

FRUTICULTURA

Empleo de mallas antigranizo para el control del asoleado en manzanas (*Malus domestica* Borkh), en el Alto Valle de Río Negro

M.D. Raffo¹; A. Cortona²; M. Curetti¹; F. Menni³ y V. De Angelis¹

¹INTA Alto Valle, Área Fruticultura. Ruta 22, Km 1.190. CC 782 (8332) General Roca, Río Negro. ²Asesor privado. ³INTA Alto Valle, Área estadística. raffo.dolores@inta.gob.ar

Recibido: 1/10/13

Aceptado: 11/5/15

Resumen

Raffo, M.D.; Cortona, A.; Curetti, M.; Menni, F. y De Angelis, V. 2015. Empleo de mallas antigranizo para el control del asoleado en manzanas (*Malus domestica* Borkh), en el Alto Valle de Río Negro. Horticultura Argentina 34(83): 20-30.

Las pérdidas de producción ocasionadas por el asoleado de frutos en manzanas y peras son elevadas en la mayoría de las regiones frutícolas del mundo. Evaluaciones locales indicaron para la temporada 2002-03 pérdidas de calidad de manzanas exportables de entre un 15 y 55 % según la variedad, determinando una sustancial merma tanto en la cantidad como en la calidad de fruta exportable y comercializable. El objetivo del presente ensayo fue determinar el efecto de las mallas antigranizo negra y cristal sobre el porcentaje y grado de asoleado, la calidad y rendimiento de manzanas Chañar 90 y Pink Lady. Se trabajó durante dos temporadas en una parcela ubicada en la EEA Alto Valle, provincia de Río Negro. En

todos los tratamientos (mallas negra, cristal y testigo sin malla), se midió la intensidad de la radiación solar y la temperatura ambiente, así como también la temperatura de los frutos. Al momento de la cosecha se evaluó el rendimiento (kg·plantas⁻¹), la distribución de calibres en las diferentes categorías comerciales, el porcentaje y grado de asoleado (leve y grave) e índices de madurez de los frutos, tales como sólidos solubles, firmeza, degradación de almidón y porcentaje de cobertura. El empleo de mallas negras, y en menor medida la cristal, disminuyeron el porcentaje y severidad del daño por sol en ambas variedades sin afectar los parámetros de calidad de los frutos. En la malla cristal se observó fruta de mayor calibre en ambas variedades, mientras que las mallas negras redujeron el tamaño de frutos en la variedad Pink Lady.

Palabras claves adicionales: Radiación solar, calidad de frutos.

Abstract

Raffo, M.D.; Cortona, A.; Curetti, M.; Menni, F. and De Angelis, V. 2015. Use of anti-hail nets to reduce sunburn damage in apple (*Malus domestica* Borkh) fruits at the Río Negro upper valley. Horticultura Argentina 34(83): 20-30.

Damages by sunburn are relevant at the principal apples and pears growing regions around the world. Local assessments indicated losses of export quality apple fruits between 15 and 55 % depending on the variety, during the 2002-03 growing season, determining a substantial decline in both the quantity and quality of exportable and marketable fruit. The aim of this study was to determine the effect of black and crystal hail nets on the percentages and level of sunburn damage, the quality and performance of Chañar 90 and Pink Lady cultivars. The study was performed during two seasons in a plot located at INTA experimental station, in Río

Negro province, Argentina. Intensity of solar radiation and temperature as well as fruit temperature were measured in all treatments (black and crystal meshes and control without net). The yield (kg·tree⁻¹), size fruit distribution in different commercial categories, the rate and degree of sunburn (mild and severe) and fruit maturity indices (soluble solids, firmness, starch degradation and percentage coverage) were evaluated at harvest time. The use of black anti-hail nets and crystal in a lesser extent decreased the rate and severity of sunburn in both varieties without affecting the internal parameters of fruits quality. A higher proportion of large fruit in crystal nets was observed in both varieties, while black meshes resulted in a reduction in fruit size only in the Pink Lady cultivar.

Additional keywords: Solar radiation, fruit quality.

1. Introducción

El golpe de sol se ha constituido en una de las causas de descarte de fruta más importantes a nivel de campo, especialmente en zonas que presentan una alta radiación solar y elevadas temperaturas (Bergh *et al.*, 1980; Wilton, 1994; Andrews & Johnson, 1996; Curry, 1996; Schrader, 1997). En la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén las altas temperaturas y radia-

ción registradas en la época estival, la introducción de cultivares sensibles al daño, la utilización de portainjertos enanizantes y el empleo de sistemas de conducción de alta densidad y árboles de tamaño pequeño con una mayor exposición solar, han determinado un aumento del porcentaje de fruta con daño por sol. Evaluaciones realizadas por la UNCo-FCA (Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias), CAFI (Cámara Argentina de Fruticultores Inte-

grados) y la Secretaría de Fruticultura de Río Negro indicaron para la temporada 2002-03 pérdidas de manzanas de calidad exportables que varían entre un 15 y 55 % según la variedad.

El asoleado o golpe de sol es un daño fisiológico producido por altos niveles de radiación y temperatura que generan, dependiendo de su intensidad, coloraciones en la zona afectada de la fruta que van desde el amarillo rojizo hasta un pardo dorado o necrótico (Bergh *et al.*, 1980; Parchomchuk & Meheriuk, 1996; Wunsche & Lakso, 2000; Yuri *et al.*, 2000b; Yuri *et al.*, 2000a; Piskolczi *et al.*, 2004; Raffo & Iglesias, 2004). Esta fisiopatía se ha observado en diferentes variedades de manzanas, en donde se han diferenciado dos tipos de daño: el asoleado “necrótico, quemado o severo” y el “dorado, bronceado o leve”. El primero se ve como una mancha negra o marrón oscura que se produce cuando la temperatura de la fruta supera los 52 °C y no requiera el efecto de la radiación. El asoleado “dorado o bronceado” resulta en una mancha amarilla, dorada o marrón en la cara expuesta del fruto. Para que se produzca es necesario la presencia de radiación y que la fruta supere un umbral térmico que depende de la variedad (46-49 °C) (Schrader, *et al.*, 2001).

En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén el granizo es una adversidad climática de gran importancia que afecta la producción frutícola y en los últimos años se han hecho más frecuentes la ocurrencia de estos eventos. Las mallas antigranizo son el único método de protección efectivo y ya existen en nuestra zona empresas que han comenzado a utilizarlas. Debido al costo de esta tecnología y la característica que presentan en cuanto a su efecto en la reducción de radia-

ción incidente en el monte frutal (Iglesias & Alegre, 2006), es importante evaluarlas con respecto al control del daño por sol, y así poder justificar económicamente la inversión.

Si bien se dispone de abundante información procedente de países como Francia, España y Chile acerca de la eficacia del empleo de mallas antigranizo en la protección de los frutos y su efecto en las modificaciones ambientales de la plantación y en la calidad de los frutos, especialmente en el color y en la prevención del golpe de sol (Reigne, 1997; Yuri *et al.*, 2000a; Iglesias & Alegre, 2006) no existen en la zona resultados de experiencias locales. En el Alto Valle se evaluaron mallas media sombra en la cv. Fuji, siendo los niveles de radiación interceptado por este tipo de tejidos muy elevado y perjudicial para su uso a largo plazo (Dussi *et al.*, 2005). En general el inconveniente que presentarían las mallas, además de los altos costos (mallas, postes, alambres e instalación), es que al reducir la radiación incidente se pueden observar problemas en la formación del color en algunas variedades y en algunos casos podrían disminuir el contenido de sólidos solubles y la firmeza de la fruta. No se ha realizado en la zona una evaluación de las mallas antigranizo, de las modificaciones ambientales que producen, del efecto en el control del asoleado de frutos y de las consecuencias de su uso en el rendimiento y calidad de los frutos.

Objetivo: Evaluar el efecto de diferentes mallas antigranizo sobre las variables ambientales relacionadas con el asoleado de las manzanas e investigar el posible efecto diferencial entre las mallas sobre la producción y calidad de la fruta.



Figura 1. Vista de ensayo con mallas antigranizo negra y cristal y detalles de forma de plegado. INTA EEA Alto Valle.

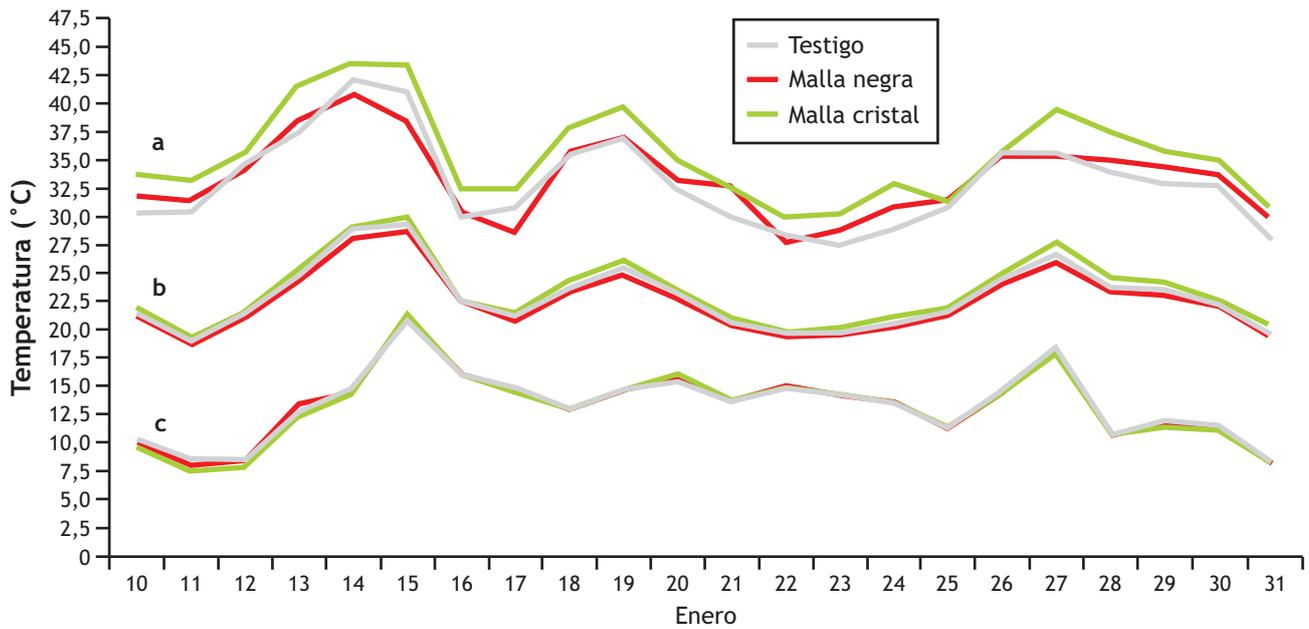


Figura 2. Temperatura de aire máxima (a), mínima (c) y media (b) registrada a 1,5 metros, bajo los tratamientos malla negra, cristal y sin malla.

2. Materiales y métodos

2.1 Características del monte frutal y diseño experimental

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Alto Valle ubicada en la localidad de Contralmirante Guerrico, provincia de Río Negro. Se trabajó en una parcela de manzanos reinjertados en el año 2007 con las variedades Pink Lady y Chañar 90 sobre el portainjerto MI 793. Las plantas fueron conducidas en un doble eje, con un marco de plantación de 4 x 2 m y se regaron por microaspersión acorde a las necesidades del cultivo. El manejo del monte frutal se llevó a cabo de acuerdo a las recomendaciones de un monte comercial de la zona (poda, raleo, manejo sanitario, etc.).

Se evaluaron tres tratamientos: Malla negra (T1); Malla cristal (T2); Testigo: sin malla (T3).

La instalación de las mallas se realizó en octubre-noviembre de 2011, siendo sus principales características las siguientes: mallas de color negra y cristal, ambas RAZO (Hipocampo Agrotejidos, Buenos Aires) formadas por fibras de polietileno de alta densidad virgen con un peso de 70 g·m⁻², de dos hilos de trama, refuerzos en los laterales de 3 metros de ancho y en la cumbre de 15 metros de ancho, tipo de tejido de punto Raschel. Para el soporte de las mallas se utilizaron ganchos plásticos y alambres 17/15 y se colocaron sobre la hilera con una disposición de tipo a dos aguas, la altura en la cumbre fue de 5,5 metros de alto y la altura de los alambres en la entre fila 4,65 metros. Las mallas se plegaron una vez terminada la cosecha, y se

volvieron a extender sobre el cultivo una vez finalizada la floración de la siguiente temporada (Figura 1).

Se realizó un diseño experimental en bloques al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento. Cada repetición se conformó con una parcela de cuatro hileras de 10 plantas cada una (dos hileras de la variedad Pink Lady y dos hileras de Chañar 90).

Dentro de cada tratamiento se seleccionaron seis plantas homogéneas de cada variedad, sobre las cuales se efectuaron los análisis correspondientes al momento de la cosecha: rendimiento, distribución de calibres y porcentaje y grado de asoleado.

2.2 Temperatura del aire y de los frutos

Durante toda la temporada se midió la temperatura del aire a 1,5 m en los tres tratamientos, utilizando sensores de temperatura con registradores electrónicos digitales (Dataloggers cavadevices, Buenos Aires) a intervalos de 30 minutos.

También se midió la temperatura superficial de los frutos (TSF) en las horas de máxima temperatura del aire (de 14 a 16 h), mediante el empleo de un termómetro infrarrojo (Reytek®, Instarg S.A.). Estas mediciones se realizaron durante el mes de enero (Chañar) y febrero (Pink Lady) a una distancia constante de 10 cm, sobre la superficie de ambas caras de 10 frutos elegidos al azar expuestos al sol por cada repetición, alcanzando un total de 30 frutos por tratamiento, ya que se midió en tres repeticiones.

2.3 Radiación fotosintéticamente activa

Durante un día soleado (23 de enero) se midió la

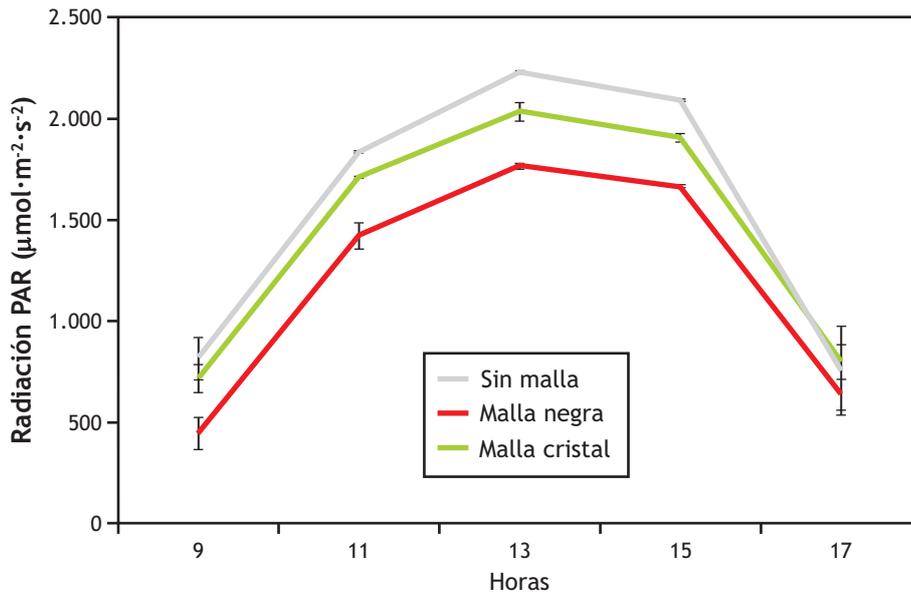


Figura 3. Radiación PAR medida en un día despejado, en el interfilas de los distintos tratamientos: Control (sin malla), Malla cristal y Malla negra.

radiación fotosintéticamente activa (PAR) mediante el empleo de una barra integradora de radiación (Ceptómetro Cavadevices, Buenos Aires). Se efectuaron diez mediciones por cada tratamiento en el centro del interfilas a 1 m del suelo, en intervalos de 2 horas, comenzando a las 9 h y hasta las 17 h.

2.4 Producción por planta ($\text{kg} \cdot \text{planta}^{-1}$) y distribución de calibres

Al momento de cosecha se recolectó la totalidad de frutos de las seis plantas seleccionadas por tratamiento y variedad, separando la fruta proveniente de las caras este y oeste de las mismas. Se registraron los kg producidos por cada planta y se clasificaron los frutos de cada tratamiento en cuatro categorías de acuerdo al calibre comercial: menor de 70 mm, 70-75 mm, 75-80 mm y mayor de 85 mm.

2.5 Porcentaje y grado de asoleado e índices de madurez

Para cada variedad se determinó el porcentaje de frutos asoleados por planta y por cara (este y oeste), y se realizó una clasificación en dos categorías: leve y severo (Shrader *et al.*, 2001).

Para determinar el efecto de las diferentes mallas sobre la madurez de los frutos se trabajó sobre cinco repeticiones de 20 frutos por tratamiento (100 frutos por tratamientos). Los análisis correspondientes se realizaron en el laboratorio de postcosecha de la estación experimental determinando firmeza, degradación del almidón, contenido de sólidos solubles y porcentaje de cobertura con color rojo. La firmeza se determinó mediante un penetrómetro electrónico (Lake City Tech-

nical products, Kelowa, British Columbia, Canadá) dotado de una punta de 7,9 mm. Se quitó la piel en secciones opuestas en el plano ecuatorial de cada fruto, mediante un corte tangencial poco profundo. La penetración en ambas caras se efectuó hasta una profundidad de 10 mm. Se calculó el promedio de esas dos mediciones por cada fruto y se consideró ese promedio como una repetición.

Para la degradación de almidón se tomó una rodaja de 1-1,5 mm de espesor de la zona ecuatorial de cada fruto y se la introdujo en una solución de lugol (yoduro de potasio 10

$\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ y yodo 5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) durante 1 minuto. Luego se determinó el porcentaje de degradación de almidón por comparación con tablas varietales de uso internacional publicadas por el *Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Legumes* (CTIFL, 2002).

Para la determinación de sólidos solubles se utilizó un refractómetro digital con temperatura autocompensada (PAL-1, Atago Co., Japón) en el cual se colocó el jugo proveniente de la trituration de la sección longitudinal de 10 frutos por cada repetición.

El porcentaje de cobertura de color rojo se determinó en 20 frutos de cada repetición, en la cara más coloreada y en la menos coloreada y luego se expresó el valor promedio de cada cara y del fruto completo.

2.5 Análisis estadístico

Para el análisis de la variable temperatura de frutos se efectuó un ANOVA. Los supuestos de homogeneidad de variancias y de normalidad se probaron utilizando la prueba de Levene y de Shapiro-Wilk, respectivamente. Cuando el valor de P fue significativo, las medias de los tratamientos se compararon dentro de cada fecha de muestreo usando la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Cuando los supuestos no fueron satisfechos, se transformaron los datos.

Para analizar la distribución de calibres de los frutos en los diferentes tratamientos, se trabajó con análisis de tablas de contingencia, comprobando la relación entre los mismos a través del Ji cuadrado de Pearson. Se trabajó con un nivel de significación del 5 %.

La variable grado de asoleado se trabajó como binomial (leve-severo), contemplando los conteos por tratamiento. La función de enlace utilizada fue la ca-

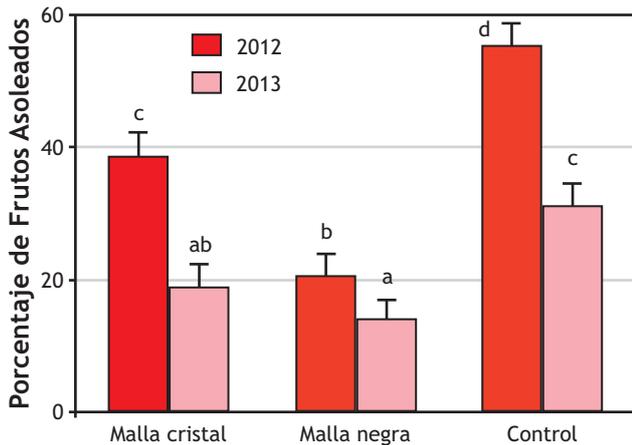


Figura 4. Porcentaje de manzanas Chañar 90 asoleadas en los tratamientos Malla cristal, negra y Control (sin malla), para dos temporadas consecutivas.

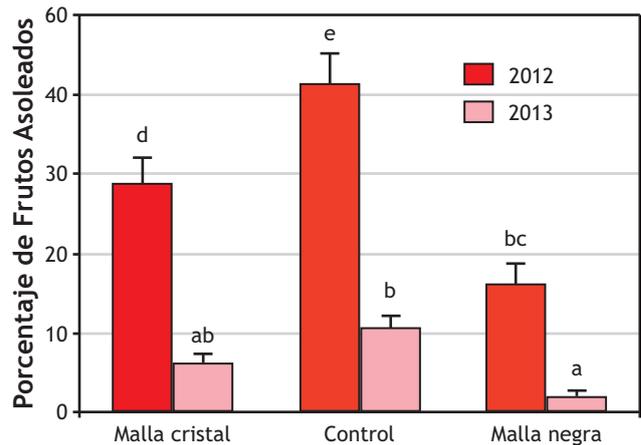


Figura 5. Porcentaje de manzanas Pink Lady asoleadas en los tratamientos Malla cristal, negra y Control (sin malla), para dos temporadas consecutivas.

nónica (logit), siendo éste parte de la familia de modelos lineales generalizados. Se obtuvieron diferencias significativas a nivel tratamientos. Se comprobó el buen ajuste del modelo a través de la deviance y se trabajó con un 5 % de significación.

3. Resultados y discusión

3.1 Temperatura de aire y de los frutos

No se detectaron grandes diferencias entre los tratamientos en cuanto a las temperaturas mínimas y medias del aire medidas a 1,5 metros de altura desde el suelo (Figura 2). De todas maneras, se pudo observar que las temperaturas máximas tendieron a ser más elevadas (2 °C) en la malla cristal que en el control y la malla negra. Esto coincide con lo observado por Reigne (1997) que obtuvo temperaturas máximas ligeramente superiores bajo las mallas. Asimismo, Peano y colaboradores (2001) si bien no encontraron diferencias muy marcadas en cuanto al efecto de las ma-

llas sobre la temperatura de aire, pudieron observar un pequeño aumento de las máximas. Contrariamente, Iglesias & Alegre (2006) reportaron una disminución de las temperaturas máximas bajo las mallas, sobre todo en las mallas negras. El efecto que producen las mallas en cuanto al sombreado/intercepción de la radiación se contrapone con el que producen en la circulación del aire (efecto invernadero). Evidentemente en la malla negra parecería ser más importante la reducción de la radiación que estas producen (ver más adelante), mientras que en la malla cristal, al tener una mayor transmitancia, el efecto sobre la circulación de aire sería el responsable de las mayores temperaturas máximas. Se ha determinado previamente en nuestra zona, que la radiación solar directa provoca aumentos de la temperatura superficial de frutos de hasta 10,8 °C con respecto a la cara no expuesta de los frutos y que el máximo alcanzado depende de la temperatura del aire y de la velocidad del viento (Rodríguez *et al.*, 2008).

La temperatura de la cara expuesta (CE) de los fru-

Tabla 1. Temperatura de la cara expuesta (CE) y no expuesta (CNE) de manzanas cv. Chañar 90 de los tratamientos: Control, Malla cristal y Malla negra.^z

Temperatura Aire	Tratamiento	Temperatura de frutos (°C)	
		CE	CNE
30,8	Control	38,7 ± 3,4 b	30,7 ± 1,2 c
	Malla cristal	37,7 ± 3,6 ab	30,5 ± 1,8 c
	Malla negra	36,5 ± 3,2 a	29,6 ± 3,0 c
23,7	Control	33,7 ± 3,0 b	24,1 ± 1,5 a
	Malla cristal	33,5 ± 3,2 b	23,7 ± 0,5 a
	Malla negra	31,2 ± 2,8 a	22,9 ± 0,7 a

^zLos valores representan las medias ± desvío estándar, n = 30 frutos. Letras diferentes indican diferencias significativas (α = 0,05).

Tabla 2. Temperatura de la cara expuesta (CE) y no expuesta (CNE) de manzanas cv. Pink Lady de los tratamientos: Control, Malla cristal y Malla negra.^y

Temperatura Aire	Tratamiento	Temperatura de frutos (°C)	
		CE	CNE
31,3	Control	39,4 ± 2,8 b	31,1 ± 0,5 c
	Malla cristal	38,2 ± 2,1 b	29,8 ± 1,2 c
	Malla negra	36,5 ± 2,1 a	28,7 ± 1,5 c
28,7	Control	36,5 ± 2,2 a	28,1 ± 0,8 b
	Malla cristal	36,1 ± 3,5 a	28,3 ± 0,4 b
	Malla negra	34,9 ± 2,5 a	27,4 ± 0,7 b

^yLos valores representan las medias ± desvío estándar, n = 30 frutos. Letras diferentes indican diferencias significativas (α = 0,05).

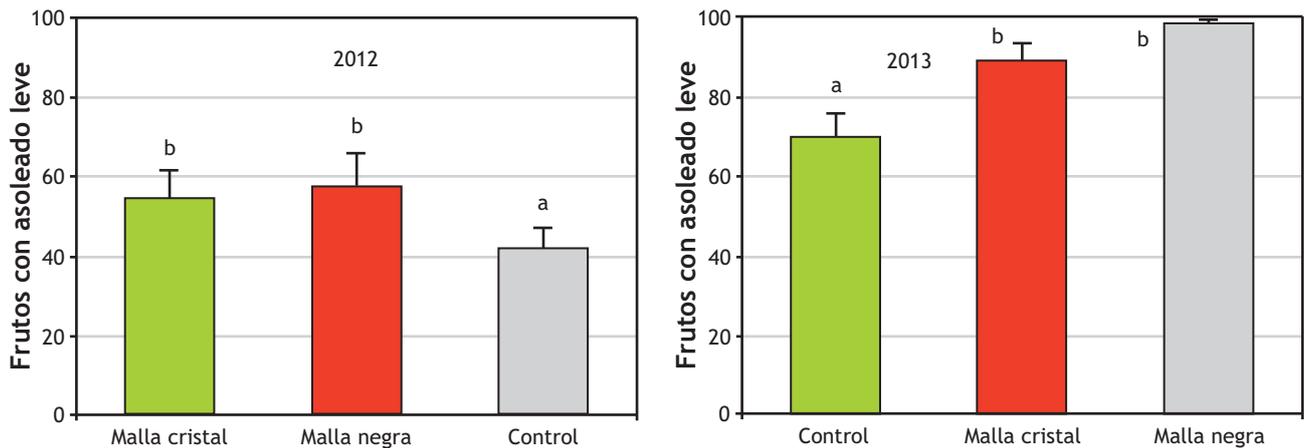


Figura 6. Porcentaje de manzanas cv. Chañar 90 con grado leve de asoleado para los tratamientos Malla cristal, negra y Control (sin malla), en dos temporadas consecutivas.

tos de ambas variedades registrada en los momentos de máxima temperatura del aire fue menor bajo las mallas respecto al Control, y entre ambas mallas los menores valores se registraron bajo la negra (Tablas 1 y 2). Esta reducción en la temperatura se relaciona con la menor radiación incidente (Figura 4). En días con temperaturas de aire menores no se observaron diferencias entre la temperatura de la CE de frutos del Control y de la malla cristal (Tablas 1 y 2).

La temperatura de la cara no expuesta (CNE) de los frutos en ambas variedades no presentó diferencias entre los tratamientos, y los valores fueron similares a los de la temperatura del aire (Tablas 1 y 2).

Las mallas negras se asociaron a una reducción mayor de la temperatura de frutos (de 2 a 3 °C) que la malla cristal (1 °C) con respecto al Control. Por otra parte la diferencia de temperatura entre la CE y CNE de los frutos de un mismo tratamiento, determinan que la radiación PAR que incide sobre los frutos es la responsable de la temperatura que alcanzan los mismos (Figura 3). Esto mismo fue observado en peras Williams en donde las diferencias de temperatura entre

la cara expuesta y no expuesta superaron los 10 °C y se relacionaron con una reducción de la radiación PAR del 90 % (Raffo *et al.*, 2011).

Podemos decir que las mallas antigranizo negras afectaron el microclima del monte frutal, atenuando la radiación recibida y consecuentemente la temperatura de la cara expuesta de los frutos.

3.2 Radiación PAR

El tratamiento Control (sin malla) presentó valores superiores de radiación PAR respecto de las mallas, registrando los valores máximos de radiación al medio día solar (13 h) y cercanos a 2.400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Figura 3). Tanto la malla negra y en menor medida la malla cristal, disminuyeron la radiación PAR con respecto a la radiación incidente, en un porcentaje promedio de 29 % y 11 %, respectivamente (Figura 3). La mayor intercepción registrada en las mallas ocurrió entre las 11 y 15 h, momento que el sol incide verticalmente y ocurren los mayores niveles de radiación PAR.

La disminución de la radiación PAR producida por las mallas negras fue levemente superior a los previamente reportados por Vercaemmen (1999) en Bélgica, en donde las mallas negras redujeron la PAR un 19 %. Ensayos realizados en Francia obtuvieron resultados similares (Coreau *et al.*, 1997; Vaysse, 1997; Reigne, 1997). Esto podría deberse probablemente a que la radiación PAR total incidente en el Alto Valle fue casi dos veces superior a la de los países antes mencionados, indicando que la elección de los diferentes tipos de mallas debe ade-

Tabla 3. Porcentaje de manzanas cv. Chañar 90 en las diferentes categorías comerciales para los tratamientos: Control, Malla cristal y Malla negra.

Año	Tratamiento	Tamaño de frutos			
		< 75 mm	75-80 mm	80-85 mm	> 85 mm
2012	Control	9	17	28	47
	Malla cristal	3	12	21	63
	Malla negra	5	14	23	58
	P < 0,0009				
2013	Control	22	27	31	20
	Malla cristal	18	19	26	37
	Malla negra	19	28	26	28
	P < 0,0001				

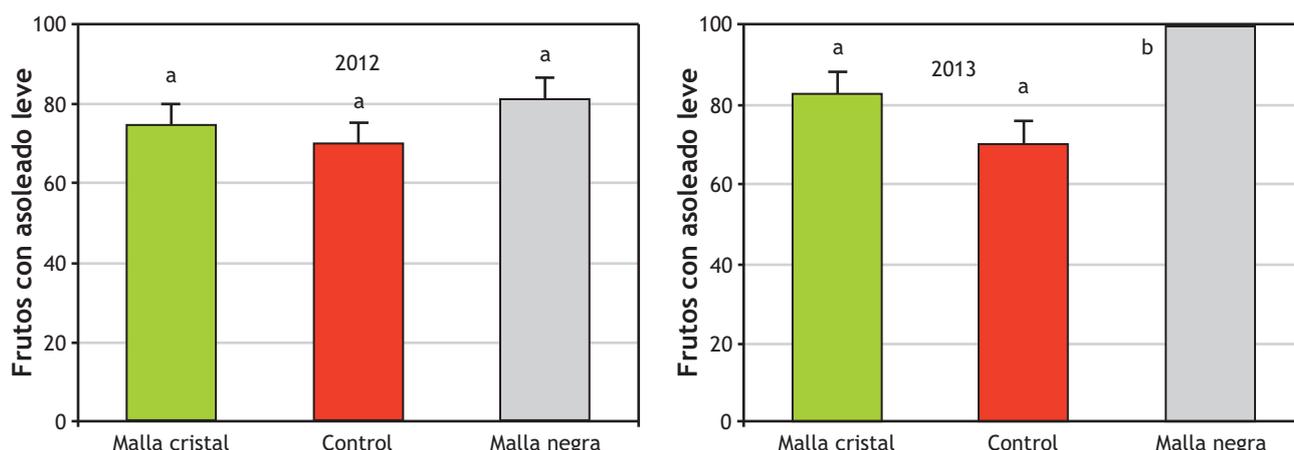


Figura 7. Porcentaje de manzanas cv. Pink Lady con daño leve de asoleado para los tratamientos Malla cristal, negra y Control (sin malla), en dos temporadas consecutivas.

cuarse a las condiciones climáticas de cada zona productiva.

3.3 Porcentaje y grado de asoleado

Al analizar ambas temporadas de estudio se pudo observar un menor porcentaje de frutos dañados por sol en el año 2013 respecto al 2012 para las dos variedades estudiadas (Figura 4 y 5). En ambas variedades y temporadas, tanto las mallas cristal como negra disminuyeron significativamente el porcentaje de frutos asoleados, observándose la mayor reducción en el tratamiento Malla negra en la temporada donde se registró la mayor severidad de daño (Figuras 4 y 5).

Comparando las dos variedades, se observó que en la Chañar 90 se registraron los niveles más importantes de daño por sol, debido probablemente a la mayor exposición de los frutos que ocurre en variedades dardíferas que presentan un menor desarrollo o crecimiento vegetativo.

Además del menor porcentaje de fruta asoleada registrado en el año 2013, se observó una menor severidad del daño, obteniendo una mayor proporción de frutos con daño leve en la temporada 2013 que en la 2012 para ambas variedades (Figuras 6 y 7). Para la variedad Chañar 90, el porcentaje de daño severo (descarte) promedio en los tres tratamientos fue de 49 % en la temporada 2012 y solo de 15 % en la 2013 (Figura 6). En Pink Lady se observó la misma tendencia pero con valores de porcentajes de daño menor, registrándose un porcentaje promedio de frutos con daño severo de 23,6 % en el 2012

y 16,3 % en el 2013 para los tres tratamientos juntos.

En la variedad Chañar 90, ambas mallas (negra y cristal) redujeron significativamente la severidad del daño por sol con respecto al Control en las dos temporadas de estudio (Figura 6).

En Pink Lady no se observaron diferencias significativas en la severidad del daño por sol entre tratamiento en el año 2012 (Figura 7). Mientras que en el año 2013 sí se encontraron diferencias significativas. En el tratamiento Malla negra no se observaron frutos con daño severo, mientras que los tratamientos Malla cristal y Control presentaron un 18 % y 30 % de frutos con daño severo, respectivamente (Figura 7).

La malla negra redujo el porcentaje de asoleado en las dos variedades de manzanas (Figuras 4 y 5). Este mismo efecto fue observado por otros autores en diferentes variedades de manzanas (Andrews & Jhonson, 1996; Yuri *et al.*, 1996; Creté, 2000; Iglesias & Alegre, 2006). Este hecho podría deberse principalmente a la reducción de la radiación PAR y de la temperatura de los frutos registrada bajo las mallas negras (Figura 3 y Tablas 1 y 2). Esto concuerda con la mayoría de los

Tabla 4. Porcentaje de manzanas cv. Pink Lady en las diferentes categorías comerciales para los tratamientos: Control, Malla cristal y Malla negra.

Año	Tratamiento	Tamaño de frutos			
		< 70 mm	70-75 mm	75-80 mm	> 80 mm
2012	Control	2	17	41	40
	Malla cristal	2	11	35	51
	Malla negra	3	28	42	27
	P < 0,0001				
2013	Control	11	42	36	12
	Malla cristal	6	32	43	19
	Malla negra	13	49	30	8
	P < 0,0001				

trabajos que indican que la radiación y la temperatura son los principales factores responsables del daño por sol en manzanas (Yuri *et al.*, 1998). Se sabe que los frutos más comprometidos por estrés térmico son generalmente los que están expuestos a la radiación directa, y el daño que presentan se ve exacerbado por condiciones que disminuyen la transpiración (Kays, 1999). En este sentido, las mallas antigranizo atenúan los niveles de radiación y temperatura, como se vio anteriormente, favoreciendo un desarrollo normal de los frutos.

3.4 Rendimiento y tamaño de frutos

No se observaron diferencias de rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{planta}^{-1}$) entre tratamientos y entre cara para las variedades Chañar 90 y Pink Lady en ninguna de las temporadas evaluadas (Figuras 8 y 9).

En el año 2012 se midió un mayor tamaño general de los frutos que en 2013, observándose en ambas variedades que más del 70 % se ubicó en las dos categorías de mayor tamaño (Tablas 3 y 4).

En la variedad Chañar 90, al analizar la distribución de los calibres en cada categoría comercial, se observó una relación entre el calibre de los frutos y el tratamiento. Las mallas cristal y negra presentaron una mayor proporción de frutos mayores a 85 mm y una menor proporción de menores a 75 mm respecto al tratamiento Control (Tabla 3).

En la variedad Pink Lady también se vio una relación entre los calibres de los frutos y el tratamiento, registrándose en los dos años de evaluación una menor proporción de frutos grandes (> 80 mm) en el tratamiento Malla negra que en los tratamientos Malla cristal y Control (Tabla 4).

En el presente ensayo se determinó que la malla cristal presentó un mayor porcentaje de frutos grandes en ambas variedades (Tablas 3 y 4), indicando un efecto beneficioso; este resultado coincide con lo observado por Iglesias & Alegre (2006) en manzanas Gala. Esto podría deberse al efecto positivo en el microclima generado por la malla debido al sombreado y la disminución de la temperatura del aire registrado en este ensayo, coincidiendo con lo observado por Hutin & Osauer (1996). En la variedad Chañar 90 ambos tipos de mallas favorecieron la distribución de calibres, siendo este efecto menos marcado en la malla negra.

Por otra parte, en la variedad Pink Lady la malla negra produjo una reducción del tamaño de los frutos (Tabla 4), debido probablemente a una menor iluminación en la parte interna de los árboles crecimiento más vigoroso de esta variedad.

3.5 Índices de madurez

El empleo de mallas antigranizo no afectó significativamente los parámetros de madurez en ninguna de

Tabla 5. Valores promedio de firmeza, sólidos solubles, degradación de almidón y porcentaje de cobertura de manzanas Chañar 90 y Pink Lady, provenientes de los tratamientos: Control, Malla cristal y Malla negra.^x

	Tratamiento	Firmeza (lbs)	SS (°Brix)	Degradación Almidón (%)	Color Cobertura (%)	
Chañar 90	2012	Control	15,8 ± 0,5	11,6 ± 0,3	28,0 ± 4,1	56,8 ± 12,0
		Malla negra	15,1 ± 1,1	10,5 ± 0,2	23,2 ± 3,5	47,0 ± 14,0
		Malla cristal	16,1 ± 0,4	11,1 ± 0,3	24,9 ± 3,3	47,0 ± 13,0
			ns	ns	ns	ns
	2013	Control	15,5 ± 0,6	11,7 ± 0,3	20,0 ± 3,1	73,0 ± 13,0
		Malla negra	15,5 ± 0,5	11,0 ± 0,3	20,1 ± 3,4	82,0 ± 5,0
Malla cristal		15,5 ± 0,6	11,7 ± 0,4	20,0 ± 3,2	82,0 ± 6,0	
		ns	ns	ns	ns	
Pink Lady	2012	Control	17,1 ± 0,6	13,5 ± 0,4	58,2 ± 8,1	56,8 ± 13,0
		Malla negra	16,8 ± 0,7	15,2 ± 1,4	50,6 ± 7,4	47,0 ± 14,0
		Malla cristal	17,2 ± 0,5	13,6 ± 0,2	40,6 ± 7,3	47,0 ± 13,0
			ns	ns	ns	ns
	2013	Control	16,4 ± 1,3	14,2 ± 0,2	36,0 ± 7,1	27,0 ± 5,0
		Malla negra	15,3 ± 0,9	13,2 ± 0,3	35,0 ± 5,4	17,0 ± 4,0
Malla cristal		15,6 ± 1,3	14,5 ± 0,5	42,0 ± 7,1	44,0 ± 12,0	
		ns	ns	ns	*	

^xLos valores representan las medias ± error estándar. ns, no significativo. *significativo al 5 %.

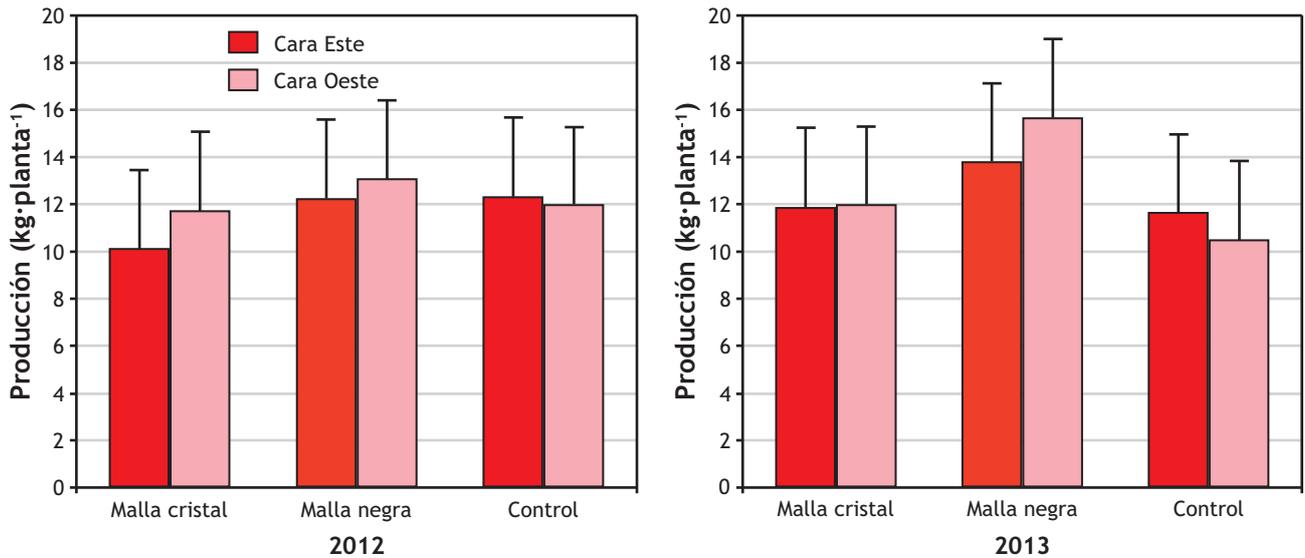


Figura 8. Producción de manzanas Chañar 90 en los tratamientos Malla cristal, negra y Control (sin malla), para dos temporadas consecutivas.

las variedades estudiadas (Tabla 5). En la temporada 2013 son llamativos los bajos valores de color de cobertura que se lograron en la variedad Pink Lady, detectándose una mejor coloración en los frutos del tratamiento Malla cristal. Esto podría deberse a una mayor radiación difusa que se esperaría en este tratamiento. En ensayos realizados durante cuatro temporadas sucesivas, Iglesias & Alegre (2006) observaron que las mallas antigranizo disminuyeron el color solamente en años con temperaturas elevadas durante el período estival, condiciones que dificultan la formación de color de los frutos.

Si bien no se observaron diferencias estadísticamente significativas, los frutos de los tratamientos con mallas y especialmente la negra, fueron los que presentaron una tendencia hacia menores valores de firmeza. Esto coincide con lo reportado en peras Bartlett,

en donde frutos provenientes de la cara sur e interna de los árboles presentaron una firmeza menor que los provenientes de las zonas más iluminadas, efecto relacionado directamente con la radiación PAR recibida (disminución de un 90 %) (Raffo *et al.*, 2011).

4. Conclusiones

Podemos concluir que en todas las temporadas las mallas antigranizo disminuyeron el daño por sol, siendo la malla negra más eficiente que la malla cristal. Uno de los efectos más marcados del empleo de mallas negras fue la disminución de la radiación PAR y una menor temperatura de frutos. Las mallas cristal fueron más permeables a la radiación que las mallas negras, asimismo debido a una menor circulación del

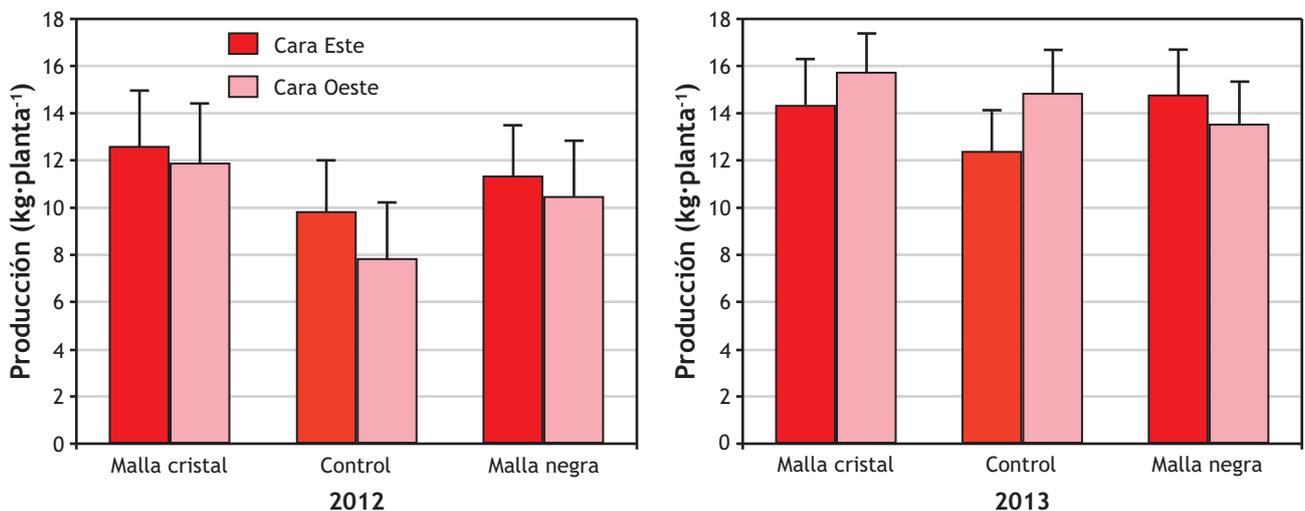


Figura 9. Producción de manzanas Pink Lady en los tratamientos Malla cristal, negra y Control (sin malla), para dos temporadas consecutivas.

aire bajo las mallas se observaron temperaturas máximas mayores a las de los otros tratamientos (Malla negra y sin mallas). De todas maneras, el porcentaje de frutos con daño por sol fue menor que el Control.

En las temporadas estudiadas no se observó un efecto de las mallas sobre el rendimiento pero sí en la distribución de calibres. En este sentido las mallas cristal favorecieron los calibres superiores en ambas variedades, mientras que las negras redujeron el tamaño de frutos en la variedad Pink Lady.

El empleo de mallas antigranizo negra y cristal no afectó negativamente los índices de madurez de manzanas Chañar 90 y Pink Lady. De todas maneras, en años donde las condiciones climáticas no favorecen a la formación de color, el empleo de mallas negras podría potenciar esta problemática. Por lo tanto se debe adecuar el tipo de malla a utilizar con las características de las diferentes variedades. Podemos decir que las mallas negras serían las más adecuadas en variedades verdes o amarillas y las mallas cristal para las rojas o bicolors, disminuyendo de esta manera la incidencia del golpe de sol y no perjudicando la formación de color.

5. Bibliografía

- Andrews, P. & Johnson, J. 1996. Physiology of sunburn development in apples. *Good Fruit Grower*, July: 33-36.
- Bergh, O.; Franken, E.; Vanzyl, F.; Kloppers & Dempers, A. 1980. Sunburn on apples - preliminary results of an investigation conducted during the 1978/79 season. *Deciduous Fruit Grower*, January: 8-22.
- Creté, X. 2000. Filets paragrele, des incidences sur la qualité. *Fruits et Legumes*, 191: 61-63.
- Coreau, C.; Oscar, A. & Trillot, M. 1997. Protection contra la grele. *Infos-Ctifl*. 128: 3-6.
- CTIFL, 2002. Starch Conversion Chart for Fruits. Ctifl. Paris, Francia, 4 pp.
- Curry, E. 1996. Golpe de sol: la experiencia Americana. Coloquio en Pomáceas. Universidad de Talca. 64-74.
- Dussi, M.C.; Giardina, G. & Reeb, P. 2005. Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apples cv. Fuji. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3(2): 253-260.
- Hutin, C. & Osaer, A. 1996. Les filets paragrele. Utilisation pour la protection des vergers. *Infos. Ctifl*, 125:22-25.
- Iglesias, I. & Alegre, S. 2003. Influencia de las mallas antigranizo en la protección de los frutos, la interceptación de radiación y la calidad de manzanas cv. Mondial gala. 2004. Informe técnico. Ediciones IRTA, Llerida, España, 160-170.
- Iglesias, I. & 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.
- Kays, S.J. 1999. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biol. Technol.*, 15, 233-247.
- Lancaster, J.E. 1992. Regulation of skin color in apple. *Critical Reviews in Plant Sciences* 10(6): 487-502.
- Parchomchuck, P. & Meheriuk, M. 1996. Orchard cooling with pulsed irrigation to prevent solar injury and improve fruit quality of Jonagold apples. *HortScience*, 31: 802-804.
- Peano, C.; Giacalone, G.; Bosio, A.; Vittone, G. & Boinous, G. 2001. Influenza de le reti antigrandine sulla qualita delle mele. *Rivista di Frutticoltura*, 9: 61-64.
- Piskolczi, M.; Varga, C. & Racskó, J. 2004. A review of the meteorological causes of sunburn injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* Borkh). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. Special ed.12:245-252.
- Raffo, M.D. & Iglesias, N. 2004. Efecto de la Interceptación y distribución de la radiación fotosintéticamente activa en manzanos cv. Fuji, bajo cuatro sistemas de conducción en alta densidad. *RIA*, 33 (2): 41-54.
- Raffo, M.D.; Ponce, A.; Sozzi, G.; Vicente, A. & Stortz, C. 2011. Compositional changes in Bartlett pears (*Pyrus comunnis* L.) cell wall polysaccharides as affected by sunlight conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 12155-12162.
- Reigne, M. 1997. Des incidences agronomiques mesures. *Fruits et Legumes* 158:39-42.
- Rodríguez, A.; Raffo Benegas, D. & Curetti, M. 2008. Libro de Resúmenes de la XII Reunión Argentina de Agrometeorología. S.S. de Jujuy.
- Schrader, L. 1997. Sunburn is a hot topic in orchards of Washington. *Good Fruit Grower*, August: 22-23.
- Schrader, L.E.; Zhang, J. & Duplaga, W.K. 2001. Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2001-1004-01-RS.
- Vaysse, P. 1997. Indidences climatiquem phytosanitarie et agronomique des filets. *Infos. ctifl*, 128:6.
- Vercammen, J. 1999. Les filets anti-grele: premiere experience en Belgique. *Le fruit Belgique*, 482:170-172.
- Wilton, J. 1994. Managing the sunburn problem. *The*

- Orchardist. November: 19-21.
- Wunsche, J.N. & Lakso, A.N. 2000. Apple tree physiology - Implications for orchard and tree management. International dwarf fruit tree association, The Compact Fruit Tree, volume 33, number 3: 82-88.
- Yuri, J.A.; Vásquez, J.; Torres, C. & Vásquez, L. 1996. Golpe de sol, la experiencia Chilena. Proc. Coloquio de Pomáceas. Universidad de Talca, Chile, 75-101.
- Yuri, J.A.; Torres, C.; Bastías, R. & Neira, A. 1998. Estudio del golpe de sol en manzanos y algunos factores que lo inducen. Proc. IX Congreso Latinoamericano de Horticultura y XLIX Congreso Agronómico de Chile. Santiago de Chile, 206.
- Yuri, J.A.; Torres, C. & Vásquez, J. 2000a. Golpe de sol en manzanas. Evaluación del daño y métodos de control. Agro-Ciencia 16(5): 13-21.
- Yuri, J.A.; Torres, C.; Bastías, R. & Neira, A. 2000b. Golpe de sol en manzanas. Factores inductores y respuestas bioquímicas. Agro-Ciencia 16(1), 23-32.