



Universidad de Concepción

MANEJO DE HUERTOS DE MANZANOS BAJO MALLAS PARA EL CONTROL DE DAÑO POR SOL



## MANEJO DE HUERTOS DE MANZANOS BAJO MALLAS PARA EL CONTROL DE DAÑO POR SOL



Fundación para la  
Innovación Agraria  
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Universidad  
de Concepción



FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO FRUTÍCOLA

## MANEJO DE HUERTOS DE MANZANOS BAJO MALLAS PARA EL CONTROL DE DAÑO POR SOL



## **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 Farías.  
Impresión: Imprenta Diario El Sur.

Chillán, Chile, 2018

## PRÓLOGO

La manzana es una de las principales especies frutícolas de exportación de fruta fresca de Chile, sin embargo enfrenta desafíos productivos relacionados con las condiciones climáticas que inciden en la calidad de la fruta y que tienen consecuencias negativas en la productividad y competitividad del rubro.



**Richard Bastías Ibarra**  
Profesor de Fruticultura  
Universidad de Concepción

**Ricardo Adonis Ponce**  
Gerente de Desarrollo  
Fundación para el Desarrollo Frutícola

Entre los efectos de los eventos climáticos adversos se encuentran las pérdidas ocasionadas por los niveles excesivos de radiación solar y las altas temperaturas que causan descarte de exportación de fruta por daño de sol (conocido como Golpe de sol), y otros problemas de postcosecha de la fruta.

Dado lo anterior, la Universidad de Concepción en conjunto con la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) ejecutó el 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 código PYT-2015-0192"* el que fue apoyado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura de Chile y Privados. El objetivo central de este proyecto fue desarrollar mallas bicolors de fotoselectividad diversa, para el control específico del daño por sol en manzanos, de manera de mitigar en forma más efectiva este tipo de daños en la fruta, todo lo anterior bajo el actual escenario de cambio climático.

Los prototipos desarrollados fueron probados durante dos temporadas consecutivas en ensayos de huertos comerciales de las variedades Granny Smith, Pink Lady® y Fuji ubicadas en las localidades de Teno, Molina y Yerbos Buenas (todas en la región del Maule), respectivamente. Los resultados obtenidos del proyecto han sido transferidos a la industria a través de la realización de talleres, días de campo, seminario y publicaciones. La tecnología desarrollada se encuentra con solicitud de patente pendiente en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) con registro N° CL201601634 y fue licenciada a una empresa nacional, permitiendo de esta manera que la tecnología ya se encuentre disponible para la industria frutícola.

La presente publicación pretende entregar bases técnicas para orientar el manejo de los huertos de manzanos cultivados bajo las mallas bicolors desarrolladas en el proyecto FIA mencionado, y en la espera de que este documento además ayude a la toma de decisiones por parte de los productores de manzanos bajo mallas.

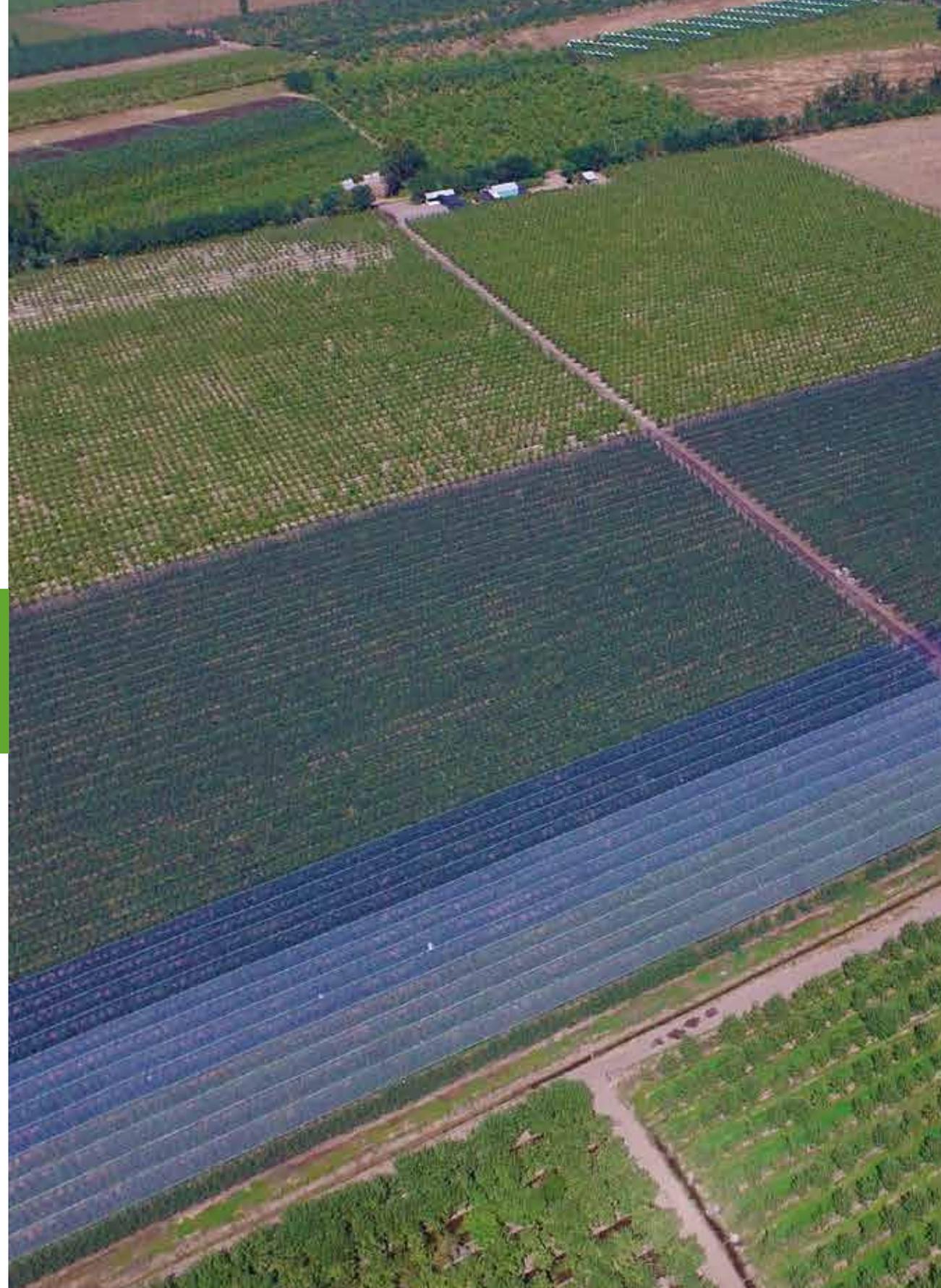


Capítulo I	INTRODUCCIÓN _____	Pág. 08
Capítulo II	MICROCLIMA, DAÑO POR SOL Y DESARROLLO DE COLOR DE FRUTOS BAJO MALLAS _____	Pág. 16
Capítulo III	MANEJO DEL RIEGO EN HUERTOS BAJO MALLAS _____	Pág. 34
Capítulo IV	NUTRICIÓN MINERAL EN HUERTOS BAJO MALLAS _____	Pág. 44
Capítulo V	MANEJO DEL RALEO BAJO MALLAS _____	Pág. 62
Capítulo VI	MANEJO DE VENTURIA BAJO MALLAS _____	Pág. 76
Capítulo VII	MANEJO DE PLAGAS BAJO MALLAS _____	Pág. 90
Capítulo VIII	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL USO DE MALLAS _____	Pág. 98

## Capítulo I

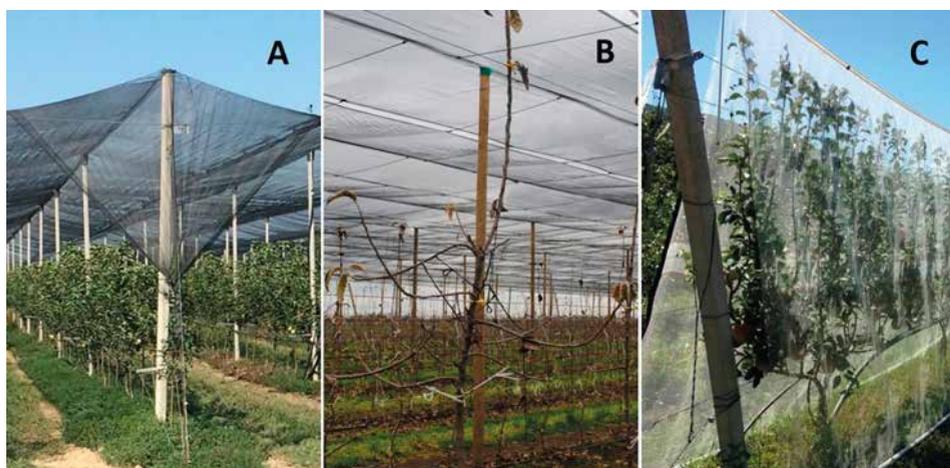
### INTRODUCCIÓN

**Richard M. Bastías Ibarra**  
Ingeniero Agrónomo Mg. Hort. Ph.D  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
[ribastias@udec.cl](mailto:ribastias@udec.cl)



# CAPÍTULO I

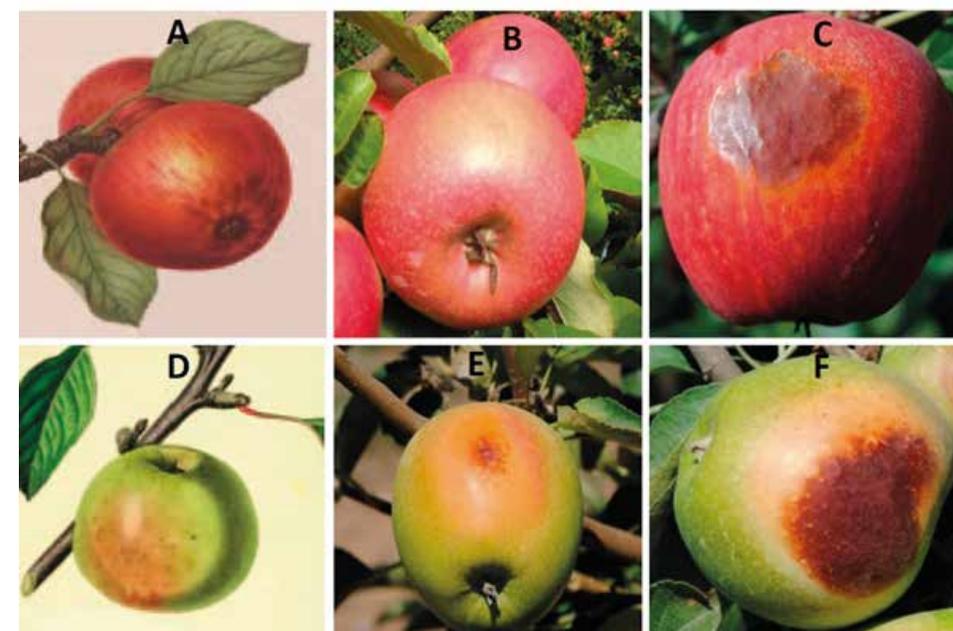
El desarrollo de sistemas de huertos de manzanos de una mayor eficiencia económica y productiva se ha transformado en una necesidad para mantener la competitividad de este sector frutícola. La incorporación de mallas para disminuir las pérdidas originadas por eventos abióticos adversos (exceso de radiación solar, granizadas y viento) y bióticos (ataque de pájaros e insectos) es una tecnología que se está expandiendo en diferentes zonas productoras de manzanas del mundo y cuyas estructuras de instalación han sido diseñadas de acuerdo al propósito perseguido (Foto 1).



**Foto 1.** Sistemas de instalación de mallas comúnmente utilizados en huertos de manzanos para la protección de tormentas de granizos (A), prevención de daño por sol (B) y control de plagas (C).

En las condiciones climáticas de Chile la incorporación de mallas a los huertos de manzanos se relaciona más bien con la necesidad de reducir los daños que ocasionan los altos niveles de radiación solar y temperaturas, especialmente el daño por quemadura de sol en los frutos (golpe de sol), cuyo problema puede significar un descarte de fruta en el huerto de hasta un 40% de la producción.

El daño por sol no es un problema reciente en manzanos. Según los estudios de pomología, existen registros que, desde siglo XIX ya era reconocido este tipo de daño en variedades de manzanos como "Beachamwell Seedling" y "Pym Square" (Racsko y Schrader, 2012). Aunque no existe suficiente evidencia científica que lo demuestre, en la actualidad y en variedades de manzanos rojas y verdes los expertos señalan que este daño se ha hecho cada vez más evidente en los huertos y mucho más severo en su sintomatología, debido al probable efecto del calentamiento climático global (Foto 2).



**Foto 2.** Sintomatología de daño por sol en manzanos rojas "Pym Square" (A), "Pink Lady®" (B) y "Gala" (C), así como también en manzanos verdes como "Beachamwell Seedling" (D), y "Granny Smith" (E y F).



Foto 3. Características en el diseño de mallas del tipo raschel (A y B) y monofilamento (C y D) comúnmente usadas en huertos de manzanos para la protección de daño por sol.

En la búsqueda de soluciones tecnológicas para disminuir las pérdidas económicas que ocasiona el daño por sol en la manzana, el uso de mallas se ha masificado y cuyos materiales varían ampliamente en cuanto al diseño y color. En nuestro país predominan las mallas del tipo raschel y monofilamento de color negro o blanco. Este tipo de mallas poseen diferente densidad y tamaño de hilos (Foto 3). Las mallas del tipo raschel suelen ser tejidas con un hilo plano de menor durabilidad y resistencia mecánica, pero que es capaz de generar una mayor capacidad de sombreado (Foto 3 A y B). Las mallas monofilamentos, en cambio, se tejen con hilos cilindricos de menor grosor y mayor resistencia mecánica y durabilidad, sirviendo tanto para el propósito de sombreado como para prevenir el daño por vientos y granizadas (Foto 3 C y D).

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores en la elección de mallas del tipo monofilamento es que la mayoría han sido diseñadas bajo estándares internacionales y en cuyo origen de fabricación las condiciones de radiación solar son mucho menos extremas en comparación a las existentes en Chile. Solo como antecedente se puede mencionar que en la principal zona productora de manzanas de Europa, como lo es el norte de Italia y sur de Alemania, los niveles de radiación solar en pleno verano apenas superan en promedio los 1.250 kWh/m<sup>2</sup>, mientras que en la zona centro sur de Chile que concentra el 80% de la producción de manzanas del país estos niveles alcanzan hasta los 2.000 kWh/m<sup>2</sup> para el mismo periodo.

Estudios desarrollados en Chile demuestran que el uso de malla monofilamento al 18% de sombra (material comúnmente usada en los huertos) reduce en promedio solo un 15% de la radiación solar directa transmitida a los huertos, por lo que muchas veces la fruta que crece bajo estos tipos de mallas resulta igualmente dañada por sol (Bastías et al., 2015).



Foto 4. Diagrama comparativo del porcentaje de sombreado de mallas del tipo monofilamento y raschel, incidencia de daño por sol, desarrollo de color de los frutos y retorno floral en huertos de manzanos "Fuji".

Alternativamente, el uso de malla con mayor capacidad de sombreado, ya sea raschel o monofilamento, resuelve solo parcialmente el problema. Si bien es cierto que su uso permite un control más efectivo en el control de daño por sol; es común encontrar que los huertos que crecen en esas condiciones de sombra presentan problemas productivos, tales como marcada falta de color de frutos, excesivo vigor de los árboles, disminución del retorno floral y problemas de añerismo (Foto 4). Solo como antecedente se ha indicado que para reducir en un 100% el daño por sol en manzanas "Fuji" se requieren de mallas con capacidad de sombreado del 55%, pero bajo esas condiciones de sombra tanto el potencial productivo, como la calidad y condición de fruta se ve muy extremadamente afectado, por lo que el uso de mallas con este porcentaje de sombra resulta prácticamente inviable para los productores (Dussi et al., 2005).

Debido a lo anteriormente planteado la Universidad de Concepción en conjunto con la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) y gracias al apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), productores de manzanas e industriales de plásticos/mallas desarrollaron, a través del proyecto FIA código PYT-2015-0192, nuevos materiales de mallas monofilamento bicolors para el control específico de daño por sol en manzanas. Estas mallas incluyeron la combinación de hilos del tipo monofilamento de tres colores (perla, azul y gris) diseñadas para una capacidad de sombreado del orden del 20% y fueron probadas en tres variedades y huertos comerciales de la Región del Maule (Foto 5).

Considerando que se trata de una nueva tecnología, el presente documento pretende entregar las bases técnicas para el manejo de los huertos de manzanos bajo las particulares condiciones ambientales que se generan bajo estas mallas bicolors, considerando tanto aspectos ambientales (micro-clima, riego), fisiológicos-productivos (daño por sol y desarrollo de color de frutos, efectividad del raleo y nutrición mineral) y sanitarios (control de enfermedades y plagas).

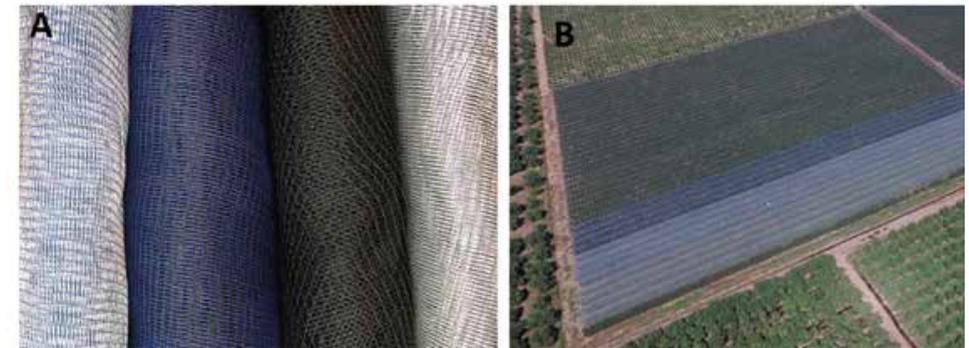


Foto 5. Detalle de los prototipos de mallas bicolors desarrollados a través del proyecto PYT-2015-0192 (A) y vista aérea de ensayo para la prueba de estas mallas en comparación a la malla negra tradicional en huertos comerciales de manzanos (B).

## REFERENCIAS

- Bastias, 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.
- Dussi, M. C., Giardina, G., Sosa, D., González Junyent, R., Zecca, A. and Reeb, P. 2005. Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apple cv. Fuji. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3(2): 253 – 260.
- 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.

## Capítulo II

### MICROCLIMA, DAÑO POR SOL Y DESARROLLO DE COLOR DE FRUTOS BAJO MALLAS

**Richard M. Bastías Ibarra**  
Ingeniero Agrónomo Mg. Hort. Ph.D  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
[ribastias@udec.cl](mailto:ribastias@udec.cl)



## CAPÍTULO II

El daño por sol en manzanas es inducido por las altas temperaturas y el exceso de radiación solar, y contrario a lo que se piensa, estos factores actúan en muchos casos interrelacionados. El modelo más aceptado a la fecha sobre el origen del daño por sol en manzanas es el de Racsko y Schrader (2012). Este modelo indica que existen tres tipos de daño por sol: i) bronceado en la piel de color amarillo pardo y que es inducido por el efecto combinado de radiación solar directa con altas temperaturas, ii) quemadura necrótica inducida sólo por altas temperaturas, y cuando la piel de la manzana alcanza valores cercanos a los 50 °C, y iii) decoloración blanquecina, que dependiendo de la variedad, se acompaña de manchas rojizas o pardas, la cual es inducida por la foto-oxidación del tejido luego de la sobreexposición de la fruta al exceso de radiación solar directa del tipo visible o UV (Foto 6). Estudios recientes, confirman en parte este modelo al demostrar que la inducción por daño por sol en manzanas ocurre cuando en la piel de la manzana disminuye la eficiencia fotoquímica del fotosistema II (PS-II) hasta cierto umbral, y en donde juega un rol importante tanto la radiación solar directa como la temperatura de la superficie del fruto (Olivares-Soto y Bastías, 2018).

Con este proyecto FIA se desarrollaron mallas bicolores combinando hilos de color perla, azul y gris, y con los siguientes propósitos: i) disminuir la proporción de radiación solar directa "dañina", ii) disminuir la temperatura en la piel de los frutos y iii) promover la síntesis de clorofila para favorecer la eficiencia fotosintética por parte de los frutos. Los prototipos obtenidos correspondieron a las mallas perla-azul (PA), perla-gris (PG) y azul-gris (AG) que fueron evaluados en ensayos comerciales de huertos de manzanos de "Granny Smith", "Pink Lady ®" y "Fuji" plantados en las localidades de Teno, Molina y Yervas Buenas, respectivamente. En el presente Capítulo se entregan resultados sobre el efecto de estas mallas en las condiciones microclimáticas de los huertos, daño por sol y desarrollo de color en los frutos.

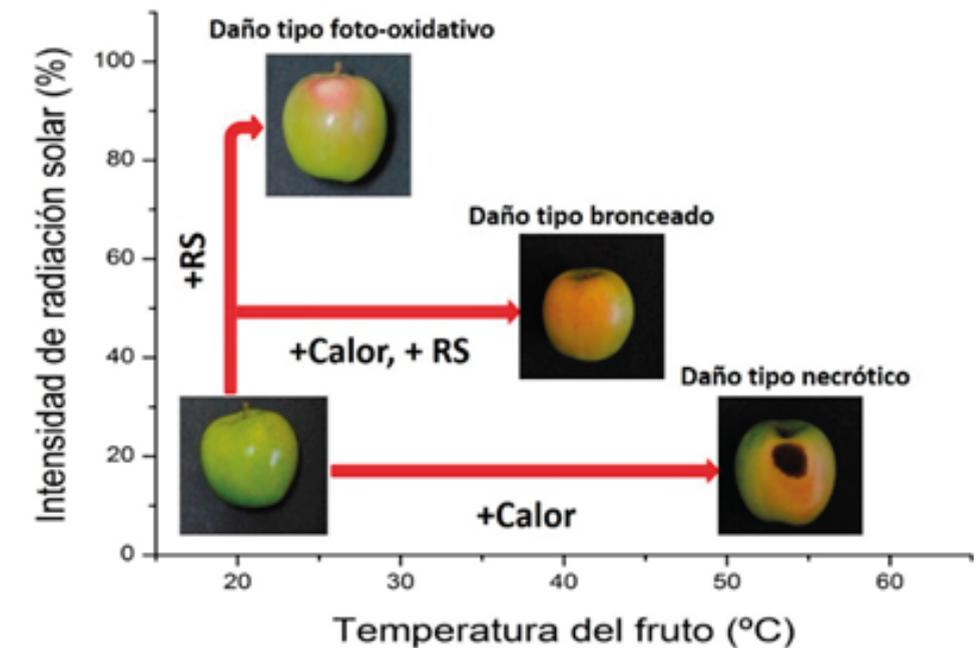


Foto 6. Modelo de inducción de daño por sol en manzanas "Granny Smith". Elaborado por el propio autor en base a Racsko y Schrader (2012).

## CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS

### Radiación solar y temperatura ambiental

Para ambas temporadas se estimó la variación en los niveles de radiación solar máxima directa (descontada la radiación difusa), medida entre los meses de diciembre a marzo y en las localidades en que se evaluaron las mallas desarrolladas. Este tipo de radiación fue entre 3 - 13% superior en la localidad de Teno comparado a la localidad de Molina y Yervas Buenas (Figura 1). En Teno la intensidad de radiación solar máxima directa disminuyó durante la segunda temporada en un 4%, mientras que en las localidades de Molina y Yervas Buenas este valor se ve incrementado en un 4,5% (Figura 1). Como se ha mencionado una mayor proporción de radiación solar directa es un factor altamente predisponente de daño por sol en manzanas (Racsko y Schrader, 2012). Ello estaría indicando que la

localidad de Teno es una zona de mayor riesgo a sufrir daño por sol en la fruta. El nivel de radiación solar directa se ve fuertemente afectado por la presencia de partículas de vapor de agua y de gases como monóxido y dióxido de carbono (Nobel, 2009); es probable que la presencia de gases (humo) producto de los incendios forestales ocurridos durante el verano 2016/17 expliquen la disminución en la intensidad de este tipo de radiación como fue apreciado en Teno (Figura 1).

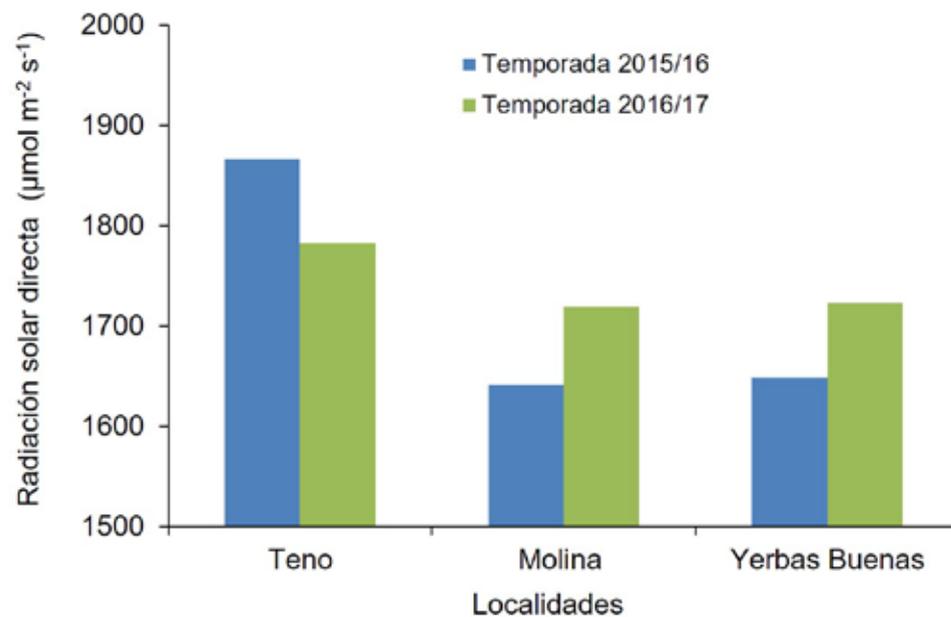


Figura 1. Niveles de radiación solar máxima directa registrada durante dos temporadas en las localidades de Teno, Molina y Yervas Buenas

Desde el punto vista térmico, durante la temporada 2016/17 la temperatura máxima diaria del mes más cálido fue entre 0,5 - 1,5 °C superior a la temporada anterior (2015/16), cuya diferencia fue bastante marcada en las localidades de Teno y Yervas Buenas (Figura 2). Se ha determinado que un incremento de la temperatura de entre 1 - 2 °C asociado a niveles altos de radiación solar directa (como los registrados durante la segunda temporada en Molina y Yervas Buenas) es suficiente para aumentar la incidencia de daño por sol en

manzanas, especialmente aquel daño del tipo bronceado y en cuyo origen fisiológico participan ambos factores ambientales (Racsko y Schrader, 2012). Esto estaría indicando que la segunda temporada (2016/17) fue de mayor riesgo en la ocurrencia de daño por de sol en los huertos de manzanos utilizados para este estudio.

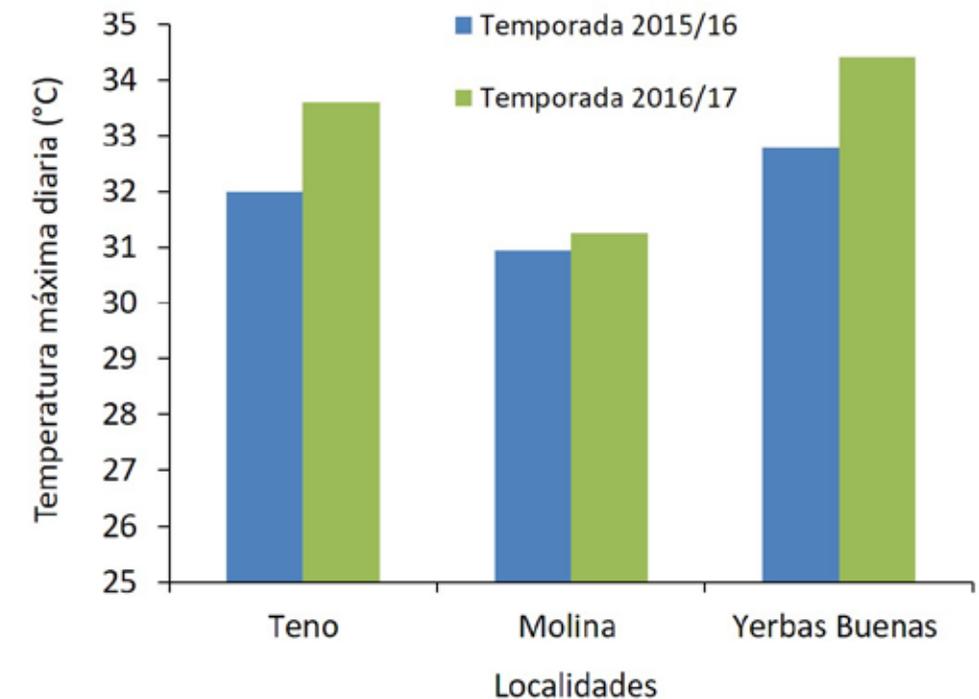


Figura 2. Valores de temperatura máxima diaria registrada durante dos temporadas en las localidades de Teno, Molina y Yervas Buenas

### Radiación solar y temperatura bajo mallas

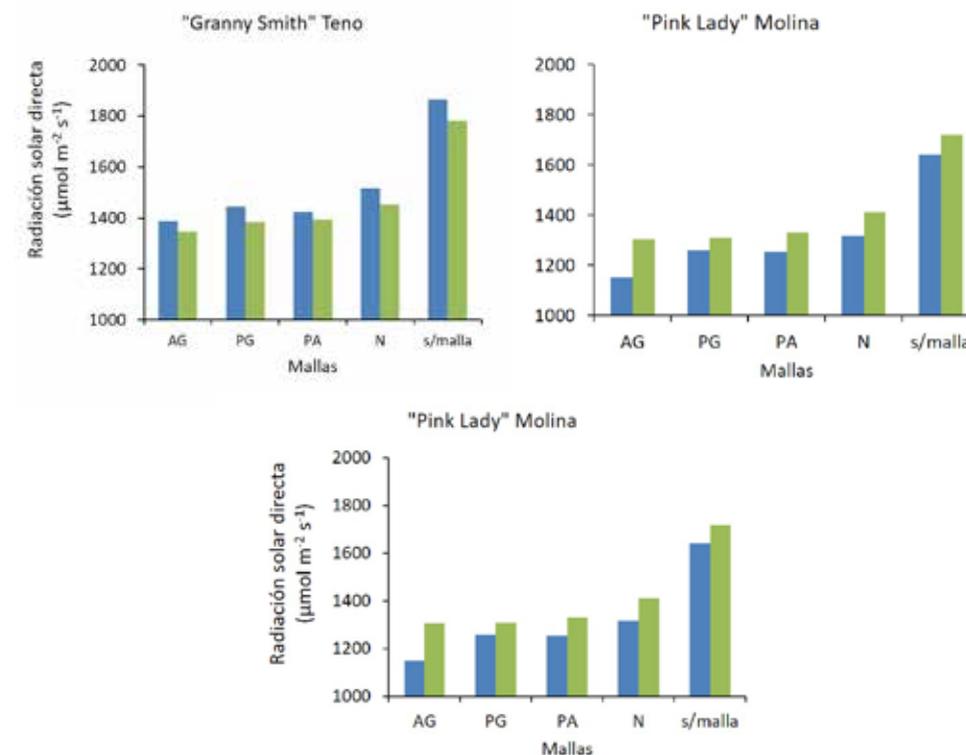
Al analizar el efecto de la cobertura de los huertos sobre la radiación solar directa; se apreció que todas las mallas son capaces de reducir la intensidad en este tipo de radiación para las tres localidades y ambas temporadas (Figura 3). Esto de alguna manera demuestra la estabilidad de los materiales de malla fabricados en su capacidad de filtrar este tipo radiación.

La capacidad de reducción de la intensidad de radiación directa claramente se ve influenciado por el tipo de malla (Figura 3). Promediando ambas temporadas la malla azul-gris (AG) redujo el nivel de radiación directa en un 26%, seguido de la malla perla-gris (PG) con un 24%, perla-azul con un 23% y la negra con un 20% (Tabla 1). Lo anterior demuestra que la combinación de colores de hilos utilizada resulta ser más efectiva en la reducción de la cantidad de radiación solar directa en comparación a la malla tradicional negra, siendo la combinación AG la que presente mejores resultados en este sentido.

Es importante destacar que el efecto de la malla sobre la reducción en la transmisión de radiación solar directa es variable según las características de los huertos. En el caso de los huertos de "Pink Lady®" y "Fuji" las mallas redujeron en mayor proporción la transmisión de radiación solar directa en comparación al huerto de "Granny Smith".

Conviene indicar que para la instalación de las mallas en los huertos de "Pink Lady®" y "Fuji" se utilizó una estructura del tipo capilla, mientras que para "Granny Smith" fue del tipo plano. Se ha indicado que el ángulo de inclinación del techo influye sobre la capacidad de transmisión de la radiación en huertos de manzanos bajo mallas (Bastías et al., 2015). Esto estaría demostrando que el uso de malla bicolor sería más efectiva en reducir la transmisión de radiación solar directa cuando fue colocada en sistemas de instalación del tipo capilla.

En cuanto a la diferencia en efectividad en reducción de transmisión de radiación solar entre la malla AG y la N, esta varía también entre localidades, siendo de un 8% para el huerto de "Pink Lady" ubicado en Molina, un 6% para el huerto de "Granny Smith" ubicado en Teno y de un 5% para el huerto de "Fuji" ubicado en Yervas Buenas (Tabla 1). Tales diferencias pueden estar relacionadas a aspectos de orientación de hilera o tipo de estructura, aunque no se descarta que las condiciones de radiación y humedad relativa puedan también influir en estos resultados (Figuras 1 y 2). Por ello resulta relevante mantener un monitoreo permanente de estas variables en huertos bajo mallas.



PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra

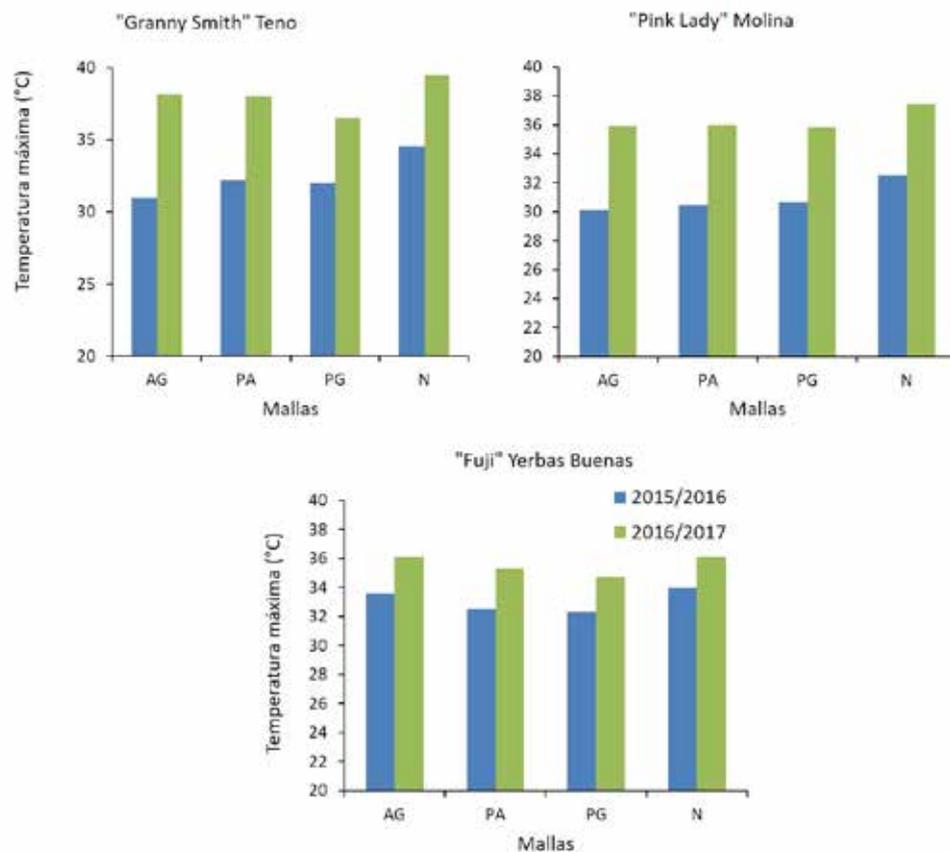
Figura 3. Efecto del tipo de malla sobre la transmisión de radiación solar directa en huertos de manzanos ubicados en tres localidades de la Región del Maule

Tabla 1 Efecto del tipo de malla sobre la reducción de la transmisión de la radiación solar directa en huertos de manzanos ubicados en tres localidades de la Región del Maule.

Mallas	Reducción de radiación solar directa (%)			Promedio (%)
	"G. Smith" Teno	"Pink Lady" Molina	"Fuji" Yervas Buenas	
AG	24,9	27,1	26,7	26,3
PG	22,5	23,6	25,9	24,0
PA	22,7	23,1	23,6	23,1
N	18,6	18,8	21,6	19,7

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

En cuanto a la temperatura las mallas bicolors reducen en promedio entre 1,5 – 2 °C la temperatura de los frutos en relación a la malla negra (Figura 4; Tabla 2). Este patrón de reducción de la temperatura es bastante acentuado en los huertos de "Granny Smith" (Teno) y "Pink Lady ®" (Molina), pero no así en el huerto de "Fuji" (Yerbas Buenas) (Figura 4).



PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris; N= negra

Figura 4. Efecto del tipo de malla sobre la temperatura máxima de frutos de manzanos ubicados en tres localidades de la Región del Maule

En este sentido se observa una diferencia marcada, entre cultivares, en cuanto a la magnitud de reducción de la temperatura de frutos por efecto de las mallas. En el caso "Granny Smith" la reducción de la temperatura por el uso de mallas bicolors fue en el rango de 2 – 2,7 °C; para "Pink Lady" fue entre 1,7 – 1,9 °C, mientras que para "Fuji" este rango fue entre 0,2 – 1,4 °C (Tabla 2). Si se analiza la Tabla 1, tales diferencias no estarían necesariamente relacionadas a las variaciones que experimentaron las mallas en transmisión de radiación solar directa. Por tanto, existirían otros factores, tales como cultivar y manejo agronómico que estarían influyendo en este comportamiento térmico de la fruta bajo las mallas.

Tabla 2. Efecto del tipo de malla sobre la reducción de la temperatura de frutos en huertos de manzanos ubicados en tres localidades de la Región del Maule

Mallas	Reducción de temperatura del fruto (°C)			Promedio (°C)
	"G. Smith" Teno	"Pink Lady" Molina	"Fuji" Yerbas Buenas	
AG	2,4	1,9	0,2	1,5
PG	2,7	1,7	1,4	2,0
PA	2,0	1,7	1,0	1,5

PG= Perla-gris; PA= Perla-azul; AG= azul-gris

## DAÑO POR SOL Y DESARROLLO DE COLOR

Para la cuantificación de daño por sol se elaboró una escala en base al daño observado en campo tanto en variedades verdes como rojas; en el caso de variedades verdes como "Granny Smith" se consideró fruta con daño por sol desde color amarillo a pardo rojizo (Foto 7A). En el caso de variedades rojas como "Pink Lady®" y "Fuji" se consideró daño por sol aquella en el rango desde leve decoloración del tipo amarillenta hasta pardo café (Foto 7B)

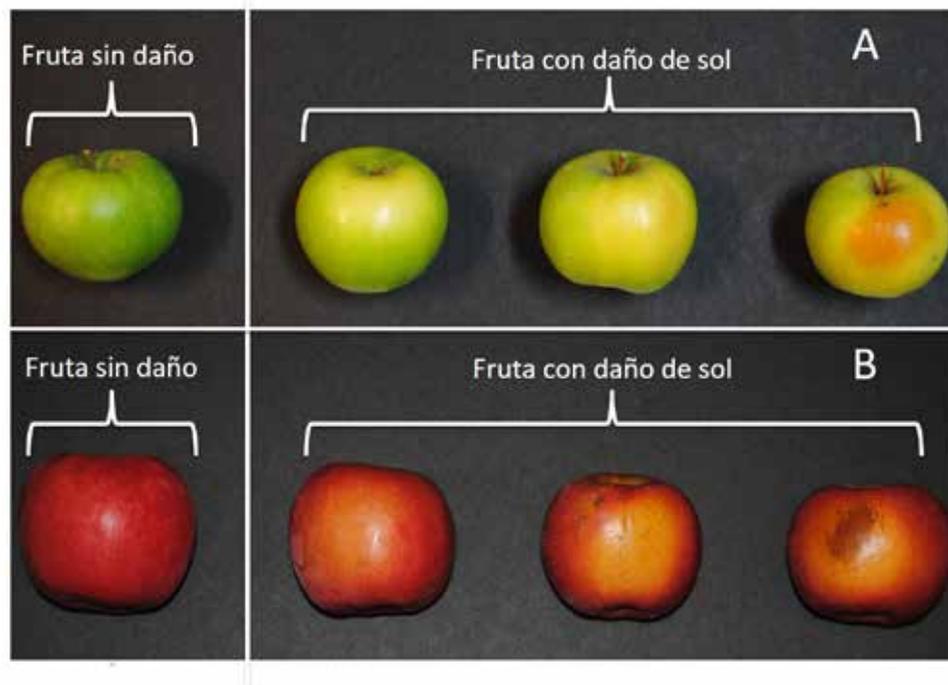


Foto 7. Escala de daño por sol empleada para la evaluación del efecto de las mallas en variedades verdes como "Granny Smith" (A) y rojas como "Pink Lady®" y "Fuji"(B).

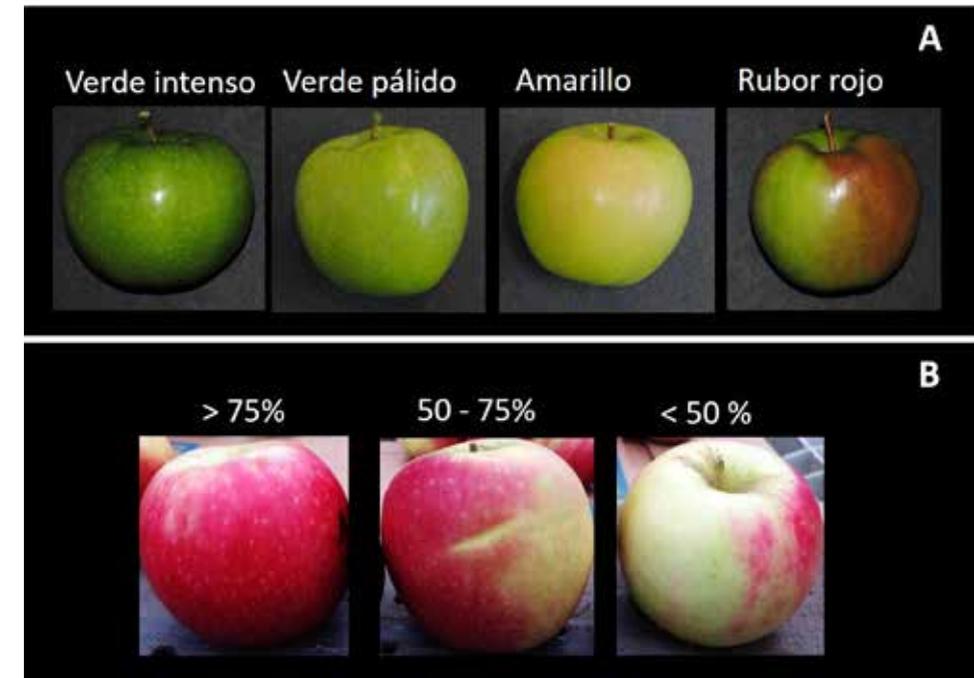


Foto 8. Escala de color de frutos empleada para la evaluación del efecto de las mallas en variedades verdes como "Granny Smith" (A) y rojas como "Pink Lady®" y "Fuji"(B).

Para la medición de desarrollo de color en frutos también se elaboró una escala para variedades verdes y rojas. En variedades verdes como "Granny Smith" se consideró tres niveles desde color verde intenso hasta rubor rojo (Foto 8A). Para variedades rojas como "Pink Lady®" y "Fuji" la escala consideró el porcentaje de cubrimiento de color rojo en la piel de la manzana desde un valor menor al 50% hasta aquel mayor a un 75% (Foto 8B).

## GRANNY SMITH

En el cultivar Granny Smith la malla AG resultó ser la más efectiva en el control de daño por sol, reduciendo su incidencia en un 10% en relación a la malla negra para la temporada 2015/16 y en un 6% y 17% en relación a la malla negra y testigo absoluto (sin malla), respectivamente, en la temporada 2016/17 (Tabla 3). Cabe destacar que durante la temporada 2016/17 la incidencia de daño por sol en esta variedad fue inferior a la temporada anterior (Tabla 1), lo que sería explicado por la menor incidencia de radiación solar directa que se registró durante esa temporada en la localidad de estudio (Figura 1).

Para ambas temporadas aproximadamente un 70 – 75% de la fruta producida bajo malla AG (más efectiva en el control) presentó desarrollo de color verde intenso, siendo un 11% superior a la malla negra para la temporada 2015/16 y un 7% superior al testigo (sin malla) para la temporada 2016/17 (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto del tipo de malla sobre la incidencia de daño por sol y desarrollo de color en manzanas "Granny Smith". Localidad de Teno.

Mallas	Temporadas							
	2015/16				2016/17			
	Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)			Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)		
VI		VP	RR	VI		VP	RR	
PG	24,7 b	46,4 b	28,5	0,4	6,3 ab	75,7 ab	18,0 b	-
PA	25,4 b	35,1 b	39,6	0,1	8,1 ab	87,5 a	4,3 a	-
AG	14,6 a	69,2 a	16,2	0,1	5,3 a	76,6 ab	18,2 b	-
N	25,2 b	58,5 ab	16,2	0,8	11,8 b	79,9 ab	8,5 ab	-
s/malla					22,3 c	69,5 b	12,5 ab	-
p-valor	0,013	0,003	0,07	0,218	0,001	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

## PINK LADY®

En el caso del cultivar "Pink Lady®" el uso de mallas redujo en promedio en un 7% la incidencia de daño por sol para la temporada 2015/16 y en un 15% para la temporada 2016/17; en ambos casos respecto al testigo (sin malla) (Tabla 4). Durante la segunda temporada, caracterizada por una mayor incidencia de radiación solar directa y altas temperaturas (Figs. 1 y 2), la malla AG resulta ser la más efectiva en mitigar daño por sol en la fruta, en comparación al testigo y al resto de las mallas evaluadas (Tabla 4). En ambas temporadas, la malla AG y PG permitieron alcanzar un control efectivo de daño por sol en la fruta sin disminuir la proporción de fruta con color de cubrimiento >75%, en comparación al testigo absoluto (sin malla). Considerando ambas temporadas un 77% de la fruta bajo malla AG estaría en la categoría de color de cubrimiento >50%. Para el caso de la malla PG este valor sería del orden del 79%.

Tabla 4. Efecto del tipo de malla sobre la incidencia de daño por sol y desarrollo de color en manzanas "Pink Lady®". Localidad de Molina.

Mallas	Temporadas							
	2015/16				2016/17			
	Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)			Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)		
< 50%		50 – 75%	>75%	< 50%		50 – 75%	>75%	
PG	1,5 a	14,2	47,8	37,9 a	3,8 ab	27,1 b	49,9	23,0 ab
PA	1,6 a	25,0	57,3	17,6 b	4,9 ab	19,9 ab	60,1	20,0 ab
AG	1,7 a	17,9	45,6	36,4 a	1,5 a	27,5 b	59,5	12,9 ab
N	3,9 a	19,4	58,3	22,2 ab	5,3 b	27,7 b	62,9	9,4 b
S/malla	9,9 b	8,7	53,6	37,5 a	18,3 c	6,1 a	63,7	30,1 a
p-valor	0,0001	0,2848	0,0954	0,0056	0,0001	0,003	0,3449	0,035

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

## FUJI

Para el caso de "Fuji" y durante la temporada 2015/16 solo la malla AG resultó ser efectiva en la reducción de daño por sol en este cultivar. Sin embargo, durante la temporada 2016/17 las tres mallas bicolors (AG, PG y PA) presentaron mayor efectividad en control de daño por sol en la fruta, reduciendo su incidencia respecto a la malla negra en un 13% y en un 22% respecto al testigo absoluto (sin malla) (Tabla 5). Esto estaría indicando una ventaja de la malla AG en el control de daño por sol en "Fuji" bajo condiciones más extremas radiación solar y altas temperaturas (Figs. 1 y 2). No obstante, en esta variedad el uso de malla AG afectó el color de frutos, especialmente durante la segunda temporada de evaluación (Tabla 5). Se ha descrito que cultivares como "Fuji" son muy exigentes en disponibilidad de luz directa para alcanzar un adecuado desarrollo de color en la fruta (Jakopic et al., 2007), lo que explicaría de alguna manera estos resultados. En este sentido, un manejo de apertura de las mallas antes de cosecha o la utilización de materiales reflectantes de la luz (Extenday o Colorup), podrían ser prácticas recomendables al hacer uso de mallas bicolors en el control de daño por sol en esta variedad.

Tabla 5. Efecto del tipo de malla sobre la incidencia de daño por sol y desarrollo de color en manzanas "Fuji". Localidad de Yerbas Buenas.

Mallas	Temporadas							
	2015/16				2016/17			
	Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)			Golpe de sol (%)	Categorías de color (%)		
	< 50%	50 – 75%	>75%		< 50%	50 – 75%	>75%	
PG	14,4 b	8,9 ab	54,5	36,5	14,9 a	32,7 b	57,4	9,9 ab
PA	16,6 b	21,1 b	58,5	20,4	17,1 a	27,2 ab	53,7	19,1 ab
AG	7,8 a	14,2 ab	66,5	19,2	16,7 a	36,2 b	57,6	6,1 b
N	9,9 ab	4,7 a	52,4	42,8	29,6 ab	15,2 a	58,6	26,2 a
s/malla					38,9 b	18,8 a	55,1	26,0 a
p-valor	0,0098	0,0102	0,3541	0,03	0,0097	0,0005	0,6617	0,0059

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

## CONSIDERACIONES FINALES

Las condiciones ambientales de radiación solar y temperatura bajo las cuales se desarrolló la presente investigación variaron ampliamente entre temporada y localidad.

El tipo de malla influye en la capacidad de reducir la transmisión de la radiación solar directa "dañina para la fruta", siendo las mallas bicolors azul-gris (AG) y perla-gris (PG) los materiales con mayor efectividad en este sentido.

La capacidad de las mallas AG y PG de filtrar la radiación solar directa se ve fuertemente influenciada por las condiciones ambientales y de diseño de huertos; la instalación de estas mallas en huertos con sistemas "en capilla" mejorarían su efectividad en reducir la cantidad de radiación solar directa incidente en la fruta.

Todas las mallas bicolors estudiadas son efectivas en reducir la temperatura del fruto. Sin embargo, esta efectividad varía ampliamente entre localidades, probablemente asociado a diferencias entre cultivares o de manejo agronómico.

Para cultivares de fruta verde como "Granny Smith" la malla más aconsejable para el control de golpe de sol es la AG. Esta malla resultó ser, para ambas temporadas, la más efectiva en el control daño por sol y asegurando en promedio un 73% de la fruta producida bajo esta malla dentro de la categoría de color verde intenso.

Para cultivares de fruta roja como "Pink Lady ®" la malla más aconsejable para el control de golpe de sol también es la AG. Esta malla resultó ser, para ambas temporadas, la más efectiva en el control daño por sol y asegurando en promedio que un 77% de la fruta producida bajo esta malla dentro de la categoría de color de cubrimiento >50%. En segundo grado de efectividad estaría la malla PG y con la que se asegura una mayor proporción de fruta (79%) en la categoría de color >50%. Solo en estas mallas bicolors (AG y PG) la cantidad de fruta en categoría de color de cubrimiento >75% fue similar a la condición sin malla y del orden de un 25 - 30%.

Para el caso de "Fuji" la malla AG sería recomendable para un control más efectivo de daño por sol en la fruta, especialmente en temporadas con condiciones extremas de radiación solar y temperaturas. No obstante, se debe tener presente que bajo este tipo de malla la falta de coloración de la fruta sería un aspecto negativo a considerar. Un manejo de apertura de las mallas antes de cosecha o la utilización de materiales reflectantes de la luz serían prácticas recomendables al hacer uso de este tipo de malla en variedades como "Fuji".



## REFERENCIAS

- Bastias, 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.
- 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.
- Nobel, P. 2009. *Physicochemical and Environmental Plant Physiology*. Academic Press, Elsevier. 604 p.
- Olivares-Soto, H. and Bastias, 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.

## Capítulo III

### MANEJO DEL RIEGO EN HUERTOS BAJO MALLAS

**Celerino Matías Quezada Landeros**  
Ingeniero Agrónomo Mg. Sc.  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
[cequezad@udec.cl](mailto:cequezad@udec.cl)



## CAPÍTULO III

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

En este Capítulo se abordan efectos de las mallas bicolors perla-gris (PG), perla-azul (PA) y azul-gris (AG) 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 Yerbos Buenas, Región del Maule.

## HUMEDAD DEL SUELO

### Tensión de agua en el suelo

Los valores de tensión medidos a través de sensores watermarks presentaron diferencias con el tipo de mallas en relación al control (malla negra). Estas variaciones de tensiones pueden estar asociadas a la alteración del área de mojamamiento por efecto de vientos y bajas de presión por problemas de mantención en el sistema de riego. No obstante, en general el mejor comportamiento lo presentaron las mallas PA y PG. En el caso de Teno, para las cuatro fechas de mediciones las tres mallas foto-selectivas mantuvieron tensiones menores que el control (15 a 20 cb), siendo las mejores las mallas PG y AG con 4 a 6 cb (Figura 5).

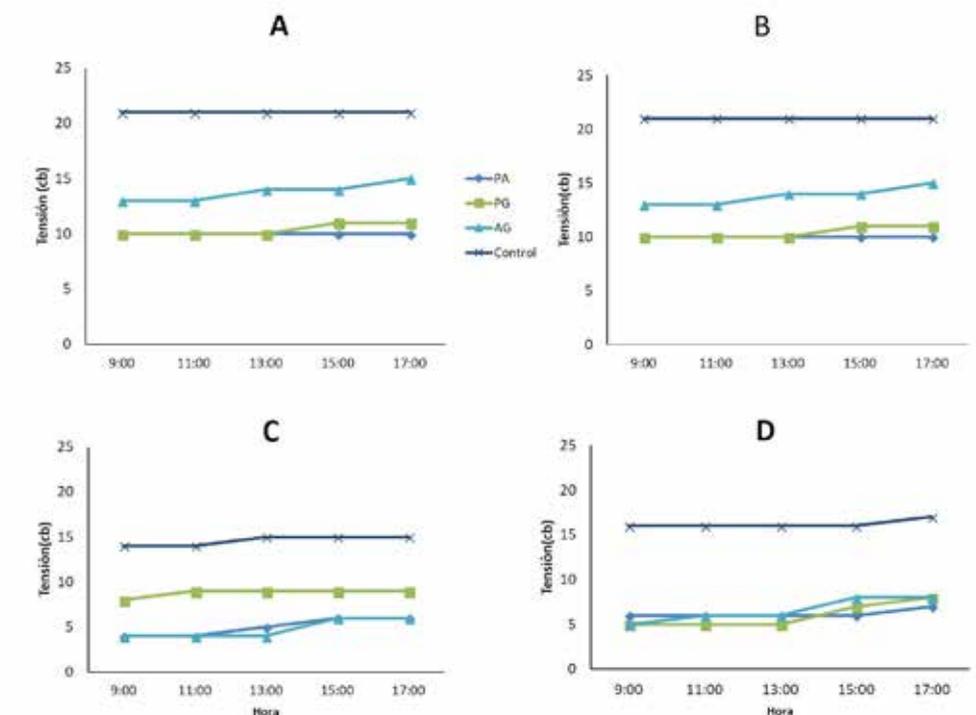


Figura 5. Tensión del agua en el suelo en huertos de manzano "Granny Smith" bajo mallas fotoselectivas y medida el 25/11/15 (A) 14/01/16 (B), 22/11/16 (C) y el 8/02/17 (D)

En el huerto de "Pink Lady ®" ubicado en la localidad de Molina sólo las mallas PA y PG mantuvieron una tensión de agua bajo el control (malla negra). En este huerto (Figura 6), 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 menores (17 cb) en comparación a la malla negra control (25 cb). En el resto de las mallas se apreció una variabilidad extrema en este indicador de humedad en el suelo y fuera del rango apropiado para el manzano (sobre 100 cb). Esto se puede explicar por la ubicación del sensor en relación al radio de mojamiento del microaspersor (Figura 6).

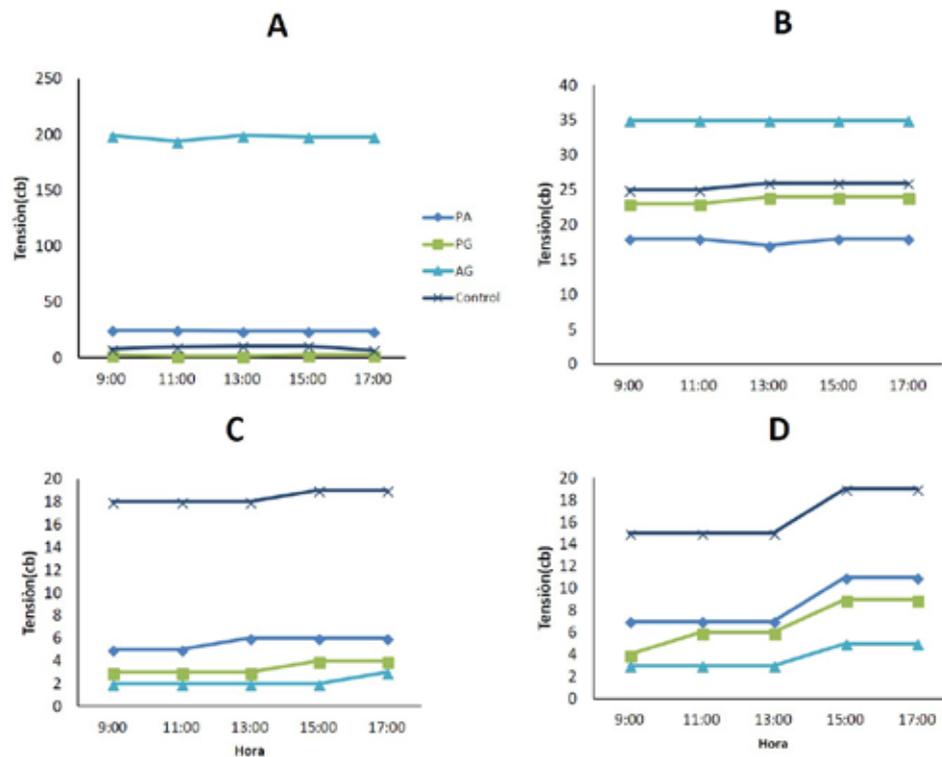


Figura 6. Tensión del agua en el suelo en huertos de manzano "Pink Lady®" bajo mallas fotoselectivas medida el 8/11/16 (A) 16/02/16 (B), 17/01/17 (C) y el 22/03/17 (D)

En el caso del huerto de "Fuji" ubicado en Yervas Buenas (Figura 7) 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 en algunos casos AG y PG (Figura 7)

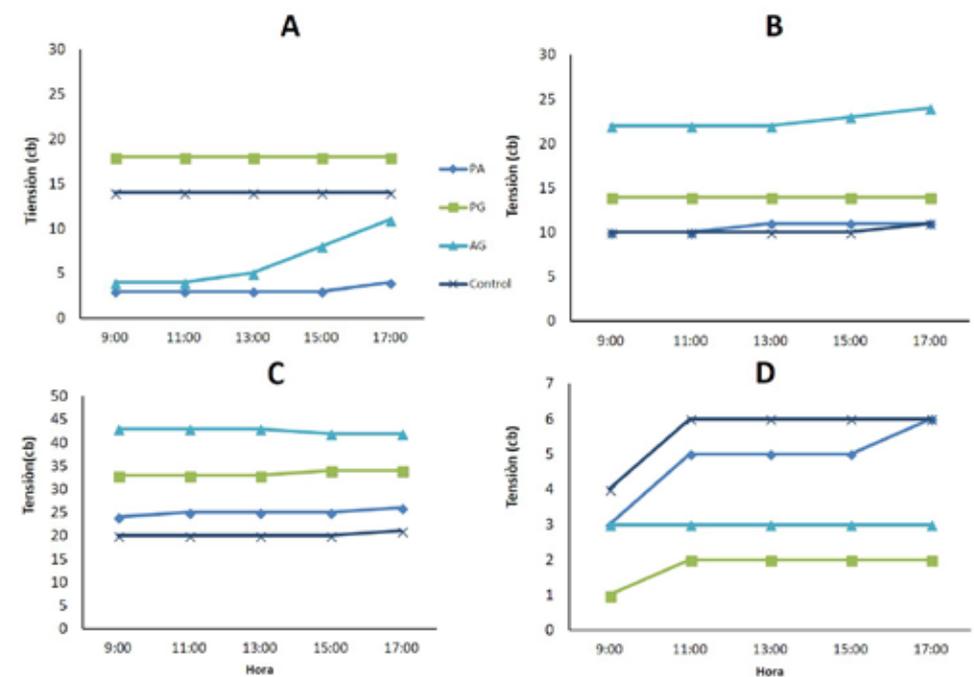


Figura 7. Tensión del agua en el suelo en huertos de manzano "Fuji" bajo mallas fotoselectivas medida el 21/01/16 (A) 9/02/16 (B), 11/01/17 (C) y el 7/02/17 (D)

## Contenido de agua del suelo

El contenido de agua fue mayor en las tres mallas en relación al control. Esto 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 (Figura 8). Las mallas presentaron diferencias entre si y entre temporadas, probablemente debido a factores de manejo del riego. En el huerto de Teno la malla AG, PA y PG mostraron un mejor comportamiento, manteniendo la humedad al control sin malla. Esto significa una retención de humedad de aproximadamente 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 (Figura 8).

## EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) determinada por el modelo de Penman-Monteith también presentó diferencias entre el tipo de mallas evaluado (Tabla 6). En el huerto de "Granny Smith" de Teno la ET<sub>o</sub> bajo la malla PA (8,14 mm/día), PG (7,72 mm/día) y AG (7,53 mm/día), fueron más bajas en relación a la malla negra (9,57 mm/día del control). En esta localidad la malla AG fue la que obtuvo una mayor disminución de la ET<sub>o</sub> (Tabla 6).

En el huerto de "Pink Lady ®" Molina los valores de ET<sub>o</sub> también fueron más bajos en las mallas PA (8,28 mm/día), PG (8,89 mm/día) y AG (7,91 mm/día) en relación a los 9,86 mm/día registrados bajo la malla negra (control). De la misma manera ocurre en el huerto de "Fuji" Yervas Buenas y en donde los valores de ET<sub>o</sub> son menores bajo las mallas 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 (Tabla 6)

Respecto a las mallas, la malla AG es la que presentó una menor ET<sub>o</sub> en los tres huertos evaluados: 7,53 mm/día (Teno); 7,91 mm/día (Molina) y 6,69 mm/día (Yervas Buenas) y en el mes de máxima demanda hídrica. Esto significa disminución de 21,3% (Teno), 19,8%

(Molina) y 30,9% (Yervas Buenas) en relación al testigo con malla negra, resultados que concuerdan con los obtenidos por diferentes investigadores (Al-Arafi, 2006; Girona et al., 2015).

Cabe destacar que los valores inferiores de ET<sub>o</sub> en relación al control, implica que bajo las mallas bicolors se esperaría un menor consumo de agua, lo que 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 en los huertos cultivados bajo estas mallas.

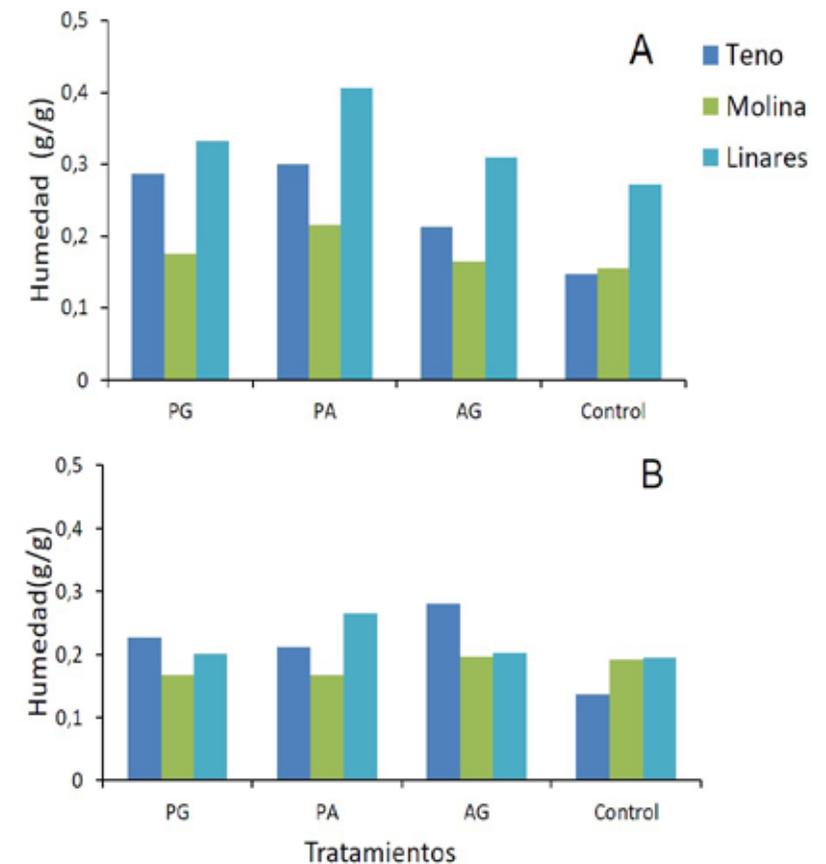


Figura 8 Contenido de agua gravimétrica bajo mallas fotoselectivas en tres huertos de manzanos de "Granny Smith" (Teno), "Pink Lady ®" (Molina) y "Fuji" (Yervas Buenas) durante las temporadas 2015/16 (A) y 2016/17 (B)

**Tabla 6.** Efectos de las mallas fotoselectivas en evapotranspiración potencial (ET<sub>o</sub>) Penman-Monteith (mm/día) en huertos de "Granny Smith" (Teno), "Pink Lady" (Molina) y "Fuji" (Yerbas Buenas)

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
N	9,57	0	9,86	0	9,68	0

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

## CONSIDERACIONES FINALES

Las mallas no mostraron una tendencia definida en relación a la tensión del agua en el suelo 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. Aun así un 50% de las mediciones de tensión de humedad bajo las mallas bicolors presentaron valores inferiores al tratamiento control, lo que indicaría una menor evaporación y mayor disponibilidad de agua para las plantas.

El contenido de agua gravimétrico se mostró como un indicador más preciso del estado hídrico del suelo, ya que las mallas fotoselectivas mantuvieron la humedad del suelo sobre el tratamiento control. Como el muestreo gravimétrico es laborioso y lento, es posible también el uso de sensores dieléctricos para medir la humedad a diferentes profundidades. El uso de esta herramienta en huertos bajo mallas permitiría ahorrar entre 30 y 50% del agua.

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). Para realizar una programación adecuada del riego bajo malla, se recomienda usar el modelo de Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración de referencia y aplicar los coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) por sitio específico, incluyendo el estado de desarrollo vegetativo del huerto (Quezada et al., 2011).

El efecto de las mallas en disminuir la ET<sub>o</sub> y así como la mantención del nivel humedad del suelo por un mayor tiempo, debido a la lenta evaporación, indicaría que la frecuencia de riego bajo estas mallas podría disminuir en 2 días. Esto implicaría un menor gasto de energía y mayor eficiencia de uso del agua, en huertos bajo estas mallas.

## REFERENCIAS

- Al-Arafi, I. 2006. Shading and air velocity influence on greenhouse microclimate. *Acta Horticulturae*, 710: 217 – 224.
- Arthurs, S.P, Stamps, R.H. and Giglia, F.F. 2013. Environmental modification inside photoselective shade houses. *Hortscience*, 48 (8): 975-970.
- Crète, X., Regard, J.L., Ferre, G. and Tronel, D. 2001. Effects secondaires et consequences sur la cpnducit du verger. *L'arboriculture fruitière*, 553:51-55.
- 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.
- 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 Horticultral Science and Biotechnology*, 87: 545 – 550.
- Middleton, S. and McWaters, A. 2002. Hail netting of apple orchards-Australian experience. *The Compact Fruit Tree*, 35(2):51-55.
- Milanovic, M., Gocic, M, and Trajkovic, S. 2014. Effect of anti-hail nets on design of irrigations systems. *Journal of Faculty of Civil Engineering (Serbia)*, 24-25: 619-624.
- 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.

## Capítulo IV

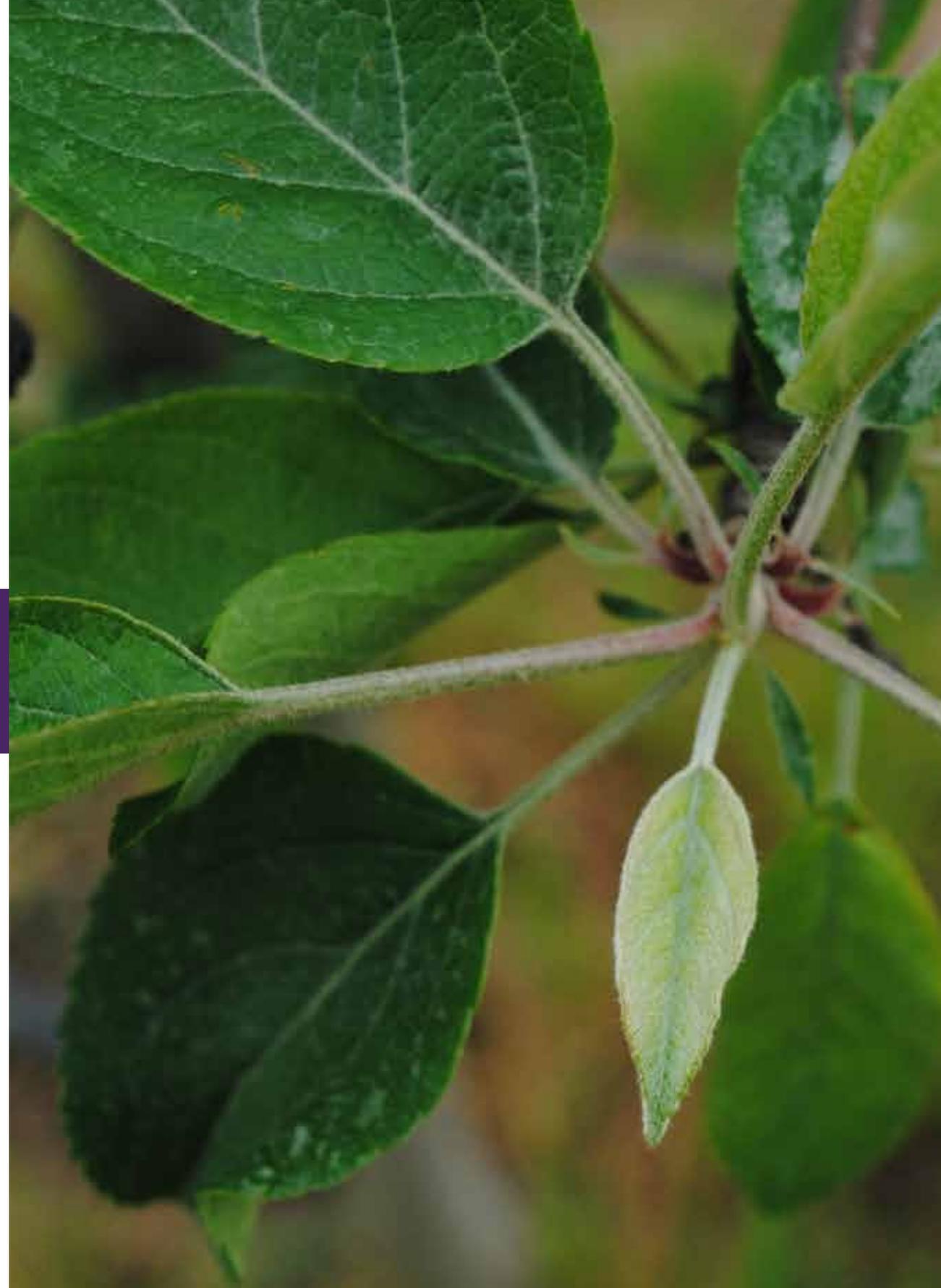
### NUTRICIÓN MINERAL EN HUERTOS BAJO MALLAS

**Richard M. Bastías Ibarra**

Ingeniero Agrónomo Mg. Hort. Ph.D  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
ribastias@udec.cl

**María José Leyton Herrera**

Ingeniero Agrónomo  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
mleytonh@udec.cl



## CAPÍTULO IV

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, 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 el 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 y que son esenciales para el desarrollo de antocianinas, pigmento clave en la coloración de la fruta (Ruiz y Sadzawka, 2003). Finalmente, el Ca es uno de los elementos minerales que puede considerarse esencial 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). Las condiciones ambientales (luminosidad, temperatura y humedad relativa) que se generan bajo las nuevas mallas fotoselectivas pudiesen influir sobre la absorción de elementos minerales por parte de la planta. En el presente Capítulo se entregan resultados sobre el análisis mineral de elementos minerales en hojas y frutos bajo estas mallas y además de algunas consideraciones en el manejo de la nutrición y fertilización de los huertos cubiertos con mallas, con énfasis en elementos como el N, K y Ca.

## 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 7 y 8).



Tabla 7. 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
Nitrógeno Total	N (%)	2,0	2,18	1,93	1,94	1,90 - 2,40
Fósforo	P (%)	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15 - 0,30
Potasio	K (%)	1,15	1,25	1,20	0,98	1,20 - 2,00
Calcio	Ca (%)	1,96	1,71	2,01	1,65	1,30 - 2,00
Magnesio	Mg (ppm)	0,32	0,23	0,27	0,24	0,25 - 0,40
Hierro	Fe (ppm)	168	191	148	150	100 - 300
Manganeso	Mn (ppm)	42	31	37	32	20 - 200
Zinc	Zn (ppm)	30	24	27	18	20 - 50
Cobre	Cu (ppm)	18	19	20	18	5 - 12
Boro	B (ppm)	24	25	24	23	25 - 70

Tabla 8. Análisis foliar en manzanos "Granny Smith" bajo mallas. Teno Región del Maule. Temporada 2016-2017

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

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

## Análisis de frutos "Granny Smith"

En el caso de análisis mineral de frutos en ambas temporadas se presentaron niveles de Ca inferiores al adecuado de 5 mg/100gr de peso fresco para los distintos tipos de mallas; a excepción de la malla perla-gris para la temporada 2015/16 (Tablas 9 y 10).

La literatura internacional señala que el nivel adecuado de Ca en manzanas a cosecha es considerado un valor cercano a 5mg/100gr de peso fresco (PF), para reducir el potencial de riesgo de desarrollo de bitter pit; principal desorden fisiológico en manzanas.

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 de las mallas sobre 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 de 10; considerado crítico para variedades susceptibles a bitter pit como "Granny Smith" (Tablas 9 y 10) (Lepe et al., 2011).

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

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

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

### Análisis foliar "Fuji"

Para el caso del huerto de "Fuji" se detectó que en ambas temporadas el nivel de K y Fe estaba con niveles bajos para los distintos tipos de mallas (Tablas 11 y 12), pero en ningún caso en el rango de deficiencia (Hirzel, 2014). El contenido mineral de Ca en las hojas se encontró a niveles altos (Tablas 11 y 12), 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 11 y 12). Cabe destacar que 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 un rango normal (Tablas 11 y 12).



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

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

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

### 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 13 y 14). Cabe destacar que los frutos bajo malla negra presentan valores normales en el nivel de N en la fruta y una mayor concentración de materia seca, en relación a los otros tipos de mallas (Tablas 13 y 14). 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 13. Análisis mineral de frutos en manzanos "Fuji" bajo mallas. Linares, Región del Maule. Temporada 2015-2016

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

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

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

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

### Análisis foliar “Pink Lady ®”

Para este cultivar solo los niveles de N y Fe en hojas fueron levemente inferiores al rango adecuado para las mallas perla-gris, azul-gris y negra, y durante la temporada 2015-2016 (Tabla 15). Sin embargo, estos valores encontrados no se encuentran en el rango considerado deficiente para el manzano (Hirzel, 2014).



Tabla 15. Análisis foliar en manzanos “Pink Lady ®” bajo mallas. Molina, Región del Maule. Temporada 2015-2016.

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

Tabla 16. Análisis foliar en manzanos “Pink Lady ®” bajo mallas. Molina, Región del Maule. Temporada 2016-2017

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

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

### Análisis de frutos “Pink Lady ®”

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 17 y 18).

Tabla 17. Análisis mineral de frutos en manzanos “Pink Lady ®” bajo mallas. Molina, Región del Maule. Temporada 2015-2016.

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

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

Tabla 18. Análisis mineral de frutos en manzanos “Pink Lady ®” bajo mallas. Molina, Región del Maule. Temporada 2016-2017.

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

PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

## CONSIDERACIONES FINALES

### Cultivar “Granny Smith”

Según los análisis, en este cultivar no se 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 “Granny Smith”.

### Cultivar “Fuji”

En este cultivar el uso de mallas produjo alteraciones en los niveles de K, Ca, Mg y Mn. El efecto más marcado se observó sobre el nivel alto de Mn en hojas de huertos cubiertos por las mallas negra, perla-azul y azul-gris. Se ha indicado que el manzano es especialmente sensible a presentar problemas por exceso de Mn en hojas, lo que normalmente está asociado a la acidificación de los suelos, y especialmente cuando son regados excesivamente (Sierra, 2016). Lo anterior tiene cierta lógica si se considera lo indicado en el Capítulo anterior en términos de la necesidad de bajar las tasas de riego bajo estas mallas. Una disminución en la tasa del riego en huertos de “Fuji” bajo estas mallas ayudaría a obtener niveles de Mn foliar 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 las 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 tasas de riego bajo las mallas fotoselectivas, una disminución en la fertilización nitrogenada podría ser recomendable para obtener fruta con mayor desarrollo de color en esta variedad, especialmente bajo la malla azul-gris que resulta ser la con mejor potencial para el control de daño por sol.

### “Cultivar Pink Lady ®”

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 en ambas temporadas. Una corrección de este elemento debiera considerarse, siempre y cuando este limitando el rendimiento o el desarrollo de color de frutos.

## REFERENCIAS

- Hirzel, J. 2014. Diagnóstico Nutricional y Principios de Fertilización en Frutales y Vides. Colección Libros INIA. 31. 322 p.
- Lepe, V., Hernández, O. y Yuri, J. 2011. Contenido mineralógico en frutos vs desbalances nutricionales. Boletín Técnico Pomáceas, 11 (5): 6 p.
- 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.
- Ruiz, R. y Sadzawka, A. 2003. Nutrición y fertilización potásica en frutales y vides. Colección Libros INIA-14. 56 p.
- 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>.
- Yuri, J. 2002. Nutrición Mineral en Pomáceas. Bitter pit: “Un problema vigente”. Revista Frutícola, 23(1): 23-30.
- 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. Acta Horticulturae, 564: 113 -122.

## Capítulo V

### MANEJO DEL RALEO BAJO MALLAS

**Richard M. Bastías Ibarra**

Ingeniero Agrónomo Mg. Hort. Ph.D  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
ribastias@udec.cl

**María José Leyton Herrera**

Ingeniero Agrónomo  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
mleytonh@udec.cl



## CAPÍTULO V

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 este propósito y asegurar 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 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 químico, pero en cuyo caso existen pocos antecedentes a la fecha (Bastías et al., 2015).

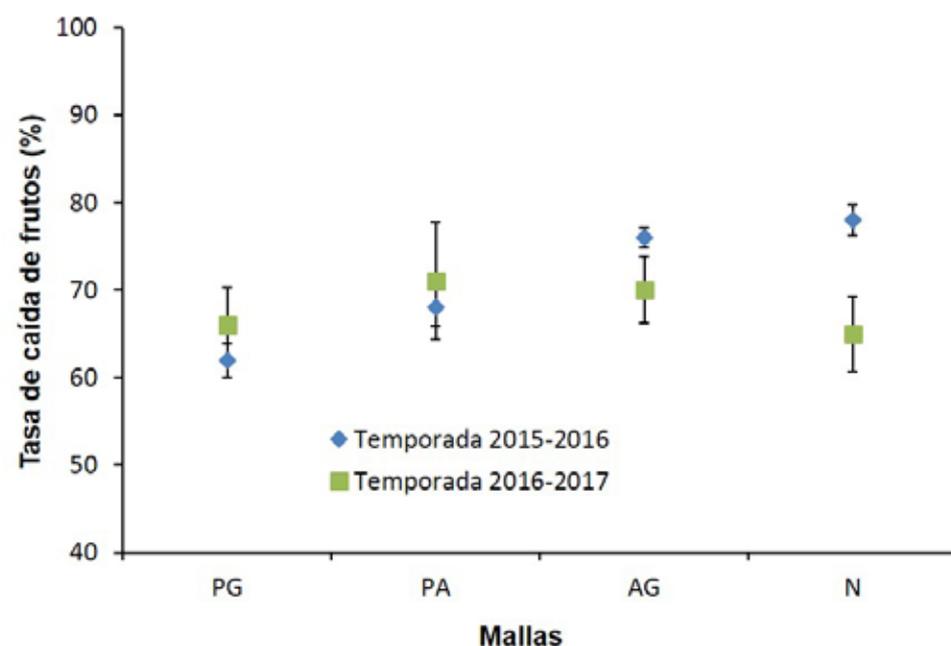
En el presente Capítulo se entregan algunos antecedentes sobre la efectividad del raleo químico en huertos de manzanos bajo mallas desarrolladas con técnicas foto-selectivas en diferentes localidades, variedades y en el marco del proyecto FIA código PYT-2015-0192. La efectividad del uso de raleadores se evaluó bajo las mallas bicolors perla-azul, azul-gris y perla-gris en comparación al uso de la malla negra, en las unidades experimentales de huertos comerciales situados en las localidades de Teno, Molina y Linares cuyos cultivares cubiertos correspondieron a "Granny Smith", "Fuji" y "Pink Lady ®" 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 (Foto 9).



Foto 9. Corimbos marcados durante seguimiento de caída de frutos en las diferentes variedades de manzanos creciendo bajo mallas

## Cultivar “Granny Smith”

En “Granny Smith” la tasa de caída de frutos fue superior, en ambas temporadas, bajo la malla azul-gris y en relación a la malla perla-gris (Figura 9). Esto es relevante si se considera que la malla azul-gris es la que estaría presentando mayor efectividad en el control de daño por sol en este cultivar.



PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

Figura 9. 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 huerto 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)

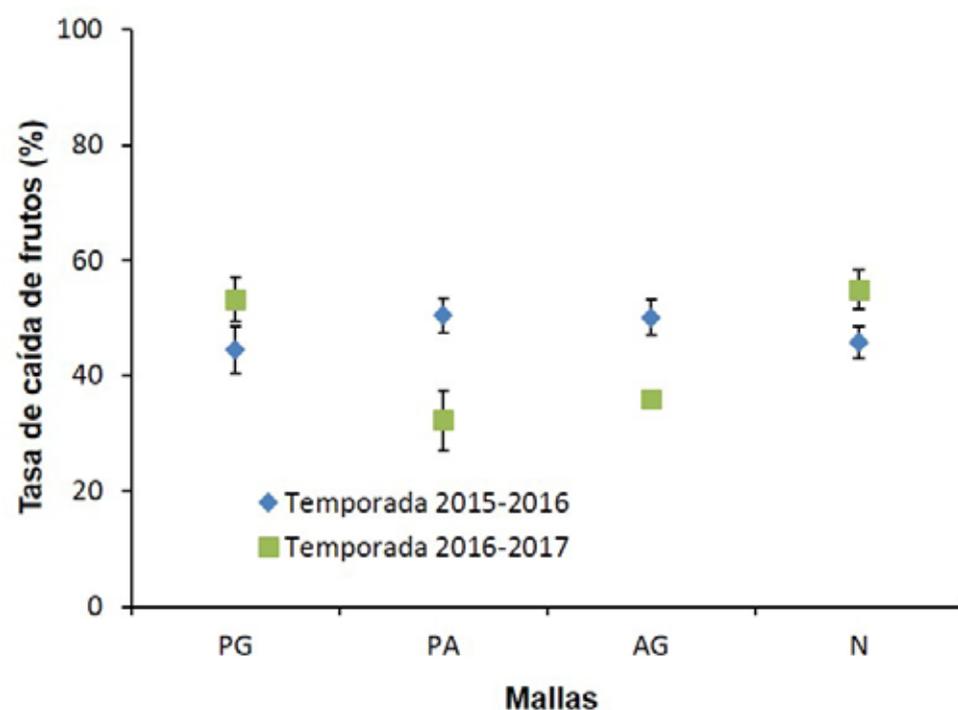
(Tabla 19). Se ha reportado que aun cuando las aplicaciones de polisulfuro de calcio se realizan en floración, su efecto puede prolongarse hasta el crecimiento del fruto al inhibir procesos de la fotosíntesis, y con ello inducir una mayor caída de frutos (Byers, 2003). Esta inhibición puede estar relacionada a la baja disponibilidad de luz directa e incremento de luz difusa que se genera bajo las mallas, especialmente en la malla azul-gris, y la cual resulta ser la más efectiva en el control de daño por sol para “Granny Smith”. 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 este tipo de malla (Tabla 19; Figura 9).

Tabla 19. Programa de raleo efectuado en “Granny Smith”, en relación al momento de 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

## Cultivar "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 10). 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 y posterior a la aplicación de los productos raleadores (Cylex y Carbaril, en este caso).



PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

Figura 10. 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 coincidió con una de las aplicaciones de los productos raleadores. En este caso las mallas perla-gris y negra fueron la que presentaron las tasas más altas de caída de frutos (Figura 10), demostrando que las condiciones lumínicas bajo estas mallas mejoran la efectividad de raleo de productos como CylexMR (Benciladenina) y Carbaryl en "Fuji", cuando las mallas son extendidas durante periodos cercanos a la aplicación de estos productos (Tabla 20).

Tabla 20. Programa de raleo efectuado en "Fuji" y en relación al momento de colocación de las mallas. Linares, Región del Maule. C: CylexMR ; Ca: Carbaryl 85 wp. MF=malla foto-selectiva; MN=malla negra.

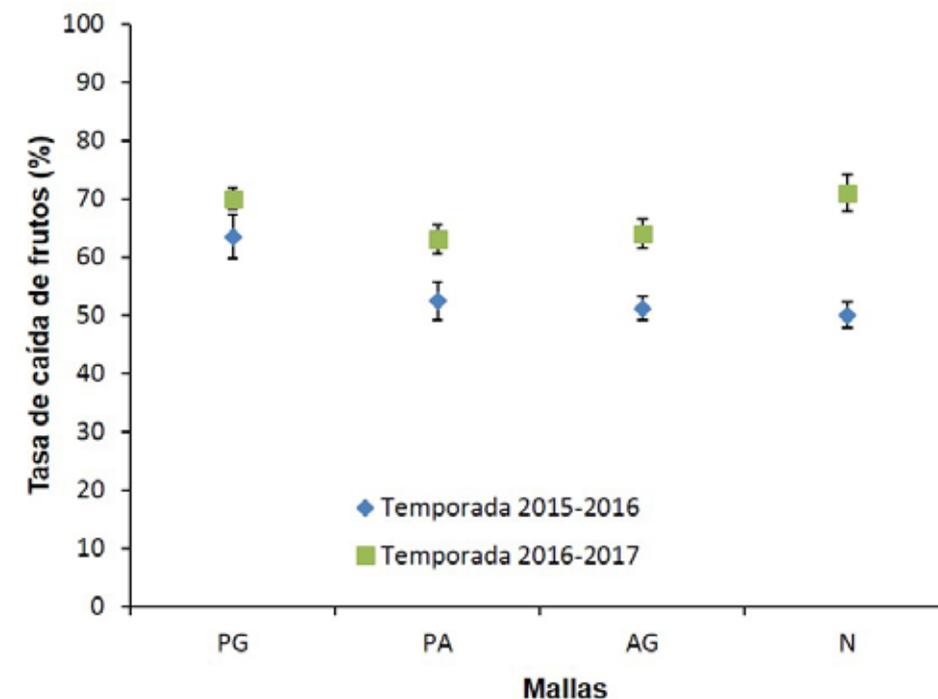
Estados fenológicos	Temporada 2015-2016	Temporada 2016-2017
Caída de los últimos pétalos	C + Ca	C + Ca
Inicio de cuajado de frutos	C + Ca	MF + C + Ca
Frutos cuajado en crecimiento	MF	MF

## Cultivar “Pink Lady ®”

En este huerto el raleo químico se basó en la aplicación de CylexMR y Exilis® (benciladenina). Además, la primera temporada se realizó solo una aplicación de Carbaryl (Tabla 21). En este caso se apreció una diferencia notable en cuanto a la tasa de caída de frutos entre ambas temporadas (Figura 11). Independiente del tipo de malla la caída de frutos fue superior durante la temporada 2016/17 en comparación a la temporada 2015/16 (Figura 11). 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 ambas temporadas la malla perla-gris fue la que originó una mayor tasa de caída de frutos frente a los raleadores aplicados (Figura 11).

Tabla 21. Programa de raleo efectuado en “Pink Lady ®”, en relación a colocación de las mallas. Linares, Región del Maule **C**: CylexMR; **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



PG: Perla Gris, PA: Perla Azul, AG: Azul Gris y N: Negra.

Figura 11. Tasa de caída de frutos estimada en “Pink Lady ®”. Localidad de Molina, Región del Maule. Temporadas 2015/16 y 2016/17.

## CONSIDERACIONES FINALES

### Condiciones ambientales bajo mallas y efectividad de raleo

Uno de los primeros efectos 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 de frutos. Al disponer de mallas, estas podrían ser extendidas después de la aplicación y se podría obtener una mejor respuesta de los raleadores. 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 ambas generan un ambiente más fresco y de mayor cantidad de luz difusa (simulando a 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".

### 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

sombreamiento (Byers, 2003), 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 CylexMR 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 CylexMR 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 "Pink Lady" 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. Por tanto, el protocolo a seguir sobre la fecha de apertura de estas mallas 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 "Pink Lady ®" se observó un claro efecto de las mallas sobre la efectividad de raleo de CylexMR 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 ambientales favorables para el raleo con este tipo de productos.

Polisulfuro de Calcio: Corresponde a un insecticida utilizado generalmente en producción orgánica de manzanas como alternativa a los productos anteriormente mencionados. Si bien posee resultados similares a los métodos convencionales, es muy dependiente de las condiciones climáticas en su momento de aplicación. Por lo anterior, es de suma importancia realizar un monitoreo constante de su efectividad para determinar si otras aplicaciones son necesarias. Según los antecedentes recopilados con la aplicación de este raleador en el cv. Granny se indica que el tipo 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.

En resumen 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). 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.

## REFERENCIAS

- Bastias, R.M, Leyton, M.J., Valenzuela, R., Umanzor, 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.
- Byers, R.E. 2003. Flower and fruit thinning and vegetative: Fruiting Balance. *Apple, Botany and Uses*. CABI Eds. 660 p.
- Forshey, C.G., 1986. Chemical fruit thinning of apples. *New York's Food and Life Sci. Bul.* N° 116.
- Greene, D. W. 2002. Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. *HortScience*, 37(3), 477-481.
- 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.
- Reginato, G., C. Riquelme, T. Robinson. 2015. Raleo químico del manzano en Chile. *Universidad de Chile, Serie Ciencias Agronómicas N° 24*. 88 p.
- Thompson, A.H. 1957. Six years experiments on chemical thinning of apples. *Univ. of Maryland Agr. Expt. Sta. Bul.* A-88.

## Capítulo VI

### MANEJO DE VENTURIA BAJO MALLAS

**Ernesto Moya Elizondo**  
Ingeniero Agrónomo Mg. PV. Ph.D.  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
[emoya@udec.cl](mailto:emoya@udec.cl)



## CAPÍTULO VI

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 se manifieste se requiere que concurren tres factores que son un hospedero susceptible, el patógeno y las condiciones medioambientales. 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 desórdenes similares a virosis, y cuatro por diferentes especies de nemátodos (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.). 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 el problema sanitario que demanda el mayor número de aplicaciones de fungicidas durante su control.

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 de 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 pseudotecios o ascostroma (telomorfo Fase sexual) sobre las hojas caídas, que contienen en su interior ascos con ascosporas, las que serán las responsables de infectar los nuevos brotes, hojas, flores

y frutos que emerjan desde las yemas en receso al inicio de brotación en primavera. Sobre esos tejidos infectados se desarrollará un micelio característico de color verde-negruzco y el cual a su vez dará origen a 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 e incluso 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 este proceso. 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 con este hongo 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 mallas en huertos de 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 esta enfermedad (De Paula *et al.* 2012).

En este Capítulo se muestran los resultados obtenidos en investigaciones 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 código PYT-2015-0192 durante las temporadas 2015-2016

y 2016-2017. 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 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 en huertos de manzanos cultivados bajo mallas.

### RIESGO DE INCIDENCIA DE VENTURIA BAJO MALLAS

El uso de tres diferentes mallas y un testigo que correspondía a malla negra, 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 del proyecto FIA código 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. 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 el 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, dado 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 necesario 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 12.

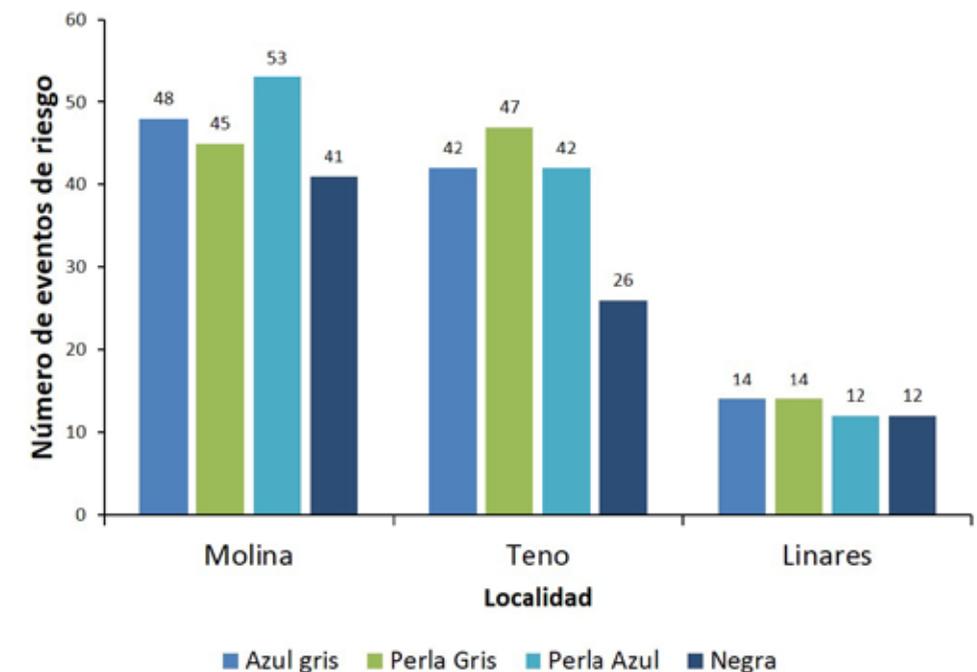
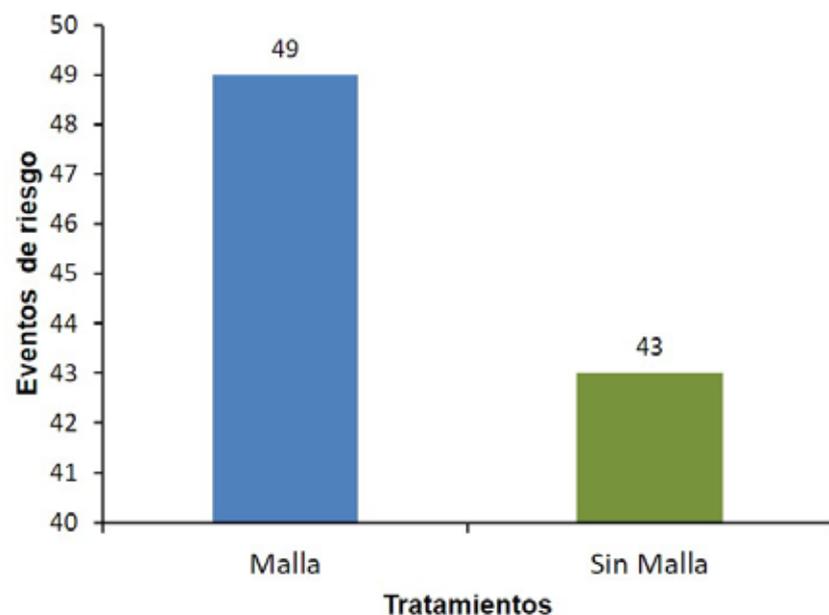


Figura 12. Número de eventos de riesgos de infestación con *Venturia inaequalis*, para cuatro diferentes tipos de mallas en tres localidades de la Región del Maule.

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, 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% menos eventos de riesgo comparado a aquella que presentó el mayor número de eventos que fue la malla Perla Gris (Figura 12). 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.

Aun cuando se observó cierta tendencia, 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. 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 13).



### INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE VENTURIA BAJO MALLAS

La expresión de la Sarna del manzano bajo los diferentes tipos de mallas es una variable que requirió ser cuantificada, debido a que el análisis de variables ambientales supondría una mayor prevalencia de condiciones que favorezcan la expresión de la enfermedad. Los resultados de infestación por la Sarna del manzano fueron relativamente bajos y durante ambas temporadas (Tabla 22 y 23), ya que en promedio presentaron 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.

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 22) y la malla Perla Gris haya tenido un 33,9% y 5,6% de incidencia sobre hojas y frutos de manzano "Granny Smith"

Figura 13. Número de eventos de riesgos de infestación con *Venturia inaequalis*, comparado para un sector mantenido con malla versus otro sin esta protección. Estación Experimental el Nogal de la Universidad de Concepción en Chillán. 2013/14

durante la temporada siguiente (Tabla 23). 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.

Tabla 22. 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.

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

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

Tabla 23. 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. Temporada 2016-2017.

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

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

En la evaluación de Sarna del Manzano realizada con los frutos a la cosecha y en el ensayo conducido en Molina durante la temporada 2015-2016, se incluyó un testigo sin malla (Tabla 24). Curiosamente, en este huerto se apreció una mayor incidencia de venturia bajo la condición sin malla. Lo anterior puede deberse a que las mallas pueden ser capaces de capturar esporas entre sus tejidos o reduzcan el movimiento del viento, lo cual reduzca la cantidad o movimiento de inóculo dentro del huerto, así como también del agua libre.

Tabla 24. 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						Promedio
	Teno		Molina		Linares		
	"Granny Smith"		"Pink Lady"		"Fuji"		
	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
<b>Sin Malla</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>369,8</b>	<b>3,07 b</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</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

## LIBERACIÓN DE ASCOSPORAS

A partir de la segunda temporada de experimentación se evaluó la liberación de ascosporas 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 (Foto 10).



Foto 10. 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 tendencias que mostrasen diferencias entre las mallas en las tres localidades (Tabla 25).

zzaz

Tabla 25. 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

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

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 malla Perla Azul o la Perla Gris. En las otras localidades, la observación de ascosporas fue menos variable entre las distintas mallas (Figura 14).

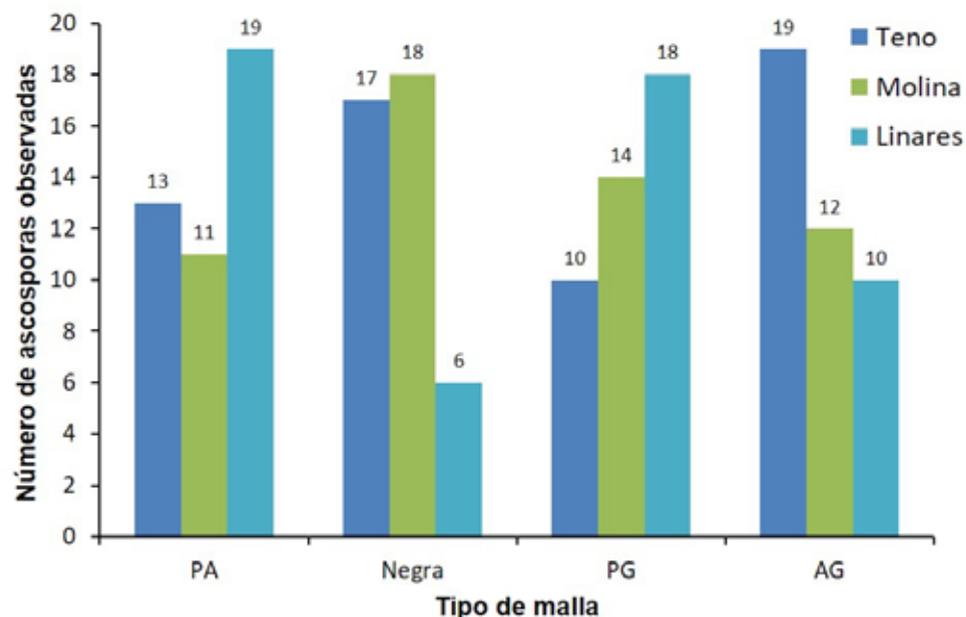


Figura 14. Número total de ascosporas de *Venturia inaequalis* determinadas bajo cuatro tipos diferentes de mallas en tres localidades de la Región del Maule durante el periodo de brotación a floración (15 de septiembre al 14 de octubre de 2016).

## CONSIDERACIONES FINALES

Basados en los resultados obtenidos el manejo de venturia en la condición de huertos cubiertos con mallas debiera considerar estrategias de control similares al manejado bajo la condición al aire libre, sin malla.

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.

Los programas de control basados enteramente en aplicaciones previo a condiciones de postinfección son una alternativa a los programas en base a aplicaciones a calendario o calendarios modificados. En este contexto y considerando que las condiciones ambientales bajo mallas muestran distinto nivel de riesgo a venturia, es recomendable trabajar en huertos protegidos con un programa basado en datos meteorológicos y Tablas de Mills o versiones modificadas de estas, para determinar el momento en que 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 alertar en forma automática a los productores de posibles periodos de infección.

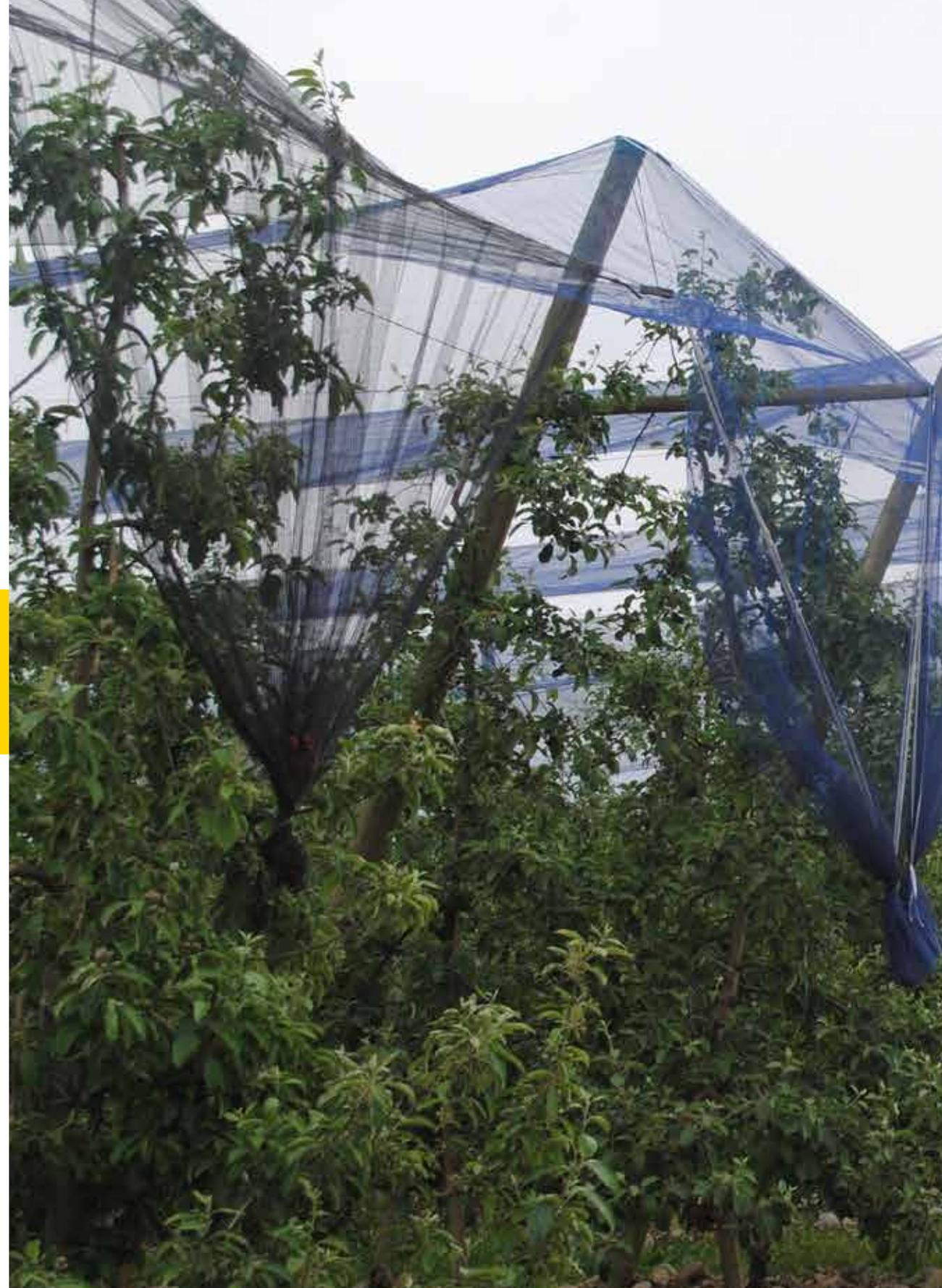
## REFERENCIAS

- De Paula, V. A., Bergamaschi, H., Del Ponte, E. M., Cardoso, L. S., and L. C. Bosco. 2012. Duração do período de molhamento foliar em pomares de macieira em céu aberto e sob tela antigranizo, em Vacaria-RS [Duración del periodo de hoja mojada en huertos de manzano a cielo abierto y bajo malla de cobertura anti granizo en Vacarias, Brazil]. *Rev. Bras. Frutic.* 34(2):451-459.
- Becker, C. M., and Burr. T. J. 1994. Discontinuous wetting and survival of conidia of *Venturia inaequalis* on apple leaves. *Phytopathology*, 84:372-378.
- Biggs, A. R., and A. Stensvand, 2014. Apple Scab. Pp:8-11. En: Sutton, T. B., Aldwinckle, H. S., Agnello, A. M., and F. F. Walgenbach. 2014. *Compendium of apple and pear disease and pests*. 2nd. Edition. The American Phytopathological Society. APS Press. 218 p.
- Sutton, T. B., Aldwinckle, H. S., Agnello, A. M., and F. F. Walgenbach. 2014. *Compendium of apple and pear disease and pests*. 2nd. Edition. The American Phytopathological Society. APS Press. 218 p.

## Capítulo VII

### MANEJO DE PLAGAS BAJO MALLAS

**David Castro Da Costa**  
Ingeniero Agrónomo  
Fundación para el Desarrollo Frutícola, FDF.  
[dcastro@fdf.cl](mailto:dcastro@fdf.cl)



## CAPÍTULO VII

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 esté 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 y la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) trabajan a través del financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) en un proyecto que busca 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 tipos de mallas desarrollados, FDF elaboró un programa de monitoreo semanal de las plagas que fueron evaluadas en cada tratamiento, con el fin de verificar si los cuatro tipos de mallas (perla-gris, perla-azul, azul-gris y testigo (malla negra), tienen algún tipo de efecto sobre poblaciones de *Cydia pomonella*, *Pseudococcidos*, *Diaspidiotus perniciosus*, *Eriosoma lanigerum* y *Panonychus ulmi* (Foto 11).



Foto 11. Detalle de trampas colocadas para el monitoreo de plagas bajo las condiciones ambientales de las mallas foto-selectivas desarrolladas

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos durante las dos temporadas de monitoreo de plagas bajo diferentes tipos de mallas y en dos temporadas consecutivas (Tablas 26 y 27).

### *Cydia pomonella* (polilla de la manzana)

En los registros obtenidos durante la temporada 2015/2016, no se observaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la población de *Cydia pomonella* detectadas al utilizar los diferentes tratamientos de mallas (Tabla 26). De la Tabla 27 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 las mallas evaluadas.

### *Pseudococcidos* (chanchito blanco)

De los datos obtenidos, para la temporada 2015/2016, se puede concluir que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de *Pseudococcidos* bajo los diferentes tipos de mallas estudiados (Tabla 26). Como se observa en la Tabla 27 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 cuatro tipos de mallas en estudio.

### *Diaspidiotus perniciosus* (Escama de San José).

Como se observa en la Tabla 26 para la temporada 2015/2016, no se generó una diferencia estadísticamente significativa, al evaluar la incidencia de *Diaspidiotus perniciosus* bajo los cuatro tipos de mallas estudiados. 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 la Tabla 27, existe una diferencia estadística entre el tratamiento malla azul gris y las 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.

### *Eriosoma lanigerum* (Pulgón lanigero)

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* (Tabla 26). 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 (Tabla 27).

### *Panonychus ulmi* (Arañita roja)

Como se aprecia en la Tabla 26, para la temporada 2015/16, no se registró una diferencia estadísticamente significativa en la incidencia de *Panonychus ulmi* al usar los diferentes tipos de mallas. 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 (Tabla 27).

Tabla 26. Comportamiento de poblaciones de diferentes plagas en manzanos bajo diferentes tipos de malla fotoselectiva. Temporada 2015-2016.

Plagas					
Malla	Cydia pomonella	Pseudococcidos	Diaspidiotus perniciosus	Eriasoma lanigerum	Panonychus ulmi
	Valores promedios	Valores promedios	Valores promedios	Valores promedios	Valores promedios
	Capturas/trampas	Capturas/trampas	Capturas/trampas	Capturas/trampas	Capturas/trampas
	Semana/temporada	Semana/temporada	Semana/temporada	Semana/temporada	Semana/temporada
PG	0,12 a	0,02 a	1,76 a	1,76 a	0,13 a
PA	0,08 a	0,01 a	2,27 a	2,27 a	0,32 a
AG	0,04 a	0,49 a	3,02 a	3,02 a	0,28 a
N	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

Tabla 27. Comportamiento de poblaciones de diferentes plagas en manzanos bajo diferentes tipos de malla fotoselectiva. Temporada 2016-2017.

Plagas					
Malla	Cydia pomonella	Pseudococcidos	Diaspidiotus perniciosus	Eriasoma lanigerum	Panonychus ulmi
	Valores promedios	Valores promedios	Valores promedios	Valores promedios	Valores promedios
	Capturas/trampas	Capturas/trampas	Capturas/trampas	Capturas/trampas	Capturas/trampas
	Semana/temporada	Semana/temporada	Semana/temporada	Semana/temporada	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
n=33					

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

## CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo a los resultados obtenidos y 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 deberian seguir recomendaciones que indique cada asesor para cada huerto en particular.

Lo anterior demuestra que la foto-selectividad de la luz por parte de las mallas no incide en la biología de las plagas estudiadas. Además, demuestra 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. Esto 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 disminuir la población de plagas (*Cydia pomonella* en ese caso) en huertos de manzanos (Tasin et al., 2008).

## 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.

## Capítulo VIII

### ANÁLISIS ECONÓMICO DEL USO DE MALLAS

**Antonio Pinto Rodríguez**  
Ingeniero Agrónomo Ph.D.  
Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción  
[anpinto@udec.cl](mailto:anpinto@udec.cl)



## CAPÍTULO VIII

El uso de mallas tiene una implicancia en los rendimientos comerciales, así como en la rentabilidad del cultivo del manzano. La utilización de esta tecnología requiere de una inversión inicial en estructura de instalación, pensando en un horizonte de la inversión, de al menos diez años. En este capítulo se evaluará y analizará económicamente el uso de mallas tipo Perla-Gris, Perla-Azul, Azul-Gris y Negra, en variedades Granny Smith, Fuji y Pink Lady ® a partir de información recopilada en las temporadas 2015/16 y 2016/17.

### COSTO DE INVERSIÓN

A partir de estos antecedentes recopilados se logró demostrar que existe una relación inversa entre los rendimientos comerciales y el golpe de sol cuando se utilizan diferentes tipos de mallas. Es así, que se han encontrado diferencias significativas en cuanto al parámetro de pérdida por golpe de sol evaluado en "Pink Lady ®", alcanzando valores entre un 18,3% sin el uso de mallas y un 1,5% utilizando malla foto-selectiva Azul-Gris. En el caso de variedades altamente susceptibles como "Fuji" se observaron variaciones de pérdidas por golpe de sol desde cerca de un 40% en la condición sin mallas a hasta menos de un 15% bajo mallas foto-selectivas. Estos cambios en el daño en la fruta, implican que el volumen exportable presente variaciones, lo que en definitiva se reflejan en el valor de las ventas que se alcanzarían en los huertos comerciales.

Sin embargo, la adopción de esta tecnología implica un gasto en inversión para el productor. Según datos tomados desde un productor promedio, la inversión adicional requerida por el uso de la malla alcanza un valor aproximado de US\$ 4.200/ha en infraestructura y de US\$5.000/ha por el concepto de las mallas, totalizando US\$9.200/ha

(Tabla 28). 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.

Por su parte, la inversión inicial para un huerto comercial alcanza un valor de US\$19.000/ha, considerando cubrir el costo de la habilitación del terreno, plantas, infraestructura de riego, y para soporte y conducción, más un gasto anual de manejo que supera los US\$8.200/ha.

Tabla 28. Costo en infraestructura y malla en un huerto comercial de manzanos (base 1,5 ha).

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

## ANÁLISIS DE RENDIMIENTO COMERCIAL

Respecto a la producción de manzanas, las evaluaciones consideraron que ya en la segunda temporada habría una producción comercialmente exportable (10%) aumentando la producción sosteniblemente a un 60% y 90%, alcanzando plena producción a partir del quinto año (100%). Las evaluaciones económicas consideraron los rendimientos comerciales de manzanas obtenidos en los diferentes ensayos y de ellos, se clasificó de acuerdo a condición, color y calibres comerciales.

Además, se consideró que los rendimientos obtenidos correspondían a aquellos de plena producción por tratarse de huertos comerciales ya establecidos hace más de cinco años. En ese sentido, se observaron que los rendimientos variaron de acuerdo al tipo de malla utilizada. La Tabla 29 presenta las proporciones comerciales que se alcanzaron en "Pink Lady ®" en la temporada 2015/2016, los que muestran que los calibres 60-80 Premium disminuyeron a un 33% con malla Perla-Gris o a 19% con Perla-Azul. De la misma forma para calibres 135-180 categoría Premium con malla Perla-Azul, los cuales de acuerdo a los rendimientos comerciales proyectados permitirían alcanzar mayores producciones exportables (Tabla 30). Por otro lado, las otras variedades presentaron comportamientos similares con el uso de mallas las que permitieron disminuir pérdidas producto del golpe de sol; sin embargo, se observaron variaciones en las pérdidas con el tipo de malla. A modo de ejemplo, de un 10% a 18,3% (temporada 2015/16 y 2016/17), bajo condición sin malla y pérdidas cercanas al 1,5% con malla Azul-Gris (Tabla 30).

En este modo, los rendimientos alcanzados en calibres menores presentaron aumentos en "Pink Lady ®", pero por otro lado aumentó en los calibres superiores en variedades como Granny Smith y Fuji. De este modo se alcanzaron volúmenes exportables cercanos a los 39 mil kilos con Perla-Gris, y 32,5 mil kilos con Azul-Gris en calibres 90-120 respectivamente.

Las estimaciones de valor por concepto de las ventas se calcularon en base a los precios promedios pagados a productor en las últimas cinco temporadas (Tabla 31), los que presentan una variabilidad dentro

del rango de calibres y categoría. Por ejemplo, los precios en calibres Premium entre 48-72 en "Fuji" variaron entre 0,85 y 0,96 US\$/kg o en "Pink Lady ®" en la categoría Extra Fancy calibre 90-120 entre 0,25 y 0,37 US\$/kg

Tabla 29. Calibres comerciales en "Pink Lady ®" de acuerdo al tipo de malla y categorías

Malla	Premium			Extra Fancy		
	135-180	90-120	60-80	135-180	90-120	60-80
Perla-Gris	9%	44%	33%	1%	7%	6%
Perla-Azul	14%	42%	19%	5%	14%	6%
Azul-Gris	12%	44%	26%	3%	10%	6%
Negra	13%	47%	20%	3%	11%	5%
Sin Malla	9%	47%	40%	1%	5%	4%

Tabla 30. Estimación de rendimientos y pérdidas por golpe de sol en "Pink Lady ®".

Producción por Hectárea	Pérdidas (kg)	Volumen Comercial (kg)
Perla-Gris	1.418	88.485
Perla-Azul	1.306	80.244
Azul-Gris	1.308	74.046
Negra	3.021	73.454
Sin Malla	8.499	77.298
Sin Malla Estándar*	24.000	56.000

Tabla 31. Precios promedio libre a productor de "Granny Smith", "Fuji" y "Pink Lady", de acuerdo a calibre y categoría (US\$/kg).

"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						

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Las evaluaciones económicas consideraron diferentes escenarios en términos de precios esperados para las próximas temporadas, en un horizonte de 10 años, y en los cuales los rendimientos comerciales varían en función de la variedad y del tipo de malla utilizada en la producción. Para las evaluaciones, se proyectaron inversiones iniciales considerando un huerto comercial e instalando las mallas a partir del segundo año de producción, del mismo modo, se proyectaron ventas en función de categoría y calibres de las manzanas. En el caso de las manzanas "Granny Smith" se utilizó un rendimiento comercial de 70 mil kilos y se mantuvo las proporciones de categoría y calibre observadas en los ensayos; en cambio, en "Fuji" y "Pink Lady ®" se utilizaron los rendimientos comerciales, categorías y calibres obtenidos. La fruta de descarte se consideró que sería comercializada en el mercado interno, ya sea para agroindustria o venta en fresco con precios que oscilaron entre 0,07US\$/kg y 0,15US\$/kg de acuerdo a la variedad.

Los ingresos proyectados variaron entre variedades y entre tipo de mallas, por ejemplo en "Fuji" los ingresos brutos aproximados serían de US\$ 22 mil con cobertura de malla negra, con Perla-Azul US\$26 mil, y

con Azul-Gris de US\$34 mil; mientras que en "Pink Lady ®" sin malla se alcanzaron ingresos brutos de US\$28 mil, US\$32 mil con malla negra, US\$ 34 mil con Perla-Azul, y US\$39 mil con Perla-Gris. En "Granny Smith" sin malla los ingresos brutos serían de US\$ 10 mil, US\$13 mil con malla negra, US\$18 mil con Azul-Gris, y US\$12 mil aproximadamente con Perla-Gris. A partir de estos valores se estimaron rentabilidades en términos de VAN y TIR las cuales son resumidas en Tabla 32.

Tabla 32. Rentabilidad según variedad y tipo de malla

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%

\* Se considera un escenario de pérdida de 45%, \*\* considera una pérdida por golpe de sol del 30%, NA no existe

Las rentabilidades alcanzadas en "Pink Lady" superaron a las observadas en "Fuji" y "Granny Smith", siendo esta última la peor evaluada bajo todas las mallas utilizadas. Es importante considerar que solo bajo condiciones de malla Azul-Gris las pérdidas fueron menores y presentaron una rentabilidad positiva, al sensibilizar por precio, cuando éstos aumentan en general sobre un 58% (VAN (10%) = 0).

Por otra parte, en "Fuji" los resultados mostraron que sólo bajo condiciones de malla Azul-Gris (TIR 19,3%) superaron a la condición sin malla (TIR 17,7%), pero ello se debió a que los daños por golpe de sol y los precios fueron lo suficientemente significativos para cubrir la inversión en mallas, lo cual variaría si consideramos la temporada 2016/27, donde los daños por golpe de sol sin malla superaron el 38,5% y bajo la malla Azul-Gris fue de un 16%. 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%). No obstante, se esperaría que bajo condiciones normales y no como se observó en la temporada 2015/16 que hubo una baja incidencia, que los daños por golpe de sol superen el 18%, como se observó en temporada 2016/17, por lo que la rentabilidad disminuiría bajo la condición sin malla. De igual modo se observa que bajo las actuales condiciones de precio, estos podrían caer cerca del 45%, aun así, los proyectos bajo diferentes mallas serían rentables.

Otro de los aspectos a considerar en la rentabilidad del proyecto es el costo de la malla, el cual dependiendo del tipo variarían 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 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" 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.

## CONSIDERACIONES FINALES

El uso de malla foto-selectiva mejora el ingreso a los productores al reducir las pérdidas por golpe de sol, especialmente en temporadas y condiciones en que este daño sobre pasa un valor aproximado del 20%. De acuerdo a simulaciones de Monte Carlo se asumieron diferentes distribuciones de variables precios y costo de malla, y se analizó los posibles escenarios de rentabilidad con el VAN. En "Granny Smith", dado los actuales escenarios, la probabilidad de obtener rentabilidades superiores a  $VAN \geq 0$  fue prácticamente cero. El escenario de rentabilidad para esta variedad es altamente dependiendo del precio de la fruta. En "Fuji" y "Pink Lady ®", sí se observaron escenarios probables. En "Fuji" utilizando malla Azul-Gris la probabilidad de alcanzar niveles de rentabilidades deseadas superó el 88% de certeza, y sólo con Perla-Gris este nivel fue del 50%. Por su parte, en "Pink Lady ®" los escenarios de certeza de rentabilidad superaron el 99% utilizando las diferentes mallas evaluadas.