la predisposición de la fruta al desarrollo de bitter pit en almacenaje.

### **3.2. Cultivar Fuji**

Considerando el análisis foliar para este cultivar se observan algunas alternaciones importantes en los niveles de K, Ca, Mg y Mn. El caso más extremo tiene que ver con los altos niveles de Mn que se presentó en hojas de huertos cubiertos por las mallas negra, perla-azul y azul-gris. Esta situación no se da para la malla perla-gris, lo que indica la necesidad de un manejo diferencial de este elemento entre mallas. Se ha indicado que el manzano es especialmente sensible a presentar problemas por exceso de Mn en hojas, lo que normalmente se encuentra asociado a la acidificación de los suelos, y especialmente cuando son regados excesivamente (Sierra, 2016). Lo anterior tiene cierta lógica si se considera que según el protocolo de manejo del riego se apreciaba una disminución de la evapotranspiración entre 9,8 y 30,9% así como la mantención del nivel humedad del suelo por un mayor tiempo y una lenta evaporación, indicando que la frecuencia de riego podría disminuir en 2 días bajo condiciones de mallas. Esta disminución en el agua aplicada ayudaría a obtener niveles de Mn en el rango normal esperado.

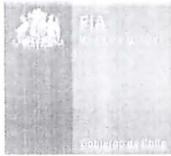
En el caso de análisis de frutos estos presentaron niveles excesivos de N y bajo contenido de materia seca en mallas foto-selectivas perla-azul y azul-gris. Un exceso de nitrógeno y bajos niveles de materia seca normalmente están relacionados a problemas de desarrollo de color en manzanas (Hirzel, 2014). Lo anterior, indicaría que aparte de disminuir las tasa de riego bajo las mallas fotoselectivas, una disminución en la fertilización nitrogenada podría ser favorable para obtener fruta con menor daño por sol, pero a su vez con mayor desarrollo de color en esta variedad.

### **3.3 Cultivar Cripps Pink**

En este cultivar no se apreciaron grandes desequilibrios nutricionales en los huertos bajo mallas. Tal vez lo más destacable es el bajo nivel de K encontrado en los frutos y que se evidenció en todas las mallas y ambas temporadas. Una corrección de este elemento debiera considerarse, siempre y cuando este limitando el rendimiento o color de frutos.

## **4. REFERENCIAS**

1. Hirzel, J. 2014. Diagnóstico Nutricional y Principios de Fertilización en Frutales y Vides. Colección Libros INIA-31. ISSN 0717-4713. 322 p.
2. Lepe, V., Hernández, O. y Yuri, J. 2011. Contenido mineralógico en frutos vs desbalances nutricionales. Boletín Técnico Pomáceas, 11 (5): 6 p.
3. Reay, P., Fletcher, R. y Thomas, V.J. 1998. Chlorophylls, carotenoids and anthocyanin concentrations in the skin of 'Gala' apples during maturation and the influence of foliar applications of nitrogen and magnesium. Journal of Science of Food and Agriculture. 76: 63 – 71.



4. Ruiz, R. y Sadzawka, A. 2003. Nutrición y fertilización potásica en frutales y vides. Colección Libros INIA-14. 56 p.
5. Sierra, C. El Manganeseo, el suelo y las plantas. Revista el Campo, Diario El Mercurio Consulta el 7/10/2017.  
<http://www.elmercurio.com/campo/noticias/analisis/2016/03/09/el-manganeseo-el-suelo-y-las-plantas.aspx>
6. Yuri, J. 2002. Nutrición Mineral en Pomáceas. Bitter pit: "Un problema vigente". Revista Frutícola Vol 23(1), 23-30.
7. Zavalloni, C., B. Marangoni, M. Tagliavini and D. Scudellari. 2001. Dynamics of uptake of Calcium, Potassium and Magnesium into Apple Fruit in a High Density Planting. Proceedings of the fourth international symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Crops. Pág. 113-122.



## **ANEXO 5. Documento estudio costo-beneficio de la tecnología desarrollada**

### **Estudio Evaluación Costo-Beneficio de las Mallas**

Profesor Antonio Pinto Rodríguez  
Ing. Agrónomo, Ph.D

#### **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente estudio entrega resultados de las evaluaciones económicas que se realizaron para la temporada 2015-2016 en el marco del proyecto PYT-2015-0192 *Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile.*

Las evaluaciones consideraron tres variedades de manzana 'Fuji', 'Granny Smith' y 'Cripps Pink' que es exportada por el productor como club Pink Lady®. Todas estas variedades plantadas bajo condiciones productivas con y sin uso de mallas. Las mallas consideradas correspondieron a los tipos perla-azul (PA), perla-gris (PG), azul-gris (AG) y Negra como testigo comercial, todas unidades como parte de los ensayos del proyecto. Se consideraron escenarios productivos, de precios, costos de mallas y producción orgánica, este último sólo para 'Granny Smith'.

Los ingresos se estimaron para cada uno de los sistemas productivos y tipos de mallas, en función de la producción y clasificación comercial (categorías y calibres). A su vez, se analizaron los precios a nivel de retorno a productor de cada una de las variedades de manzanas y, posteriormente, se agruparon en función de la misma clasificación productiva realizada en los ensayos. Por su parte, los costos fueron calculados de acuerdo a un manejo comercial de huertos bajo los diferentes sistemas e inversiones, los cuales se ajustaron en función de densidades de plantación, variedades y tipo de mallas.

Los escenarios productivos analizados consideraron los resultados de producción de la temporada y sus proyecciones, sus ingresos y costos, empero en el caso de 'Granny Smith', donde se presentó una caída significativa en los rendimientos, fue necesario ajustar los rendimientos y evaluar escenarios adicionales para observar la rentabilidad esperada bajo producciones comerciales. Para cada una de estos escenarios y tipo de malla, se proyectaron rendimientos por categoría y calibre, así como por pérdidas por golpe de sol.

Para estimar el comportamiento económico de las variedades y tipos de malla se utilizaron indicadores de rentabilidad como el VAN y la TIR, además se realizaron análisis de sensibilidad y simulaciones Montecarlo para evaluar riesgo.

Como principales resultados se observó que las variedades rojas (Fuji y Pink Lady) presentaron un mejor comportamiento económico de rentabilidad y un menor riesgo al introducir el uso de mallas fotoselectivas, especialmente las mallas PG y AG, mientras



que en variedades verdes como 'Granny Smith' sólo presentó un comportamiento adecuado bajo un sistema de producción orgánica y con malla del tipo AG.

### RESULTADOS DEL ESTUDIO

Los principales resultados de producción obtenidos para la temporada 2015-2016 en las las diferentes variedades de manzana estudiadas son presentadas en los Cuadros 1, Cuadro 2 y Cuadro 3. Dichos Cuadros muestran los rendimientos obtenidos en 'Granny Smith', 'Fuji' y 'Pink Lady', y además las clasifica en función de las pérdidas por golpe de sol y volumen que sería comercializable en los mercados.

#### Cuadro 1. Producción comercial y pérdidas por golpe de sol en 'Granny Smith'.

Producción por Hectárea	Pérdidas (2) (kg)	Volumen Comercial (kg)
PG	7.791	23.824
PA	7.690	22.688
AG	3.239	19.171
Negra	6.381	19.698
Sin Malla (1)	31.500	38.500

(1) Condición esperable comercialmente

(2) Pérdidas corresponden a pérdidas por golpe de sol

#### Cuadro 2. Producción comercial y pérdidas por golpe de sol en 'Fuji'.

Producción por Hectárea	Pérdidas (2) (kg)	Volumen Comercial (kg)
PG	6.716	40.093
PA	10.762	55.867
AG	5.577	65.298
Negra	4.331	39.653
Sin Malla (1)	18.000	42.000

(1) Condición esperable comercialmente

(2) Pérdidas corresponden a pérdidas por golpe de sol

#### Cuadro 3. Producción comercial y pérdidas por golpe de sol en 'Pink Lady'.

Producción Por Hectárea	Pérdidas (2) (kg)	Volumen Comercial (kg)
PG	1.418	88.485
PA	1.306	80.244
AG	1.308	74.046
Negra	3.021	73.454
Sin Malla	8.499	77.298
Sin Malla Estándar (1)	24.000	56.000

(1) Condición esperable comercialmente

(2) Pérdidas corresponden a pérdidas por golpe de sol



Por su parte, la producción bajo los diferentes tipos de malla fue clasificada comercialmente de acuerdo al peso del fruto (calibre) y categoría de color. La clasificación se ajustó a la clasificación comercial utilizada en los mercados para cada una de las variedades de manzana, es decir para 'Granny Smith', 'Fuji' y 'Pink lady'. Los resultados son resumidos en los siguientes cuadros.

**Cuadro 4. Porcentaje de fruta de acuerdo a peso y categoría comercial en 'Granny Smith' según tipo de malla.**

Malla	Super			Extra Fancy			Cat 1			Fancy		
	↓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
PG	0,04	0,13	0,03	9,56	29,23	7,37	5,91	18,07	4,55	5,11	15,62	3,94
PA	0,05	0,16	0,04	7,18	21,79	5,81	8,17	24,78	6,61	5,23	15,86	4,23
AG	1,10	5,24	2,07	7,94	37,89	14,94	2,12	10,12	3,99	1,89	9,01	3,55
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

**Cuadro 5. Porcentaje de fruta de acuerdo a peso y categoría comercial en 'Fuji' según tipo de malla.**

Malla	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
PG	12	15	9	19	23	13	3	4	2
PA	9	8	4	26	22	10	9	8	4
AG	7	8	4	24	28	15	5	6	3
Negra	18	18	7	22	22	9	2	2	1

**Cuadro 6. Porcentaje de fruta de acuerdo a peso y categoría comercial en 'Pink Lady' según tipo de malla.**

Malla	Premium			Extra Fancy		
	↓150 gr	↑150 y ↓212 gr	↑212 gr	↓150 gr	↑150 y ↓212 gr	↑212 gr
PG	9	44	33	1	7	6
PA	14	42	19	5	14	6
AG	12	44	26	3	10	6
Negra	13	47	20	3	11	5
Sin Malla	9	47	40	1	5	4



Respecto a las equivalencias sobre el peso del fruto y el posible calibre comercial que se podría alcanzar, se relacionó dicho peso con el peso promedio de fruto de las diferentes categorías y clasificó en 3 rangos de calibres comerciales en cada una de las diferentes variedades. Así, por ejemplo, fruta entre 168 y 237 gr en 'Granny Smith' podría ser clasificada en los calibres 80 a 110, vea Cuadro 7.

**Cuadro 7. Peso del fruto y equivalente calibre comercial para var. Granny Smith, Fuji y Pink Lady**

Granny Smith		Fuji		Pink Lady	
Peso Fruto (gr)	Calibre comercial	Peso Fruto (gr)	Calibre comercial	Peso Fruto (gr)	Calibre comercial
↓ 168 gr	113 -216	↓ 160 gr	120 -180	↓ 168 gr	113 -216
↑ 168y y ↓237 gr	80 - 110	↑ 160 y ↓225 gr	80 -110	↑ 168y y ↓237 gr	80 - 110
↑ 237 gr	48 - 72	↑ 225 gr	60 - 70	↑ 237 gr	48 - 72

Por su parte, los precios promedio por rango fueron calculados en función de los calibres comerciales de cada una de las variedades y ordenados en el mismo rango utilizado para la clasificación productiva de los rendimientos (vea Cuadro 4, Cuadro 5 y Cuadro 6). Los precios correspondieron a precios promedio de liquidación a nivel de productor de las últimas 3 temporadas. Los precios fueron promediados para cada uno de los rangos dentro de los calibres comerciales. Los Cuadros 8 a 10 presentan los precios promedios de acuerdo a la clasificación considerada. Por ejemplo, en 'Granny Smith' calibres comerciales Super en el rango 80 a 110, el precio promedio fue de 0,55 US\$/kg.

**Cuadro 8. Precios en US\$/Kg a nivel de productor de acuerdo a clasificación por peso de fruto en 'Granny Smith'.**

	Super			Extra Fancy			Cat 1			Fancy		
	↓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
Promedio	0,29	0,55	0,38	0,16	0,39	0,26	0,12	0,20	0,12	0,12	0,20	0,12

**Cuadro 9. Precios en US\$/Kg a nivel de productor de acuerdo a clasificación por peso de fruto en '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
Promedio	0,32	0,69	0,92	0,21	0,57	0,74	0,13	0,36	0,59

**Cuadro 10 Precios en US\$/Kg a nivel de productor de acuerdo a clasificación por peso de fruto en 'Pink Lady'.**

	Premium			Extra Fancy		
	↓ 150 gr	↑150 y ↓212 gr	↑212 gr	↓ 150 gr	↑150 y ↓212 gr	↑212 gr
Promedio	0,38	0,56	0,37	0,24	0,33	0,17

#### **EVALUACIONES ECONÓMICAS**

Las evaluaciones económicas se realizaron utilizando información productiva de la temporada, las cuales consideraron producción, pérdidas por golpe de sol, su correspondiente clasificación comercial de la producción bajo diferentes tipos de malla, los costos de manejo e inversión, y los precios promedio estimados. Además, las evaluaciones económicas consideraron supuestos, los cuales se resumen en los siguientes párrafos.

- Curva Incremento Producción

Periodo	1	2	3	4	5	6
Porcentaje Incremento Producción (%)	0%	10%	60%	90%	100%	100%

- Curva Incremento Costos

Periodo	1	2	3	4	5	6
Porcentaje Incremento Costos (%)	50%	70%	90%	100%	100%	100%

- Ingresos de acuerdo a clasificación, calibres y precios para cada variedad y tipo de malla.
- Marcos de plantación para huertos comerciales



- 15 años horizonte de evaluación
- Instalación de mallas en el año 2
- Similar costo de manejo de las plantaciones
- Precios de acuerdo a clasificación y calibre
- Costos de Mallas (vea Cuadro 11).

**Cuadro 11. Costo por m<sup>2</sup> de los diferentes tipos de malla.**

Tipo de malla	Costo (US\$/m <sup>2</sup> )
PG	0,54
PA	0,50
AG	0,51
Negra	0,49

Los indicadores utilizados en las evaluaciones económicas fueron el VAN al 10% y la TIR, y los principales resultados de las evaluaciones se presentan en las siguientes tablas. En ese sentido, en

Cuadro 12 se observa que la rentabilidad de 'Granny Smith' fue negativa, siendo la condición menos desfavorable la que estaba bajo malla tipo AG. Igual comportamiento se observó cuando se ajustaron los rendimientos a producciones comerciales, el mejor comportamiento fue bajo malla AG, pero la rentabilidad se mantuvo negativa.

En manzana 'Fuji' el mejor compartimento en términos de rentabilidad se observó con el uso de malla tipo AG (vea

Cuadro 13), mientras que en manzana 'Pink Lady' el mejor comportamiento se alcanzó con el uso de malla tipo PG (vea Cuadro 14). La condición "Sin Malla Estándar" corresponde a la producción de un huerto comercial en plena producción y pérdidas por golpe de sol del 15%, y la condición "sin malla" presenta una alta rentabilidad pero ello sería excepcional puesto que el año de evaluación correspondió a uno donde no hubo pérdidas significativas por golpe de sol.

**Cuadro 12. Rentabilidad del cultivo de manzanas 'Granny Smith' según tipo de malla y rendimientos de campo**

Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR (%)
PG	-60.924	NA
PA	-64.259	NA
AG	-5.761	NA
Negra	-60.993	NA
Sin Malla (45% pérdidas)	-65.649	NA

NA: significa que no es posible de estimar



**Cuadro 13. Rentabilidad del cultivo de manzanas 'Fuji' según tipo de malla y rendimientos de campo.**

Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR (%)
PG	-328	9,8
PA	1.964	11,1
AG	18.602	19,3
Negra	2.249	11,3
Sin Malla	12.724	17,7

**Cuadro 14. Rentabilidad del cultivo de manzanas 'Pink Lady' según tipo de malla y rendimientos de campo**

Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR (%)
PG	69.543	39,9
PA	54.651	35,0
AG	48.121	32,7
Negra	49.738	33,3
Sin Malla	71.292	44,0
Sin Malla Estándar	41.764	33,2

Además, se evaluó la rentabilidad en el cultivo de manzanas 'Granny Smith' en un sistema de producción del tipo orgánica, para lo cual fue necesario ajustar los precios. Los precios que actualmente se están transando en los mercados internacionales son cercanos a los US\$ 22/caja de 8,2 kg. El Cuadro 15 presenta las rentabilidades de acuerdo al tipo de malla; en ese sentido, el mejor comportamiento se observaría bajo malla tipo AG, y donde se alcanzaría una TIR cercana al 23% y un VAN de US\$ 29 mil por ha.

**Cuadro 14. Rentabilidad del cultivo de manzanas 'Granny Smith' Orgánico según tipo de malla**

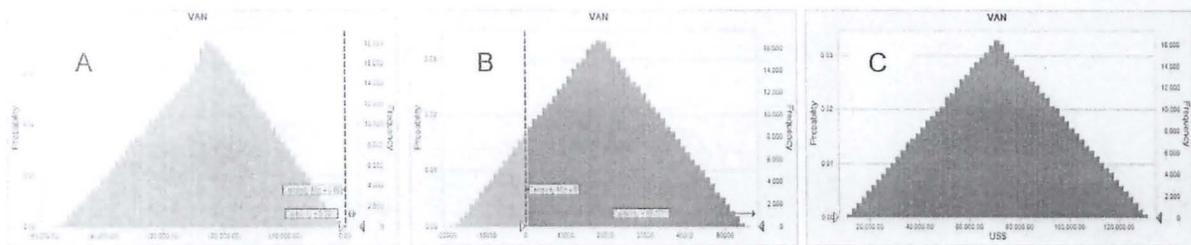
Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR
PG	-14.628	1%
PA	-28.193	NA
AG	29.272	23%
Negra	-4.050	8%
Sin Malla	-27.784	NA

En general, el análisis de sensibilidad mostró que el costo de malla no posee mayores efectos en la rentabilidad del negocio, y que incluso aumentos en hasta un 50% del costo de malla, el negocio aún permanecería rentable bajo malla tipo AG en 'Fuji' (US\$ 16.591/ha), y en 'Pink Lady', todas las opciones de malla serían rentables con

similar aumento en el costo, no obstante malla tipo PG presentaría el mejor comportamiento (US\$ 67.420/ha).

Por otra parte, el análisis de riesgo realizado con simulaciones Montecarlo (vea Gráfico 1) mostró que 'Granny Smith' bajo producciones comerciales y tipos de mallas es altamente riesgoso, mientras que 'Fuji' presentaría una condición aceptable bajo malla tipo AG y 'Pink Lady', dado los precios que actualmente se están transando, presentaría una condición de bajo riesgo.

**Gráfico 1. Distribuciones de rentabilidad en 'Granny' (A), 'Fuji' (B) y 'Pink Lady' (C) bajo mallas tipo AG, AG y PG, respectivamente.**



## CONCLUSIONES

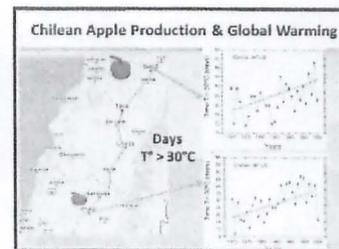
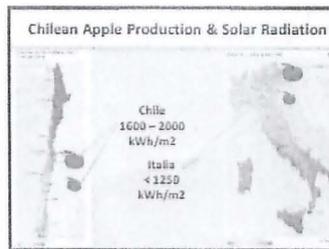
1. En 'Granny Smith' la malla tipo AG fue la que presentó el mejor comportamiento en rentabilidad, no obstante bajo los actuales escenarios es altamente riesgosa.
2. En 'Granny Smith' bajo un sistema productivo del tipo orgánico y utilizando malla tipo AG presenta la mejor rentabilidad medidos en términos de VAN y la TIR.
3. En 'Fuji' la malla tipo AG fue la que presentó el mejor comportamiento desde punto de vista económico.
4. En 'Pink Lady' la malla tipo PG fue la que presentó el mejor comportamiento desde punto de vista económico.



# ANEXO 10. Presentación Simposio ISHS Orchard Systems, Bolonia-Italia.

**Use of Photosensitive Netting to Prevent Sunburn in Apple Orchards**

Richard M. Bastías, Ph.D  
Fruit Science Laboratory  
University of Concepcion - Chile



**Climate Cost for Apple Industry: 'Sunburn'**

photooxidative (2-3%)    browning (>90%)    necrosis (5%)

Annual Economic Losses  
U.S. \$ 100 million/year for unpackaged fruit

**Netting to prevent sunburn is increasing**

Around 800 Ha of apple orchard under nets

**What kind of net is the best choice?**

**Shade net (30%)**  
Advantages:  
→ Effective sunburn control  
→ Cost (0,2 US/m<sup>2</sup>)  
Problems:  
→ Fruit color, bloom, tree vigor  
→ Mechanical resistance (3 years)

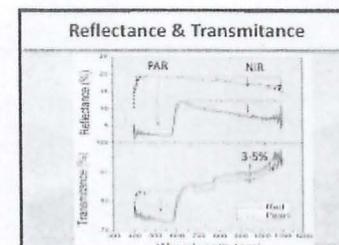
**Anti hail net (10%)**  
Advantages:  
→ Fruit color, bloom, tree vigor  
→ Mechanical resistance (>6 years)  
Problems:  
→ Poor effectiveness sunburn control  
→ Cost (0,4 – 0,5 US/m<sup>2</sup>).

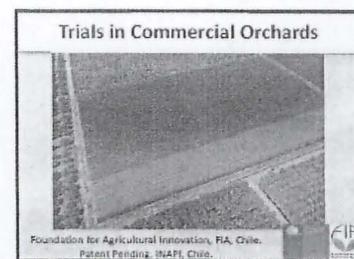
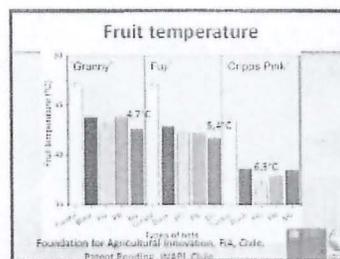
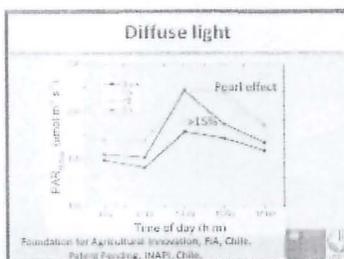
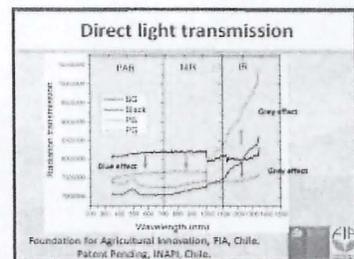
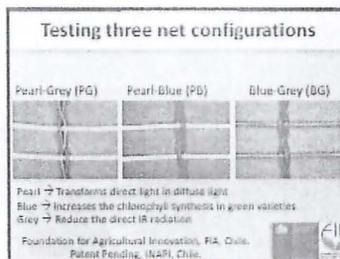
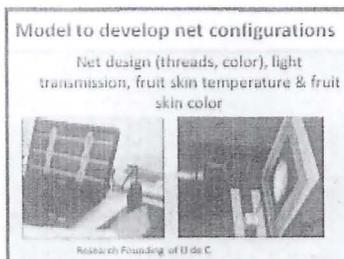
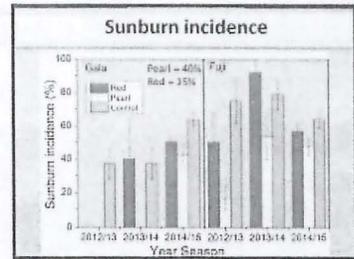
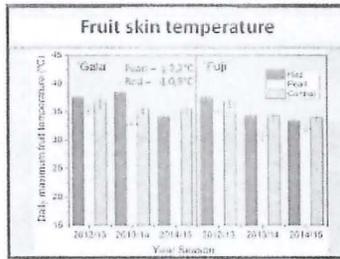
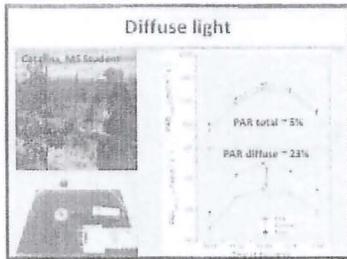
**Research Objective**

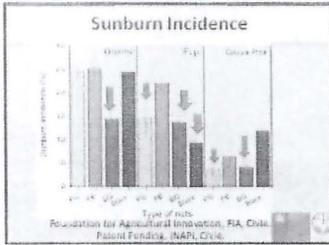
- To evaluate the effectiveness of photo selective anti-hail nets as tool to prevent sunburn in Chilean Apple Orchard by two ways:
- To evaluate introduced materials of Red and Pearl nets in 'Fuji' and 'Gala' orchards.
- To develop new color net configurations and testing in Fuji, 'Granny Smith' and 'Cripps Pink' orchards.

**Pearl and red nets**

- Near to 25% of shading (more threads density)
- 'Gala' and 'Fuji' Varieties
- Intensive Orchards







### Conclusions

- Pearl net at 25% is more effective than Red net to prevent sunburn incidence due its positive effects on less stressful conditions (diffuse light, NIR, fruit temperature).
- New configurations of colored nets such as PG and BG at 20% are interesting alternatives: Granny, Cripps Pink varieties.

Current research: the effect on fruit quality, tree productivity and physiology of sunburn (water relations & fruit chlorophyll fluorescence)



Hector Gomez PhD student

## ANEXO 1.1. Presentación Seminario Fruticultura Protegida, Santiago-Chile

**Consideraciones y avances en el desarrollo de huertos de manzana bajo mallas**

Dr. Richard M. Bastías  
Laboratorio I&D Fruticultura

Seminario Fruticultura Protegida  
5 octubre 2016

**Mallas para el control de granizos**

Ampliamente difundido en Europa, fines de la década de los 90.

- Norte de Italia
- Sur de Alemania
- China
- España

**Mallas para el control de golpe de sol**

En expansión solo en los últimos años

- Zona Central de Chile
- Nueva Zelanda
- Argentina
- USA

**Sistema plano**

Simple y menor costo en estructura y malla

**Sistema capilla**

Descarga de granizos

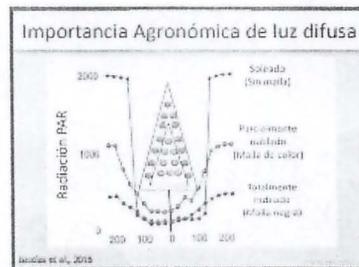
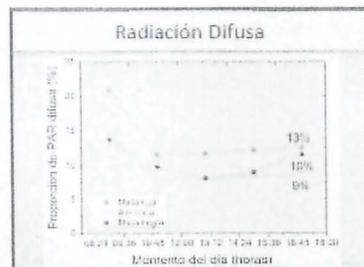
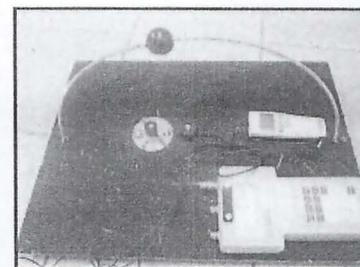
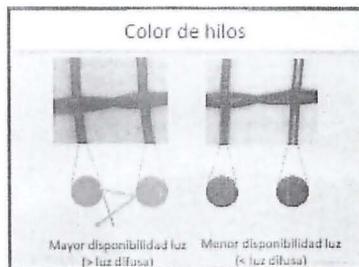
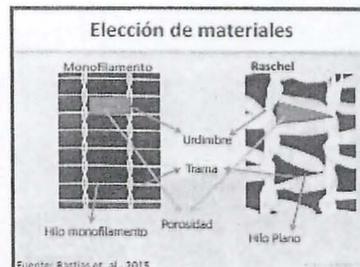
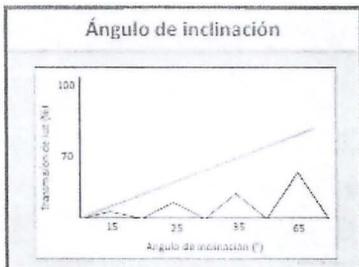
**Sistema bloque**

Control de plagas  
Apto para huertos manejados en bloques

**Sistema monofila**

Control de plagas  
Apto para huertos ultra-intensivos

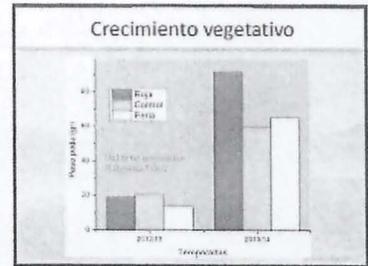
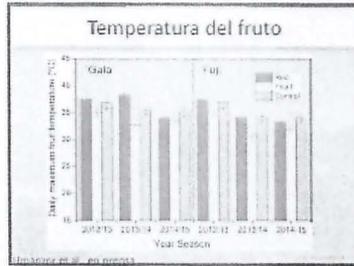
**¿Diseño de Instalación Afecta la Transmisión de la Luz?**



### Luz difusa; retorno floral y color de frutos

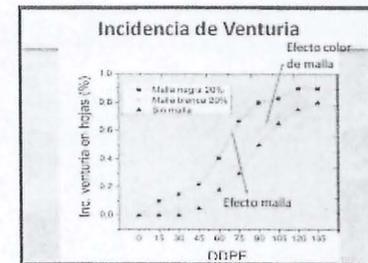
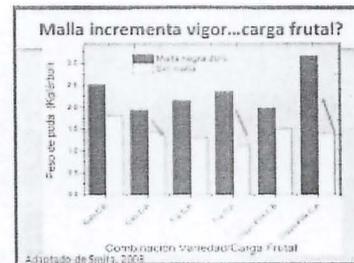
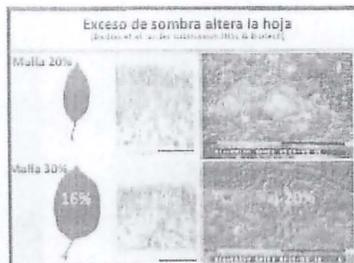
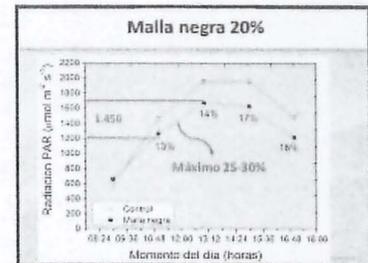
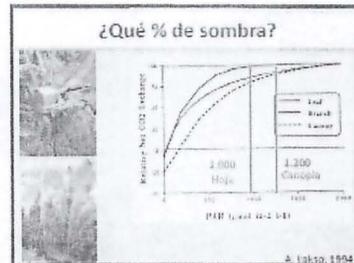
Malla	Retorno floral (Z-9)	Color (+25% color rojo)
Control	5,5	87,9
Malla Blanca	5,0	91,3
Malla Roja - Blanca	5,0	94,4
Malla Roja - Negra	3,8	86,9

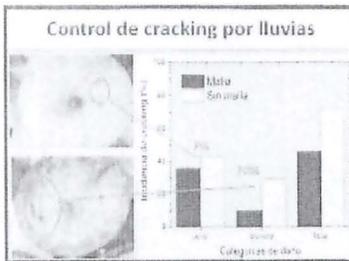
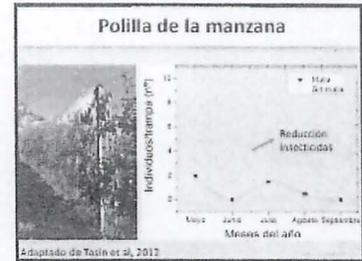
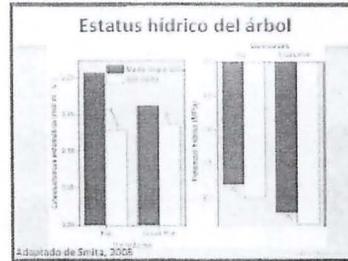
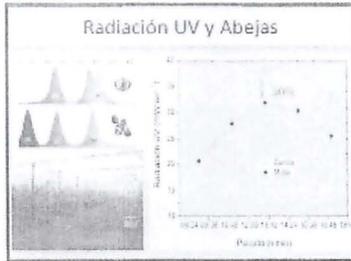
Fuente: Adaptado de Sokemuni y Benke, 2008



### Variación densidad de hilos

Tipo de malla	Densidad hilos (hilos/m²)	Densidad hilos (hilos/m²)	Área por hoja (cm²)	Transmisión de luz (%)	% sombra
Negro 1	5,32	7,22	22,54	82	18
Negro 2	1,81	3,46	6,28	71	29
Bianca 1	7,12	5,42	8,87	76	24
Bianca 2	3,02	17,55	21,76	88	12





### Dilema golpe de sol, color, tipo de malla

País	Tipo malla	Varietal	Reducción Golpe de sol (%)	Reducción Color de frutos (µg)
Chile	Bianca 20%	Fuji	3,5 <sup>NS</sup>	10,0 <sup>*</sup>
Chile	Bianca 20%	Cripps Pink	7,7 <sup>NS</sup>	13,0 <sup>*</sup>
Brasil	Bianca 20%	Fuji	2,3 <sup>NS</sup>	3,0 <sup>*</sup>
Chile	Negra 18%	Fuji	2,8 <sup>NS</sup>	N5
Chile	Negra 18%	Cripps Pink	3,5 <sup>NS</sup>	N5
Argentina	Negra 18%	Fuji	3,3 <sup>NS</sup>	7,5 <sup>*</sup>
Argentina	Negra 52%	Fuji	55,0 <sup>*</sup>	17,0 <sup>**</sup>
Sudáfrica	Negra 20%	Fuji	10,0 <sup>*</sup>	10 - 20 <sup>**</sup>
Sudáfrica	Negra 20%	Cripps Pink	0,0 <sup>NS</sup>	0,0 <sup>NS</sup>

### Síntomas y causas de golpe de sol

Se necesitan mallas para manejar integralmente el problema (radiación + temperatura del fruto)

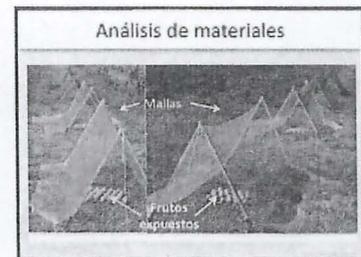
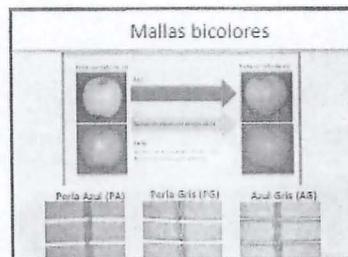
### Proyecto FIA PYT-2015-0192

Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile.

Universidad de Concepción | FDF

- Agrícola Gonzalo Prado, G. Prado
- Agrícola Colque, Mario José Márquez
- Agrícola Uni Agri, César Montero

DEBANTER | COMPARTIR





**'Fuji'**

Tipo de malla	Talla del material (m)	Cantidad de frutos según categoría de color (%)		
		>75%	50 - 75%	<50%
25	21,9 m	21,3	75,1	3,6
35	14,5 m	40,9	51,4	7,7
45	13,8 m	37,2	67,5	5,3
55	14,4 m	51,3	48,6	0,0
Control	-	N.S.	N.S.	N.S.

27 No experimento fruticultura de U de C - 2008 - experimento  
 2008. Resultados generales del estudio para la variedad Fuji. Resultados de los experimentos de mayor productividad en la producción de U de C.

- Resumiendo...**
- Diseño de estructura para instalar mallas influye sobre la transmisión de la radiación solar; aspecto que debiera ser considerado al momento de definir proyecto de instalación. Actualmente se trabaja en definir este aspecto con plásticos, incluyendo termoisulación.
  - Diseño de materiales (tipo, color y densidad de hilos) determinan resistencia mecánica, pero por su estructura en la cantidad y calidad de la radiación (luz difusa y espectro) con efectos fisiológicos y térmicos.
  - 25 - 30% de sombra, mayor a ello podría limitar la fotosíntesis por disponibilidad de luz o por performance (maquinaria) de la hoja.

- Resumiendo...**
- Mallas puede generar efectos negativos; exceso de vigor, incidencia venturia, polinización. Todos ellos son manejables.
  - Mallas también ofrecen beneficios; posibilidad de disminuir consumo de agua, control de plagas y control de cracking en variedades susceptibles (Fuji).
  - Mallas actuales (negras o blancas) solo efectividad parcial en el daño por sol; su mayor efectividad (% de sombra) limita la coloración de frutos, productividad o costo mismo del material.
  - Configuraciones nuevas (FIA) perla gris y azul gris interesante potencial en variedades como Granny y Pink Lady. Actualmente se trabaja en procesar datos de sus efectos en aspectos agronómicos (vigor, retorno floral, riego, nutrición, plagas, venturia) y calidad y condición de la fruta en post-cosecha.

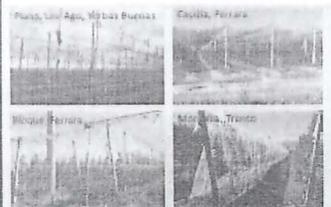


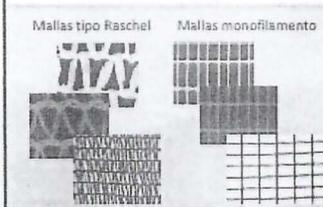
## ANEXO 12. Presentación Congreso Sociedad Agronómica, Santiago-Chile

  
**Respuestas fisiológicas del manzano cultivado bajo mallas**  
 Richard M. Bastias, Ph.D  
 Profesor Asociado  
 Universidad de Concepción

**Huertos en Italia; control de granizos**  
 Trentino, Alto Adige  

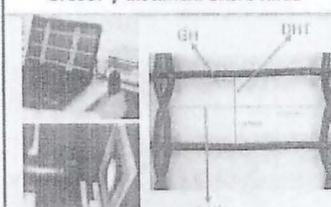

**Huertos en Chile; control de golpe de sol**  
 Caramarico, Agrícola Wagon  

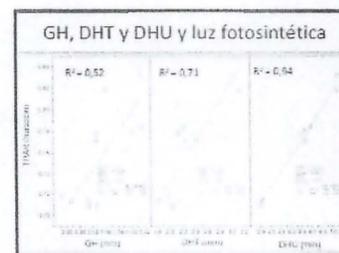

**Diseños de Instalación**  


**Diseños de malla**  
 Mallas tipo Raschel      Mallas monofilamento  


**Respuestas esperables al enmallado**

<b>Diseño de instalación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura respecto al árbol</li> <li>• Ángulo de inclinación</li> <li>• Superficie/Volumen</li> </ul>	<b>Diseño de la malla</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosor de hilos</li> <li>• Distancia entre hilos</li> <li>• Color de hilos</li> </ul>
Temperatura, HR, Velocidad del Viento	Cantidad y Calidad de la luz Solar
<b>Fisiológicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Morfológica y funcionamiento de la hoja</li> <li>• Decoloro por sol y desarrollo de color en frutos</li> <li>• Desarrollo vegetativo y Fruta</li> <li>• Maduración precoz</li> <li>• Apodarse a orías</li> <li>• Desarrollo de post-cosecha</li> </ul>	<b>Reológicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de insectos</li> <li>• Incidencia de ventisca</li> </ul>

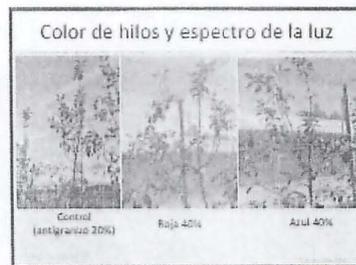
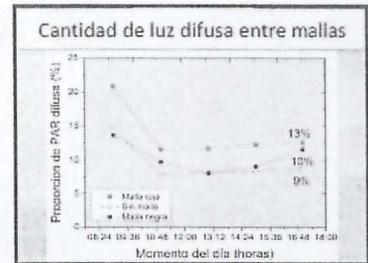
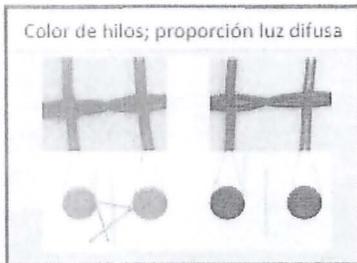
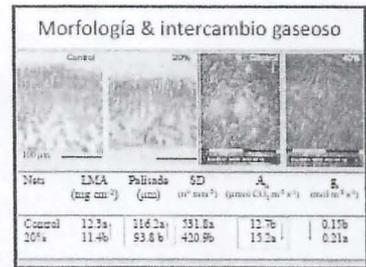
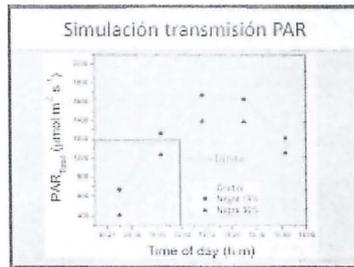
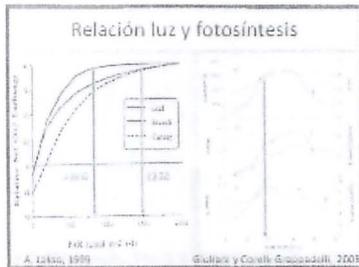
**Grosor y distancia entre hilos**  


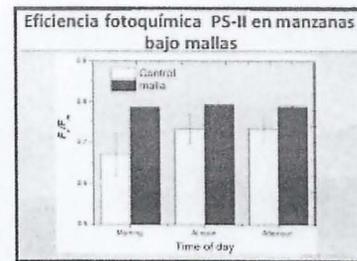
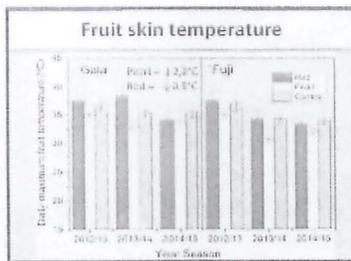
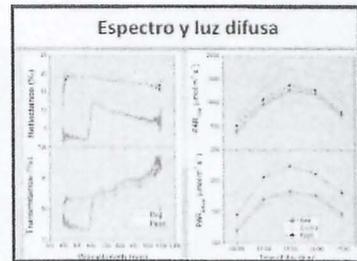
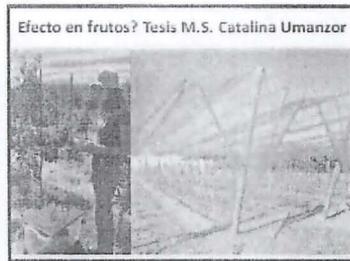
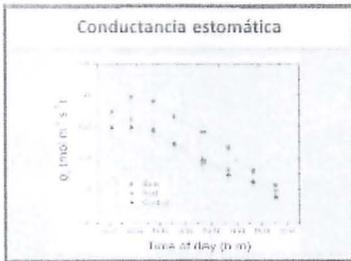
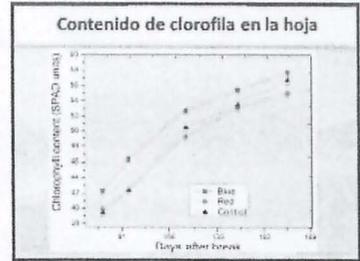
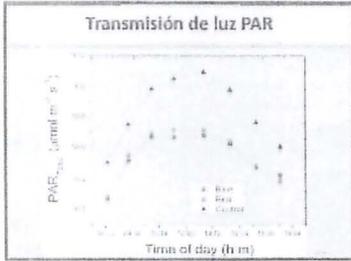


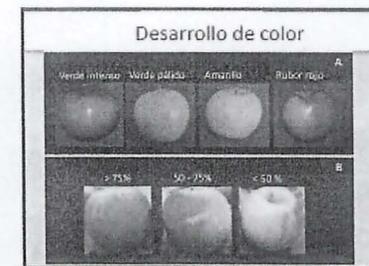
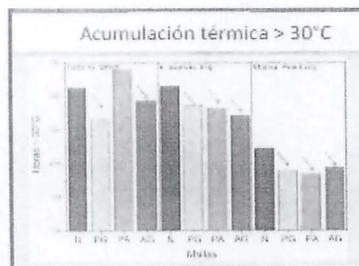
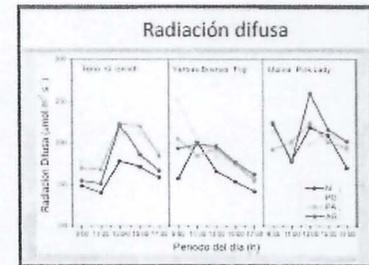
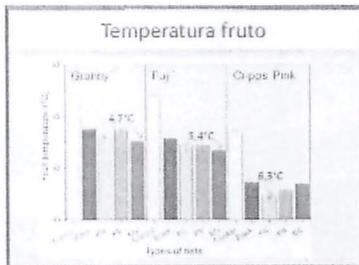
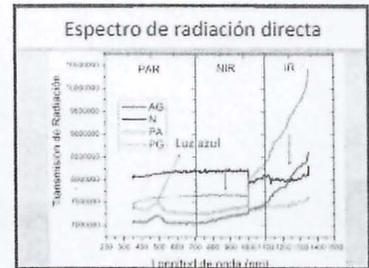
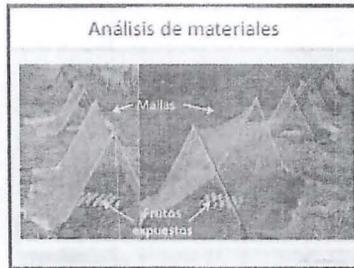
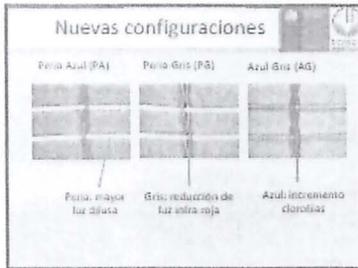
**Mallas negras y blancas**

Tipo de malla	Distancia entre tramas (cm)	Distancia entre hilos (mm)	Área porosa (mm²)	Transmisión de luz fotosintética (%)	% absorción
Negra 1	8,12	7,22	22,54	82	18
Negra 2	1,81	3,46	6,28	71	29
Blanca 1	2,12	5,42	6,87	78	22
Blanca 2	3,02	7,22	21,76	85	17

0,85 mm      1,8 mm      5%







### 'Granny Smith'

Tipo de malla	Fruite (kg por árbol)	Cantidad de brotes según categorías de color				P > F
		Verde intenso	Verde pálido	Amarillo	Rubor rojo	
PS	25.3 b	35.0 c	29.5 b	25.3 b	0.1	
AG	24.6 b	46.5 ac	28.5 b	24.6 b	0.4	
AG	14.4 a	69.1 a	16.2 a	14.4 a	0.1	
Perla	24.9 b	58.5 b	16.2 a	24.4 b	0.8	
N	-	-	-	-	NS	

10% reducción golpe color verde intenso  
11% incremento de color verde intenso

### 'Cripps Pink'

Tipo de malla	Fruite (kg por árbol)	Cantidad de brotes según categorías de color (%)		
		>75%	50 - 75%	<50%
BA	6.3 bc	16.3 b	74.6 a	9.0 b
PS	3.6 a	45.9 a	47.9 b	6.0 b
AG	4.1 a	45.6 a	51.1 b	3.2 ab
N	11.7 c	28.2 b	71.2 a	0.6 a

7% reducción golpe de sol  
17% aumento color

- ### Resumiendo...
- Diseño de mallas (densidad y color de hilos) afectan cantidad de luz fotosintética, proporción de luz difusa y espectro de luz.
  - Condiciones de luz bajo las mallas alteran la morfología y el funcionamiento de la hoja 'maquinaria fotosintética'.
  - Mallas de color rojo y azul no afectan distintamente el crecimiento de brotes en huertos, pero sí el funcionamiento de las hojas.
  - Bajo condiciones climáticas de Chile, malla perla posee mayor efectividad que la roja para reducir estrés térmico en la fruta.

- ### Resumiendo...
- Efectividad de mallas en la prevención de daño por sol está asociado al efecto de la luz sobre una mayor eficiencia fotoquímica del PS II.
  - Nuevas configuraciones de mallas Perla-Azul y Azul-Grís presentan resultados promisorios en el control de daño por sol para variedades verdes y rojas, respectivamente.
  - Actualmente se trabaja en el análisis de información productiva y de calidad y condición de la fruta bajo este tipo de mallas.

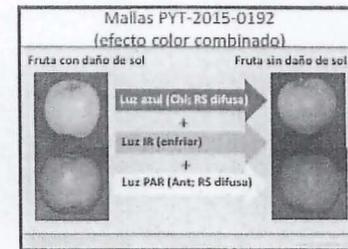
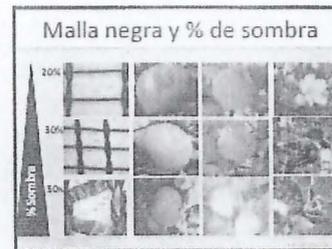
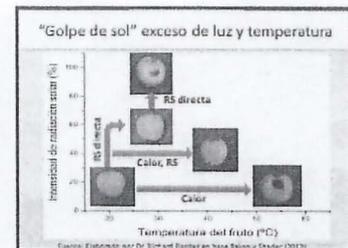
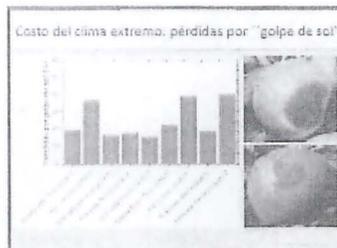
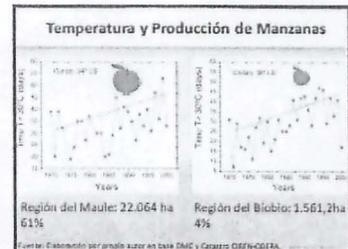
## ANEXO 13. Presentación Seminario Innovación–Feria INACAP, Talca-Chile.

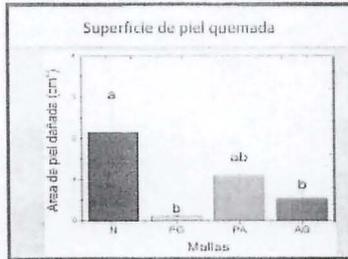
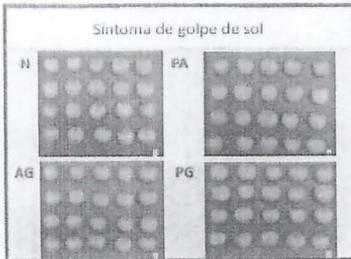
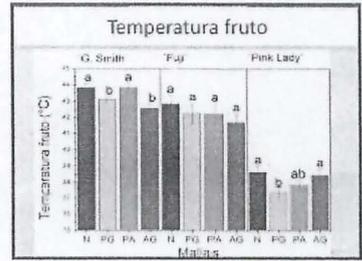
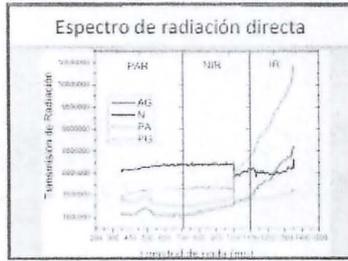
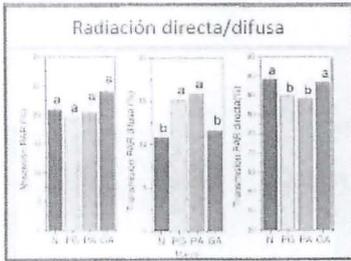
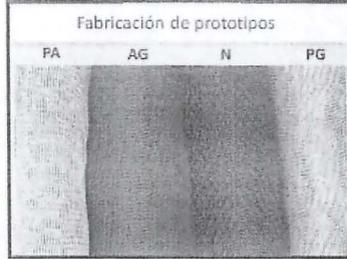
**Proyecto PYT-2015-0192**

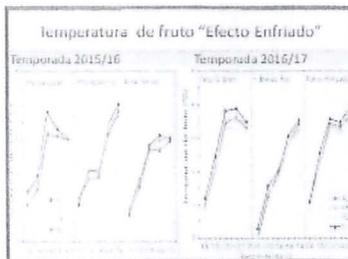
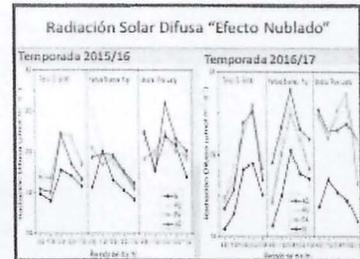
Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile.

Feria de Innovación y Tecnología INACAP-ITA Talca, 11 de octubre de 2017

Dr. Richard M. Bastias  
Profesor Asociado  
Universidad de Concepción







Daño por sol 'Granny Smith' Teno

Tipo de malla	Fruta con daño por sol (%)	
	2015/16	2016/17
PA	20,5 b	8,1 ab
PG	21,5 b	6,2 a
N	14,3 a	5,2 a
N	22,0 b	12,0 b
<b>Significancia</b>	*	*

Daño por sol 'Cripps Pink' Molina

Tipo de malla	Fruta con daño por sol (%)	
	2015/16	2016/17
PA	1,6 ab	4,9 b
PG	1,5 a	3,8 ab
N	1,7 ab	1,6 a
N	4,0 b	5,3 b
<b>Significancia</b>	*	*

Sin malla = 12% Sin malla = 15%

Daño por sol 'Fuji' Yerbos Buenas

Tipo de malla	Fruta con daño por sol (%)	
	2015/16	2016/17
PA	16,2 b	17,2 ab
PG	14,3 ab	14,9 a
N	7,8 a	16,7 ab
N	9,8 ab	29,6 b
<b>Significancia</b>	*	*

Sin malla = 39%

Evapotranspiración 'Granny Smith' Teno

Tipo de malla	ETA (mm/día)	
	2015/16	2016/17
PA	6,13	9,76
PG	7,70	9,01
N	7,53	9,12
N	7,99	10,43

Evapotranspiración 'Cripps Pink' Molina

Tipo de malla	ETR (mm/día)	
	2015/16	2016/17
PA	8,27	8,25
PG	8,87	7,67
N	7,90	8,18
N	8,88	8,04

Evapotranspiración "Fuji" Yerbos Buenas

Tipo de suelo	ET <sub>0</sub> (mm/día)	
	2015/16	2016/17
PA	6,94	8,88
PS	7,01	5,25
PC	8,67	7,92
PI	7,29	8,34

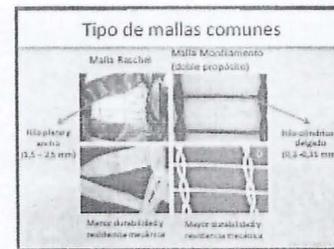
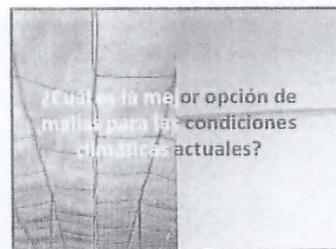
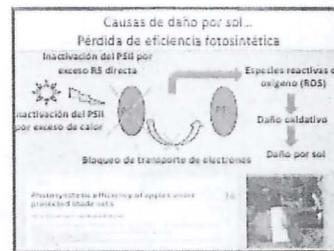
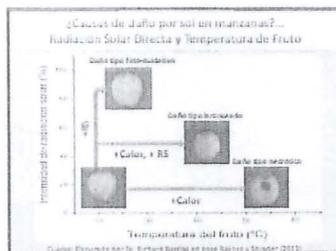


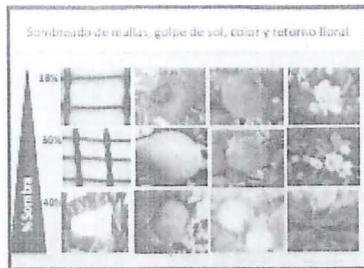
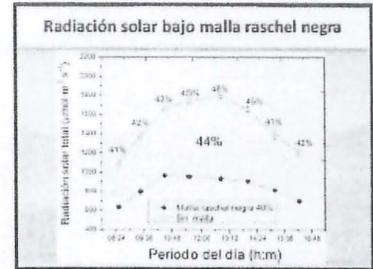
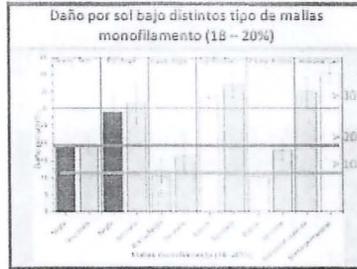
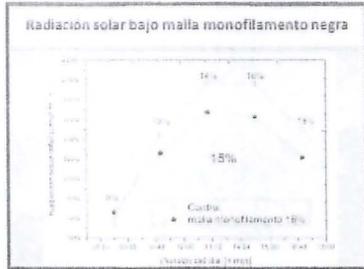
# ANEXO 14. Presentación Seminario Clausura Proyecto FIA, Chillán-Chile.

**"SEMINARIO Proyecto PYT-2015-0192"**

Resultados obtenidos con nuevas mallas foto-selectivas para el control de golpe de sol en manzanos

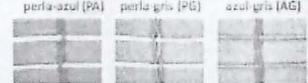
Dr. Ricardo M. Bastias  
Profesor Asociado  
Facultad de Agronomía  
Universidad de Concepción



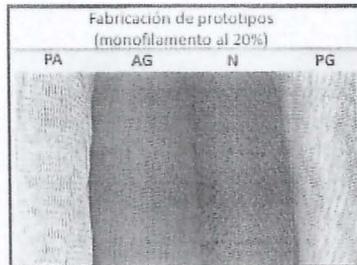
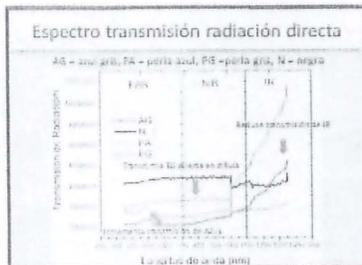
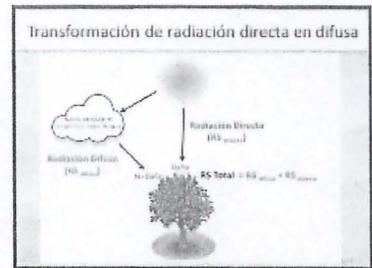


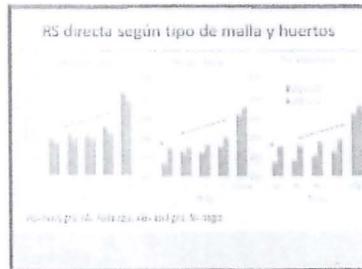
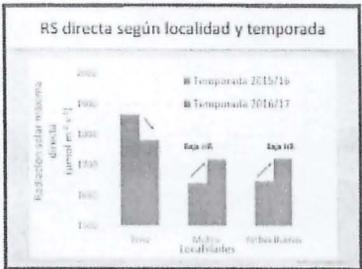
### Mallas de foto-selectividad combinada al 20% específicas para el daño por sol

perla-azul (PA)    perla-gris (PG)    azul-gris (AG)



Transformar la radiación solar directa en difusa para bajar la RS incidente en la fruta, sin recurrir al sombreado.  
 Reducir la transmisión de luz en el espectro infra-rojo para bajar la temperatura en la fruta (control de exceso de calor).  
 Incrementar la proporción de luz en el espectro azul para el aumento niveles de pigmentos de protección al daño por sol (relación clorofilas/fenolaminas).

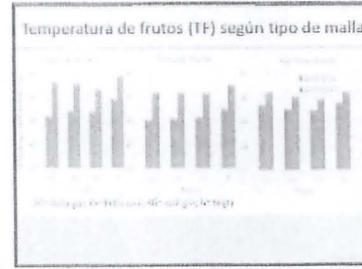
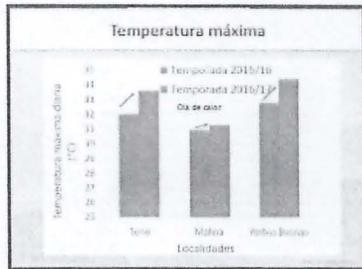




Reducción RS directa según tipo de malla

Mallas	Reducción de reducción RS directa (%)			Promedio (%)
	G. Smith Tierra	Park Lady Malla	Fuji Verdeo Buenos	
AG	22.9	27.1	26.2	25.3
PL	22.5	24.6	24.9	24.0
PA	22.7	23.1	23.6	23.1
P	22.8	24.8	24.8	19.7

PA=Paraguá, PL=Peritoma, AG=Agrohuerto

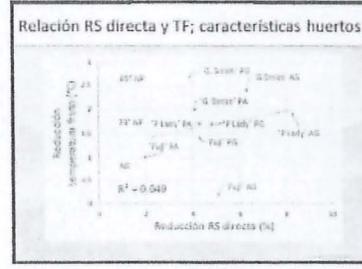


Reducción de TF según tipo de malla y huerto

Mallas	Reducción de Temperatura de Fruto (°C)			Promedio (°C)
	G. Smith Tierra	Park Lady Malla	Fuji Verdeo Buenos	
AG	2.4	1.9	0.2	1.5
PL	2.7	1.7	1.1	2.0
PA	2.0	1.7	1.5	1.5

AG=Agrohuerto, PL=Peritoma, PA=Paraguá

↓ 2.4°C      ↓ 1.9°C      ↓ 0.9°C





### Efecto de mallas en daño por sol y color de frutos 'Granny Smith'

Mallas	2015/16				2016/17			
	Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)	Verde intenso	Verde pálido	Verde intenso	Categorías de color (%)	Verde intenso	Verde pálido
AG	14.74	56.43	20.0	0.4	8.146	75.74	19.94	0.114
N	23.53	55.19	20.0	0.4	8.146	75.74	19.94	0.114
AG	14.74	56.43	16.2	0.5	5.49	74.46	18.24	0.114
N	23.53	55.19	16.2	0.5	11.65	73.94	18.54	0.114
Signif.	0.0004	0.0005	0.07	0.218	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

AG: Golpe de sol bajo malla AG-10% + 20%  
 N: Fruta color verde intenso bajo malla AG-75%

### Efecto de mallas en daño por sol y color de frutos 'Pink Lady'

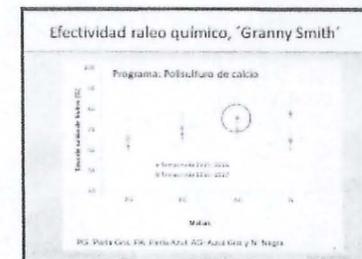
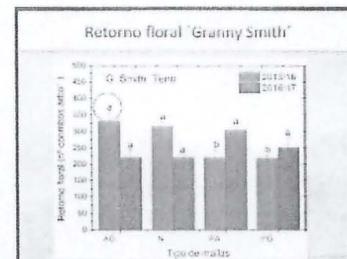
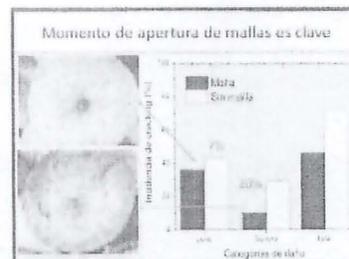
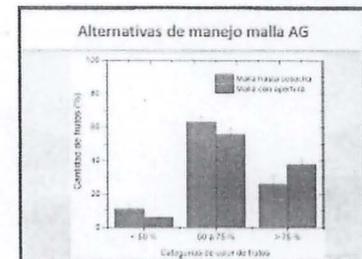
Mallas	2015/16				2016/17			
	Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)	Verde intenso	Verde pálido	Verde intenso	Categorías de color (%)	Verde intenso	Verde pálido
AG	1.00	14.2	41.0	27.0	15.65	15.11	42.9	26.34
N	1.00	14.2	41.0	27.0	15.65	15.11	42.9	26.34
AG	1.00	14.2	41.0	27.0	15.65	15.11	42.9	26.34
N	1.00	14.2	41.0	27.0	15.65	15.11	42.9	26.34
Signif.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

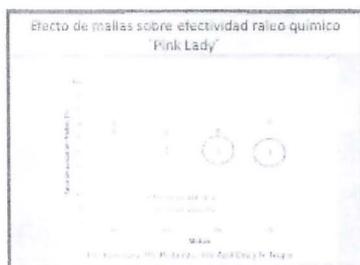
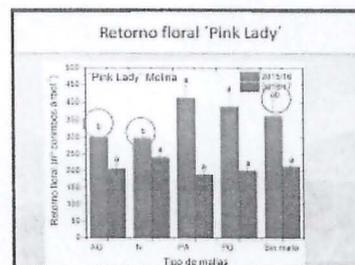
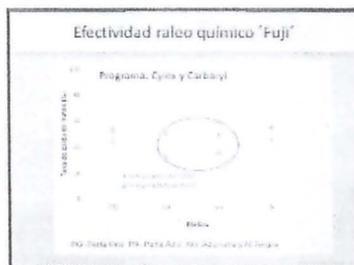
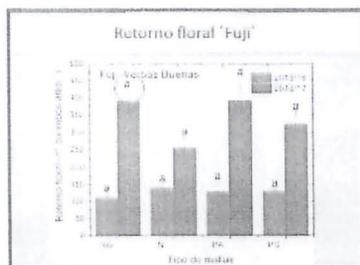
AG: Golpe de sol bajo malla AG-1.6% + 10%  
 N: Fruta color > 50% bajo malla AG-77%

### Efecto de mallas en daño por sol y color de frutos 'Fuji'

Mallas	2015/16				2016/17			
	Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)	Verde intenso	Verde pálido	Verde intenso	Categorías de color (%)	Verde intenso	Verde pálido
AG	14.74	44.0	14.5	0.5	14.74	12.72	52.4	30.44
N	23.53	43.19	14.5	0.5	14.74	12.72	52.4	30.44
AG	14.74	43.43	14.5	0.5	14.74	12.72	52.4	30.44
N	23.53	43.43	14.5	0.5	14.74	12.72	52.4	30.44
Signif.	0.0004	0.0122	0.0741	0.23	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001

AG: Golpe de sol bajo malla AG-12.16 + 20% + 20%  
 N: Fruta color > 50% bajo malla AG-75%





### Efecto de mallas en la ETo calculada con el modelo de Penman-Monteith (mm/día)

Mallas	ETo	ETo	ETo	ETo	ETo	
PA	8.14	14.3	8.22	16.0	6.56	24.1
PG	7.72	10.3	8.83	9.8	7.03	27.4
AG	7.13	21.3	7.91	19.8	6.89	30.9
S	6.57	6	9.80	6	9.68	6

Fuente: Instituto Científico y Tecnológico, Manual de manejo de huertos de manzanas bajo mallas (PROAGRO)

- ### Resumiendo....
- El daño por sol en manzanas es causado tanto por la acción combinada y/o separada de radiación solar incidente y temperatura del fruto.
  - Por tanto las mallas a emplear en los huertos deben atacar el problema en forma combinada.
  - Las mallas tipo monofilamento actuales (blanca o negra) no cumplen esta función, pues no son específicas para el problema; dependiendo de la variedad entre un 10 - 30% de la fruta bajo estas mallas resulta igualmente dañada.

- ### Resumiendo....
- Una alternativa es aumentar el % de sombreado, por ejemplo a través de mallas raschel, pero puede ser riesgoso del punto del vista productivo para los huertos.
  - Las mallas bicolors desarrolladas a través de este proyecto son específicas para el daño por sol y las que trabajan a través de la foto selectividad combinada.
  - Estas mallas reducen en forma más efectiva la radiación solar directa y temperatura de los frutos, prescindiendo del aumento del sombreado (solo 20%). Se sugiere que estas mallas son más efectivas en huertos plantados en orientación 60 - 70° N.

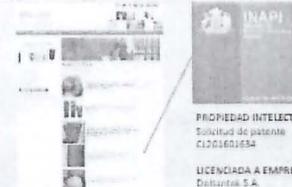
- ### Resumiendo....
- Dentro de los prototipos evaluados, la malla azul-gris [AG] fue la más efectiva en control de daño por sol para las tres variedades estudiadas; proporcionando ambas temporadas, el daño por sol bajo esta malla fue de un 10% para 'G. Smith', 2% para 'Pink Lady' y 12% para 'Fuji'.
  - La falta de color de frutos puede limitar el uso de esta malla en la variedad Fuji. El complemento con prácticas como apertura de mallas antes de cosecha, o el uso de reflectantes sería recomendable al usar la malla AG en huertos de esta variedad.

- ### Resumiendo....
- Para ambas temporadas y variedades evaluadas el uso de malla AG no afectó negativamente el retorno floral, en relación a la malla negra en 'Fuji' y 'G. Smith' y a la condición sin malla en 'Pink Lady'.
  - El efecto parcial de la malla AG sobre el retorno floral estuvo relacionado más bien al efecto de esta malla sobre la efectividad en el raleo químico, tanto en 'G. Smith' como en 'Pink Lady'. Lo anterior sugiere realizar ajustes en fechas de aplicaciones de raleadores en relación a la fecha de despliegue de esta malla.

**Resumiendo...**

- Todas las mallas redujeron la demanda hídrica (Eto); bajo la malla A0 esta reducción fue, dependiendo de la variedad, entre 20–30%.
- Los resultados de este proyecto indicarían que el uso de malla A0 (transpirabilidad al 30%) es una buena alternativa para mitigar en forma más efectiva el daño por sol en huertos de manzanos.
- ¿Qué falta por hacer? Ajustar el diseño, validar esta tecnología en otras variedades, localidades geográficas, estructuras de instalación, diseño de buertos, y manejos (riego, raleo, color de frutos).

**Productos:**  
Solicitud de Patente y Licenciamiento



PROPIEDAD INTELECTUAL  
Solicitud de patente  
CI201601634  
LICENCIADA A EMPRESA  
Delsantek S.A.

**Productos:**  
Manual de manejo de huertos bajo mallas (en edición)



**Agradecimientos**

- Productores y Empresas Agrícolas Cogan (M.J. Miqueo), Agrícola García Prado (S. Prado), Agrícola Uní Agri (P. Guzmán), Copelmat (A. Floniga, F. Muzopiel, M. Navarro y C. Baeza, ex), Unifrut (D. González, A. Berlow, C. Muvareol, Delsantek S.A. (E. Delacorte, F. Delacorte, N. Torres).
- Fundación para el Desarrollo Frutícola: B. Adonis, K. Bravo, C. Avendita, A. Moflen, O. Oyarzun, S. Castro.
- Universidad de Concepción: M.J. Leyton, E. Moya, C. Quezada, A. Pardo, Team Fruticultura.




## ANEXO 15. Presentaciones Taller Regional, Curicó-Chile.

### Taller Regional

**"INSTALACIÓN, COSTOS Y BENEFICIOS DEL USO DE MALLAS EN MANZANOS"**

PROYECTO PYT-2015-0192

Dr. Richard M. Bastias  
Profesor de Fruticultura  
Universidad de Concepción

### Antecedentes Generales

Ubicación:	Universidad de Concepción
Co-sponsors:	Asociación de productores de manzanos Frutales
Participantes Asociados(s):	Dolzanek S.A. Soc. Agrícola Unigran Verbas Buenas Ltda. Agrícola Aguilera Ltda (Sociedad Prado) Agrícola Colque Ltda. Capifrut S.A. Unifrut Tradico Ltda.
Coordinador del Proyecto:	Richard Bastias
Región de ejecución:	Región del Maule
Fecha de inicio actividades:	1/04/2015
Fecha de cierre actividades:	31/03/2015

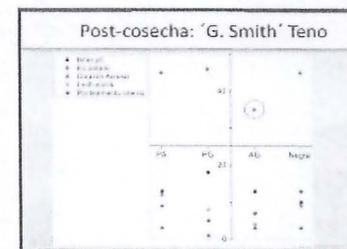
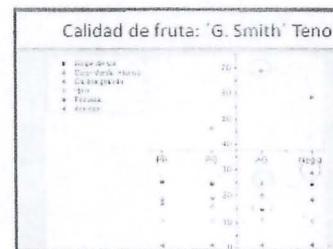
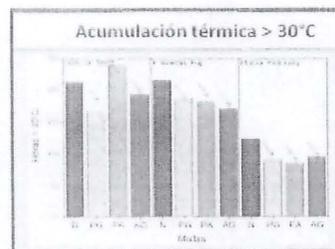
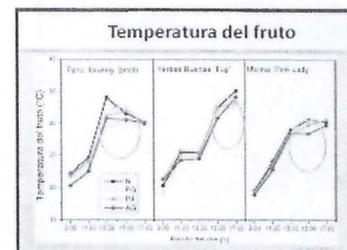
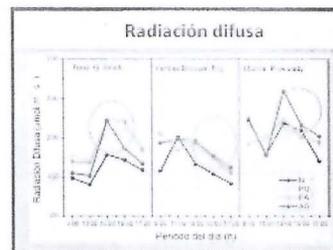
### Objetivos

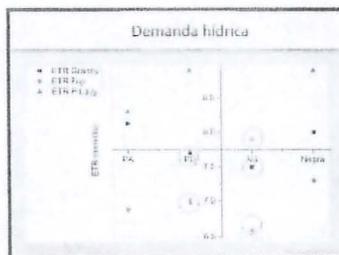
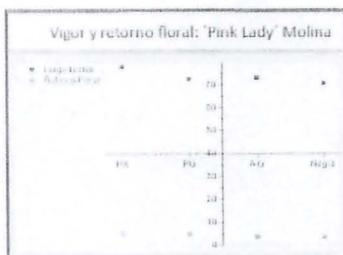
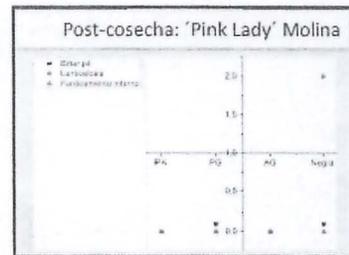
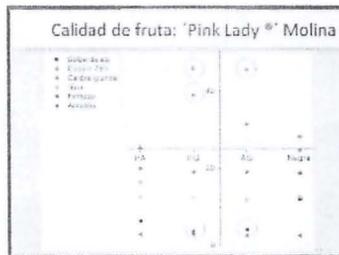
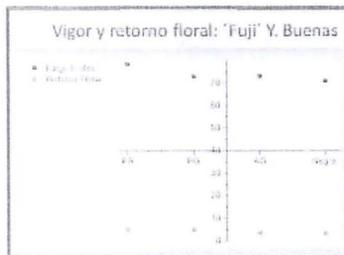
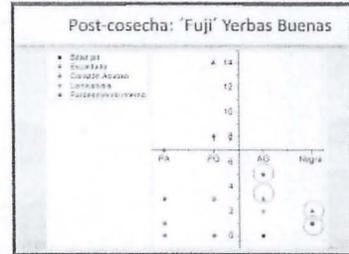
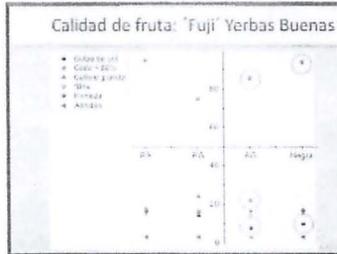
- Desarrollar mallas con capacidad de ejercer selectivamente en la variedad solar los siguientes efectos: transformación de la visible directa en difusa, incremento de la proporción de luz azul y reducción de la proporción de las luz-rojo cercano.
- Disminuir la incidencia de golpe de sol y mejorar la productividad, calidad y conservación de la fruta en huertos de manzanos cultivados bajo este tipo de mallas.
- Definir el protocolo de manejo agronómico para los huertos bajo este tipo de mallas.
- Transferir la tecnología y resultados tanto a productores como a exportadores de manzanos y a proveedores de servicios tecnológicos.

### Mallas bicolors

Perla Gris (PG)  
Negra (N)  
Azul Gris (AG)  
Perla Azul (PA)

Varietal 'Granny Smith'  
Variedad 'Pink Lady'  
Verbas Buenas Fuji





### Resumiendo...

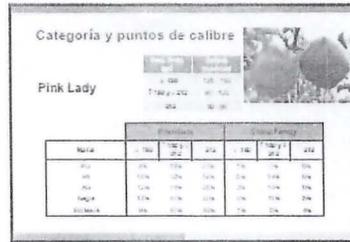
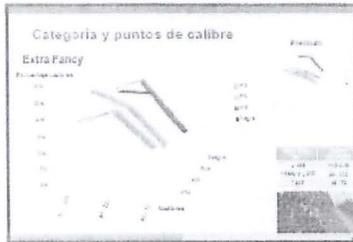
- Las mallas foto selectivas bicolors proveen de una condición climática de menor estrés en los huertos en relación a la malla negra tradicional, mayor luz difusa y ambiente más fresco.
- Para huertos de 'Giant Smith', la mejor alternativa parece ser la malla de color Azul Gris (AG), reduce en forma más efectiva el chifo por sol, incrementa fruta de color verde intenso, mejora calibre y condición de fruta en almacenaje (escaldada), sin alterar el vigor y retorno floral del árbol.



#### Resumiendo...

- Para huertos de "Fajal", la mejor alternativa parece ser la malta de color AS y negra, ambas reducen en forma más efectiva el daño por sol, incrementan color de fruta, mejoran condición de fruta en el almacenaje (menor ataque y podredumbre interna) y no afectan el vigor y reserva floral del árbol. No obstante los frutos bajo malta AG superan en calibre a la malta negra.
- Para huertos de "Pink Lady", la mejor alternativa parece ser la malta Perla Q1a (P5), reduce en forma más efectiva el daño por sol, incrementa coloración y calibre de fruta, sin afectar la condición de la fruta en almacenaje, el vigor y reserva floral del árbol.
- Tanto las maltas AS como PS están reduciendo la demanda hídrica del cultivo, con potenciales beneficios en ahorro de agua y energía en la producción del agua.





### Supuestos

Variable	Valor	Unidad
Costo de mano de obra	1.500	\$/ha
Costo de fertilizantes	2.000	\$/ha
Costo de pesticidas	1.000	\$/ha
Costo de riego	500	\$/ha
Costo de transporte	1.000	\$/ha
Costo de otros insumos	500	\$/ha
Costo total	6.500	\$/ha

### Supuestos

Variable	Valor	Unidad
Costo de mano de obra	1.500	\$/ha
Costo de fertilizantes	2.000	\$/ha
Costo de pesticidas	1.000	\$/ha
Costo de riego	500	\$/ha
Costo de transporte	1.000	\$/ha
Costo de otros insumos	500	\$/ha
Costo total	6.500	\$/ha

### Precios (US\$/Kg promedio a productor 2013-2016)

Variedad	Granny Smith	Pink Lady	Red Delicious	Golden Delicious	Fuji
Promedio	1.200	1.500	1.100	1.000	1.300

### Supuestos

- Curva incremento Producción
- Curva incremento Costos

Año	Producción (kg/ha)	Costo (US\$/ha)
1	1000	6500
2	1500	6500
3	2000	6500
4	2500	6500
5	3000	6500
6	3500	6500
7	4000	6500
8	4500	6500
9	5000	6500
10	5500	6500

### Supuestos

- Ingresos de acuerdo a clasificación, calibres y precios para cada variedad y tipo de malilla
- Marcos de plantación para huertos comerciales
- 15 años horizonte de evaluación
- Instalación de malillas en el año 2
- Simular costo de manejo de las plantaciones
- Precios de acuerdo a clasificación y calibre
- Costos de Malillas:

Variedad	Costo (US\$/ha)
Granny Smith	0.50
Pink Lady	0.50
Red Delicious	0.50
Golden Delicious	0.50
Fuji	0.50

### Resultados Preliminares

#### Granny Smith

Indicador	Valor	Unidad
Producción (kg/ha)	5500	kg/ha
Costo (US\$/ha)	6500	US\$/ha
Ingreso (US\$/ha)	6600	US\$/ha
Beneficio (US\$/ha)	100	US\$/ha

### Sensibilidad

Granny Smith

• Efecto precio

Tipo de Malla	VAN (US\$) (10%)	VAN (US\$) (15%)	VAN (US\$) (20%)	VAN (US\$) (25%)	VAN (US\$) (30%)
PG	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800
PA	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800
AG	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800
Indica	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800
Gr. Malla	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800

### Granny Smith

• Efecto costo de malla

Tipo de Malla	VAN (US\$) (10%)	VAN (US\$) (15%)	VAN (US\$) (20%)	VAN (US\$) (25%)	VAN (US\$) (30%)
PG	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800
PA	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800
AG	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800
Indica	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800
Gr. Malla	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800

### Escenarios: Ajuste por Volumen Comercial

Granny Smith

Producción/ Escenario	Producción (kg)	Valor (US\$)	Total (US\$)
PG	10.000	10.000	10.000
PA	10.000	10.000	10.000
AG	10.000	10.000	10.000
Indica	10.000	10.000	10.000
Gr. Malla	10.000	10.000	10.000

Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR
PG	-40.000	NA
PA	-40.000	NA
AG	-40.000	-5%
Indica	-40.000	NA
Gr. Malla	-40.000	NA

### Escenarios: Ajuste por Prod. Orgánico

Granny Smith

Escenario	Suma	Organico	Org 1	Org 2	Org 3	Org 4	Org 5
PG	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800	11.200	9.800
PA	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800	11.200	9.800
AG	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800	11.200	9.800
Indica	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800	11.200	9.800
Gr. Malla	20.100	18.140	16.300	14.500	12.800	11.200	9.800

Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR
PG	-40.000	NA
PA	-40.000	NA
AG	-40.000	23%
Indica	-40.000	NA
Gr. Malla	-40.000	NA

### Fuji

Indicadores

Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR
PG	10.000	8%
PA	10.000	11%
AG	10.000	18%
Indica	10.000	11%
Gr. Malla	10.000	11%

### Fuji

• Efecto precio

Tipo de Malla	VAN (US\$) (10%)	VAN (US\$) (15%)	VAN (US\$) (20%)	VAN (US\$) (25%)	VAN (US\$) (30%)
PG	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
PA	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
AG	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
Indica	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
Gr. Malla	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800

### Fuji

• Efecto costo de malla

Tipo de Malla	VAN (US\$) (10%)	VAN (US\$) (15%)	VAN (US\$) (20%)	VAN (US\$) (25%)	VAN (US\$) (30%)
PG	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
PA	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
AG	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
Indica	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
Gr. Malla	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800

### Pink Lady

Indicadores

Tipo de Malla	VAN (US\$)	TIR
PG	10.000	20%
PA	10.000	20%
AG	10.000	20%
Indica	10.000	20%
Gr. Malla	10.000	20%

### Pink Lady

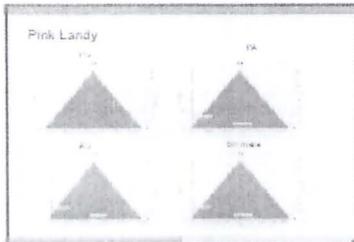
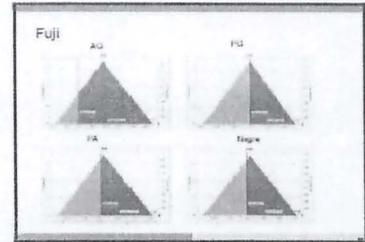
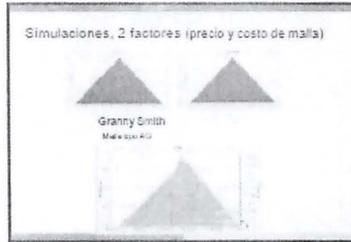
• Efecto precio

Tipo de Malla	VAN (US\$) (10%)	VAN (US\$) (15%)	VAN (US\$) (20%)	VAN (US\$) (25%)	VAN (US\$) (30%)
PG	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
PA	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
AG	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
Indica	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800
Gr. Malla	10.000	8.700	7.600	6.600	5.800

**Pink Lady**

\* Efecto costo de malla

Costo de malla	Costo de malla	Costo de malla	Costo de malla	Costo de malla
10000	10000	10000	10000	10000
PG	78.012	80.988	84.842	87.758
PA	88.128	88.982	84.694	81.892
AG	48.128	48.927	48.129	48.728
FG	88.128	88.728	88.128	87.728
Costo Total	21.888	21.888	21.888	21.888



**Conclusiones**

- En var. Granny Smith la malla tipo AG fue la que presentó el mejor comportamiento, no obstante los actuales escenarios es altamente riesgosa.
- En var. Fuji la malla tipo AG fue la que presentó el mejor comportamiento desde punto de vista económico.
- En var. Pink Lady la malla tipo PG fue la que presentó el mejor comportamiento desde punto de vista económico.

## Protección de frutales: Consideraciones técnicas en la instalación de mallas, estructuras y accesorios

Dr. Humberto Torres  
Instituto de Investigación y Fomento Tecnológico



### Múltiples usos no excluyentes

#### Sombra / Radiación

Intensidad (ángulo, altura, trayectoria)  
Amplitud  
Vientos  
Pluvió

### Múltiples tecnologías

- Búsqueda de esta tecnología
- Modificación de mallas con propiedades
- Modificación de tejidos
- Modificación de tejidos en estructuras
- Fijación
- Conexión

Resultan en distintos % de sombra, tipo de sombra, difusión de luz, fotosíntesis, ventilación, resistencia mecánica, durabilidad, USOS.

### Elección de la malla

- Buscar un equilibrio respecto a **tipo y color de la malla**, y su resistencia y tipo de sombra, en función de cultivos, clima y resistencia térmica y disponibilidad de mano de obra.
- Valorar el uso: **manejo de la estructura** debido a la disposición horizontal, entre otros.
- Buscar tejidos: **mayor o menor sombra** debido a la dispersión de luz.
- Buscar una **haz de 30%** de sombra por sensibilidad y exposición de frutos.

### Elección de la malla

- **Resistencia**
- **Resistencia térmica**: Color y textura. Capacidad de absorción de radiación.
- **Costo**: de fabricación del tejido y de instalación.
- **Difusión de luz** y **ventilación**: Naturaleza del tejido y tamaño y dispersión de luz.
- **Buenos tejidos** para cubrir el costo de instalación más bajos.
- **Resistencia mecánica** y **capacidad**: Estructura de soporte.
- **Industria**: Durabilidad, durabilidad. De otros tejidos en otras.

### Elección de la malla

Lograr **adecuado balance** entre el objetivo buscado, **resistencia, duración y precio.**

- **Costo actual real** de la malla.
- **Costo mano de obra.**
- **Costo transporte.**
- **Redondeo.**
- **Sostenibilidad, campo limpio.**

### Accesorios para instalación

- **Accesorios** que sirven con esta tecnología al que se desea.
- **Conexión**: protección, durabilidad, resistencia a la corrosión, propiedades físicas y químicas.



### Estructuras para mallas

#### Plano



### Estructuras para mallas

#### Plano



Estructuras para mallas  
Plano



Estructuras para mallas  
Plano



Estructuras para mallas  
Capilla - granizo



Estructuras de  
hormigón  
preensado

- Proceso más eficiente en términos de jornadas hombre, tiempo de ejecución y calidad final.  
 - Responsabilidad social.



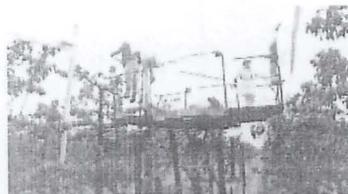
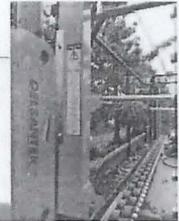
Instalación mecanizada

- Proceso más eficiente en términos de jornadas hombre, tiempo de ejecución y calidad final.  
 - Responsabilidad social.



Instalación mecanizada

- Proceso más eficiente en términos de jornadas hombre, tiempo de ejecución y calidad final.  
 - Responsabilidad social.



Paquete tecnológico

- Objetivos.
- Topografía, suelo, viento.
- Orientación del cultivo.
- Elección de malla, accesorios.
- Estructura adecuada.
- Asesoría integral.

Protección de frutales:  
Consideraciones técnicas  
en la instalación de mallas,  
estructuras y accesorios

I+D+i  
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

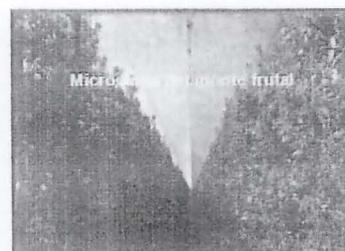
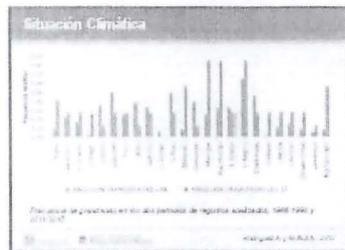
## ANEXO 16. Presentaciones Seminario clausura proyecto FIA, Chillán-Chile.

**Experiencia en el uso de mallas antigranizo para la protección de huertos de manzanos en Argentina.**

Dr. M. Gabriela Basso Biongan  
INTA ESA Alto Valle  
Proyecto FVT-2014-0182, Chillán 2017

**Temas**

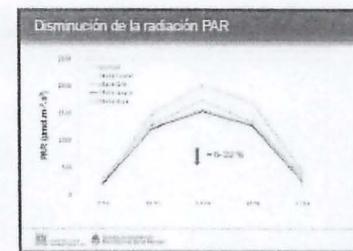
- ❖ Situación climática en el Alto Valle.
- ❖ Cambios en el microclima del monte frutal.
- ❖ Efectos sobre la calidad de fruta.
- ❖ Efectos sobre las plantas.

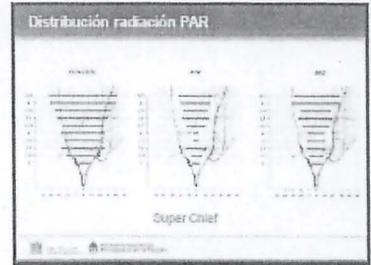
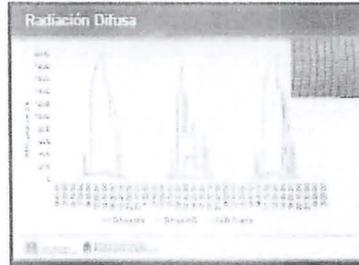
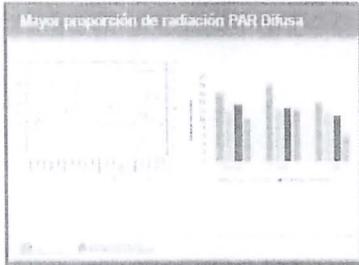


**Radiación**

Tejido/color/aditivos

- Transmisión
- Reflexión
- Cambios en espectro de radiación





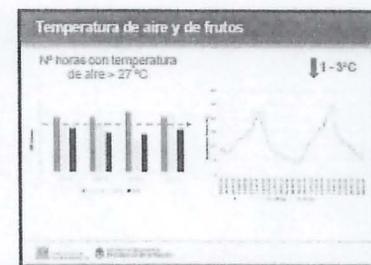
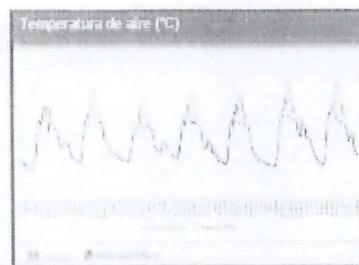
### Radiación PAR

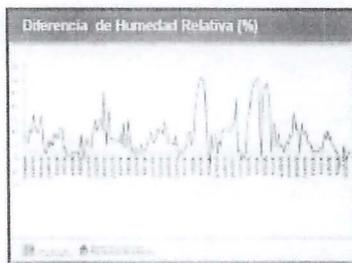
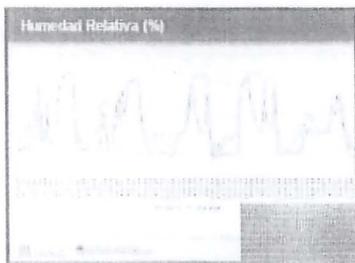
Tratamiento	Interacción PAR	Difusa respecto a PAR total	Distribución PAR
BAM		6-8 %	
MC	6-11 %	14-18 %	
MC2	13-15 %	11-12 %	
MC4	19-22 %	16-17 %	
MC8	17-21 %	11 %	



### Irradiancia total y PAR

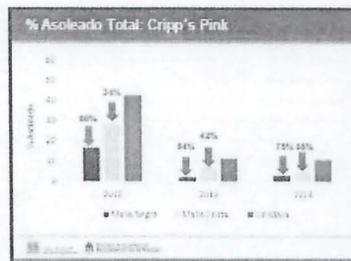
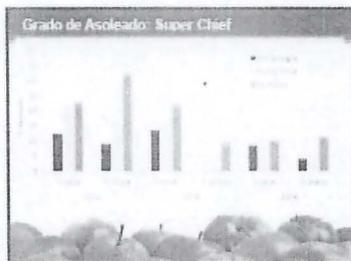
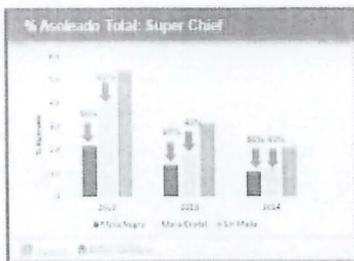
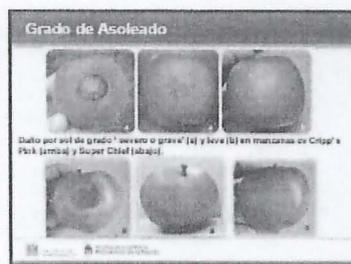
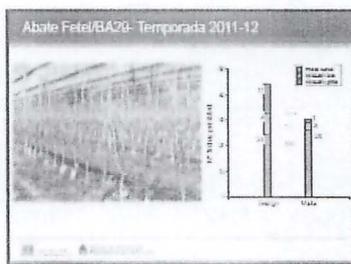
	BAM	MC	MC2	MC4	MC8
Irradiancia total ( $W m^{-2}$ )	15.8	73.7	57.3	97.3	97.3
PAR (400-700 nm; $W m^{-2}$ )	41.2	37.5	34.2	33.5	33.5
Interacción total	0	1.9	37	14.9	
Interacción PAR	0	9.3	23.8	26.8	
Incremento UV ( $W m^{-2}$ )	0	16.2	16.9	38.2	
Relación I:DL	1.54	1.16	1.16	1.06	

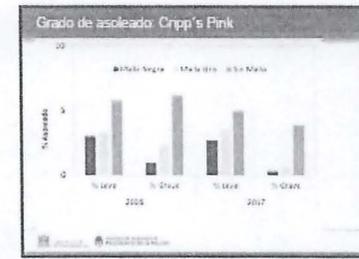
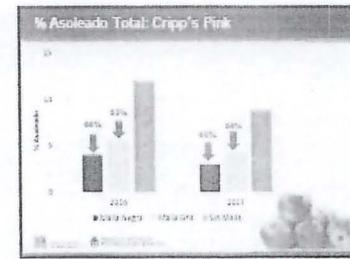
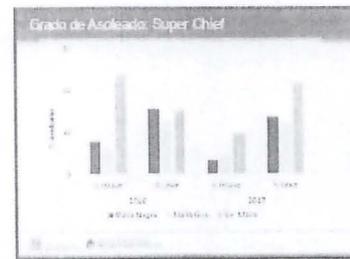
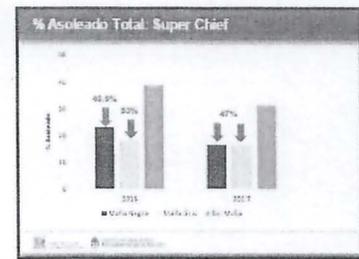
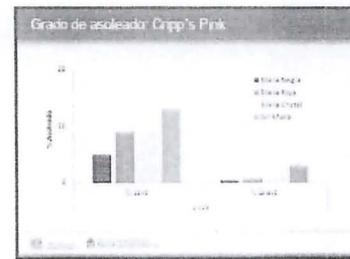
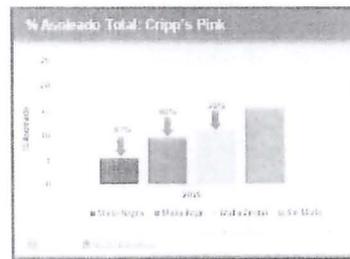
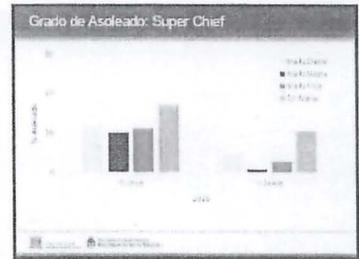
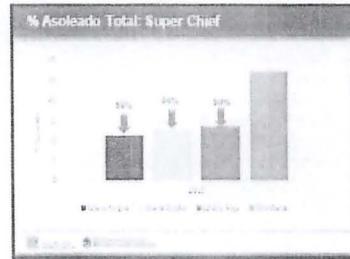
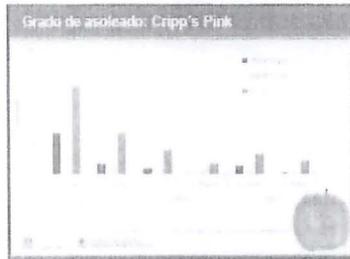


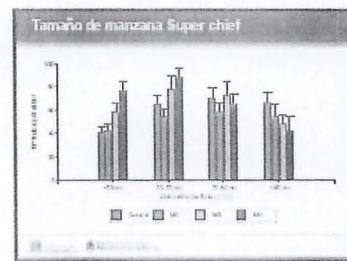
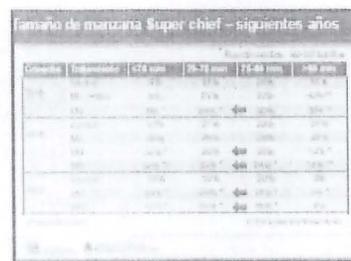
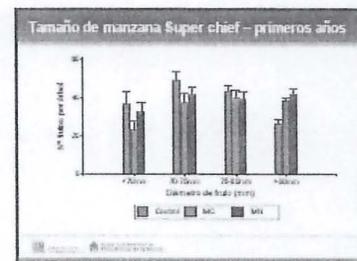
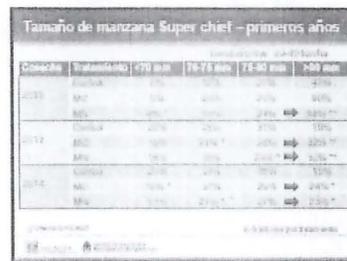
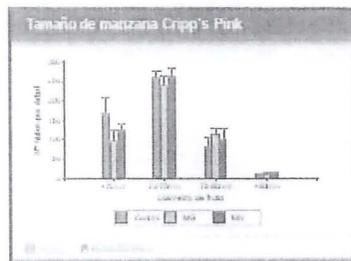
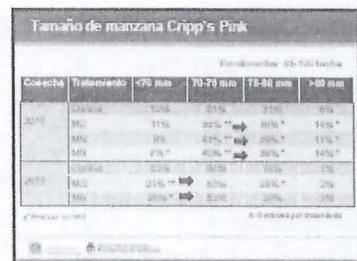
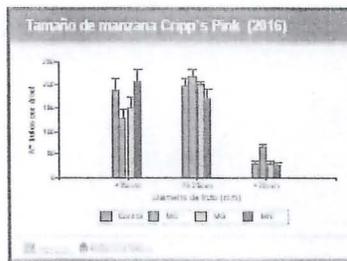
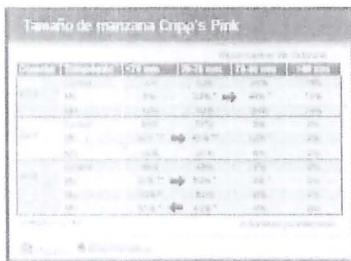


### Cambios en el microclima del monte frutal

- Menor radiación PAR (8-22%)
- Mayor radiación difusa
- Cambios en la calidad de luz (MR)
- Menor temperatura de aire (hasta 13°C)
- Menor temperatura de frutos (1-3°C)
- Mayor humedad relativa (5-55%)

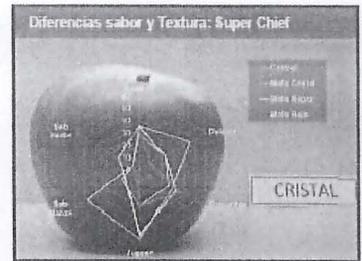
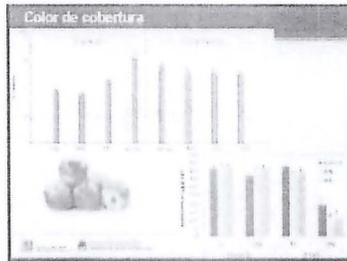






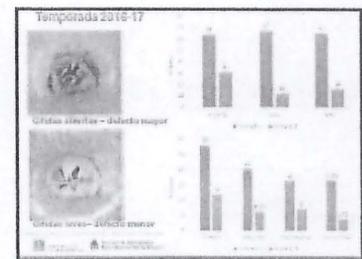
**Temperatura**

Tratamiento	Cripp's Pink					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
SM	17,3 b	16,5 b	17,3	16,5 b	16,3 b	17,9
MN	16,9 a	15,3 a	16,8	16,4 b	16,8 a	17,6
MC	17,5 b	15,7 b	17,8	16,4 b	16,7 a	17,3
MR				15,8 a		16,8
MS					16,5 a	17,4



**Cambios en el sistema antioxidante**

Trat.	Ac. Ascórbico		Polifenólicos		DPPH	
	S. Chief	C. Pink	S. Chief	C. Pink	S. Chief	C. Pink
SM	**	**	**	**	**	**
MN	**	**	**	**	**	**
MC	**	**	**	**	**	**
MR	**	**	**	**	**	**



**Materia Seca (%)**

Tratamiento	2016		2017	
	Super Chief	Cripp's Pink	Super Chief	Cripp's Pink
Sin Mela	15,3 b	17,9	15,3 b	16,9 b
Mela Negra	15,5 a	17,4	15,6 a	17,5 a
Mela Gris	15,9 ab	17,8	16,2 a	18,2 a
Mela Blanca	16,9 c	17,6	-	-

- Efectos sobre la calidad de los frutos**
- ◊ Disminución del daño por sol (40-70%)
  - ◊ Disminución del daño grave (60-75%)
  - ◊ Mejor tamaño de frutos (Cripp's Pink)
  - ◊ Disminución de la firmeza y color (según temporada y color de las mallas)
  - ◊ Mejor calidad sensorial
  - ◊ Disminución de grietas o cracking
  - ◊ Disminución del % materia seca
- 





PROYECTO HA PYT 2015 0192

"Efecto de nuevas mallas foto selectivas sobre la condición de la manzana en postcosecha"



Finca Osipova Jara  
Área de Frío y Postcosecha  
FDF



ANTECEDENTES GENERALES

Desarrollo de mallas con técnicas selectivas de la radiación solar específicas para las condiciones climáticas y productivas del manzano en Chile, con el objetivo de lograr beneficios para los productores

Objetivos específicos:

- i) Desarrollar mallas con capacidad de ejercer el siguiente efecto selectivo de la radiación solar: transformación de luz visible directa en difusa, incremento de la proporción de luz azul, y reducción de la proporción de luz infrarroja cercana,
- ii) Evaluar la efectividad de estas mallas en la calidad y condición de la fruta en almacenaje para diferentes variedades y localidades del manzano en Chile.



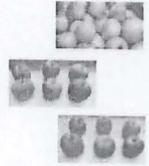
VARIEDADES Y MALLAS EN EVALUACIÓN

Se ha determinado el efecto de distintos tipos de mallas sobre la calidad y condición de 3 variedades de manzanas:

- Granny Smith, ubicada en Teno.
- Fuji, ubicada en Verbas Buenas.
- Cripps Pink, ubicada en Molina.

Las mallas en evaluación son:

- Negra
- Perla Azul
- Perla Gris
- Testigo



El segundo año de evaluación (temporada 2016-2017) se agregó la evaluación del testigo sin malla.

COSECHA

400 frutos al sur por tratamiento (tipo de malla), en zona de frío (temperatura a 1 °C) (2500C) por 30, 60, 90 y 120 días.

Para conocer el estado de llegada de la fruta al almacenaje (postcosecha) se tomaron 20 frutos por cada malla, y se observaron índices de madurez.

En cada malla se analizaron 60 frutos por tratamiento (30 índices de madurez y 60 promedios de ordenes fisiológicos).



ÍNDICES DE MADUREZ

Para determinar la madurez de los frutos se trabajo con 4 repeticiones de 5 frutos cada uno (20 frutos en total)

• Color de fondo



• Color de submiente: En Fuji y Cripps Pink se determinó el % de color de submiente.

• Firmeza



ÍNDICES DE MADUREZ

• Índice de degradación de almidón: fue determinado por medio del test de Lugol, usando la tabla correspondiente para cada variedad.



• Solos solubles y azúcar: se determinaron a través de un refractómetro digital y la titulación del jugo de 5 manzanas, respectivamente.



DESÓRDENES FISIOLÓGICOS

• 2.1er pit, 1er Doe (s), y endurecimiento interno, estado superficial y consistencia externa.



60 manzanas por tratamiento + 7 días a temperatura ambiente.



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

• Índices de madurez: 4 repeticiones de 5 frutos cada uno (20 frutos en total);  
desórdenes fisiológicos: 6 repeticiones de 10 frutos cada uno (60 frutos en total).

Los resultados fueron analizados de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado mediante un análisis de la varianza (ANDEVA). En caso de encontrar diferencias significativas entre mallas, los datos fueron sometidos a la prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher con un 5% de significancia.



RESULTADOS





### RESULTADOS PRIMERA TEMPORADA 2015-2016

#### Granny Smith



MALLA	PARÁMETROS DE MADUREZ DE GRANNY SMITH A LOS 110 DÍAS				
	Firmeza (lb)	Ácidos solubles (°Brix)	Almidón (Lb)	Ácido málico (°Brix)	Celulosa (1-6)
Azul Gris	17,56 b	10,75	1,25 b	1,14 b	2,31
Perla Gris	17,26 bc	10,72	1,00 b	1,28 a	2,61
Negra	18,75 a	11,35	0,25 a	1,25 a	3,6 a
Perla Azul	16,65 c	10,38	1,30 b	1,35 b	2,51

Significancia: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001.



### RESULTADOS SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017

Malla	PARÁMETROS DE MADUREZ DE GRANNY SMITH A LOS 110 DÍAS				
	Cover de fruta (t/ha)	Firmeza (lb)	Ácidos solubles (°Brix)	Almidón (Lb)	Almidón (°Brix)
Negra	1,45 ab	12,06	10,06	0,25 b	2,65
Perla-Azul	1,63 a	11,60	11,04	0,24 a	2,50
Azul-Gris	1,65 a	11,65	10,64 b	0,27 a	1,70
Perla-Gris	1,69 a	11,74	9,76	0,26 a	1,65

Significancia: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001.

### RESULTADOS PRIMERA TEMPORADA 2015-2016

Efecto de los mallas en la incidencia de enfermedades, en firmeza y rendimiento. Mallas en el orden de mayor a menor: 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 de abanico a 1°C.

Malla	Rendimiento (t/ha)					Firmeza (lb)				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Azul-Gris	18	17	16	15	14	17,5	17,2	16,9	16,6	16,3
Perla-Gris	18	17	16	15	14	17,5	17,2	16,9	16,6	16,3
Negra	18	17	16	15	14	17,5	17,2	16,9	16,6	16,3
Perla-Azul	18	17	16	15	14	17,5	17,2	16,9	16,6	16,3

### RESULTADOS SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017

Efecto de los mallas en la incidencia de enfermedades y estado de firmeza en Granny Smith luego de 30, 60, 90 y 120 días de almacenamiento a 1°C.

Malla	Firmeza (lb)			
	10	20	30	40
Negra	8,32	8,12	7,97	7,87
Perla-Azul	8,18	8,00	7,87	7,81
Azul-Gris	8,00	7,80	7,65	7,50
Perla-Gris	7,82	7,62	7,47	7,37

Significancia: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001.

### RESULTADOS PRIMERA TEMPORADA 2015-2016

Al analizar la incidencia de desórdenes por tipo de malla independientemente del tiempo de evaluación, sólo se encontró un efecto de la malla azul gris sobre el estado.

TRATAMIENTO	Bitter pit (%)	Desórdenes fisiológicos (%)			
		Escaldado (%)	Corazón acuoso (%)	Insultados internos (%)	Perdaminado interno (%)
Negra	10	45 a	3	9	13
Perla Gris	18	46 a	1	8	5
Azul-Gris	13	35 b	3	4	7
Perla-Azul	13	45 a	3	12	9

Significancia: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001.

### RESULTADOS SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017

Al analizar la incidencia de desórdenes por tipo de malla independientemente del tiempo de evaluación, no se encontraron diferencias significativas entre mallas.

Malla	Bitter pit (%)	Desórdenes fisiológicos (%)			
		Escaldado o corazón acuoso (%)	Corazón acuoso (%)	Insultados internos (%)	Perdaminado interno (%)
Negra	9,53	61,33	2,30	1,76	3,00
Perla-Azul	9,33	56,33	0,67	0,67	4,33
Azul-Gris	7,67	57,67	1,33	0,33	2,67
Perla-Gris	9,67	58,00	1,00	1,00	4,00

Significancia: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001.



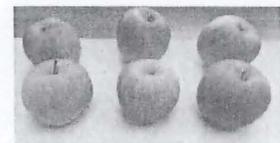
### CONCLUSIONES SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017

ZIA TEMF: Se observó un mejor comportamiento en protección de la fruta proveniente de la malla azul gris, la cual presentó un menor porcentaje de daño fisiológico (principalmente corazón acuoso) observado en esta variedad.

ZIA TEMF: No se observaron otras tendencias en que tipo de malla presentaba una mejor condición de protección.



#### FUJI





**RESULTADOS PRIMERA TEMPORADA 2015-2016**

MALLA	Parámetros de madurez de Crisp's Pink a cosecha (16)				
	Frutosa (g)	Sólidos (°Brix) (1-10)	Almidón (g/100g)	Acidez (g/100g)	C. carbonílica (g/100g) (D.M)
Azul-Grís	15,05	13,37	0,25	0,17	0,5
Perla-Grís	10,20	14,55	0,73	0,29	0,2
Negra	13,81	14,13	0	0,28	0,9
Perla-Azul	18,30	14,55	0,65	0,31	0,3

Los datos en la misma columna con diferentes letras significan diferencias significativas en el momento de la cosecha. \* indica significación (p < 0,05).

**RESULTADOS SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017**

Malla	Parámetros de madurez de Crisp's Pink a cosecha (16)				
	Frutosa (g/100g) (D.M)	Frutosa (g/100g) (D.M)	Frutosa (g/100g) (D.M)	Almidón (g/100g) (D.M)	Acidez (g/100g) (D.M)
Negra	10,56	10,0	17,93	0,73	0,30
Perla-Azul	11,50	14,00	10,00	10,00	0,05
Azul-Grís	11,50	14,00	10,00	10,00	0,05
Perla-Grís	11,50	14,00	10,00	10,00	0,05
Perla-Azul	11,50	14,00	10,00	10,00	0,05

Los datos en la misma columna con diferentes letras significan diferencias significativas en el momento de la cosecha. \* indica significación (p < 0,05).

**RESULTADOS PRIMERA TEMPORADA 2015-2016**

Efecto de las mallas en la incidencia de bitter pit, antrax, coque y pincamiento (16) en Fuji luego de 30, 40, 90, 120, 150 días de almacenamiento a 1°C.

Malla	Frutas con bitter pit (%)					Frutas con antrax (%)				
	T30	T40	T90	T120	T150	T30	T40	T90	T120	T150
Azul-Grís	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perla-Grís	2	2	10	1	2	0	0	0	0	0
Negra	0	2	0	2	1	10	10	0	0	0
Perla-Azul	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Los datos en la misma columna con diferentes letras significan diferencias significativas en el momento de la cosecha. \* indica significación (p < 0,05).

**RESULTADOS SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017**

Efecto de las mallas en la incidencia de bitter pit y lechuga en Fuji luego de 30, 40, 90, 120, 150 días de almacenamiento a 1°C.

Malla	Bitter pit (%)				
	T30	T40	T90	T120	T150
Negra	1,67	0,00	1,71	1,32	1,32
Perla-Azul	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azul-Grís	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perla-Grís	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00
Perla-Azul	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los datos en la misma columna con diferentes letras significan diferencias significativas en el momento de la cosecha. \* indica significación (p < 0,05).

**RESULTADOS PRIMERA TEMPORADA 2015-2016**

Al analizar la incidencia de desórdenes por tipo de malla independientemente del tiempo de evaluación, se encontró un efecto de malla la perla-gris sobre bitter pit, coque y antrax y pincamiento interno.

Tratamiento	Desórdenes fisiológicos				
	Bitter pit (%)	Coque (%)	Antrax (%)	Lechuga (%)	Pincamiento interno (%)
Negra	1 b	0 a	2 c	1	1 b
Perla-Grís	3 a	0 b	1 a	2	0 a
Azul-Grís	0 b	2 b	3 c	2	5 ab
Perla-Azul	1 b	0 b	2 b	1	3 b

Los datos en la misma columna con diferentes letras significan diferencias significativas en el momento de la cosecha. \* indica significación (p < 0,05).

**RESULTADOS SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017**

Al analizar la incidencia de desórdenes por tipo de malla independientemente del tiempo de evaluación, no se encontraron diferencias significativas entre ellas.

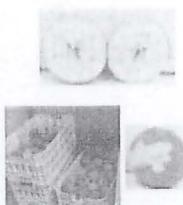
Malla	Desórdenes fisiológicos				
	Bitter pit (%)	Coque (%)	Antrax (%)	Lechuga (%)	Pincamiento interno (%)
Negra	1,33	2,00	0,33	2,00	2,33
Perla-Azul	0,44	0,00	0,00	0,00	2,00
Azul-Grís	2,33	1,60	0,33	1,60	2,00
Perla-Grís	0,00	0,33	0,33	1,00	2,33
Perla-Azul	0,00	0,33	0,33	1,00	1,00

Los datos en la misma columna con diferentes letras significan diferencias significativas en el momento de la cosecha. \* indica significación (p < 0,05).

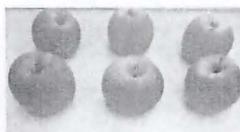
**CONCLUSIONES FUJI**

205. HDP: Se puede cosechar Fuji de malla azul-gris con un porcentaje de producción de 100%.

206. HDP: Se puede cosechar Fuji de malla azul-gris con un porcentaje de producción de 100%.



**Cripp's Pink**



**RESULTADOS PRIMERA TEMPORADA 2015-2016**

Malla	Parámetros de madurez de Crisp's Pink a cosecha (16)				
	Frutosa (g)	Sólidos (°Brix) (1-10)	Almidón (g/100g)	Acidez (g/100g)	C. carbonílica (g/100g) (D.M)
Azul-Grís	18,90	11,90	7,75	0,50	0,0
Perla-Grís	12,68	12,60	8,00	0,50	73
Negra	12,68	12,70	7,50	0,50	51
Perla-Azul	12,34	12,90	8,25	0,50	69

Los datos en la misma columna con diferentes letras significan diferencias significativas en el momento de la cosecha. \* indica significación (p < 0,05).



**RESULTADOS SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017**

PARAMETROS DE LA MUESTRA DE CRIPPS PINK A COSECHA (170)						
Malla	Color de cubrimiento (%)	Color en la fruta (%)	Fruta (t/ha)	Ácido málico (g/100g)	Ácido málico (g/100g)	Almidón (g/100g)
Blanca	4,35a	17,47b	11,04b	1,21a	0,55a	
Perla Azul	2,73b	17,39b	14,15b	0,93a	0,85ab	
Zafi Gris	0,91b	17,36b	11,25b	0,79a	0,75b	
Perla Gris	1,19a	18,00b	14,65b	0,17a	0,32b	
Tortuga	0,72bc	3,22a	18,10ab	1,62b	0,19	0,25ab

Significancia: \* \*\* \* \*\* \* \*\* \*  
 Los valores en la misma columna con diferentes letras significan (p < 0,05) por el test de Tukey. \*\* Frecuencia Agrícola en 2016/17.

**RESULTADOS PRIMERA TEMPORADA 2015-2016**

Efecto de las mallas en la incidencia de OIT (OIT, estado), color de cubrimiento y almacenamiento en frío para Pink Lady de 20, 60, 80, 120, 140 días de almacenamiento a 1°C con 90%

Malla	Fruta con OIT (pct OIT)					Incidencia de OIT (pct OIT)				
	20	60	80	120	140	20	60	80	120	140
MAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perla Gris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perla Gris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perla Azul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perla Gris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perla Gris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Significancia: \* \*\* \* \*\* \* \*\* \*  
 Los valores en la misma columna con diferentes letras significan (p < 0,05) por el test de Tukey. \*\* Frecuencia Agrícola en 2015/16.

**RESULTADOS SEGUNDA TEMPORADA 2016-2017**

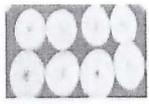
Malla	OIT (pct OIT)	Incidencia de OIT (%)	Color de cubrimiento (%)	Fruta (t/ha)	Almidón (g/100g)
Blanca	0,60	0,20	0,00	0,20	1,00
Perla Gris	0,67	1,17	0,00	0,20	1,31
Perla Gris	0,60	1,87	0,00	0,20	1,31
Perla Gris	0,60	0,40	0,00	0,20	1,31
Perla Gris	0,31	0,20	0,00	0,20	1,31
Perla Gris	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3



Colores de las manzanas en la muestra de cubrimiento y de diferentes variedades (en el 60%)

**CONCLUSIONES CRIPPS PINK**

1. La BMY (B) se pudo observar que la incidencia de OIT en la fruta con mayor peso de cubrimiento de la muestra y mayor contenido de azúcar málico, lo cual posiblemente indica un mayor grado de madurez de la fruta.

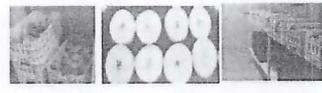


2. La BMY (B) no se observó una tendencia en el comportamiento de la fruta en las diferentes mallas de cubrimiento en estado de madurez para la muestra de cubrimiento, pero se observó una mayor incidencia de OIT en la muestra de cubrimiento y BMY.



**CONCLUSIONES FINALES**

Las mallas diseñadas para disminuir el golpe de sol en pre cosecha no afectan significativamente los parámetros de calidad y la expresión de desordenes fisiológicos durante el almacenamiento en frío.



**CONCLUSIONES FINALES**

- Granny Smith: Malla azul-gris, menor % de fruta con escaldado.
- Fuji: Malla perla azul, menor % de fruta con desordenes fisiológicos.
- Cripps Pink: Malla perla gris, mayor color de cubrimiento.



**PROYECTO FIA-PYT-2015-0192**

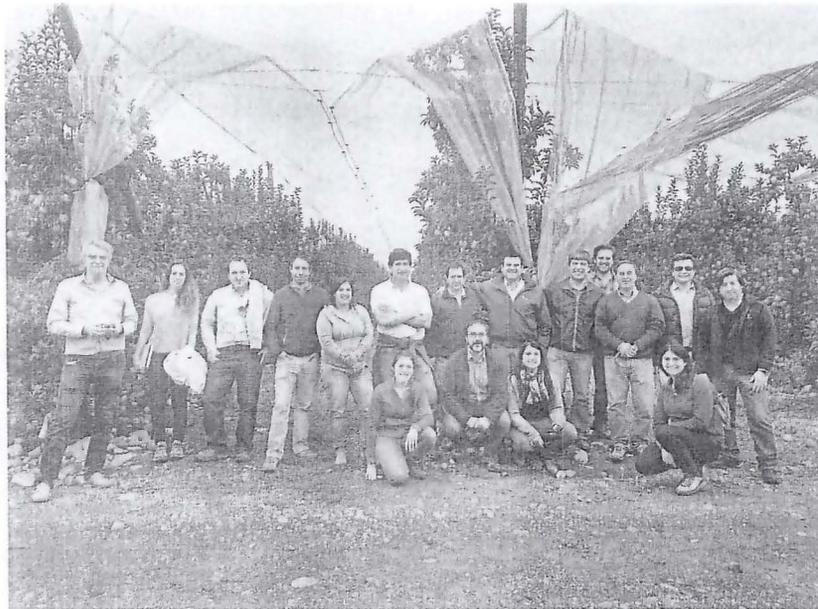
"Efecto de nuevas mallas foto-selectivas sobre la condición de la manzana en postcosecha"



Demos Operación Jara Área de Fie y Postcosecha FDI



## ANEXO 17. Asistentes y presentaciones reunión técnica Curicó y Molina.



**Proyecto PYT-2015-0192**

Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile.

**Dr. Richard M. Bastías**  
 Profesor Asociado  
 Fruticultura  
 Universidad de Concepción

**Antecedentes Generales**

Nombre Ejecutor:	Universidad de Concepción Fundación para el Desarrollo Frutícola Delcantes S.A.
Nombre(s) Asociado(s):	Soc. Agrícola Uruqui Ventas Buenas Ltda Agrícola Argemede Ltda (Gonzalo Prado) Agrícola Colque Ltda Cepelrut S/A Ur-Fruti Fructera Ltda.
Coordinador del Proyecto:	Richard Bastías
Región de ejecución:	Región del Maipo
Fecha de inicio iniciativa:	17/02/2015
Fecha término iniciativa:	31/03/2016

**Financiamiento**

Costo total del proyecto	\$ 154.040.964	100,0%
Aporte total FIA		
Aporte Contraparte	Pecuniario No Pecuniario	
Total		

**Problemáticas que intenta resolver**

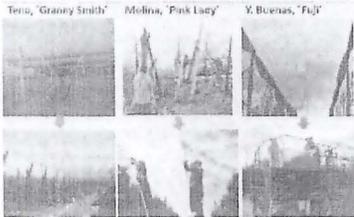
- Sujo condiciones climáticas actuales (extremas) mallas tradicionales poco efectivos en cuanto de daño por sol, y su efectividad es muy variable.
- Mallas tradicionales, están dando origen a problemas productivos y de calidad de fruta.
- Falta información para el manejo agronómico bajo mallas: riego, raleo, plagas, enfermedades y fertilización.

**Objetivos del proyecto**

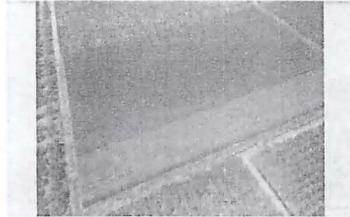
- Desarrollar mallas con capacidad de ejercer selectivamente en la radiación solar los siguientes efectos: transformación de luz visible directa en difusa, incremento de la proporción de luz azul y reducción de la proporción de luz infrarroja cercana.
- Disminuir la incidencia de golpe de sol y mejorar la productividad, calidad y condición de la fruta en huertos de manzanos cultivados bajo este tipo de mallas.
- Obtener el protocolo de manejo agronómico para los huertos bajo este tipo de mallas.
- Transferir la tecnología y resultados tanto a productores como a exportadores de manzanas, y a proveedores de servicios tecnológicos.

**Diseño y fabricación de las mallas**

### Instalación de las mallas



### Vista Aérea Unidad Teno 'G. Smith'



### Medición variables ambientales

T<sup>o</sup>/HR, RS total/directa/difusa, T<sup>o</sup> fruto



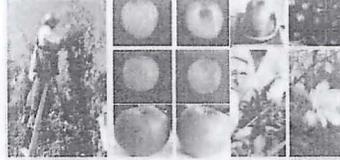
### Medición variables agronómicas

Riego, riego, análisis nutricional, ventura, plagas

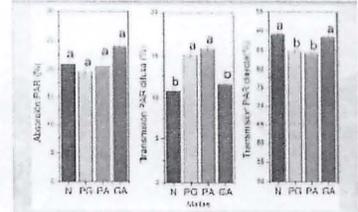


### Medición variables de calidad y producción

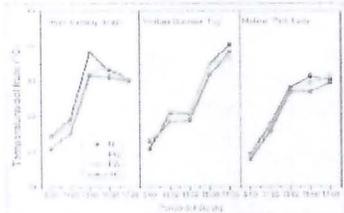
Daño por sol, color, calibre, índices de madurez, largo de brotes, retorno floral.



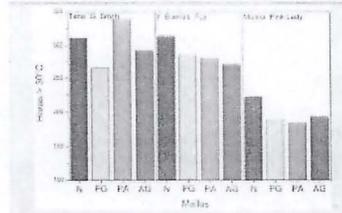
### Radiación Total/Directa/Difusa



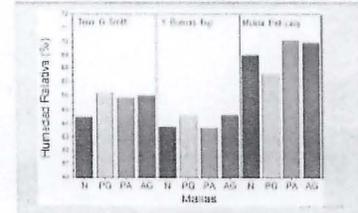
### Temperatura del fruto



### Acumulación térmica >30°C



### Humedad Relativa (%)





PROYECTO FIA-PYT-2015-0192

"Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile"

Ruthierce Bravo H.  
 Alfa de Pire y Postcosecha  
 FDF

ANTECEDENTES GENERALES

El proyecto propone desarrollar mallas con técnicas selectivas de la radiación solar específicas para las condiciones climáticas y productivas del manzano en Chile, en la espera de lograr beneficios para los productores.

Para ello, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- i) Desarrollar mallas con capacidad de ejercer el siguiente efecto selectivo de la radiación solar: transformación de luz visible directa en difusa, incremento de la proporción de luz azul, y reducción de la proporción de luz infrarroja cercana.
- ii) Evaluar la efectividad de estas mallas en la calidad y condición de la fruta en almacenaje para diferentes variedades y localidades del manzano en Chile.



Cosecha



- Para determinar el efecto del tipo de malla foto selectiva sobre la calidad y condición de la fruta se tomarán 400 frutos por tratamiento, los cuales serán almacenados en una cámara de frío convencional a 1 °C en el Centro de estudios de postcosecha de la Universidad de Chile (CEPOC).
- La fruta será evaluada luego de 30 – 60 – 90 – 120 y 150 días de almacenaje. En cada evaluación se analizarán 80 frutos por tratamiento, de los cuales 20 serán utilizados para determinar índices de madurez y en los restantes se evaluarán desórdenes fisiológicos.
- Adicionalmente, para conocer el estado de llegada de la fruta al almacenaje se tomarán 20 frutos por tratamiento y se determinarán índices de madurez.

Índices de madurez



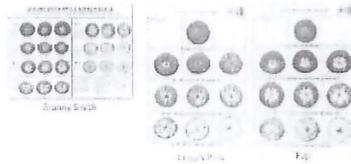
- Color de la fruta se medirá en las 3 variedades. En el caso de Granny y Fuji se utilizará la tabla de color de la asociación de exportadores, la cual se ve (1) en la foto. En el caso de Pink se usará la tabla de 4 colores de Chile.
- Color de superficie en Fuji y Grapp's Pink se determinará el % de área de su superficie.
- Firmesa será medida por medio de un puntero manual analógico con un ángulo de 30mm. La presión será ejercida en cinco lugares estratégicos equidistantes a los ejes de crecimiento de la fruta para la prueba.



Índices de madurez



- Índice de degradación de almidón será determinado por medio del test de Irgol, usando la tabla correspondiente para cada variedad.



Índices de madurez



- Sólidos solubles y ácidos: serán determinados a través de un refractómetro digital y la titulación de jugo de 5 manzanas, respectivamente.

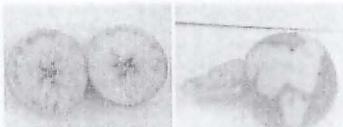


- Índice DA: será determinado por medio del instrumento DA-Meter desarrollado por la Universidad de Bologna.

Desórdenes fisiológicos



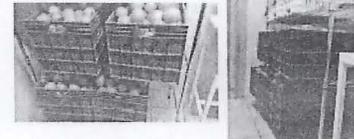
- Se evaluará y evaluará en desórdenes fisiológicos tales como biterm, biterm, biterm, presencia de rizo, necrosis superficial y necrosis interna. Para esto se utilizarán 50 manzanas las cuales al salir del frío permanecerán 7 días a temperatura ambiente.



Granny Smith



- La cosecha se realizó el día 03 de marzo de 2016.
- La fruta fue guardada en cámara de frío convencional el día 04 de marzo de 2016 en el CEPOC a 1 °C.



En desarrollo ...



**Granny Smith**



- Las salidas de frío de la fruta serán las siguientes:

Días de almacenamiento	Fecha de análisis
30	01-abril-2016
60	04-mayo-2016
90	03-junio-2016
120	02-julio-2016
150	03-agosto-2016

**Fuji**



- La cosecha se realizó el día 12 de abril de 2016
- La fruta fue guardada en cámara de frío convencional el día 13 de abril de 2016 en el CPFCO a 1°C.
- Las salidas de frío de la fruta serán las siguientes:

Días de almacenamiento	Fecha de análisis
30	13-mayo-2016
60	14-junio-2016
90	13-julio-2016
120	12-agosto-2016
150	12-septiembre-2016

**PROYECTO FIA-PYT-2015-0192**

**"Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile"**



Son una intervención de inversión de proyecto 1.7. Malla "IMPLEMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DE UNA TECNOLOGÍA INNOVADORA NO DESTRUCTIVA PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA MANZANERA EN LA REGIÓN DEL MAULE", código MIP 87 36 380 5220.

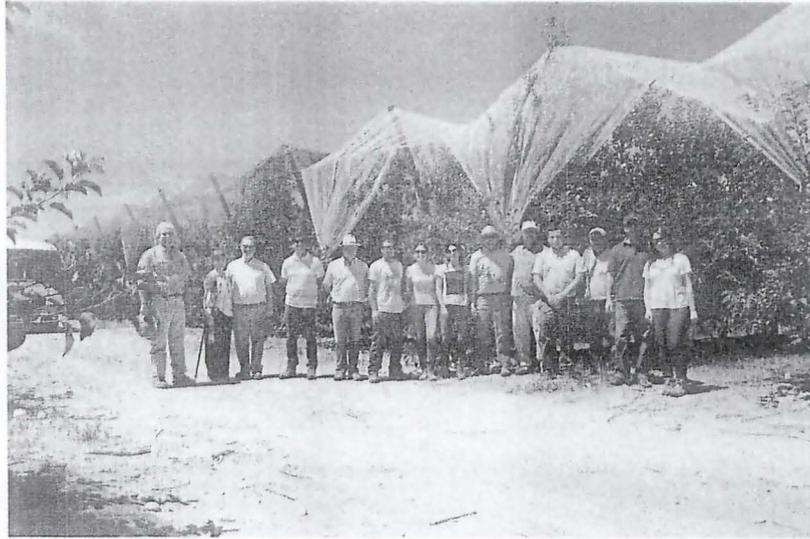
Este actividad se realizará el día martes 12 de mayo, a las 8:30 horas en el salón de eventos del Estadio español de Curicó, ubicado en Avenida España 8202.

La participación es gratuita y las cupos son limitados.



FECHA DE INICIO	FECHA
09/05/2016	12/05/2016
09/05/2016	13/05/2016
09/05/2016	14/05/2016
09/05/2016	15/05/2016
09/05/2016	16/05/2016
09/05/2016	17/05/2016
09/05/2016	18/05/2016
09/05/2016	19/05/2016
09/05/2016	20/05/2016
09/05/2016	21/05/2016
09/05/2016	22/05/2016
09/05/2016	23/05/2016
09/05/2016	24/05/2016
09/05/2016	25/05/2016
09/05/2016	26/05/2016
09/05/2016	27/05/2016
09/05/2016	28/05/2016
09/05/2016	29/05/2016
09/05/2016	30/05/2016
09/05/2016	31/05/2016
09/05/2016	01/06/2016
09/05/2016	02/06/2016
09/05/2016	03/06/2016
09/05/2016	04/06/2016
09/05/2016	05/06/2016
09/05/2016	06/06/2016
09/05/2016	07/06/2016
09/05/2016	08/06/2016
09/05/2016	09/06/2016
09/05/2016	10/06/2016
09/05/2016	11/06/2016
09/05/2016	12/06/2016
09/05/2016	13/06/2016
09/05/2016	14/06/2016
09/05/2016	15/06/2016
09/05/2016	16/06/2016
09/05/2016	17/06/2016
09/05/2016	18/06/2016
09/05/2016	19/06/2016
09/05/2016	20/06/2016
09/05/2016	21/06/2016
09/05/2016	22/06/2016
09/05/2016	23/06/2016
09/05/2016	24/06/2016
09/05/2016	25/06/2016
09/05/2016	26/06/2016
09/05/2016	27/06/2016
09/05/2016	28/06/2016
09/05/2016	29/06/2016
09/05/2016	30/06/2016
09/05/2016	01/07/2016
09/05/2016	02/07/2016
09/05/2016	03/07/2016
09/05/2016	04/07/2016
09/05/2016	05/07/2016
09/05/2016	06/07/2016
09/05/2016	07/07/2016
09/05/2016	08/07/2016
09/05/2016	09/07/2016
09/05/2016	10/07/2016
09/05/2016	11/07/2016
09/05/2016	12/07/2016
09/05/2016	13/07/2016
09/05/2016	14/07/2016
09/05/2016	15/07/2016
09/05/2016	16/07/2016
09/05/2016	17/07/2016
09/05/2016	18/07/2016
09/05/2016	19/07/2016
09/05/2016	20/07/2016
09/05/2016	21/07/2016
09/05/2016	22/07/2016
09/05/2016	23/07/2016
09/05/2016	24/07/2016
09/05/2016	25/07/2016
09/05/2016	26/07/2016
09/05/2016	27/07/2016
09/05/2016	28/07/2016
09/05/2016	29/07/2016
09/05/2016	30/07/2016
09/05/2016	31/07/2016
09/05/2016	01/08/2016
09/05/2016	02/08/2016
09/05/2016	03/08/2016
09/05/2016	04/08/2016
09/05/2016	05/08/2016
09/05/2016	06/08/2016
09/05/2016	07/08/2016
09/05/2016	08/08/2016
09/05/2016	09/08/2016
09/05/2016	10/08/2016
09/05/2016	11/08/2016
09/05/2016	12/08/2016
09/05/2016	13/08/2016
09/05/2016	14/08/2016
09/05/2016	15/08/2016
09/05/2016	16/08/2016
09/05/2016	17/08/2016
09/05/2016	18/08/2016
09/05/2016	19/08/2016
09/05/2016	20/08/2016
09/05/2016	21/08/2016
09/05/2016	22/08/2016
09/05/2016	23/08/2016
09/05/2016	24/08/2016
09/05/2016	25/08/2016
09/05/2016	26/08/2016
09/05/2016	27/08/2016
09/05/2016	28/08/2016
09/05/2016	29/08/2016
09/05/2016	30/08/2016
09/05/2016	31/08/2016
09/05/2016	01/09/2016
09/05/2016	02/09/2016
09/05/2016	03/09/2016
09/05/2016	04/09/2016
09/05/2016	05/09/2016
09/05/2016	06/09/2016
09/05/2016	07/09/2016
09/05/2016	08/09/2016
09/05/2016	09/09/2016
09/05/2016	10/09/2016
09/05/2016	11/09/2016
09/05/2016	12/09/2016
09/05/2016	13/09/2016
09/05/2016	14/09/2016
09/05/2016	15/09/2016
09/05/2016	16/09/2016
09/05/2016	17/09/2016
09/05/2016	18/09/2016
09/05/2016	19/09/2016
09/05/2016	20/09/2016
09/05/2016	21/09/2016
09/05/2016	22/09/2016
09/05/2016	23/09/2016
09/05/2016	24/09/2016
09/05/2016	25/09/2016
09/05/2016	26/09/2016
09/05/2016	27/09/2016
09/05/2016	28/09/2016
09/05/2016	29/09/2016
09/05/2016	30/09/2016
09/05/2016	01/10/2016
09/05/2016	02/10/2016
09/05/2016	03/10/2016
09/05/2016	04/10/2016
09/05/2016	05/10/2016
09/05/2016	06/10/2016
09/05/2016	07/10/2016
09/05/2016	08/10/2016
09/05/2016	09/10/2016
09/05/2016	10/10/2016
09/05/2016	11/10/2016
09/05/2016	12/10/2016
09/05/2016	13/10/2016
09/05/2016	14/10/2016
09/05/2016	15/10/2016
09/05/2016	16/10/2016
09/05/2016	17/10/2016
09/05/2016	18/10/2016
09/05/2016	19/10/2016
09/05/2016	20/10/2016
09/05/2016	21/10/2016
09/05/2016	22/10/2016
09/05/2016	23/10/2016
09/05/2016	24/10/2016
09/05/2016	25/10/2016
09/05/2016	26/10/2016
09/05/2016	27/10/2016
09/05/2016	28/10/2016
09/05/2016	29/10/2016
09/05/2016	30/10/2016
09/05/2016	31/10/2016
09/05/2016	01/11/2016
09/05/2016	02/11/2016
09/05/2016	03/11/2016
09/05/2016	04/11/2016
09/05/2016	05/11/2016
09/05/2016	06/11/2016
09/05/2016	07/11/2016
09/05/2016	08/11/2016
09/05/2016	09/11/2016
09/05/2016	10/11/2016
09/05/2016	11/11/2016
09/05/2016	12/11/2016
09/05/2016	13/11/2016
09/05/2016	14/11/2016
09/05/2016	15/11/2016
09/05/2016	16/11/2016
09/05/2016	17/11/2016
09/05/2016	18/11/2016
09/05/2016	19/11/2016
09/05/2016	20/11/2016
09/05/2016	21/11/2016
09/05/2016	22/11/2016
09/05/2016	23/11/2016
09/05/2016	24/11/2016
09/05/2016	25/11/2016
09/05/2016	26/11/2016
09/05/2016	27/11/2016
09/05/2016	28/11/2016
09/05/2016	29/11/2016
09/05/2016	30/11/2016
09/05/2016	01/12/2016
09/05/2016	02/12/2016
09/05/2016	03/12/2016
09/05/2016	04/12/2016
09/05/2016	05/12/2016
09/05/2016	06/12/2016
09/05/2016	07/12/2016
09/05/2016	08/12/2016
09/05/2016	09/12/2016
09/05/2016	10/12/2016
09/05/2016	11/12/2016
09/05/2016	12/12/2016
09/05/2016	13/12/2016
09/05/2016	14/12/2016
09/05/2016	15/12/2016
09/05/2016	16/12/2016
09/05/2016	17/12/2016
09/05/2016	18/12/2016
09/05/2016	19/12/2016
09/05/2016	20/12/2016
09/05/2016	21/12/2016
09/05/2016	22/12/2016
09/05/2016	23/12/2016
09/05/2016	24/12/2016
09/05/2016	25/12/2016
09/05/2016	26/12/2016
09/05/2016	27/12/2016
09/05/2016	28/12/2016
09/05/2016	29/12/2016
09/05/2016	30/12/2016
09/05/2016	31/12/2016

## ANEXO 18. Asistentes y presentación día de campo Linares y Yerbos Buenas.



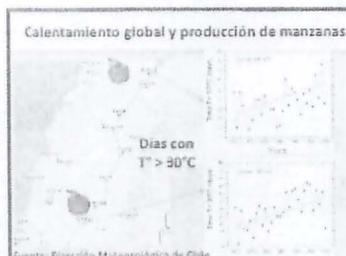
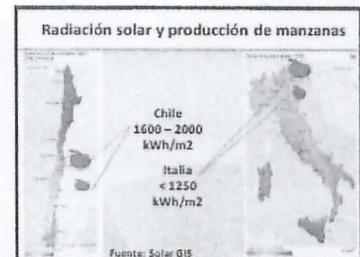
**Día de Campo 24/01/2017**

"Uso de mallas bicoloras para el control de daño por sol en manzanas"

Proyecto PVT-2015-0192

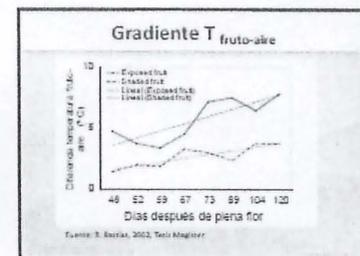
Dr. Richard M. Bastías  
Profesor de Fruticultura  
Universidad de Concepción

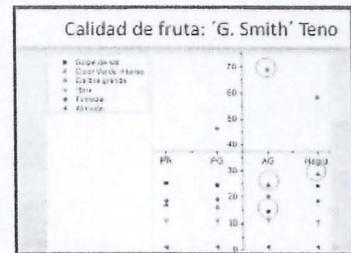
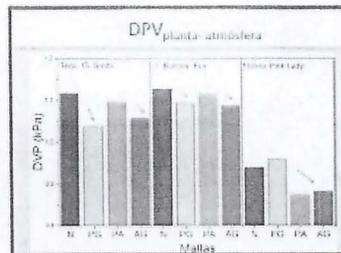
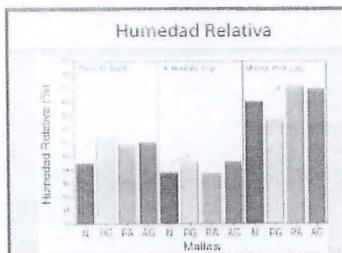
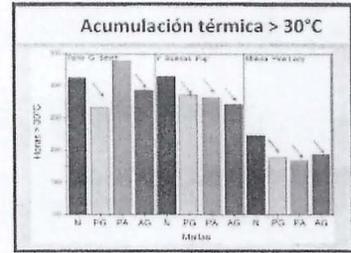
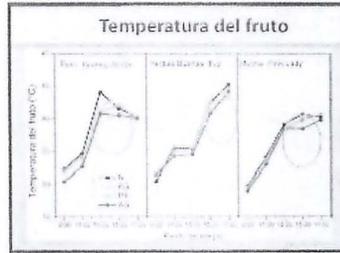
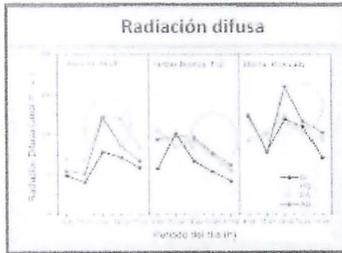
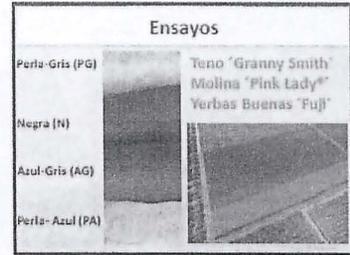
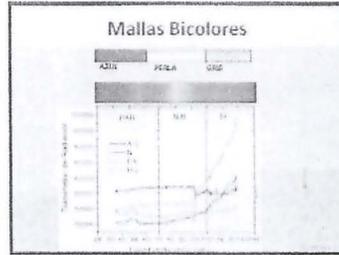
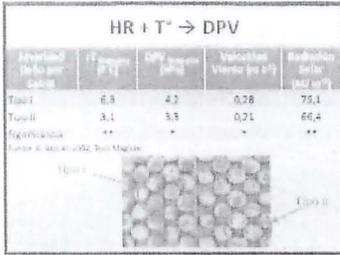
**Daño por sol afecta a muchas frutas**

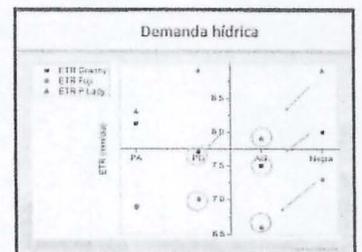
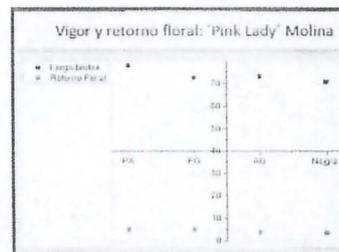
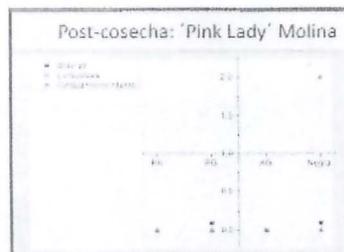
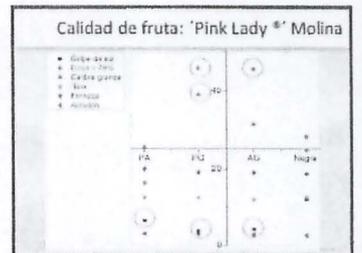
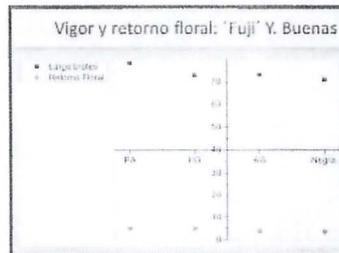
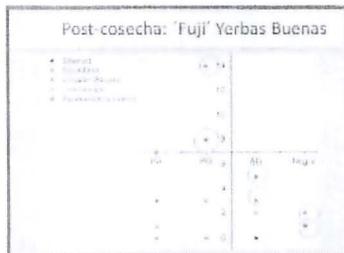
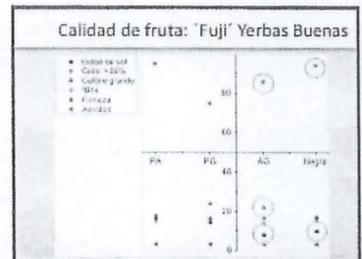
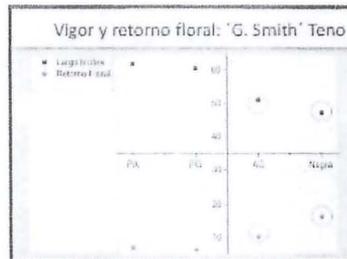
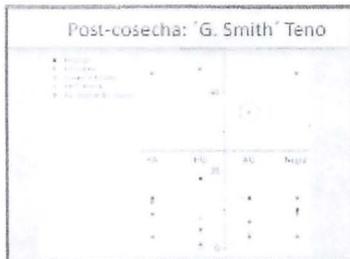


**¿Radiación o Temperatura?**

Foto-oxidación (2 – 5%) Radiación UV, Visible	Bronceado (80 – 90%) Rad. + Temp.	Necrosis (5-10%) Temp. Fruto (> 45°C)
--	---	---









#### Resumiendo...

- Daño por sol en la fruta es un problema crítico para la producción frutícola en Chile, debido a las condiciones extremas de radiación de nuestro país, a lo que se sumaría el actual patrón de calentamiento global.
- Dependiendo del sistema, este daño en manzanas tiene diferentes orígenes: radiación UV/Visible, Temperatura y/o combinación de ambos, además BPV juega un rol en la severidad del daño; complejo su manejo bajo condiciones de campo.

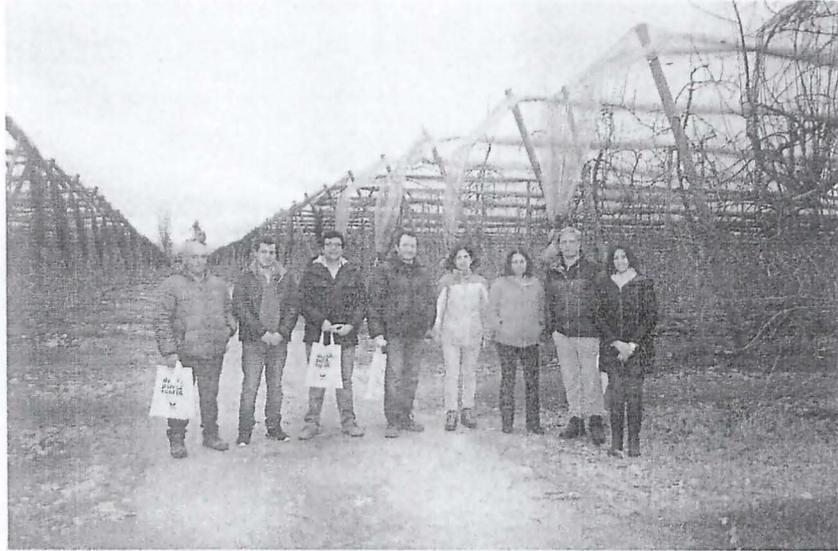
#### Resumiendo...

- Mallas bicolors proveen de una condición climática de menor estrés en los huertos en relación a la malla negra tradicional; mayor luz difusa, disminución de la temperatura y ambiente más fresco y con menor DPV.
- Para huertos de "Gussy Smith", la mejor alternativa parece ser la malla de color Azul Gris (AG); reduce en forma más efectiva el daño por sol, incrementa fruta de color verde intenso, mejora calibre y condición de fruta en almacenaje (sacardado), sin alterar *significativamente* el vigor y retorno floral de los árboles.

#### Resumiendo...

- Para huertos de "Fuji", la mejor alternativa parece ser la malla de color AS y Negra; ambas reducen en forma más efectiva el daño por sol, incrementan color de fruta, mejoran condición de fruta en almacenaje (coloración acuosa y pardeamiento interno) y no alteran el vigor y retorno floral del árbol. No obstante los frutos bajo malla AS superan en calibre a la malla negra.
- Para huertos de "Pink Lady", la mejor alternativa parece ser la malla Fielto G-It (FG) o AG; ambas reducen en forma efectiva el daño por sol, incrementa coloración y calibre de frutos, sin alterar la condición de la fruta en almacenaje, ni el vigor y retorno floral del árbol.
- Tanto las mallas AS como FG estarían reduciendo la demanda hídrica del cultivo, con potenciales beneficios en ahorro de agua y energía en la práctica del riego.

**ANEXO 19. Visita de experto Dr. Michael Rumberg, Yervas Buenas.**



**ANEXO 20. Participación en Feria Internacional de Tecnologías Agrícolas IFT-Agro, Talca (Fuente: Foto oficial FIA).**



## ANEXO 21. Artículo revista I+D+i

PROYECTO FIA

INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

# PRIVADOS Y UDEC TRAS TECNOLOGÍAS PARA PROTEGER HUERTOS

La situación productiva actual y los precios de la manzana en el mercado provocan incertidumbre en los productores respecto de la continuidad del negocio.

La manzana es uno de los principales productos frutícolas de exportación que tiene Chile. Actualmente enfrenta dificultades relacionadas con las condiciones climáticas, que inciden en la calidad de la fruta y tiene consecuencias negativas en los mercados. Un proyecto de la Universidad de Concepción y la industria, con financiamiento de la Fundación de Innovación Agraria (FIA), desarrolla soluciones tecnológicas para este problema. Las altas temperaturas y la radiación solar, por una parte, y la escasez de mano de obra, por otra, con-

figuran un escenario poco favorable para la producción de manzanas en nuestro país. Los productores están enfrentados a obtener el máximo de rendimiento, la mejor calidad de sus huertos y, además, bajar los costos de producción para ser competitivos. La situación productiva actual y los precios de la manzana en el mercado provocan incertidumbre en los productores respecto de la continuidad del negocio.

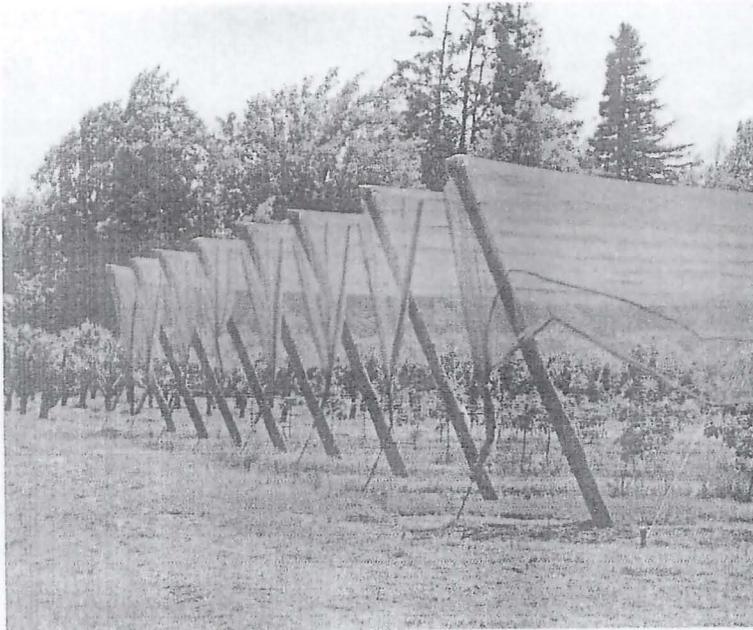
El investigador Richard Bastías, de la Facultad de Agronomía de la UdeC, conoce los dilemas a los que se ven enfrentados los productores. Con ellos comparte la idea de que para bajar los costos se deben tecnificar los huertos: hacerlos más intensivos, peatonales, con árboles más pequeños y cosecha mecanizada. Pero el desafío va más allá de estos cambios; se trata de responder de manera adecuada y duradera ante la incidencia dañina del sol en la fruta.

## EL FACTOR LUMÍNICO

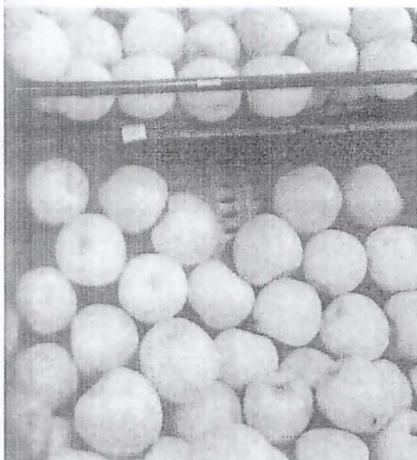
Entre 2008 y 2011 el docente realizó un doctorado en la Universidad de Bolonia, Italia, período en el que investigó los efectos fisiológicos provocados en los frutales por las modificaciones en la composición de la luz generadas por las mallas protectoras de los huertos. "En estos años trabajé utilizando mallas con distintas propiedades foto-selectivas con el propósito de estudiar de cómo eres de capaz de lograr respuestas fisiológicas beneficiosas en la plantas al modificar en un huerto la composición de la luz. Investigué cómo esta condición de luz afectaba procesos claves como la fotosíntesis y morfogénesis. Se trataba de saber cómo incorporando ciertos pigmentos en las mallas podía alterar el espectro de la luz, la calidad de la luz, y lo que esto podría traer como beneficios para la planta desde el punto de vista de la producción, de la calidad del fruto, y de las respuestas fisiológicas deseables", sostuvo.

Cuando regresó a Chile, en 2011, inició ensayos piloto en huertos protegidos con mallas con el objeto de entender lo que estaba pasando en relación con la radiación solar y la fruta. De los contactos con los productores y la industria de la manzana apareció el problema de la quemadura por la acción del sol. La complejidad de la situación se pudo apreciar la temporada pasada que fue calificada como de estrés para la manzana. Durante todo el periodo estival las temperaturas bordearon los 30 grados con resultados negativos en la calidad del producto.

Para Richard Bastías "nuestra manzana crece en condiciones de radiación demasiado extremas". Señala a modo de ejemplo que en el norte de Italia, donde se concentra el 70 por ciento de la producción de manzanas de toda Europa, los índices de radiación en términos de incidencia son un 30 por ciento más bajos que los existentes en Chile.



## INNOVADORAS DE MANZANOS



“Cuando nosotros iniciamos el estudio de este problema muchos productores comenzaron a traer mallas desde fuera, para probar; pero los estudios conjuntos que hicimos nos permitieron darnos cuenta de que las mallas que estaban introduciendo no funcionan para nuestras condiciones, por una cuestión muy simple: porque los niveles de radiación que hay en Chile son demasiado altos, muy superiores a los niveles de radiación solar donde se están fabricando estas mallas”, explica el profesional.

### MALLAS PROTECTORAS “MADE IN CHILE”

Los resultados de los ensayos piloto y las experiencias fallidas con las mallas importadas llevan al investigador a proponer el desarrollo de un trabajo basado en el concepto de modificar la composición de la luz. De una decisión conjunta con los productores surge 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.*

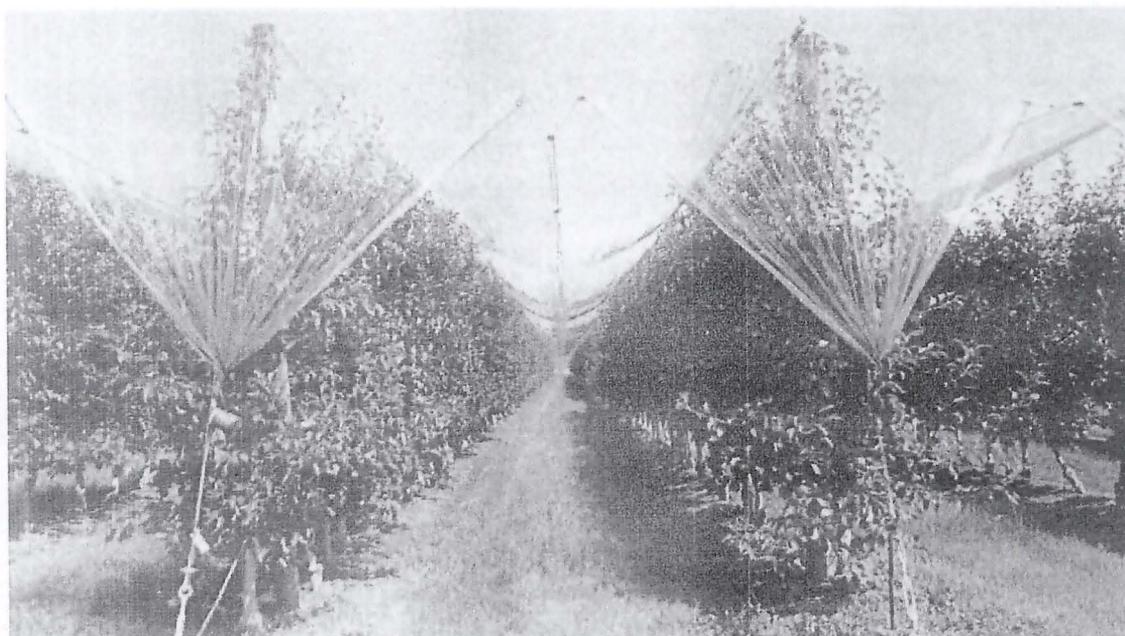
“En términos simples nuestro objetivo es reducir de manera más efectiva el daño por sol y mejorar la calidad de la condición de la fruta mediante la fabricación de mallas ‘made in Chile’ para proteger los huertos y, además, bajar los costos de producción”, indica el docente. En la etapa actual del proyecto, el investigador trabaja en proporcionar a los fabricantes de mallas “las especificaciones técnicas y los pigmentos de esa composición de luz que buscamos y que no existe hoy día con las mallas que hay, que nos permitan tener una condición de luz menos estresante y menos dañina planta y, por otro lado, para que la calidad y la condición de su fruta sea distinta y, así, obtener un huerto más eficiente desde el punto de vista del uso de la luz”. Destaca la participación en el proyecto de una empresa que tiene la experiencia de la fabricación y la distribución de mallas “por lo cual entienden muy bien el concepto económico que hay detrás”. La iniciativa, que encabeza Bastías, se desarrolla gracias a la participación asociada de la Universidad de Concepción como organismo ejecutor-, la Fundación para el De-

sarrollo Frutícola, la empresa fabricante de mallas Delsantek, las industrias Unifrutí, Copefrut y tres productores de manzanas verdes (*Granny Smith*) y rojas (*Fuji* y *Pink Lady*). Tiene una duración de tres años y cuenta con financiamiento de 154 millones de pesos, de los cuales la Fundación de Innovación Agraria (FIA) aporta el 60% de los recursos y los restantes provienen de la UdeC y las entidades privadas asociadas.

Las variedades de manzanas que son objeto del proyecto se encuentran entre las más susceptibles a la acción de los rayos solares. En Chile hay una superficie de 7 mil hectáreas de *Granny Smith*, y 24 mil de variedades rojas, incluyendo *Fuji* y *Pink Lady*. Richard Bastías comenta que en el caso de la *Granny Smith* - que es la única variedad verde en el mundo- existe un creciente nicho de mercado con consumidores de productos verdes “y que exige que la fruta sea verde”, lo que en Chile no es posible en las condiciones presentes. De ahí el interés de los privados de invertir en este tipo de innovación.

## ANEXO 22. Artículo revista Frutícola

# Uso de mallas en huertos de manzanos: Parte I. Consideraciones en el diseño, propiedades radiométricas y respuestas de interés agronómico



LA PROTECCIÓN DE LOS  
HUERTOS CON MALLAS  
PARA DISMINUIR  
LAS PÉRDIDAS  
ECONÓMICAS ORIGINADAS  
POR EVENTOS CLIMÁTICOS  
ADVERSOS COMO TAMBIÉN  
DEL ATAQUE DE PLAGAS ES  
UNA TÉCNICA QUE SE ESTÁ  
EXPANDIENDO EN DIFERENTES  
ZONAS PRODUCTORAS DE  
MANZANAS EN EL MUNDO.

RICHARD M. BASTÍAS,  
MARÍA JOSÉ LEYTON,  
RODRIGO VALENZUELA,  
CATALINA UMANZOR  
Facultad de Agronomía  
Universidad de Concepción,  
Chile.

LUCA CORELLI-GRAPPADELLI  
Dipartimento di Scienze Agrarie  
Alma Mater Studiorum –  
Università di Bologna, Italia.

### INTRODUCCIÓN

La innovación en el desarrollo de sistemas de huertos de manzanos que aseguren una mayor eficiencia en el uso de recursos, y a su vez un mayor potencial de productividad y de calidad de fruta, se ha transformado en una premisa para mantener la competitividad de este sector frutícola. En este contexto, la protección de los huertos con mallas para disminuir las pérdidas económicas originadas por eventos climáticos adversos (exceso de radiación solar, granizadas y viento) como también del ataque de plagas (pájaros, insectos) es una técnica que se está expandiendo en diferentes zonas productoras de manzanas del mundo.

En Europa la instalación de mallas resulta ser necesaria para disminuir el daño por granizos que afecta a los huertos de manzanos y perales en estados de floración y cuajado de frutos, y que en los últimos años se ha hecho cada vez más frecuente debido a posibles efectos del cambio climático global. En estos países existen diferentes tipos de instalaciones de mallas antigranizo las que varían en cuanto al color de malla (negras, cristales y roja) y a la estructura de instalación dependiendo del diseño de plantación de los huertos, capacidad de financiamiento de los productores y localidad geográfica (Foto 1).

Bajo las condiciones climáticas de Chile, las mallas se están introduciendo para reducir el estrés causado por los altos niveles de radiación solar y temperaturas extremas existentes en nuestro país, especialmente el daño por quemadura de sol en los frutos, cuyo problema puede significar un descarte de fruta en el huerto del orden del 40%. Actualmente existen pruebas con mallas del tipo monofilamento de color negro, blanco y rojo instaladas en diferentes tipos de estructuras (Foto 2).

Si bien estas mallas permiten aminorar el daño por sol en la fruta, su efectividad para controlar este problema es solo relativa dependiendo del tipo de variedad, localidad geográfica y temporada agrícola. Además, existe poca información sobre las consideraciones técnicas que deben tener en cuenta los productores de manzanos al momento de definir el tipo de malla a elegir en términos de color y diseño, y para cada propósito perseguido. Del mismo modo, no existe suficientes antecedentes sobre como las mallas modifican el micro-clima luminoso de los huertos y su impacto en respuestas de interés agronómico para este cultivo.

#### DISEÑO DE MALLA: PROPIEDADES MECÁNICAS Y RADIOMÉTRICAS

Las mallas más comúnmente fabricadas en el mercado son del tipo raschel y monofilamento, las cuales varían tanto en el tipo de tejido como en el grosor y densidad de sus hilos (Foto 3). Las mallas del tipo raschel son habitualmente utilizadas

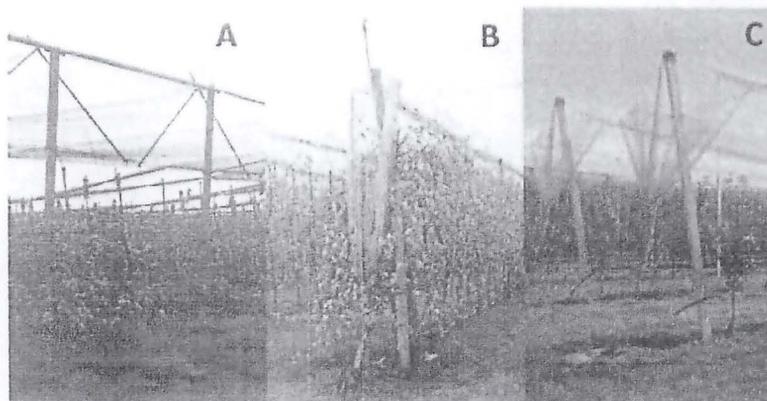


FOTO 1. Mallas de color negro (A), cristal (B) y rojo (C) establecidas en distintas estructuras de instalación para la protección de huertos de peral y manzano del daño por granizo. Ferrara, Italia.

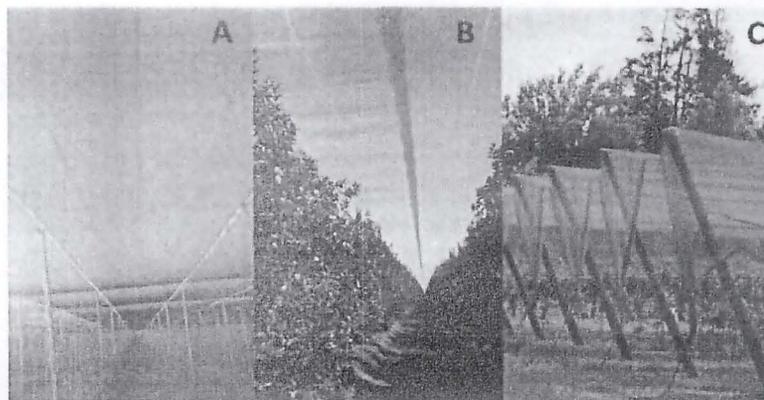


FOTO 2. Mallas de color negro (A), blanco (B) y rojo (C) establecidas en distintas estructuras de instalación para la protección de huertos de manzano del daño por golpe de sol en la fruta. Localidades de Teno, Molina y Chillán, Chile.

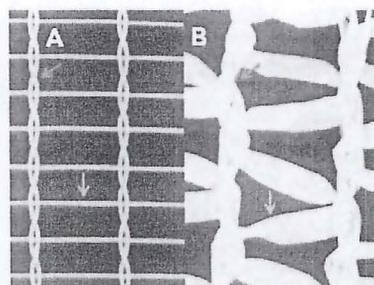


FOTO 3. Diseño de malla blanca del tipo monofilamento (A) y raschel (B). Las flechas rojas indican el tejido de la urdimbre y las flechas verdes indican las tramas.

cuando el propósito es generar mayor capacidad de sombreado en el huerto, mientras que las del tipo monofilamento se utilizan con doble propósito, sombreado y control de granizo. Estudios llevados a cabo a nivel de laboratorio demuestran que la resistencia mecánica de la malla tipo monofilamento es superior a la del tipo raschel, además su resistencia varía en el sentido de la trama o en el sentido de la urdimbre (Foto 3). La malla monofilamento presenta una mayor resistencia mecánica a la tensión en el sentido de las tramas, mientras que la malla raschel posee una mayor resistencia a la tensión en el sentido de la urdimbre (Foto 3).

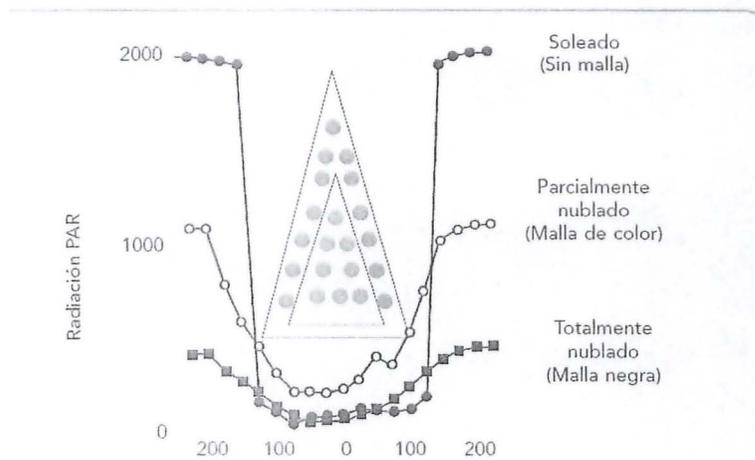


Además de ejercer un efecto sobre la intensidad de radiación PAR, las mallas influyen también sobre la proporción de luz difusa. Las mallas fabricadas con colores de hilo claro (rojo, amarillo, blanco, perla, etc.) poseen una mayor capacidad de descomponer la radiación PAR directa en difusa, en comparación a aquellas mallas fabricadas con hilos de color negro. El aporte de luz difusa de las mallas juega un rol importante en la penetración de luz al interior de la canopia de los árboles y podría ayudar a mitigar en parte la falta de coloración de frutos en sectores más sombríos del árbol (Foto 4). Este efecto es análogo al que ejerce un día parcialmente nublado sobre el aumento de la penetración disponible de la luz en las zonas más sombrías de los árboles en relación a días totalmente soleados o nublados (Figura 2). En este caso los huertos bajo mallas fabricadas con hilos de color claro simulan a una condición de día parcialmente nublado, mientras que los huertos bajo mallas fabricadas con hilos de color negro simulan a una condición de día totalmente nublado, lo que influye directamente sobre la disponibilidad de luz en sectores más sombríos del árbol en que la fruta carece de coloración (Figura 2).

La proporción de luz difusa que aporta cada tipo malla varía ampliamente dependiendo de los pigmentos (color) empleado en su fabricación. Una malla del tipo Raschel Roja al 30% aporta un 8% más de luz difusa en relación a una malla del tipo Raschel Gris diseñada con el mismo tipo de tejido y distancia de tramas y urdimbre. Del mismo modo, una malla monofilamento de color Perla aporta un 2% más de luz difusa en relación a una malla monofilamento Roja y un 10% más en relación a una malla monofilamento de color Negro (Cuadro 1).

Recientes estudios indican que aquellas mallas que confieren una mayor proporción de luz PAR difusa en relación a la cantidad de luz PAR directa reducen en forma más efectiva la temperatura superficial de los frutos, asegurando con ello un control más efectivo del daño por quemadura de sol y a su vez un incremento mayor en la coloración roja de los frutos (Foto 5).

FIGURA 2. Analogía del efecto malla sobre la penetración de la luz en la canopia de los árboles para un día totalmente soleado (sin malla), parcialmente nublado (malla de color) y totalmente nublado (malla negra) (Adaptado de Luca Corelli-Grappadelli, 2003).



CUADRO 1. Proporción de luz difusa que aportan diferentes colores de mallas del tipo Raschel y Monofilamento.

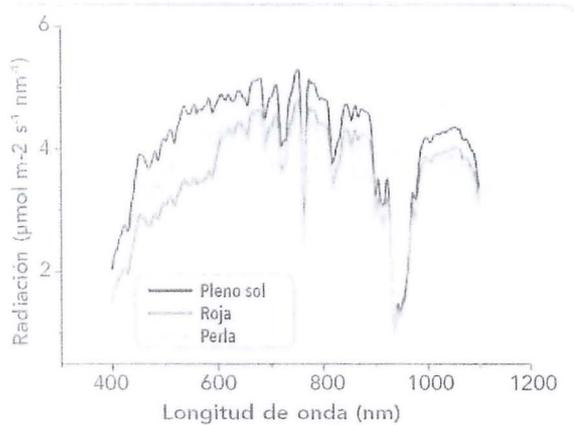
Color de malla	Diseño	PAR difusa
Pleno sol (sin malla)	-	12%
Gris 30%	Raschel	22%
Azul 30%	Raschel	25%
Roja 30%	Raschel	30%
Perla 20%	Monofilamento	21%
Roja 20%	Monofilamento	19%
Negra 18%	Monofilamento	11%

Adaptado de Shahak et al., 2004; Bastías y Corelli-Grappadelli, 2012.



FOTO 5. Apariencia visual de manzanas 'Fuji' creciendo bajo malla de color con una alta proporción de radiación PAR difusa; fruta sin daño y buen desarrollo de color (A) y bajo condiciones a pleno sol (sin malla) con una alta proporción de radiación PAR directa; fruta dañada por sol y escaso desarrollo de color (B). Chillán, Chile.

FIGURA 3. Patrón de transmisión espectral de la radiación solar bajo malla monofilamento de color Rojo y Perla (Adaptado de Bastías et al., 2011).



#### MALLAS DE COLOR Y COMPOSICIÓN DEL ESPECTRO DE LA LUZ

Además de afectar la disponibilidad de luz difusa, el color de la malla juega un rol importante también sobre la composición del espectro de la luz. En la actualidad y en diferentes zonas del mundo se promueve la utilización de mallas de color Rojo y Perla (blanca perlada) para nuevas plantaciones de manzanos. Mediante estudios desarrollados a nivel de laboratorio y de campo se ha demostrado que el patrón de transmisión espectral de la luz entre ambas mallas es muy distinto; bajo la malla Perla el espectro de luz no difiere en relación a la condición sin malla (pleno sol), mientras que en el caso de la malla Roja este sí cambia ampliamente. La malla roja reduce la transmisión de radiación en el espectro de luz azul (400 – 500 nm) y la incrementa en el espectro de luz roja (600 – 700 nm), rojo lejano (700 – 800 nm) e infra-rojo cercano (700 – 1100 nm) (Figura 3).

Esta modificación de transmisión espectral de la luz ejerce un efecto sobre la activación e inactivación de foto-receptores específicos en la planta como son fitocromos y criptocromos. Estos foto-receptores son encargados de regular el crecimiento y desarrollo de brotes. De esta manera, la malla Roja al otorgar una mayor proporción de luz roja en relación a la luz azul (Figura

FIGURA 4. Peso de poda invernal en huertos de manzanos cv. Fuji plantado bajo malla de color Perla y Roja. Chillán, Chile.

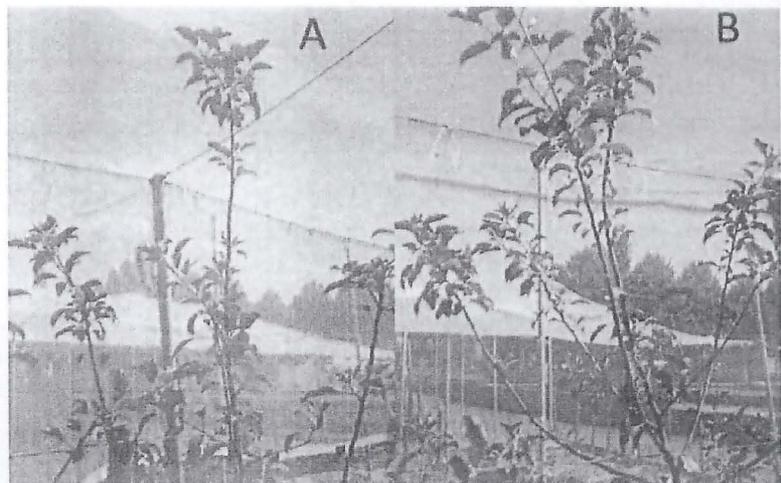
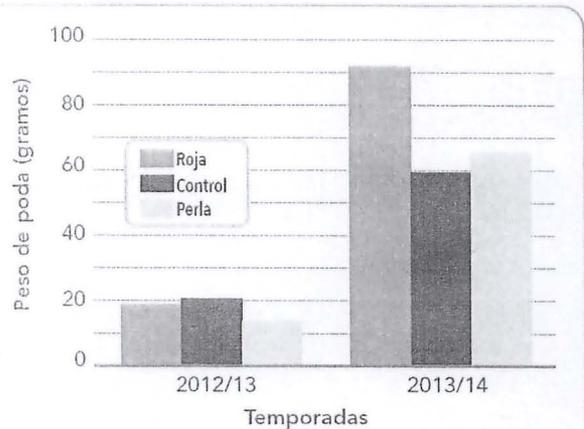


FOTO 6. Diferencias de desarrollo vegetativo en manzanos 'Fuji' creciendo bajo malla de color Perla (A) y Roja (B). Bolonia, Italia.

3) estaría promoviendo un mayor desarrollo en el largo y número de brotes en los árboles debido a que bajo esta condición de luz se produce una inactivación en la actividad de criptocromos específicos y el aumento en la síntesis de giberelinas que estimulan una mayor elongación y desarrollo de brotes (Foto 6).

Este incremento en el crecimiento y desarrollo vegetativo de los árboles bajo malla Roja tiene un impacto directo sobre la cantidad de material a remover durante la poda invernal. Mediante

ensayos realizados en Chile se ha podido determinar que durante dos temporadas consecutivas la malla Roja incrementó el peso de poda invernal en huertos de la variedad Fuji (Figura 4). En este caso se estimó que para la temporada 2012/13 el peso de poda invernal bajo la malla Roja fue un 6% superior a la malla Perla, mientras que para la temporada 2013/14 este valor ascendió a un 40% (Figura 4). El efecto del tipo de malla (color en este caso) sobre el vigor de los árboles es un aspecto técnico relevante, considerando

que podría estar incidiendo directamente sobre el costo de la labor de poda, algo muy determinante en el desarrollo de huertos modernos para el caso del manzano.

#### EFFECTIVIDAD DE RALEO QUÍMICO Y REQUERIMIENTOS DE RIEGO BAJO MALLAS

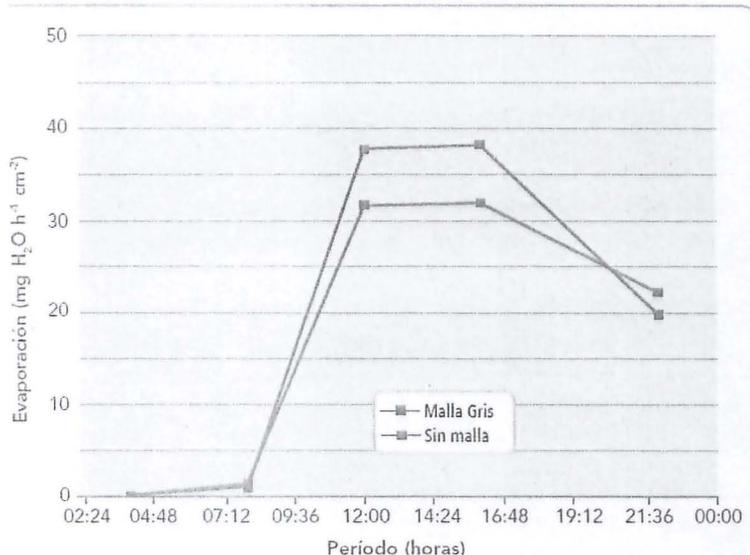
Una reducción en la disponibilidad de luz PAR bajo mallas opacas (negras o grises), acompañado de la baja proporción de luz difusa son factores que condicionan una menor fotosíntesis de la planta y por tanto podrían limitar parcialmente el suministro de carbohidratos para el adecuado desarrollo de frutos. Se ha descrito que esta condición de bajo suministro de carbohidratos influye en la mayor caída de éstos y por ende en una mejor efectividad de raleo químico. Aunque los antecedentes en esta materia son aun escasos, existen datos que indican que en variedades como Gala, la tasa de caída de frutos post-raleo químico bajo malla negra al 18% puede superar entre 15 – 20% a la tasa de caída de frutos de los árboles creciendo sin malla. Por tanto, existe la necesidad de desarrollar protocolos adecuados para ajustar los tratamientos de raleo químico a las condiciones de radiación existentes en los huertos bajo mallas.

Finalmente, y no menos relevante, es el efecto la malla en la tasa de evaporación de la planta y por ende sobre las necesidades de riego del cultivo. Según antecedentes recientes la utilización de malla Gris al 30% en huertos de manzanos estaría disminuyendo la cantidad de agua evaporada desde el suelo en un 16% para el periodo más cálido del día (Figura 5), indicando la necesidad de realizar ajuste en el manejo del riego en huertos plantados bajo mallas, tanto en cuanto al tiempo y a la frecuencia del agua aportada.

#### CONCLUSIONES

- El uso de malla es una tecnología que se está expandiendo en huertos de manzanos de diferentes zonas productoras del mundo, existiendo una amplia diversidad de mallas en cuanto a colores y estructuras de instalación.

FIGURA 5. Evaporación de agua desde el suelo en huertos de manzanos plantado bajo la condición de malla Gris al 30% y sin malla. Bolonia, Italia.



- Dependiendo del diseño (color, tejido) las mallas alteran ampliamente el microclima luminoso de los huertos en términos de intensidad de radiación PAR y UV, proporción de luz difusa y espectro de la luz solar.

- La reducción en la intensidad de radiación UV bajo mallas ocurre a una mayor proporción en relación a la radiación PAR, siendo una limitante para el desarrollo de color y maduración de los frutos.

- Bajo las condiciones climáticas de Chile, el uso de mallas monofilamento al 18% es insuficiente para reducir la intensidad de radiación solar a los niveles deseados para evitar daño por quemadura de sol en la fruta.

- El color de la malla es determinante en la proporción de luz difusa, cuyo componente de la radiación es favorable para el desarrollo de color de frutos y reducción en la incidencia de golpe de sol.

- El espectro de la luz solar se ve ampliamente alterado en huertos de manzanos cultivados bajo mallas de color, influyendo sobre el vigor y crecimiento de los árboles y por ende sobre la cantidad de material a podar durante la poda invernal.

- Aspectos como la tasa de caída de frutos y la evaporación de agua desde el

suelo se ven ampliamente afectados por la malla, demostrando la necesidad de realizar ajustes en las prácticas de raleo y riego bajo esta condición particular de cultivo. RF

#### REFERENCIAS

BASTÍAS, R.M. AND L. CORELLI-GRAPPADELLI. 2012. Light quality management in fruit orchards: Physiological and technological aspects. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 72 (4): 574 – 581.

BASTÍAS, R.M., LOSCIALE, P., CHIECO, C., ROSSI, F. AND CORELLI GRAPPADELLI, L. 2011. Physiological aspects affected by photosensitive nets in apple: Preliminary studies. *Acta Horticulturae* 907: 217 - 220.

CORELLI-GRAPPADELLI, L. 2003. Light Relations, p. 195 – 216. In: D.C., Ferree and I.J. Warrington (eds). *Apples: Botany, Production and Uses*. CAB International.

SHAHAK, Y., GUSSAKOVSKY, E., COHEN, Y., LURIE, S., STERN, R., KFIR, S., NAOR, A., ATZMON, I., DORON, I. AND GREENBLAT-AVRON, Y. 2004. ColorNets: A new approach for light manipulation in fruit trees. *Acta Horticulturae*, 636: 609 – 616.

## ANEXO 23. Artículo revista Mundo Agro vol. 90



SI BIEN EL USO DE MALLAS EN MANZANOS PROTEGE AL HUERTO DE MÚLTIPLES RIESGOS, PUEDE FAVORECER PROBLEMAS PRODUCTIVOS. ASPECTOS A CONSIDERAR ANTES DE SU INSTALACIÓN.



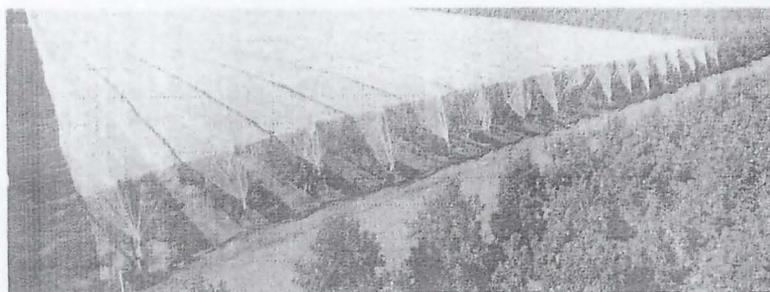
DR. RICHARD M. BASTÍAS  
PROFESOR DE FRUTICULTURA  
LABORATORIO DE FISIOLÓGIA Y  
MANEJO DE FRUTALES FACULTAD DE AGRONOMÍA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, CHILE

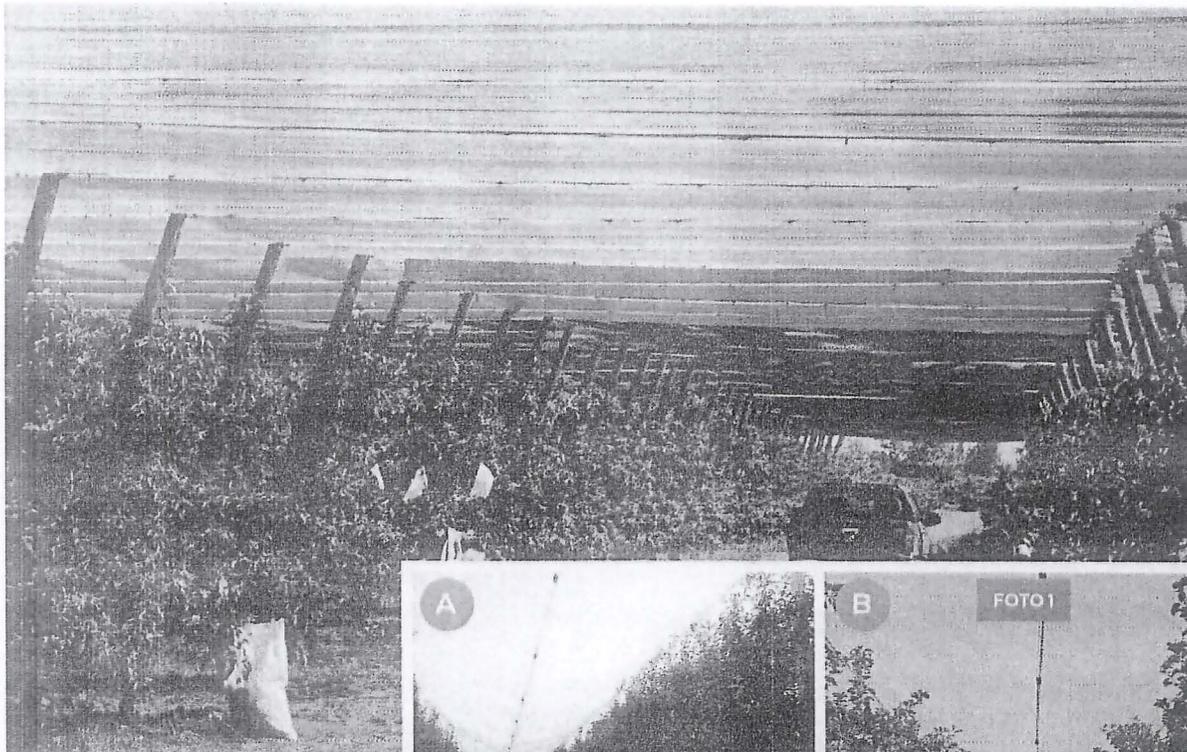
**LA PROTECCIÓN** de los huertos con mallas para disminuir las pérdidas económicas originadas por eventos climáticos adversos (exceso de radiación solar, granizadas y viento) como también del ataque de plagas (pájaros, insectos)

es una técnica que se expande en diferentes zonas productoras de manzanos del mundo. En las principales zonas productoras de manzanos de países europeos como Suiza, Alemania, Italia y España, la instalación de mallas resulta necesaria para

disminuir el daño por granizos que afecta a los huertos de manzanos y perales y que en los últimos años se ha hecho cada vez más frecuente debido a posibles efectos del cambio climático global (Foto 1).

Bajo las condiciones climáticas de Chile el uso de mallas está orientado a la reducción del estrés causado por los altos niveles de radiación solar y temperaturas extremas, especialmente el daño por quemadura de sol en los frutos. Si bien el uso de malla permite aminorar en parte el daño por sol en la fruta, su efectividad en Chile varía dependiendo de la variedad, localidad geográfica y condición climática; además es común encontrar huertos en que la utilización de mallas está dando ori-





gen a problemas productivos como excesivo vigor de los árboles, falta de color en la fruta y disminución del retorno floral. El presente artículo entrega algunas consideraciones técnicas que debiera tomar en cuenta un productor de manzanas al momento de definir un proyecto de instalación de mallas.

#### INSTALACIÓN

En el mercado existe la disponibilidad de mallas del tipo raschel y monofilamento; ambas mallas difieren tanto en el tipo de tejido como en el grosor y densidad de sus hilos (Foto 2). Las mallas tipo raschel son



habitualmente utilizadas cuando el propósito es generar mayor capacidad de sombreado en el huerto, mientras que las del tipo monofilamento se utilizan con doble propósito: sombreado y control de daño por granizo.

Mediante pruebas de materiales se ha demostrado que la resistencia mecánica de la malla tipo monofilamento es superior a la del tipo raschel, presentando una mayor

durabilidad en tiempo. Dicha resistencia mecánica varía con el tejido; así una malla monofilamento presenta mayor resistencia mecánica a la tensión en el sentido de las tramas, mientras que la malla raschel posee una mayor resistencia a la tensión en el sentido de la urdiembre (Foto 2).

Este aspecto técnico resulta gravitante al momento de definir la orientación en que serán colocadas las mallas, pues determina la capa-



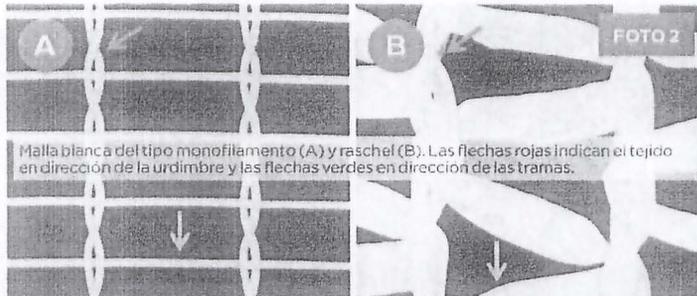
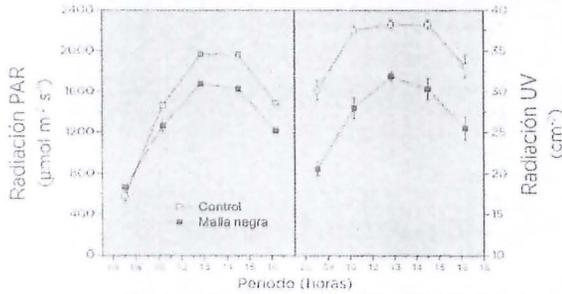
Mallas con solicitud de patente N°201601634 denominada "Malla bicolor que evita el daño de la fruta por causa de la acción, de la radiación solar directa y de las altas temperaturas"

# DELSANTEK S.A.

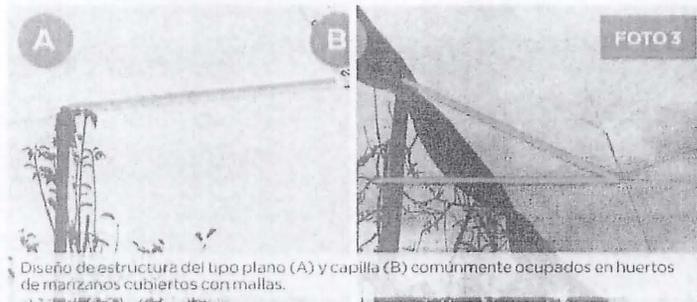
[www.delsantek.cl](http://www.delsantek.cl)

FIGURA 1  
PATRÓN DE RADIACIÓN

Patrón diario de radiación PAR (A) y UV (B) medido al interior y exterior de una malla negra al 18% comúnmente utilizada para el control de golpe de sol en huertos de manzanos, Los Angeles, Chile (Fuente: Bastias et al., 2015)



Malla blanca del tipo monofilamento (A) y raschel (B). Las flechas rojas indican el tejido en dirección de la urdimbre y las flechas verdes en dirección de las tramas.



Diseño de estructura del tipo plano (A) y capilla (B) comúnmente ocupados en huertos de manzanos cubiertos con mallas.

idad de durabilidad del material frente a la tensión que se genera por el viento o por el procedimiento mismo de instalación, en términos de apertura y cierre de mallas durante la temporada.

Por otra parte, el diseño de la estructura de soporte también juega un rol importante en la funcionalidad de la malla. Al respecto existen dos diseños de estructuras bastante difundidos; el primero que corresponde a una estructura plana y el segundo a una estructura tipo capilla (Foto 3).

Por lo general se recomienda el uso de estructura tipo capilla bajo condiciones climáticas con mayor frecuencia de granizadas; de esta manera la inclinación que se origina en el diseño de capilla permite una adecuada descarga de los granizos evitando así el colapso de la estructura debido al peso por el hielo acumulado sobre las mallas. Resulta importante destacar que el diseño de la estructura influye también sobre la transmisión de la luz; así en estructuras tipo capilla con mayor ángulo de inclinación se podrá lograr una mayor transmisión de la luz, en relación a aquellas estructuras del tipo plano.

PROPIEDADES LUMÍNICAS

El diseño en términos de tejido y color de malla ejerce también un efecto importante sobre las propiedades radiométricas de transmisión de la luz. Tanto la disponibilidad de radiación fotosintéticamente activa (PAR) como de radiación ultravioleta (UV) dismi-



www.empackagricola.cl

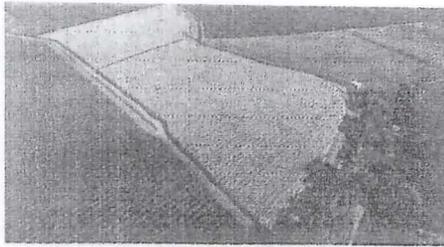
Mallas para Frutales EMPACK

Tecnología de punta para la protección de sus cultivos



EMPACK LTDA (56-2) 2569 7500 / agricola@empack.cl





## INNOVACIÓN EN CHILE

En la actualidad y gracias al financiamiento de FIA al Proyecto PYI-2015-0192, "Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile", la Universidad de Concepción en asociación con la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF), las industrias Unifrutti y Copefrut, los productores de manzanos Agrícola Coigue y Gonzalo Prado, y el fabricante de mallas Delsantek S.A. se encuentran evaluando nuevos materiales de mallas desarrolladas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas del cultivo del manzano en Chile. A través de ensayos comerciales ubicados en diferentes localidades de la Región de Maule se están estudiando diversos prototipos de mallas monofilamentos que incluyen diferentes configuraciones de hilos de diferentes colores.

Los resultados a la fecha con estos nuevos materiales han sido muy satisfactorios tanto por su mayor efectividad en el control de daño por sol en las manzanas como también por las mejoras que otorgan estas nuevas mallas en términos de calidad y condición de la fruta en post-cosecha. Esta tecnología actualmente se encuentra protegida a través de una solicitud de patente y ha sido licenciada a la empresa.

nuye notablemente bajo las mallas (Figura 1).

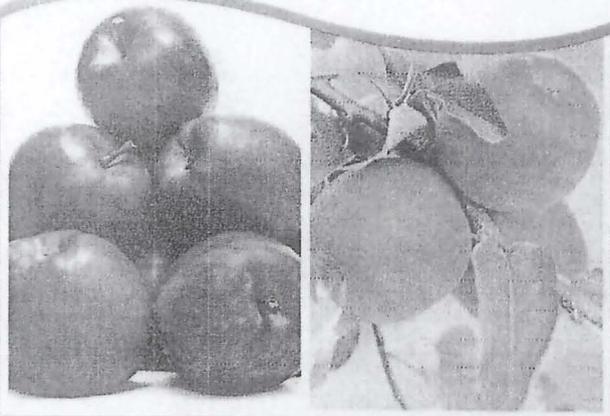
La cobertura de huertos de manzanos con malla negra al 18% (comúnmente utilizada en Chile) afecta claramente el patrón diario de transmisión de radiación PAR. Esta malla reduce en promedio la transmisión diaria de PAR en un 14%, cuyos valores varían diariamente desde un 13% en horas cercanas al medio día, hasta un 18% durante el transcurso de la tarde (Figura 1). El impacto que pueda tener esta reducción en la disponibilidad de luz sobre la productividad del huerto está estrechamente relacionado con la capacidad de fotosíntesis del árbol.

Se ha determinado que el punto lumínico de saturación de la fotosíntesis para la "Whole Canopy" del manzano se alcanza con niveles muy superiores al de una hoja expuesta a la luz, y cuyo valor se mueve en torno a los 1.000 y 1.500 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> de radiación PAR, y el que se alcanza antes del mediodía; momento de mayor conductancia estomática (Lakso, 1994).

Al observar la Figura 1 se aprecia que bajo malla negra al 18% los niveles de luz PAR medidos antes del mediodía se mueven en un rango casi al límite de lo esperable, por lo que un mayor porcentaje de sombreado podría resultar limitante para la fotosíntesis en huertos cubiertos bajo este tipo de malla. En este contexto

30 años  
**Olmos**  
Vivero Frutales Frut

LA MEJOR CALIDAD EN  
PLANTAS DE MANZANOS



GALAVAL<sup>cv</sup> JUGALA<sup>cv</sup> FUJI FUBRAX<sup>cv</sup>  
Baigent<sup>cv</sup>  
ROSY GLOW<sup>cv</sup> BROOKFIELD

Acceda a la ventana comercial  
que necesita a través  
de nuestras variedades

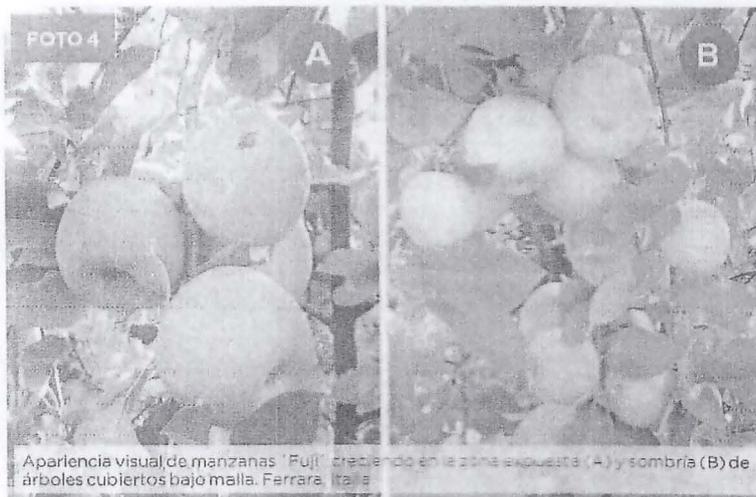


[www.losolmos.cl](http://www.losolmos.cl)

es de suma importancia considerar que la utilización de una malla con una mayor capacidad de sombreado para un control más efectivo de daño por sol en fruta puede ser contraproducente desde el punto de vista productivo, al alterar negativamente el desarrollo floral y la fructificación; esto último es común de encontrar en huertos de manzano y peral en los que se utiliza, por ejemplo, malla negra tipo raschel al 25 % de sombra para prevenir daño por sol en la fruta.

Otro componente lumínico que se ve alterado bajo mallas es la transmisión de radiación UV, cuya magnitud de cambio es superior que la luz PAR, siendo en promedio un 30% más baja. Este efecto se debe a que los aditivos anti-UV, que se incorporan en el proceso de fabricación de las mallas para garantizar su mayor duración, actúan como un verdadero filtro para este componente de la luz solar.

La luz UV es esencial para la



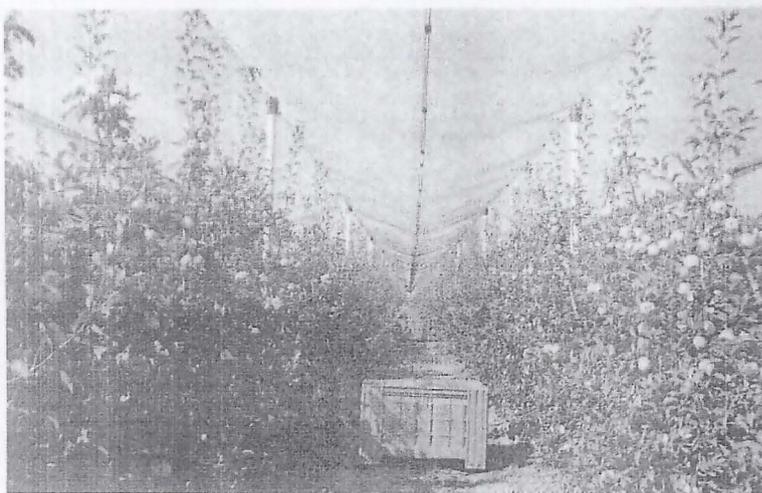
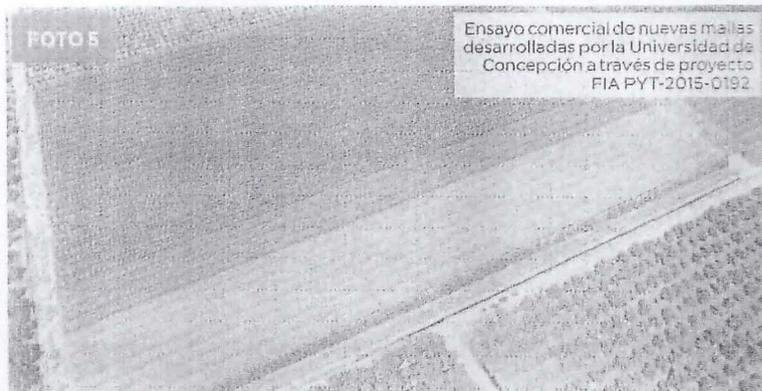
síntesis de antocianinas, desarrollo de color y maduración de frutos (Corelli-Grappadelli, 2003). Por tanto una reducción en la intensidad de luz UV del orden del 30% como la que se registra bajo malla negra (Figura 1), resultaría limitan-

te para estos procesos fisiológicos, lo que explica la baja coloración y retardo de maduración que normalmente alcanza la fruta en sectores más sombríos de los árboles en huertos de manzano cubiertos bajo malla (Foto 4).

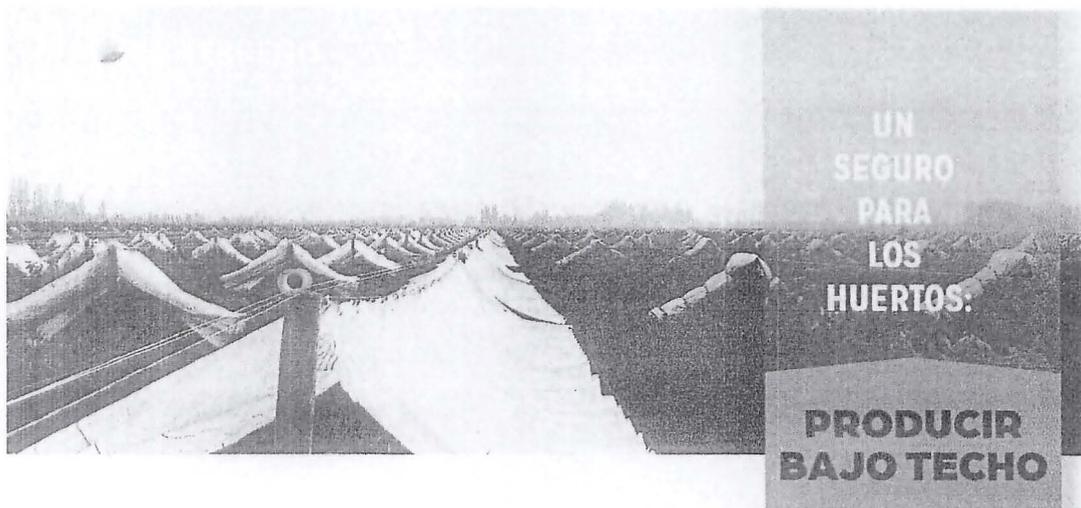
Además de ejercer un efecto sobre la intensidad de radiación PAR, las mallas influyen también sobre la preparación de luz difusa. Las mallas fabricadas con colores diferentes al negro poseen una mayor capacidad de descomponer la radiación PAR directa en difusa.

El aporte de luz difusa de las mallas juega un rol importante en la penetración de luz al interior de la copa de los árboles y podría ayudar a mitigar en parte la falta de coloración de frutos en sectores más sombríos del árbol (Foto 4). No obstante esto todavía no ha sido del todo demostrado y de hecho la utilización de mallas de color blanco o rojo no aseguran siempre un mayor desarrollo de color en la fruta, por lo que en la mayoría de los casos se debe recurrir a complementar su uso con la instalación de cubiertas reflectantes entre la hilera del tipo Extenday®, y que actualmente es una práctica común en los huertos de Chile.

Artículo previamente publicado en el Boletín Técnico del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca.



## ANEXO 24. Artículo revista Grupo Agro

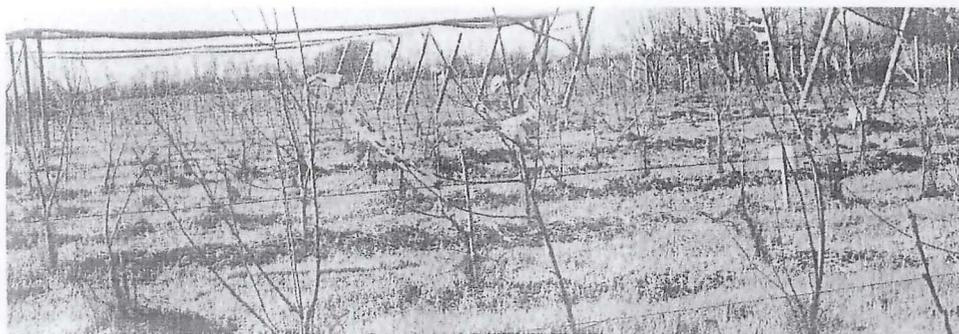


UN  
 SEGURO  
 PARA  
 LOS  
 HUERTOS.

PRODUCIR  
 BAJO TECHO

**T**echar o no techar, esa parece ser la pregunta, y aunque se lee un tanto obvia, los costos otorgan el derecho a la duda y es bastante sensato pensando que estos varían entre 20.000 a 34.000 dólares por hectárea en el caso de los cerezos, claro que las ganancias entre un huerto de cerezo techado versus uno no techado varían entre un 90% de pérdida en un año con lluvia previo cosecha, y en al menos un 30%, en los huertos de manzanos.

*"La tecnología hoy no solo permite producir frutos en zonas donde antes era imposible, y protegerlos de los imprevistos climatológicos, sino que además, se puede adelantar, escalar o atrasar cosechas dependiendo de la necesidad"*



Pero ¿de qué debemos protegernos? Del clima. Y dentro del clima son dos las variables que nos complican más la vida: las lluvias y las quemaduras de sol. Los frutales afectados por lejos: las cerezas, donde algunas variedades se parten de solo mirarlas con la lluvia. Y es que el cerezo tiene una condición climática muy vulnerable frente al clima, es un fruto cuyo período entre floración

y cosecha es de 90 días y en plena primavera; justo la estación del año más errática en cuanto a condiciones climáticas: lluvias, heladas, granizos, vientos, sol.

Los manzanos, por su parte, sufren de la quemadura del sol durante el verano porque su cosecha es a fines de la más calurosa de las estaciones, y a lo anterior, se suma que la ren-

tabilidad en este fruto está siendo cada vez más estrecha, entonces dice Richard Bastías, docente de la Universidad de Concepción y doctor en Fisiología Frutal de la Universidad de Bolonia, Italia, ya no se puede dar el lujo de que un árbol produzca 250 manzanas y tenga que botar 50-100 por daños del sol. La industria de la manzana busca hoy exportar el 100% de la fruta que produce el



árbol y con una buena calidad y condición para que el negocio sea rentable. "No es posible que el productor costee agroquímicos, el raleo, la cosecha y después tenga que descartar un 25 - 40% de la producción por golpe de sol", señala Bastías.

Además, de la variable climática, en el extranjero se están usando mallas que cubren todo el huerto para evitar la propagación de plagas como la temida *Drosophila Suzukii*.

Entonces, según la zona y el objetivo se pueden utilizar mallas, rafias o films plásticos, en algunos casos, elementos en el control de heladas como uso de hélices o de helicópteros.



*"No es posible que el productor costee agroquímicos, el raleo, la cosecha y después tenga que descartar un 25 - 40% de la producción por golpe de sol"*

*— Richard Bastías, Doctor en Fisiología Frutal*

**AGRORAMA**  
SABEMOS DE ORGÁNICOS

Línea de productos Orgánicos

allgánic Potassium Cator Eco Filomare Bio

Puedes encontrarnos en Sucursal Agrorama, Panamericana Sur, 01077 - Chillán.

www.agrorama.cl

Si guenos en Facebook  

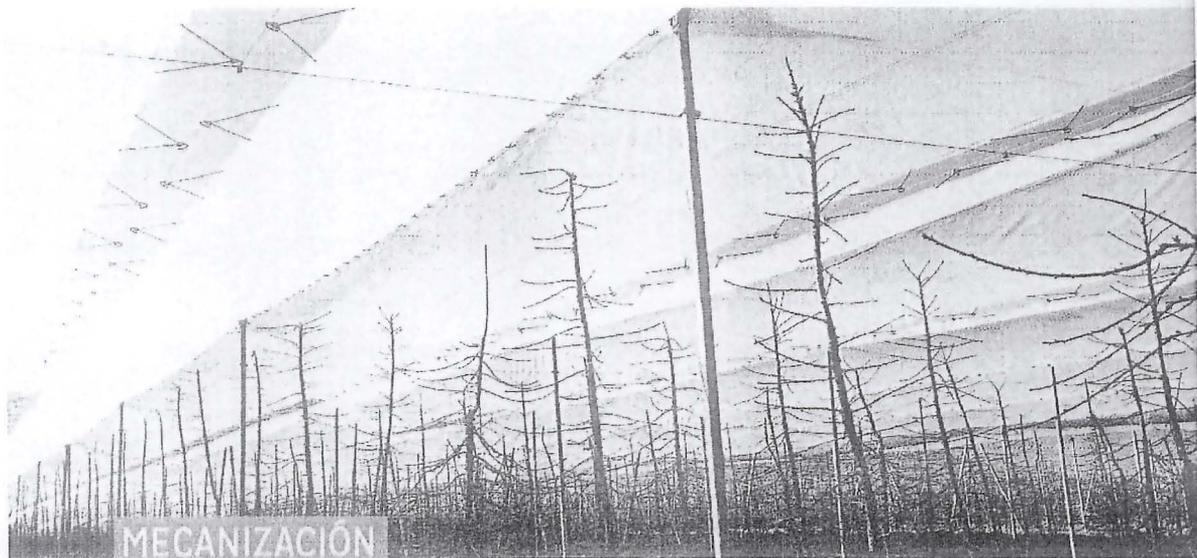


“Existen muchos tipos de cubiertas, pero hoy en día estamos implementando diferentes tecnologías que hemos desarrollado con los fabricantes italianos y españoles, films que controlan temperatura, intensidad y calidad de luz, atraso y adelanto de cosechas, lo mismo con las nuevas ralias técnicas que hemos adaptado a Chile para sus diferentes climas,

objetivos y especies”, señala Francisco Del Sante, Gerente General de DELSANTEK S.A.

Y agrega: “Estamos intentando que las nuevas plantaciones sean diseñadas entre tres aristas: agronómico, empresas de riego y empresas encargadas de techar, esto con el fin de lograr cuarteles rectangula-

res, hileras más cortas, superficies con cuarteles de un máximo hectáreas para lograr huertos ventilados y disminuir los riesgos vientos que afectan los sistemas. No implica que un huerto establecido hace años no se pueda techar de hecho, se puede cubrir cualquier tipo de huerto, cualquiera sea su diseño”, comenta Francisco Del Sante.



## MECANIZACIÓN PARA CEREZOS

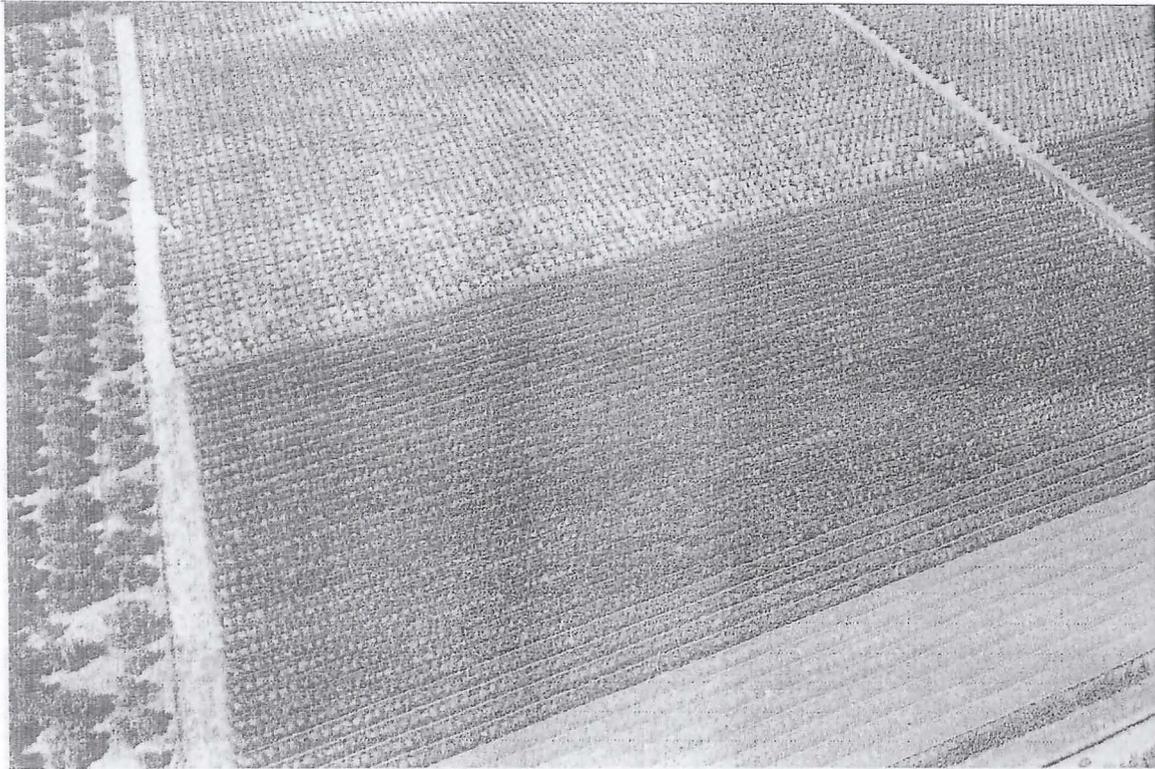
La tecnología ha evolucionado mucho más rápido en cerezas que en manzanas y recién se están sumando a la carrera los arándanos. La evolución ha ido tanto por el lado de los materiales, como la infraestructura y en la mecanización. Las cerezas comenzaron con una simple rafia, dice Richard Bastías y con una estructura tradicional en base a palos impregnados y alambre, pero eso evolucionó a postes de hormigón a los que se suman más accesorios con sistemas mecanizados de movimientos que permiten abrir y cerrar en forma automática. Además, para aquellos huertos que quieren una certificación orgánica, los postes impregnados ya no son aceptados, señala Richard. “Se

avanzó hacia el hormigón porque en Europa se cuestionaban los residuos que pueden dejar los productos químicos que utilizan para evitar que se pudran por hongos”, indica el doctor Bastías.

De la rafia se pasó a una rafia laminada con una mejor capacidad de difusión de luz y luego a un plástico técnico que tiene propiedades que permiten adelantar o atrasar cosechas en cerezas, dependiendo de la transmisión de luz que tengan.

En cuanto a lo mecánico, las mejoras han hecho aún más efectiva la gestión para abrir y cerrar más rápido en momento cruciales.

“LA TECNOLOGÍA HA EVOLUCIONADO MUCHO MÁS RÁPIDO EN CEREZAS QUE EN MANZANAS Y RECIÉN SE ESTÁN SUMANDO A LA CARRERA LOS ARÁNDANOS”.



*¿Cómo influyen estas tecnologías de cobertura en el fruto?*

En el caso de los cerezos dice Richard Bastías perfectamente se pueden atrasar o adelantar las cosechas, sin embargo, el principal problema que presenta la fruta bajo cobertura es que pierde firmeza, se ablanda y eso es un punto pendiente a resolver. "Hay varias teorías al respecto, algunas apuntan a la temperatura, otras, y es la hipótesis que yo postulo, que todo apunta a un tema de cantidad de luz que llega a la planta", indica. Entonces los sistemas de apertura o cierre mecánico vienen a paliar esa debilidad porque los productores pueden tener durante más tiempo abierto el techo y cerrarlo sólo cuando está la amenaza de lluvia.

Ahora hay que considerar, señala Richard, el tamaño de los árboles y en futuras plantaciones hay que pensar en huertos de alta densidad con un tamaño más pequeño de árbol y eso implica cambiar el porta injerto vigoroso como el Colt o Mazzard por uno enanizante como el Gisela.

## MALLA BICOLOR PARA MANZANOS

La protección de los huertos de manzanos comenzó con una malla Raschel totalmente rústica y de bajo costo, su gran desventaja es la durabilidad, no alcanza a llegar a la tercera temporada considerando que está expuesta al sol entre noviembre y fines de abril cuando termina la cosecha del huerto. Pero quizás el más importante problema que tiene la malla Raschel es que su hilo plano genera o proyecta más sombra de la que debiera o indica su fabricación ya que al ser plana su sombra es más larga. Hoy las mallas son monofilamentos comenta Richard Bastías y al ser cilíndrica proyectan menos sombra y es más eficiente en el control de daño por granizos.

Pero la novedad en las manzanas están en las mallas que se hicieron

en un proyecto entre la UdeC y el FIA donde a través de estudios se generó una malla bicolor, con múltiples ventajas. Recordemos que hasta la fecha el productor de manzana tiene dos opciones: malla blanca o malla negra. La blanca es menos efectiva en el control de la quemadura de sol, permite mejor el color de la fruta porque permite mayor ingreso de luz. La negra por su parte, es mucho más efectiva en el control del daño por el sol, pero afecta drásticamente el color de la fruta. Y lo que se necesita es exportar manzanas sin quemadura y es un color intenso. Además, la malla negra puede inducir aherismo (alternancia de producción), debido a que un exceso de sombra inhibe en general el retiro floral, además del excesivo vigor de los árboles que a la larga complica a los productores.

Entonces frente a estas desventajas de cada color, la Universidad de Concepción, junto a la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF), productores de manzanas, exportadoras y con el apoyo de FIA desarrollaron una malla con combinación de colores como gris perla, por ejemplo, que permite ser efectiva en el golpe de sol y no afectar el color del fruto ni el retorno floral. El costo es el mismo, los resultados han sido excelentes y la Universidad licenció el producto con la empresa DELSANTEK S.A.

Hasta la fecha, las nuevas mallas se están probando con las exportadoras: Coopefrut y Unifrutti, más los productores de manzanas (Agrícola Uni-Agrí, Agrícola Argomedo Ltda. y Agrícola Coigüe Ltda.)

Algunos resultados preliminares con este tipo de mallas indican que:

-La malla bicolor redujo un 10% el golpe de sol en la variedad Granny y aumentó un 11% la cantidad de fruta de color verde intenso en comparación con la malla negra.

-La malla bicolor en el caso de la Pink Lady bajó en 8 - 9% el golpe de sol respecto a la malla negra, y aumentó cerca de un 23% el color rojo intenso en la fruta con respecto a la negra.

-En la variedad Ambrosia, que es de recambio, en comparación con la malla blanca, se redujo un 14% el golpe de sol y en cuanto al color mantuvieron el mismo resultado.

"Esta malla bicolor es un acierto, porque cumple una doble función y a un precio que oscila entre los US\$ 0,50 - 0,55 el metro cuadrado", comenta el Dr. Bastías.



"Esta malla bicolor es un acierto porque cumple una doble función y a un precio que oscila entre los US\$ 0,50 - 0,55 el metro cuadrado", comenta el Dr. Bastías.



## ARÁNDANOS RECIÉN DESPERTANDO A LA PROTECCIÓN

En los arándanos están comenzando a probarse los túneles más altos, con cubiertas con plásticos con un alto costo de inversión y los objetivos son adelantar la producción, o sea a precocidad o evitar que la fruta se dañe por la lluvia. Hoy, señala Bastías, los arándanos se ven enfrentados a lluvias extemporáneas y a deshidratación por temperaturas, pero falta información de materiales y estructuras más adecuadas para nuestras condiciones de país (variedades, mercados, etc.) y este es un tema en el que estamos comenzando a trabajar.

El túnel que nosotros estamos proyectando es una estructura grande, con buena ventilación con el fin de evitar las altas temperaturas en su

interior y que permita una cosecha cómoda", indica Richard Bastías.

En arándanos, dice Francisco Del Sante, Gerente de DELSANTEK S.A. la protección tiene múltiples objetivos, dependiendo de la zona. Por ejemplo, en la Sexta Región lo que se busca es adelantar la cosecha en algunas variedades, en la Octava Región proteger de la radicación, porque la experiencia del año pasado fue nefasta con 42 grados previo cosecha. "Estamos haciendo una malla patentada que protege de golpes de sol, y entrega una sombra mucho más óptima". También está la opción de techar los arándanos para protegerlos de la lluvia, en las zonas más al sur, evitando problemas de pudrición y a la vez permite la cosecha en días de lluvia.

DELSANTEK S.A. - FIA

# 42°C

*En la Sexta Región lo que se busca es adelantar la cosecha en algunas variedades, en la Octava Región proteger de la radicación, porque la experiencia del año pasado fue nefasta con 42 grados previo cosecha.*

**irrififer**  
*¡Sabemos de Fertilirriego!*

ANÁLISIS DE SUELOS  
Y TEJIDOS VEGETALES ✓

MONITOREO NUTRICIONAL  
EN CULTIVOS Y FRUTALES ✓

ESTUDIOS AGROLÓGICOS  
DE SUELOS ✓

## ANEXO 25. Artículo revista Mundo Agro vol. 101

#FRUTICULTURA



# EL COLOR DE LA PROTECCIÓN

EXPERTOS DESTACAN POTENCIAL PRODUCTIVO DE MALLAS DE COLORES PARA MEJORAR HUERTOS DE MANZANOS.

PONIENDO ÉNFASIS EN LAS principales ventajas logradas con la utilización de mallas foto-selectivas, se dio término al proyecto apoyado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, denominado, "Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile".

La iniciativa fue realizada por el Departamento de Producción Vegetal de la Facultad de Agronomía y organismos como la Fundación

para el Desarrollo Frutícola (FDF), la empresa Delsantek (fabricante de mallas), las exportadoras: Copefrut y Unifrutti, además de productores de manzanos (Agrícola Uni Agrí, Agrícola Argomedo Ltda, y Agrícola Coigue Ltda), quienes validaron el potencial productivo de la utilización de mallas de colores para mejorar huertos de manzanos.

Este proyecto tecnológico, que fue desarrollado en un plazo de tres años, fue licenciado en 2017, siendo el principal objetivo crear mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas locales. El

coordinador del proyecto, Dr. Richard Bastías, ingeniero agrónomo y académico de la Facultad de Agronomía, indicó que la iniciativa partió con el desarrollo de los prototipos de mallas, pensando en dos problemáticas que presentaba la industria: "Primero que existe una alta pérdida de frutas por daños provocados por el sol sobre las manzanas, se habla de aproximadamente 100 millones de dólares al año en pérdidas, por fruta que no es exportada, y en los huertos estamos hablando de un 40% de descarte de fruta que no se va a packing. Entonces el problema económico que enfrenta

### EXPERTOS EN ESTRUCTURAS PARA CUBRIR TUS CEREZOS

FORMACIÓN ESTRUCTURAS ASESORÍA



CONTÁCTANOS

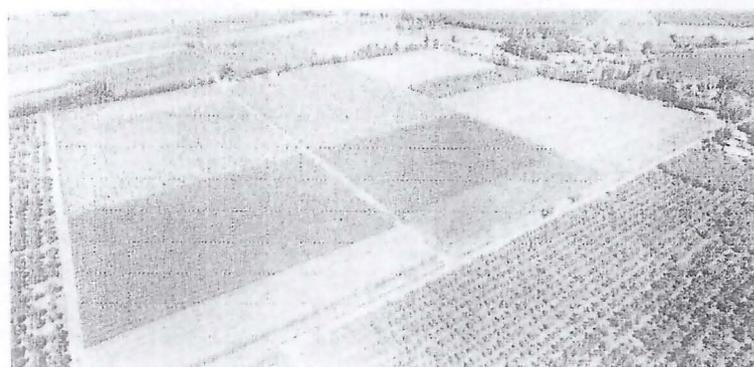
WWW.AGROCOVER.CL



Agro  
cover



De izq. a der.: Guillermo Wells, Dolores Raffo, Richard Bastías y Cristian Arancibia.



la industria, que ya tiene rentabilidad baja, es considerable”.

Un segundo aspecto de igual relevancia tiene que ver con las condiciones extremas de radiación y temperatura particulares en la zona productora de manzanas, que se ha agravado por temas ambientales como el cambio climático. “A Chile llegaron mallas con estándares internacionales y nosotros las creamos con estándares locales, tomando en consideración factores como la intensidad de radiación solar, las diferencias de temperatura, entre otras variables”, explicó el Dr. Richard Bastías, quien

se refirió a algunas de las ventajas de este innovador proyecto.

Las mallas se transformaron en tres prototipos que fueron probadas en tres localidades, con tres variedades distintas de manzanas. “Encontramos que en dos variedades, en la Pink Lady y Granny Smith, el prototipo funciona bien. Estas mallas promueven condiciones para que la fruta se autoproteja desde el punto de vista fisiológico frente a la radiación solar directa y altas temperaturas”, precisó el Dr. Bastías.

Estas mallas de alta densidad, que son monofilamento, duran al

menos siete temporadas, por lo que temas como la radiación o temperaturas pueden ser trabajadas a largo plazo. Así lo explicó el académico de la Facultad de Agronomía. “La radiación directa con una malla monofilamento negra, al 20% de sombra, la reducción de la radiación directa es de un 19% y con una malla azul-gris a la misma densidad de tejido, la disminución es de un 26%; entonces estamos hablando de casi un 10% más de reducción de radiación directa sin tener que incrementar el grado de sombreado y eso es un impacto positivo en la producción”.

En términos de daño por sol en la variedad Granny Smith, según indicó Bastías, se baja un 10% el daño de quemadura de sol en comparación a la condición de malla negra, y sin malla el impacto sobre el golpe de sol disminuyó casi un 20%. El color de la fruta tampoco se vio alterado; de hecho entre el 70 y 75% de la fruta producida bajo la malla azul-gris, el color fue un verde intenso.

En la Pink Lady, se logró bajar el daño por sol llegando a niveles inferiores al 2% bajo esta malla, sin afectar negativamente la coloración de frutos; de hecho cerca de un 80% de la fruta bajo estas mallas alcanzó el sobre color de cubrimiento que es lo que requiere la industria. ☺



## ANEXO 26. Tapa y página autores de libro tipo manual FIA



### Autores

Richard Bastías Ibarra, Ernesto Moya Elizondo, Celerino Quezada Landeros, María José Leyton Herrera, David Castro da Costa, Antonio Pinto Rodríguez.

### Editores

Richard Bastías Ibarra, Universidad de Concepción

Ricardo Adonis Ponce, Fundación para el Desarrollo Frutícola.

ISBN: 978-956-328-229-0

Registro de Propiedad Intelectual  
Inscripción N°: 290831

Universidad de Concepción  
Fundación para el Desarrollo Frutícola  
Fundación para la Innovación Agraria

La presente publicación entrega resultados obtenidos en el marco del proyecto 'Mejoramiento de la competitividad de los huertos de manzanos mediante el desarrollo de mallas con técnicas foto-selectivas específicas para las condiciones climáticas y productivas de este cultivo en Chile' PYT-2015-0192, desarrollado entre los años 2015 - 2018 con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Diseño y Diagramación: Yessica Osadey Fariás.  
Impresión: Imprenta Diario El Sur.

Chillán, Chile, 2018



## ANEXO 27. Ficha de todos los participantes en el proyecto

Nombre completo	Richard Mauricio Bastías Ibarra
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo, Doctor
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asociado
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Ernesto Antonio Moya Elizondo
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo, Doctor
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asistente
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Antonio Pinto Rodríguez
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo Doctor
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asistente
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Tema	



Nombre completo	Celerino Quezada Landeros
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo, Master
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asociado
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	María José Leyton Herrera
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción: A honorarios plazo fijo
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Asistente de Investigación en el ámbito fruticultura
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Ricardo Adonis Ponce
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Fundación para el Desarrollo Frutícola
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Gerente de Desarrollo
Dirección <b>postal de la empresa/organización donde trabaja</b> (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	David Fernando Castro Da Costa
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Fundación para el Desarrollo Frutícola
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Jefe de área de Entomología cuarentenaria
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Katherine Bravo Romero
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo, Ph.D.
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Fundación para el Desarrollo Frutícola
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Jefa del área de Pre y Postcosecha
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Dennise Oyarzún Jara
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo, MSc.
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Fundación para el Desarrollo Frutícola
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Jefa de área (reemplazo pre y postnatal)/ Coordinadora de proyectos.
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Firma	



Nombre completo	Jorge Eduardo Holzapfel
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Copefrut S.A.
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Ingeniero Agrónomo
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Macarena Hernández Aburto
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Unifrutti Traders
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Asesor Técnico
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo o razón social	Fundación para el Desarrollo Frutícola	
Giro / Actividad	Investigación y desarrollo aplicado al sector frutícola	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Institución de investigación aplicada
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Francisco Letelier Edwards /Ricardo Adonis Ponce	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Presidente Ejecutivo / Gerente de Desarrollo	
Firma representante legal		



Nombre completo o razón social	DELSANTEK S.A.	
Giro / Actividad	Importación, venta y distribución de Insumos Agrícolas	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	<input checked="" type="checkbox"/>
	Personas naturales	<input type="checkbox"/>
	Universidades	<input type="checkbox"/>
	Otras (especificar)	<input type="checkbox"/>
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Francisco José Del Sante Bunster	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente General	
Firma representante legal		



Nombre completo o razón social	Soc. Agrícola Uniagri Yerbas Buenas Ltda.	
Giro / Actividad	Agrícola	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	César Enrique Montero Marchant	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente Administración	
Firma representante legal		



Nombre completo o razón social	Agrícola Argomedo Ltda.	
Giro / Actividad	Agrícola	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Gonzalo Prado Vidal	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Administrador de empresas	
Firma representante legal		



Nombre completo o razón social	Agrícola Coigue Ltda	
Giro / Actividad	Agrícola	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Víctor Mario Márquez Bisquertt	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Técnico Agrícola	
Firma representante legal		



Nombre completo o razón social	Copefrut S.A.	
Giro / Actividad	Exportadora de Frutas y Ventas de Pesticidas	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	<input checked="" type="checkbox"/>
	Personas naturales	<input type="checkbox"/>
	Universidades	<input type="checkbox"/>
	Otras (especificar)	<input type="checkbox"/>
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INOAP (si / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
E-mail		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Cristian Heinsohn Salvo	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente de Productores	
Firma representante legal		



Nombre completo o razón social	Unifruitti Traders Ltda	
Giro / Actividad	Exportadora de Frutas	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	Sociedad de Responsabilidad Ltda
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Numero total de trabajadores		
Usuario INDAP (si / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Telefono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Cesar Montero Marchant	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Jefe Zonal	
Firma representante legal		



Nombre completo o razón social	GONZALO PRADO VIDAL	
Categoría - Actividad	AGRICOLA	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional (último año tributario (UF))		
Exportaciones (último año tributario (US\$))		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (si / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Telefónico fijo		
Fax		
Celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal		
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante		
Firma representante legal		



## **VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

Bastías, R.M. y Adonis, R. 2018. Manejo de huertos de manzanos bajo mallas para el control de daño por sol. Universidad de Concepción - Fundación para la Innovación Agraria – Fundación para el Desarrollo Frutícola. 106 p.

Bastías, R.M., Leyton, M.J., Valenzuela, R. y Corelli-Grappadelli, L. 2015. Uso de mallas en huertos de manzanos. Parte I. Consideraciones en el diseño, propiedades radiométricas y respuestas de interés agronómico. *Revista Frutícola*, 37 (1): 32 – 37.

Girona, J., Behboudian, H., Mata, M., Del Campo, and Marsal, J. 2015. Effects of hail nets on the microclimate, irrigation requirements, tree growth, and fruit yield on peach orchards in Catalonia (Spain). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87: 545 – 550.

Jakopic, J. Veberic, R., Stampar, F. 2007. The effect of reflective foil and hail nets on the lighting, color and anthocyanins of 'Fuji' apple. *Scientia Horticulturae*, 115 1 (10): 40 – 46.

Olivares-Soto, H. and Bastías, R.M. 2018. Photosynthetic efficiency of apples under protected shade nets. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 78 (1): 126 – 138.

Racsko, J. and Schrader, L. 2012. Sunburn of Apple Fruit: Historical Background, Recent Advances and Future Perspectives. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31: 455 – 504.

Reginato, G., C. Riquelme, T. Robinson. 2015. Raleo químico del manzano en Chile. *Universidad de Chile, Serie Ciencias Agronómicas N° 24*. 88 p.