

USO DE MALLAS SOMBRA: UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CHERRY

Shade nets: an alternative to increase the cherry tomato production

^{1*}César Márquez-Quiroz, ²Valentín Robledo-Torres, ²Adalberto Benavides-Mendoza, ²Mario Ernesto Vázquez-Badillo, ¹Efraín De la Cruz-Lázaro, ¹Maximiano Antonio Estrada-Botello, ¹Sayani Teresa López-Espinosa

¹División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa km. 25+2. Centro, Tabasco. México.

*cesar_quiroz23@hotmail.com

²Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Nota científica recibido: 12 de marzo de 2013, **aceptado:** 24 de enero de 2014

RESUMEN. El uso de mallas sombra en la horticultura protegida es una técnica económica empleada para mejorar la radiación y evitar incrementos de temperatura. En la presente investigación se evaluó el efecto del uso de mallas sombra de cuatro colores (azul, negra, roja y perla) en la producción de tomate cherry. El rendimiento en la malla sombra de color perla se incrementó 116.66 % en comparación al rendimiento obtenido bajo la malla sombra de color negro y 122.85 % en comparación con el rendimiento obtenido en el testigo (sin malla). De acuerdo a los resultados de este estudio, la malla sombra perla se considera una alternativa viable para la producción de tomate cherry.

Palabras clave: Color, cultivo protegido, película fotoselectiva, rendimiento, *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

ABSTRACT. The use of shade nets in protected horticulture is an economic technique that improves radiation and prevents temperature increases. The effect of the use of shade nets of four colours (blue, black, red and pearl) on the production of cherry tomato was evaluated in this study. The yield obtained with the pearl shade net increased 116.66 % compared with that obtained with the black shade net and 122.85 % compared with the control (with no net). According to the results of this study, the pearl shade net is considered a viable alternative in the production of cherry tomato.

Key words: Colour, protected crop, photoselective film, yield, *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

INTRODUCCIÓN

El tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*) es una variedad cultivada que destaca por su alto contenido de carotenoides, vitamina C, compuestos fenólicos, sólidos solubles, sabor y amarre del fruto (Prema et al. 2011). En México, el rendimiento promedio de tomate cherry es de 27.48 t ha⁻¹ bajo condiciones de campo abierto (SIAP 2012). En tanto que, bajo invernadero se ha reportado un rendimiento promedio de 78.39 t ha⁻¹ (Márquez-Hernández et al. 2006).

El uso de malla plástica para sombrear es una

técnica empleada en la horticultura protegida para disminuir la intensidad de la radiación y evitar incrementos de temperatura durante periodos cálidos (Valera et al. 2001). Hasta ahora, las mallas más vendidas son: la de color negro y la aluminada aunque la malla de color negro es la más utilizada debido a su menor costo. Sin embargo, esta malla es poco selectiva a la calidad de la luz, debido a que sombrea por igual en toda la banda del espectro electromagnético, lo cual causa una disminución en la fotosíntesis y el rendimiento (Valera et al. 2001).

En los últimos diez años se ha iniciado con el desarrollo de mallas plásticas de sombreo con

propiedades ópticas especiales, como un nuevo enfoque para mejorar el uso de la radiación solar en los cultivos agrícolas (Fallik *et al.* 2009, Ganelevin 2008). Las mallas sombra de color modifican específicamente el espectro de la luz filtrada en las regiones ultra-violeta, visible y rojo lejano, e intensifica su dispersión (luz difusa), y afecta sus componentes térmicos (región infrarroja) en función de los aditivos cromáticos del plástico y el diseño del tejido (Oren-Shamir *et al.* 2001, Rajapakse y Shahak 2008, Shahak *et al.* 2004). La nueva tecnología fomenta el incremento del rendimiento comercial, la disminución de desórdenes fisiológicos y las respuestas fisiológicas relacionadas al tamaño, peso, color, amarre y tiempo de cosecha del fruto (Shahak *et al.* 2008).

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del color de la malla sombra sobre el rendimiento de tomate cherry.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo durante el 2008 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah., México, a 25° 23' LN y 101° 01' LO, con altitud de 1743 msnm. Se utilizó semilla de tomate cherry híbrido Shiren (Hazera Seed Inc[®]). Las semillas se sembraron el 15 de abril en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat moss premier mix. El 20 de mayo, las plántulas alcanzaron una altura de 15 cm y se trasplantaron en surcos de suelo en macrotúneles de 48 m². Las plántulas se sembraron a distancia de 60 cm entre plantas y de 1.20 m entre surcos, para una densidad de plantación de 13 888 plantas ha⁻¹. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo de parcelas divididas. La parcela mayor consistió en el color de la cubierta del macrotúnel: T1 = malla sombra azul (MSA); T2 = malla sombra roja (MSR); T3 = malla sombra negra (MSN); T4 = malla sombra perla (MSP) y el testigo, sin malla sombra, en tanto que la parcela menor consistió en el surco de suelo. Se consideraron cinco plantas de tomate cherry como unidad experimental.

Se usaron mallas tipo Rashel, con un tamaño

de orificio de 6 x 8 mm (30 % de sombra; Chromatinet[®], Polysack Plastic Industries, Ltd.). Para satisfacer la demanda hídrica y de elementos minerales del cultivo, se aplicó una solución nutritiva dinámica (Castellanos y Ojodeagua 2009) con un sistema de fertirriego por cintilla. El aporte de agua se realizó de acuerdo con la etapa fenológica del cultivo, la cual osciló de 0.50 a 2.5 L planta⁻¹ día⁻¹, el agua de riego utilizada se clasificó como de baja salinidad y bajo contenido de sodio (C₁S₁), con una relación de absorción de sodio (RAS) de 2.18, un pH de 7.8, una CE de 1.05 dS m⁻¹ y un contenido de 3.51, 0.48, 0.22, 2.71, 3.12, 2.3 y 2.62 mmol L⁻¹ de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, respectivamente. El tutorio se hizo con hilo de rafia para guiar la planta a dos tallos; se aplicó de manera preventiva Actara[®] 25 WG (Thiametoxam) y Confidor[®] 350 SC (Imidacloprid) para el control de plagas.

Las variables microclimáticas registradas fueron: temperatura (de suelo y del ambiente), humedad relativa y espectro de transmisión de radiación solar bajo la malla. La temperatura del ambiente y la humedad relativa se midieron con un termómetro digital (Taylor[®], modelo 1452), el cual se colocó a 20 cm del nivel del suelo y para registrar la temperatura del suelo se usó un termómetro analógico (Weksler[®], modelo 3BKE). La radiación total (RT) en kilolux (klx) y la radiación fotosintéticamente activa (RFA) en $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ se registró mediante un sensor portátil Quantum (Apogee[®], modelo BQM-S) y un luxómetro portátil (Milwaukee[®], modelo SM-700), respectivamente; los cuales se colocaron a 30 cm del nivel del suelo. Todas las mediciones se realizaron entre 08:30, 12:00 y 15:00 h (hora local), en el centro de cada macrotúnel, cada vez que se presentaron las condiciones de cielo despejado.

Las variables respuesta de las plantas evaluadas fueron: altura final de planta, número de frutos por planta, contenido de sólidos solubles, tamaño del fruto (diámetro polar y ecuatorial del fruto), peso promedio de fruto y rendimiento. La altura final de planta se determinó midiendo con una cinta métrica de 5 m, desde la base del tallo hasta el ápice de la planta al final del ciclo. Se realizaron cuatro

cortes, de 15 plantas por tratamiento para determinar el número de frutos por planta. Los sólidos solubles se determinaron en una gota de jugo del fruto, con un refractómetro portátil (0-32 % Brix, VRW®). El tamaño y el peso promedio de fruto se determinó en tres frutos por planta; mientras que el rendimiento por planta se determinó con el peso del número total de frutos por planta, pesados en una báscula Ohaus® modelo 3729 con capacidad máxima de 3 000 g y resolución de 0.1 g.

El análisis de varianza y comparación de medias de la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS) ($p \leq 0.05$), se realizaron con el programa estadístico SAS (SAS Institute 2004), para Windows version 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La RT en el macrotúnel con MSN, MSA, MSR y MSP, respecto al testigo, registró una disminución de 45.03, 36.20, 30.33 y 24.53 %, respectivamente, mientras que la RFA presentó una reducción con respecto al testigo de 44.71, 43.66, 43.54 y 38.58 % de transmisión los macrotúneles con MSA, MSP, MSN y MSR (Tabla 1). Se sabe que del 100 % de la RT incidente, sólo del 65 al 70 % penetra al interior de la estructura protegida (Samaniego-Cruz et al. 2002). Con respecto a la RFA, Cerny et al. (1999) y Samaniego-Cruz et al. (2002), reportaron reducciones de entre el 25 y 35 %. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos por Retamales et al. (2008), quienes encontraron que la RFA transmitida por mallas de color blanco, gris, con 35 y 50 % de sombra, y rojo, con 35 % de sombra, redujeron la RFA en 29 %, mientras que las mallas de color rojo, con 50 % de sombra, y negro, con 35 y 50 % de sombra, disminuyeron la RFA en 41, 47 y 53 %, respectivamente, con respecto a la RFA del tratamiento sin malla. Los resultados obtenidos en la presente investigación denotan que las mallas de color transmitieron diferentes cantidades de RT debido al número de hilos (3 x 6 hilos por pulgada cuadrada) para lograr el efecto de sombreo, las cuales filtran selectivamente una mayor fracción de la radiación solar que pasa a través de los hilos plásticos (Shahak et al. 2008). En tanto que con la

MSN, el tejido de la malla plástica sólo permite la entrada de la radiación por los orificios de la malla, la cual no es filtrada selectivamente (Tinyane et al. 2013).

Altura final de planta

En el presente trabajo, la altura final de las plantas desarrolladas bajo la MSA, MSR, MSN, MSP, respecto al testigo, registraron un incremento de 195.63, 41.63, 4.24 y 89.19 %, respectivamente (Figura 1). La materia seca de la parte aérea de las plantas desarrolladas bajo la MSA, MSR, MSN, MSP y testigo fue de 780.62, 348.27, 433.00, 617.34 y 666.36 g planta⁻¹, respectivamente. Al respecto, el incremento en la altura repercute en un mayor número de hojas y por tanto en un mayor contenido de clorofila (Rodríguez et al. 1998). Aunado a lo anterior, diversos estudios han encontrado que las plantas desarrolladas bajo la MSP tienen hojas más grandes, de mayor espesor y fotosintéticamente activas (Oguchi et al. 2003), en tanto que bajo la MSA se producen hojas más grandes pero de menor espesor (Páez et al. 2000).

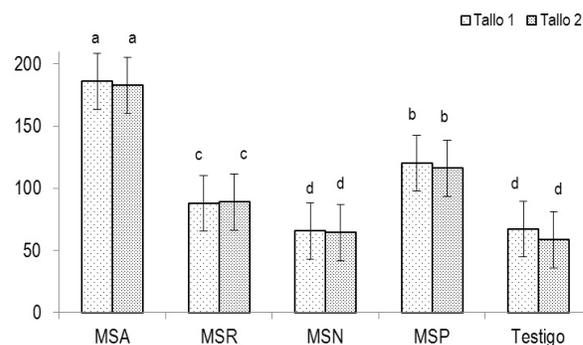


Figura 1. Altura final del tomate cherry a los 100 días de cultivo bajo malla sombra de color. Medias con la misma letra son iguales de acuerdo con la prueba DMS (con una $P \leq 0.05$).

Figure 1. Final height after 100 days, of cherry tomato grown under a coloured shade net. Averages with the same letter are the same according to the LSD test ($P \leq 0.05$).

Calidad del fruto y rendimiento

Los tratamientos bajo estudio no afectaron el peso de fruto y diámetro polar y ecuatorial (Tabla 2). El valor promedio de peso y diámetro del fruto obtenido estuvo dentro del rango reportado para genotipos de tomate cherry, los cuales son entre 10 y 30 g fruto⁻¹ y de 1.5 a 3.5 cm, respectivamente

Tabla 1. Valores promedio de la radiación y temperatura registradas durante el ciclo de cultivo de tomate cherry bajo malla sombra de color. RT = radiación total, RFA = radiación fotosintéticamente activa, HR = humedad relativa. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo con la prueba DMS ($p \leq 0.05$).

Table 1. Average values of the radiation and temperature recorded during the growth cycle of cherry tomato grown under a coloured shade net. RT = total radiation, RFA = photosynthetically active radiation, HR = relative humidity. Values with the same letter in each column are the same according to the LSD test ($p \leq 0.05$).

Color de malla	RT (Kilolux)	RFA ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		HR (%)
			Suelo	Ambiente	
Azul	68.32 ^d	583.80 ^e	21.36 ^c	30.29 ^c	33.32 ^a
Rojo	74.60 ^c	648.50 ^b	22.14 ^a	32.22 ^a	31.18 ^e
Perla	80.82 ^b	594.87 ^d	21.13 ^d	30.00 ^d	32.83 ^c
Negro	58.86 ^e	596.16 ^c	20.99 ^e	28.00 ^e	32.97 ^b
Sin malla	107.08 ^a	1055.88 ^a	22.10 ^b	30.83 ^b	32.72 ^d

Tabla 2. Calidad de frutos y rendimiento como suma de cuatro cortes de tomate cherry bajo malla sombra de color. PF=peso de fruto, DE=diámetro ecuatorial, DP = diámetro polar, NF = número de frutos, SS = sólidos solubles, CV=coeficiente de variación. Medias con la misma letra, dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba DMS ($p \leq 0.05$).

Table 2. Fruit quality and yield as a sum of four cuts of cherry tomato under a coloured shade net. PF=fruit weight, DE=equatorial diameter, DP = polar diameter, NF = number of fruits, SS = soluble solids, CV=variation coefficient. Averages with the same letter in each column are the same according to the LSD test ($p \leq 0.05$).

Color de malla	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	NF	SS($^{\circ}$ Brix)	Rendimiento (t ha^{-1})
Azul	15.55 ^a	27.83 ^a	29.57 ^a	31 ^b	5.89 ^a	6.71 ^b
Rojo	15.69 ^a	27.25 ^a	29.38 ^b	25 ^b	5.36 ^{ab}	5.66 ^b
Negro	15.11 ^a	26.78 ^a	29.11 ^b	25 ^b	4.67 ^c	5.04 ^b
Perla	16.51 ^a	27.73 ^a	30.25 ^a	49 ^a	4.96 ^{bc}	10.92 ^a
Sin malla	16.41 ^a	27.84 ^a	29.97 ^a	21 ^b	4.64 ^c	4.90 ^b
CV (%)	10.13	3.16	3.05	17.61	6.53	19.55

(Brandán *et al.* 1998, Diez 1995). Por otra parte, el contenido de SS osciló entre 4.64 y 5.89 %, estos valores son similares a los reportados por diversos autores (Tinyane *et al.* 2013), al evaluar el uso de mallas sombra de color en los parámetros de la calidad en genotipos de tomate. En el presente estudio, los frutos obtenidos bajo la MSA presentaron mayor valor de SS superando al testigo en 26.93 % (Tabla 2). El contenido de SS en todos los tratamientos fue menor a los 7 $^{\circ}$ Bx que ha sido señalado para tomate cherry (Mazuela *et al.* 2010). Al respecto, Selahle *et al.* (2014) señalan que algunos genotipos de tomate tienen un potencial genético para incrementar el contenido de sólidos solubles, y que la radiación solar y la temperatura (> 30 $^{\circ}\text{C}$) pueden afectar estos niveles. En tanto que, Tinyane *et al.* (2013), han reportado que la exposición del fruto

a intensidades de luz elevadas (> 1000 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-2}$) y a temperaturas inferiores de 40 $^{\circ}\text{C}$, especialmente durante la división celular y el cuajado del fruto, reduce el contenido de sólidos solubles. Dado lo anterior, es posible que las condiciones microclimáticas generadas bajo los tratamientos en estudio favorecieran la acumulación de ácidos orgánicos en el fruto, de acuerdo a lo reportado por Tinyane *et al.* (2013).

Las diferencias observadas en el rendimiento se deben al número de frutos por planta y no al peso promedio de los mismos (Tabla 2). El tratamiento MSP registró un incremento en el rendimiento de 122.85 % con relación al promedio obtenido por el testigo, con un rendimiento promedio de 10.92 t ha^{-1} , el incremento en el rendimiento de plantas desarrolladas bajo la MSP se ha reportado para el

cultivo de pepino y pimiento morrón (El-Aidy 1991, Shahak et al. 2008). Adicionalmente, la MSP tiene una mayor difusión de luz (62 %) que las MSA (26 %) y MSN (11.4 %), por lo que las plantas desarrolladas bajo MS de color con 30 % de sombra captan más luz que aquellas plantas desarrolladas bajo una MSN con 30 % de sombra (Shahak et al. 2004). Por otra parte, se ha reportado un in-

cremento en el rendimiento de cultivos hortícolas cuando la altura de planta es mayor, mientras que una disminución de la altura lo decreta hasta en 22 % (Fletcher et al. 2004).

De acuerdo a los resultados de este estudio, la malla sombra perla se considera una alternativa viable para la producción de tomate cherry.

LITERATURA CITADA

- Brandán E, Ploper J, Divizia De Ricci, M (1998) El cultivo de los mini tomates tipo cereza (cherry), perita y otros. Ediciones del Rectorado. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. 84 p.
- Castellanos JZ, Ojodeagua, JL (2009) Formulación de la solución nutritiva. In: Manual de producción 276 hortícola en invernadero. J. Z Castellanos (Ed.). México. pp: 131-156
- Cerny A, Rajapakse N, Oi R (1999) Recent developments in photosensitive greenhouse covers, In: Proc. Nat. Agric. Plastics Congress. American Society for Plastics. USA. pp: 75-80.
- Diez N (1995) Tipos varietales. In: El cultivo del tomate. Nuez, F(Ed.). Ediciones Mundiprensa. Bilbao, España. pp: 93-129.
- El-Aidy F (1991) The effect of planting date, density, variety and shade on production of cucumber under tunnels. *Acta Horticulturae* 287: 281-288.
- Fallik E, Alkalai-Tuvia S, Parselan Y, Aharon Z, Elmann A, Offir Y, Matan E, Yehezkel H, Ratner K, Zur N, Shahak Y (2009) Can Colored Shade Nets Maintain Sweet Pepper Quality during Storage and Marketing? *Acta Horticulturae* 830: 37-44.
- Fletcher JM, Tatsiopoulou A, Hadley P, Davis FJ, Henbest RGC (2004) Growth, Yield and Development of Strawberry cv. Elsanta under Novel photosensitive film clad green houses. *Acta Horticulturae* 633: 99-106.
- Ganelevin R (2008) World-Wide Commercial Applications of Colored Shade Nets Technology (ChromatiNet). *Acta Horticulturae* 770: 199-204.
- Márquez-Hernández C, Cano-Ríos P, Chew-Madinaveitia Y, Moreno-Reséndez A, Rodríguez-Dimas N (2006) Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 183-189.
- Mazuela P, Acuña L, Álvarez M, Fuentes Á (2010) Producción y calidad de un tomate cherry en dos tipos de invernadero en cultivo sin suelo. *Idesia (Arica)* 28: 97-100.
- Oguchi R, Hikosaka K, Hirose T (2003) Does the photosynthetic light-acclimation need change in leaf anatomy?. *Plant Cell Environ* 26: 505-512.
- Oren-Shamir M, Gussakovsky EE, Shpiegel E, Nissim-Levi A, Ratner K, Ovadia R, Giller YE, Shahak Y (2001) Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76: 353-361.
- Páez A, Paz V, López J (2000) Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Río Grande en la época mayo-julio. Efecto del sombreado. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 17: 173-184.

- Prema G, Indiresh KM, Santhosha HM (2011) Evaluation of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) genotypes from growth, yield and quality traits. The Asian Journal of Horticulture 6: 181-184.
- Rajapakse NC, Shahak Y (2008) Light-quality manipulation by horticulture industry. In: Annual Plant Reviews, Light and plant development. Whitelam GC, Halliday KJ (Eds.). Blackwell Publishing. USA. pp: 308-311.
- Retamales JB, Montecino JM, Lobos GA, Rojas LA (2008) Colored Shading Nets Increase Yields and Profitability of Highbush Blueberries. Acta Horticulturae 770: 193-198.
- Rodríguez MMIN, Alcántar GG, Aguilar SA, Etchevers B, Santizó RJA (1998) Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Terra 16: 135-141.
- Samaniego-Cruz E, Quezada-Martin MR, De la Rosa-Ibarra M, Munguía-López J, Benavides-Mendoza A, Ibarra-Jiménez L (2002) Producción de plántulas de tomate y pimiento con cubiertas de polietileno reflejante para disminuir la temperatura en invernadero. Agrocienca 36: 305-318.
- SAS Institute, I (2004) Statistical Analysis System. SAS User's Guide. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary N. C. USA. 4420 p.
- Selahle MK, Sivakumar D, Soundy P (2014) Effect of photo-selective nettings on post-harvest quality and bioactive compounds in selected tomato cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture Doi: 10.1002/jsfa.6536.
- Shahak Y, Gal E, Offir Y, Ben-Yakir D (2008) Photosensitive Shade Netting Integrated with Greenhouse Technologies for Improved Performance of Vegetable and Ornamental Crops. Acta Horticulturae 797: 75-80.
- Shahak Y, Gussakovsky EE, Cohen Y, Lurie S, Stern RS, Kfir S, Naor A, Atzmon I, Doron I, Greenblat-Avron Y (2004) ColorNets: A New Approach for Light Manipulation in Fruit Trees. Acta Horticulturae 636: 609-616.
- SIAP (2012) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción de tomate cherry. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2012] Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>
- Tinyane PP, Sivakumar D, Soundy P (2013) Influence of photo-selective netting on fruit quality parameters and bioactive compounds in selected tomato cultivars. Scientia Horticulturae 161: 340-349.
- Valera MDL, Gil RJA, Molina F (2001) Las mallas como técnicas de control climático en invernadero. Vida Rural 8: 50-52.