

Experiencias en el uso de mallas antigranizo para la protección de manzanos en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina

Raffo M.D.¹, Rodríguez A.¹, Curetti M.¹, Calvo G.¹, Mañueco L¹.

¹INTA EEA Alto Valle, Ruta Nacional 22, Km 1190. Río Negro. Argentina. E-mail: raffo.dolores@inta.gob.ar

El empleo de mallas antigranizo en los Valles de la Norpatagonia

Las heladas primaverales, el granizo, el viento y el daño por sol son las adversidades climáticas más importantes que causan daño en la producción frutícola. El uso de mallas antigranizo en fruticultura, es el único método de protección eficaz contra esta adversidad climática y se están utilizando en diferentes zonas productoras para la protección contra el granizo y el daño por sol. La malla evita el daño sobre la producción en el momento de la tormenta e impide también que se produzcan daños en el árbol frutal. La principal limitante que tiene esta tecnología para los productores es de tipo económico (elevada inversión), por lo que se recomienda instalarla en lugares donde los riesgos de caída de granizo son muy altos. En este sentido, el INTA Alto Valle realizó un análisis climático sobre la variabilidad espacial, temporal y estacional de la caída de granizo para las localidades de nuestra región durante un periodo de 37 años de registro (Rodríguez y Muñoz, 2017). De la comparación del comportamiento de las granizadas en los últimos siete años respecto a los datos históricos, se observa que su ocurrencia se incrementó en 14 de las 24 localidades en estudio, con aumentos en la frecuencia de ocurrencia de un 50% en Mainque e Ingeniero Huergo, 45% en Stefenelli y Río Colorado y 30% en San Patricio del Chañar (Figura 1). Estos cambios en la frecuencia de granizadas llevaron a una creciente implementación de mallas en las plantaciones de peras y manzanas, que cubrió aproximadamente 690 hectáreas en el 2017, y superando las 1.100 has cubiertas en el 2019. El uso de mallas produce cambios tanto en el monte frutal, como en el árbol frutal y la calidad de fruta, dependiendo del tipo de malla utilizada y de la especie y variedad implantada. Por ello es de suma importancia evaluar estos cambios en las condiciones particulares de nuestra región.

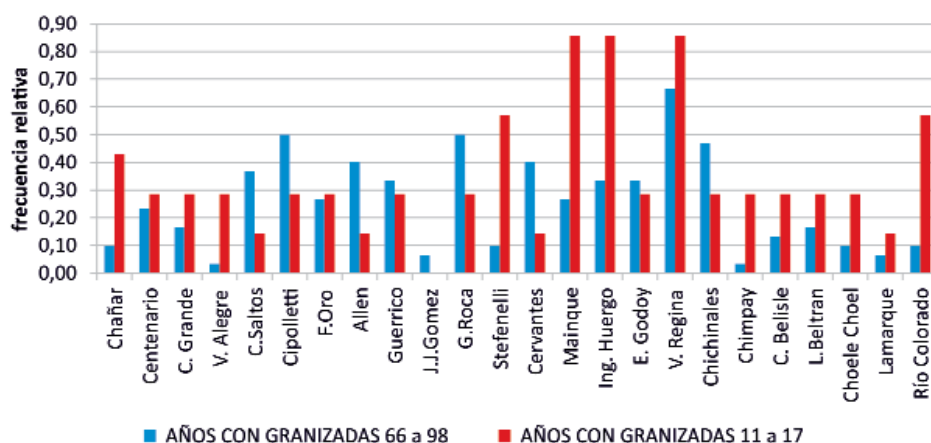


Figura 1. Frecuencia de granizadas en los dos períodos de registros analizados, 1966-1998 y 2011- 2017.

Efectos sobre el microclima del monte frutal

Uno de los efectos más importantes que ejercen las mallas, además de la protección física como barrera para el granizo, es la disminución de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) (Raffo et al., 2015), ésta es la que utilizan las plantas para realizar la fotosíntesis y producir carbohidratos.

Cuando se cubre un monte frutal con mallas anti granizo, la cantidad de radiación interceptada por estas depende del tamaño de la trama, color y también de la estructura del armado (dos aguas, plano, et.). En los valles de la Norpatagonia (Argentina) se determinó que las mallas no solo reducen la radiación PAR incidente en el cultivo (entre un 8 a un 25-30%) (Figura 2) sino también los niveles de PAR directa dentro de la copa de los árboles (Figura 3).

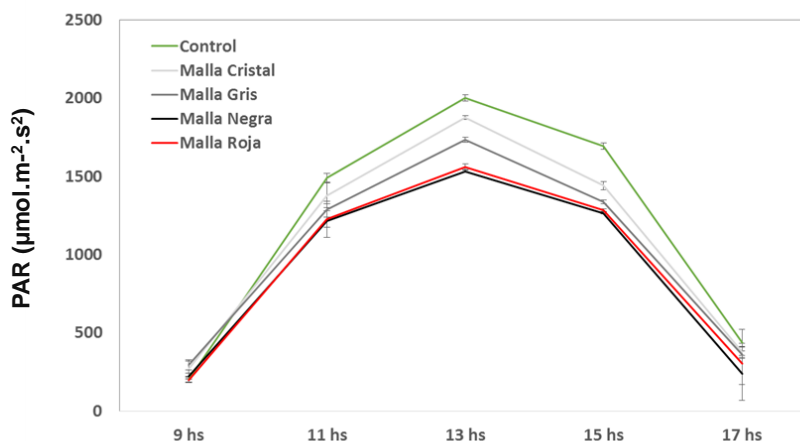


Figura 2. Marcha diaria de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) sin mallas (Control) y bajo mallas de diferentes colores.

Los valles de la Norpatagonia tienen altos niveles de heliofanía efectiva, con un promedio anual de 6,9 horas, siendo los meses de enero y febrero los que presentan los mayores valores de 9,8

y 9,7 horas respectivamente (Rodríguez y Muñoz, 2004). De todas maneras, la radiación incidente está compuesta por una elevada proporción de radiación directa en lugar de difusa. La falta de nubosidad es la que ocasiona esta situación, y hace que la penetración de la luz dentro de la copa no sea buena.

La radiación difusa penetra mejor dentro de la copa de los árboles favoreciendo todos los procesos fisiológicos dependientes de esta. En general, las mallas aumentan los niveles de radiación difusa en el monte frutal, ya que ejercen un efecto similar al que tienen las nubes, difundiendo la radiación directa proveniente del sol en todas direcciones, siendo las de colores claros las que más difunden la radiación (Figura 4).

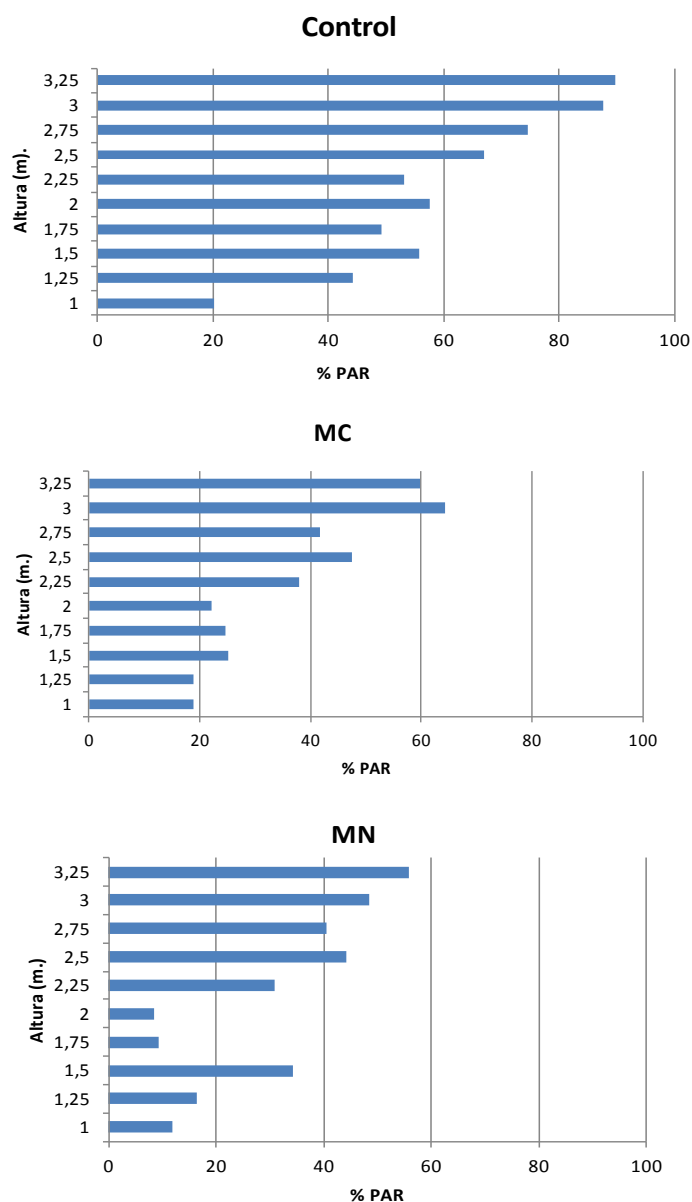


Figura 3. Distribución del porcentaje de radiación PAR directa en el interior de árboles de manzanos cv. *Super Chief* a diferentes alturas (de 1 a 3,25 m) para los tratamientos: Control (sin malla), Malla Cristal (MC) y Malla Negra (MN).

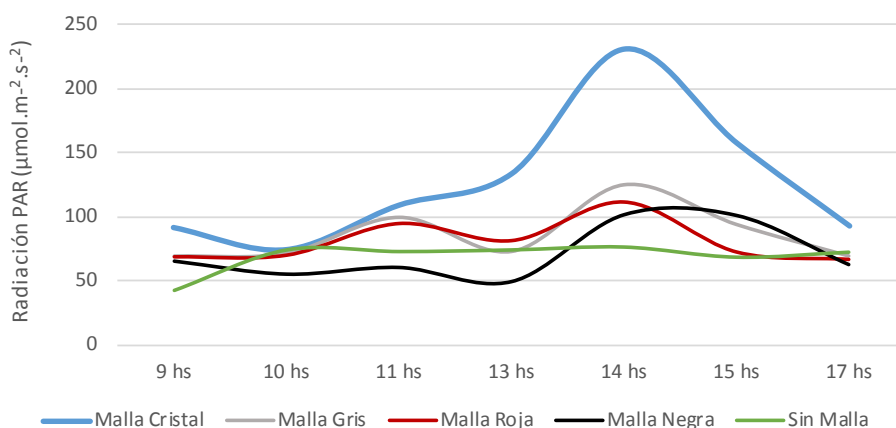


Figura 4. Marcha diaria de la radiación fotosintéticamente activa difusa en un control (sin malla) y bajo malla cristal, gris, negra y roja, durante un día despejado.

Otro efecto importante que producen las mallas es la disminución de la velocidad del viento, que, sumado a menores niveles de radiación, modifican la temperatura del aire (Mupambi et al., 2018). Cuando se utilizan mallas de colores oscuros o mixtas, la temperatura de aire disminuye por el efecto sombreado. Por otra parte, cuando se utilizan mallas de colores claros, puede haber un aumento de la temperatura en la parte alta de la plantación, por una menor circulación de aire y la baja disminución de la radiación que producen estas mallas (Iglesias y Alegre, 2016). De todas maneras, en zonas como las nuestras, donde hay una alta circulación de aire y en chacras en donde las filas de plantación acompañan la orientación preponderante de los vientos, la posibilidad de registrar aumentos en la temperatura de aire es menor. En cuanto a la temperatura superficial de frutos, se pudo determinar que es menor bajo mallas, siendo el efecto más notable en horas de máxima radiación solar (Figura 5).

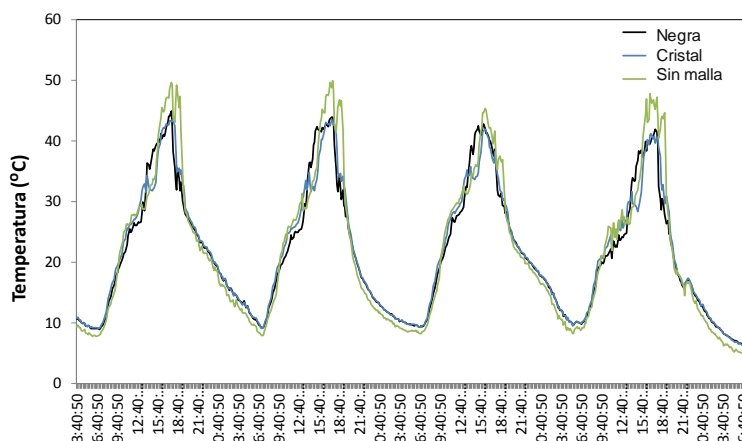


Figura 5. Marcha de la temperatura superficial de frutos (TSF) de manzanas cv. *Super Chief* desarrollándose bajo malla negra, cristal y sin malla.

El empleo de mallas antigranizo, produce también un aumento de la humedad relativa en el monte frutal, principalmente por la disminución de la radiación y la circulación de aire. En nuestras condiciones se han observado aumentos que van del 5 al 55%, ocurriendo las diferencias máximas en las horas de mayor radiación y temperatura (Figura 6).

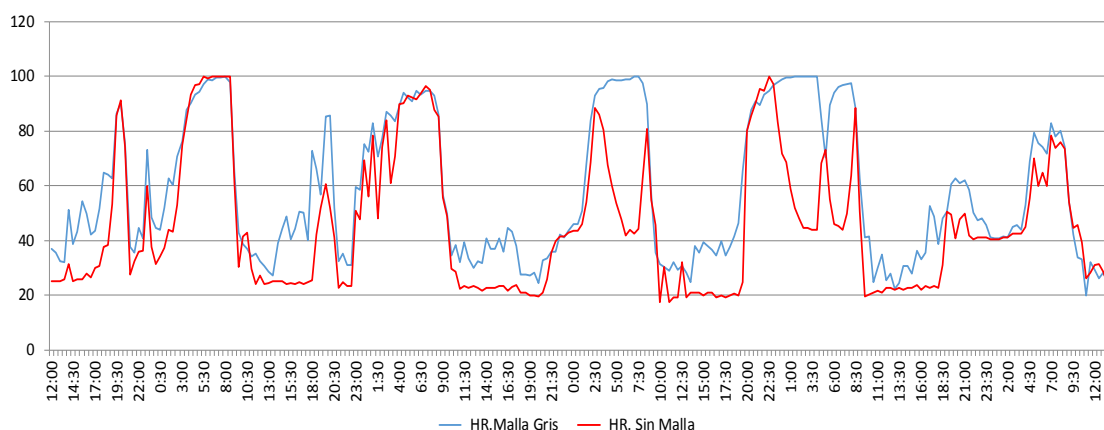


Figura 6. Marcha de la humedad relativa (%) durante cinco días, bajo malla mixta (línea azul) y sin malla (línea roja).

Efecto sobre las plantas

Los cambios en los niveles de radiación, temperatura, viento y humedad relativa producidos por las mallas afectan el desempeño de las plantas que crecen bajo estas condiciones. En el Alto Valle, en dónde los niveles de radiación son excesivos (saturación de luz), las mallas presentan un efecto positivo en la tasa de fotosíntesis por una menor foto inhibición que generalmente ocurre en horas del mediodía con altos valores de temperatura. Esto se traduce en una mayor acumulación de carbohidratos que pueden producir tanto un mayor crecimiento vegetativo como un mayor tamaño de frutos.

La conductancia estomática es afectada por el déficit de presión de vapor, que a su vez está en función de la humedad relativa y la temperatura de aire, y juega un rol importante en el intercambio gaseoso de las plantas y en su contenido de agua. Se determinó en días calurosos una mayor conductancia estomática en manzanos creciendo bajo mallas respecto a árboles sin protección, debido al efecto positivo que presentan las mallas sobre la humedad relativa y la temperatura de aire que se mostró anteriormente (Tabla 1).

Tabla 1. Conductancia estomática (Ce) y potencial agua en manzanas *Red Chieff* con y sin malla, medida al medio día solar.

Tratamiento	Ce (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)		Potencial Agua (kg.cm ⁻²)
	2016	2017	
Sin Malla	594,9 a	695,8 a	15,5
Malla Negra	652,8 b	745,5 b	14,4
p-valor	0,0413	0,0340	-

Las plantas que crecen bajo mallas están sometidas a menores condiciones de estrés, lo que favorecen su desarrollo vegetativo (Figura 7). Este mayor desarrollo vegetativo puede explicarse

en las mallas oscuras por una respuesta al sombreado, ya que cuando la disminución de los niveles de radiación genera un ambiente sub-óptimo para las plantas, esto produce una mayor traslocación de recursos a los brotes en crecimiento para escapar a las condiciones de sombra. En las mallas foto-selectivas, cuando estas modifican la calidad de la luz, se altera la relación rojo-rojo lejano (R/RL). Una mayor radiación en el espectro rojo lejano favorece la síntesis de auxinas y el crecimiento vegetativo.

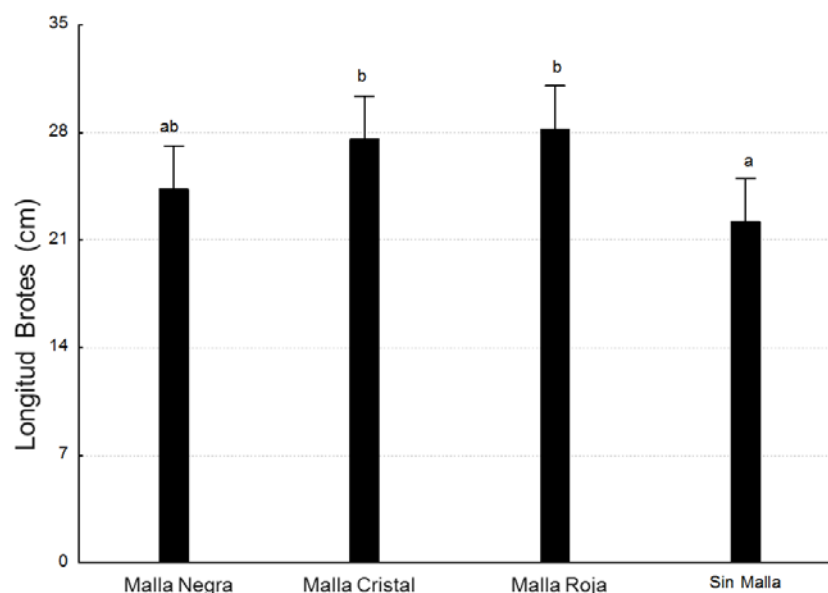


Figura 7. Longitud de brotes de manzanas cv. *Super Chieff* cultivada bajo mallas de diferentes colores: Negra (MN), Cristal (MC), Roja (MR) y sin malla.

Bajo las mallas se produce un menor consumo de agua y un mejor estatus hídrico de las plantas, sobre todo en horas de mayor radiación y temperatura de aire, comparado a plantas creciendo sin protección. Las pérdidas de agua desde el suelo y por la evapotranspiración también son menores, debido a los menores niveles de radiación y a la menor circulación de aire bajo las mallas. Estos parámetros se determinarán localmente en las próximas temporadas.

Efecto sobre la calidad de la fruta

Las mallas antigranizo son una tecnología eficiente para reducir el daño por sol y daños mecánicos como los producidos por el viento y el granizo. El porcentaje de asoleado observado bajo las mallas, está relacionado al grado de sombreado de cada malla y no al color de la misma. En la región se ha determinado una disminución del daño por sol de entre el 40 y el 65% respecto a un control sin malla y una disminución del daño grave (quemado) de entre un 60 y un 100% en manzanas cv *Cripp's pink* y *Super Chief* (Figuras 8 y 9). Las distintas magnitudes en la reducción dependen de diversos factores: trama y color de la malla, variedad, sistema de conducción, temporada, etc.

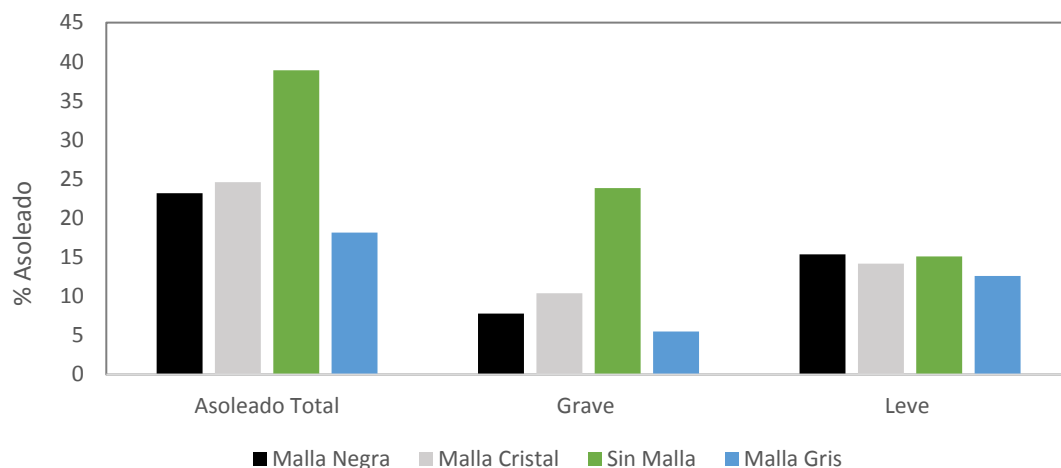


Figura 8. Porcentaje de frutos de manzanas cv. *Super Chieff* con daño por sol (leve y severo) bajo diferentes mallas y sin malla. Temporada 2016.

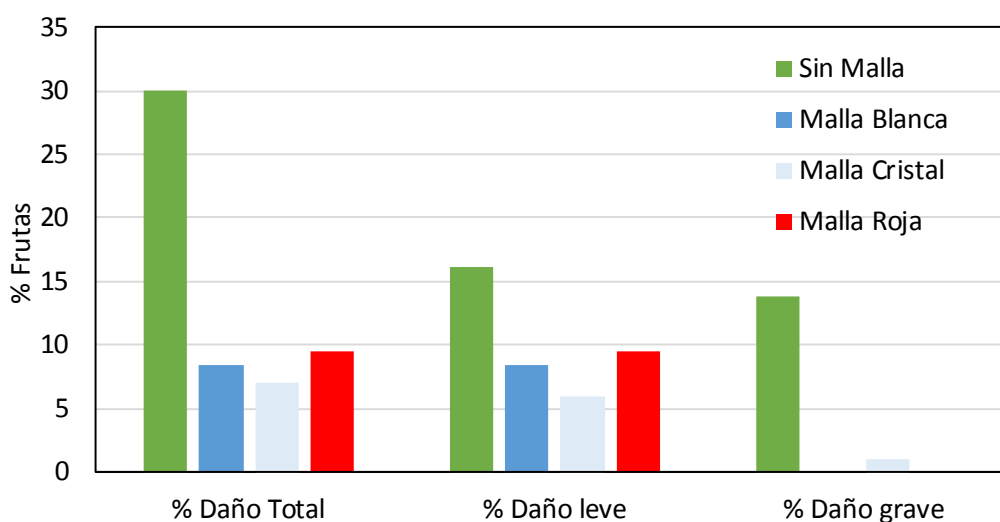


Figura 9. Porcentaje de frutos de manzanas cv. *Cripp's Pink* con daño por sol total, leve y severo bajo diferentes mallas y sin malla. Temporada 2017.

En condiciones como las del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, de alta radiación y temperatura, se observó que el empleo de mallas afectó en forma positiva el tamaño de los frutos en el cv. *Cripp's Pink* (Tabla 2), siendo este efecto más marcado cuando los rendimientos son altos (> 90 Tn/ha).

Tabla 2. Tamaño de manzanas cv. *Cripp's Pink* bajo diferentes mallas, con rendimientos promedio de 90-100 Tn/ha. χ^2 Pearson: <0,0001

Cosecha	Tratamiento	<70 mm	70-75 mm	75-80 mm	>80 mm
2015	Control	12%	51%	31%	6%
	MC	11%	36% **	39% *	14% *
	MN	9%	41% **	39% *	11% *
	MR	7% *	40% **	39% *	14% *
2017	Control	33%	50%	16%	1%
	MG	21% **	52%	25% *	2%
	MN	25% *	53%	20%	2%

MC: Malla Cristal, MN: Malla Negra, MR: Malla Roja, MG: Malla Gris (mixta).

El color de cobertura de los frutos es uno de los atributos de calidad más importantes en las manzanas y su desarrollo depende de factores internos (relacionados con la genética de las variedades) y externos (ambientales, prácticas culturales y conducción del árbol), todos ellos estrechamente ligados entre sí. Se ha demostrado, en general, que el empleo de mallas lo afecta en general de manera negativa (Bosaničić et al., 2018). Sin embargo, en ensayos realizados en la EEA Alto Valle se determinó que el efecto de las mallas sobre el color depende del tipo de malla utilizada. Las mallas negras afectaron negativamente el color de cobertura en manzanas cv. *Super Chief* solamente en dos de las 5 temporadas evaluadas, mientras que en el cv. *Cripp's Pink* este efecto negativo se observó solamente en una temporada y contrariamente la malla cristal favoreció la formación de color en tres temporadas respecto del testigo sin malla (Raffo et al. 2019).

En cuanto a los demás índices de madurez, se puede decir que en general cuando se observa un efecto en la firmeza y los sólidos solubles, este es pequeño en magnitud, y negativo (disminución de los valores) (Tabla 3). También hemos podido observar cambios en la calidad nutricional y organoléptica relacionados a los cambios en los niveles de radiación.

Tabla 3. Firmeza (Lbs.cm²) de manzanas cv. *Super Chief* bajo diferentes tratamientos de mallas anti granizo, en sucesivas temporadas.

Tratamiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Sin Malla	15,9 b	16,1 b	16,0	15,7 b	15,0 b	17,9 b
Malla Negra	15,1 a	15,4 a	16,1	14,8 a	14,4 a	17,2 a
Malla Cristal	16,1 b	15,5 a	16,0	15,4 b	14,9 b	-
Malla Roja	-	-	-	15,5 b	-	-
Malla Mixta	-	-	-	-	14,7 a	17,2 a

Consideraciones generales

El empleo de mallas anti granizo en manzanas, además de protegerlas contra el granizo y asegurarnos la producción cada año, mejora la calidad de los frutos siempre y cuando se utilice colores adecuados según cada variedad. Para la elección de la malla en nuestra zona y teniendo en cuenta que las mallas negras son las de mayor duración, se deberían considerar dos aspectos fundamentales: susceptibilidad al asoleado y facilidad en la toma de color o color de cobertura del material vegetal a proteger (Figura 10). La síntesis de antocianinas depende principalmente de la intensidad y calidad de la luz, la temperatura y los factores de manejo del monte que las modifiquen. Por lo tanto, mallas oscuras, que reduzcan en exceso los niveles de radiación en variedades con una genética que limite su formación de color, afectarán este parámetro de forma negativa, mientras que, si podrían utilizarse en variedades de fácil coloración, o de coloración verde, montes peatonales con fruta más expuesta a la radiación, etc. Por otro lado, las mallas claras (cristal, perla, blanca, blanca + negra) que aumentan la radiación difusa en el monte frutal, favorecen el desarrollo de la coloración y se recomendarían para variedades o situaciones no favorables a la toma de color.

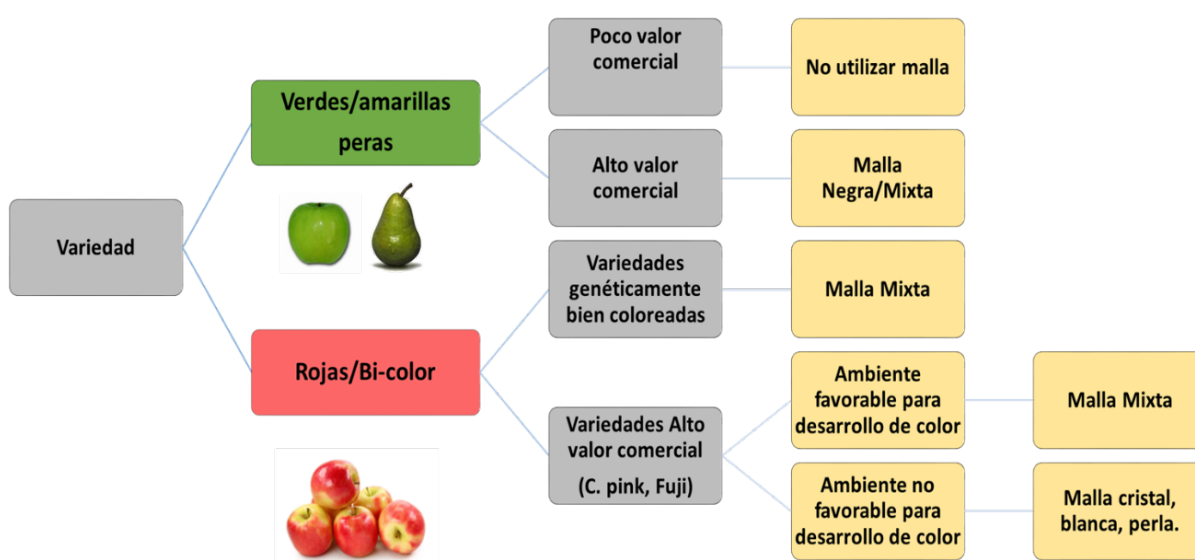


Figura 10. Criterios a tener en cuenta para la elección de mallas antigranizo en frutales.

Debido a las modificaciones que produce las mallas antigranizo sobre el microclima del monte frutal, se deben contemplar estrategias diferentes en cuando al manejo general del cultivo como: el manejo del vigor (poda mecanizada en verde, fertilizaciones, etc.), riego, raleo, polinización, plagas y enfermedades, capacidad de conservación, etc. Estas son líneas de trabajo que serán abordadas en próximas temporadas.

Bibliografía

Bosaničić B., Mičić N, Bkanke M. y Pecina M. 2018. A main effects meta principal component analysis of netting effects on fruit: using apple as a model crop. *Plant Growth Regulation* 86(455-464).

Iglesias I. y 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.

Mupambi, G., Anthony, B. M., Layne, D. R., Musacchi, S., Serra, S., Schmidt, T., & Kalcsits, L. A. 2018. The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review. *Scientia Horticulturae* 236: 60-72.

Raffo, M.D., Cortona A., Curetti M., Menni F., 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.

Raffo M.D., Villareal P., Rodríguez A., Curetti M. y Moschini S. 2019. Experiencias sobre el uso de mallas antigranizo en fruticultura y Análisis económico de la inversión, en los Valles de la Norpatagonia. *Revista de Fruticultura* (69) 6-17.

Rodríguez A. y Muñoz A. 2004. Síntesis Agroecológica para el período 1990-2004. Ediciones INTA. 50 pp.

http://sipan.inta.gob.ar/agrometeorologia/met/met/PDF%60s/sintesis_agrometeorologica.pdf

Rodríguez A. y Muñoz A. 2017. Granizo: Estudio de variabilidad climática en los valles Norpatagónicos. Ediciones INTA, ISBN 978-987-521-850-5. 15 pp.