

Producción de variedades tradicionales de tomate con acolchado en invernadero

Production of traditional tomato varieties under mulch in greenhouses

Álvaro García-León¹, Valentín Robledo-Torres^{1*}, Rosalinda Mendoza-Villareal¹, Francisca Ramírez-Goodina², Luis Alonso Valdez-Aguilar¹, Francisco Alfonso Gordillo-Melgoza¹

¹Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro No. 1923. CP. 25315. Saltillo, Coahuila, México.

²Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro No. 1923. CP. 25315. Saltillo, Coahuila, México.

*Autor de correspondencia: robledo3031@gmail.com

Nota científica recibida: 23 de abril de 2017 **aceptada:** 28 de octubre de 2017

RESUMEN. Las variedades de tomate de especialidad son una alternativa de producción, por su precio, demanda, sabor y contenido nutricional; pero se tiene poca investigación de su producción en invernadero. El objetivo fue estimar el rendimiento de cuatro variedades tradicionales de tomate producidas en invernadero tipo multitúnel con acolchado, en el ciclo primavera-verano de 2015. Se sembraron las variedades Brandywine, Striped German, Pruden's Purple y Valencia, en camas con acolchado blanco, gris, negro, y sin acolchar. En rendimiento de fruto tuvo diferencias ($p \leq 0.01$) entre acolchados, superando el acolchado blanco en 26.43% al gris y en 16.42% al tratamiento sin acolchar, entre variedades se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), superando la variedad Brandywine en 16.28% a Pruden's Purple. La variedad de tomate Brandywine y acolchado blanco fue la mejor opción para la producción en invernadero.

Palabras clave: Acolchado plástico, invernadero, *Solanum lycopersicum*, tomates de especialidad, variables climáticas

ABSTRACT. Specialty tomato varieties are an alternative production option due to their price, demand, taste and nutritional content, but there is little research on their greenhouse production. The objective was to estimate the yield of four traditional tomato varieties produced in a multi-span greenhouse with mulch, in the 2015 spring-summer cycle. The Brandywine, Striped German, Pruden's Purple and Valencia varieties were planted in beds with white, gray and black mulch, and without mulch. In fruit yield there were differences ($p \leq 0.01$) among mulches, with the white mulch outperforming the gray one by 26.43% and the treatment without mulch by 16.42%; significant differences ($p \leq 0.05$) among varieties were found, with the Brandywine variety surpassing Pruden's Purple by 16.28%. The Brandywine tomato variety with white mulch was the best option for greenhouse production.

Key words: Plastic mulch, greenhouse, *Solanum lycopersicum*, specialty tomatoes, climatic variables

INTRODUCCIÓN

En México, la producción de hortalizas en condiciones protegidas en el 2014 fue de 23 483 ha, correspondiendo al cultivo del tomate el 70% de la superficie. Debido a los estándares de calidad e inocuidad obtenidos en condiciones protegidas, gran parte de la producción se exporta (SIAP-SAGARPA 2016). El rápido crecimiento de la superficie cultivada con tomate bajo condiciones pro-

tegidas, ocasiona precios bajos a finales de la primavera y durante el verano, debido a que en estos meses se tiene la mayor producción (Avendaño-Ruiz y Várela-Llamas 2010). Mientras que las variedades tradicionales o tomate de especialidad, por su sabor y contenido nutricional tienden a mantener su precio en el mercado todo el año (Healy et al. 2017, Joseph et al. 2017). Por ejemplo, el precio promedio de tomates convencionales en la primera semana de abril del 2017, fue de 1.58 dólares por libra, mientras que

para los tomates de especialidad fue de 3.03 (USDA 2017).

Por su falta de uniformidad en crecimiento, forma del fruto y agrietamiento, las variedades tradicionales tienen dificultades para producirse (Vavrina et al. 1997); por lo que se cultivan en pequeñas superficies (Grassbaugh et al. 2004). Las variedades tradicionales se clasifican dentro de los tomates de especialidad, por lo que son una alternativa para producirse bajo invernadero. Estos tomates bajo condiciones protegidas tienen comportamientos diferentes, por el grado de tecnificación del invernadero y las propiedades de la cubierta plástica (García-Enciso et al. 2014, Monge-Pérez 2015). Por lo que se requiere realizar investigaciones sobre el comportamiento de los diferentes genotipos en invernadero, para seleccionar los de mejor comportamiento (Castellanos 2009, Monge-Pérez 2014). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue conocer el comportamiento de cuatro variedades tradicionales de tomate sembradas con acolchado plástico en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el ciclo otoño-invierno de 2015, en un invernadero tipo multitúnel, con cubierta de polietileno anti-UV, sistema de enfriamiento automatizado con pared húmeda y extractores. Localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN), en Saltillo, Coahuila a 25° 21' 24.79" LN y 101° 02' 5.12" LO, altitud de 1 762 msnm, temperatura media anual de 16.8 °C, y clima seco semiárido.

Se utilizaron cuatro variedades tradicionales de tomate (Tabla 1). La siembra se realizó en charolas germinadoras de 200 cavidades, que se llenaron con Peat Moss (Klasmann®), colocando una semilla por cavidad. Antes de poner el acolchado, el suelo se esterilizó con Busan 30WB®, para luego realizar cuatro camas dentro del invernadero, de las cuales se acolcharon tres camas con plástico de color blanco, gris y negro, mientras que la cuarta cama se utilizó como testigo sin acolchar. Cuando las plántulas presentaron dos hojas ver-

daderas, se trasplantaron a las camas, y se sembraron a doble fila, con distancia entre fila de 40 cm y entre planta de 33 cm. El riego y la fertilización se realizó con la solución nutritiva Steiner (1961) al 50% desde el trasplante hasta la floración, aumentando al 80% en la etapa de amarre de fruta y al 100% en la cosecha. Dentro del invernadero se registró la temperatura y la humedad relativa, con un Data logger Modelo WatchDog 1650 Spectrum Technologies.

El manejo del cultivo para los cuatro genotipos, fue a dos tallos de forma vertical, con podas de brotes laterales cada semana. El manejo fitosanitario se realizó de manera preventiva, con aplicaciones foliares cada 15 d de 10 ml L⁻¹ de *Bacillus subtilis* Ehrenberg Cohn y cada 40 d se aplicaron vía riego 100 g de *Trichoderma harzianum* Rifai. Para mejorar el suelo se aplicaron cada 15 d 5 ml L⁻¹ de ácidos húmicos vía riego. La polinización se realizó por medio de abejorros (*Bombus terrestris*), para lo cual se utilizaron dos colmenas durante todo el ciclo del cultivo, las cuales se colocaron a 50 cm del suelo en una base de madera.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, correspondiendo las parcelas principales a los colores de acolchado: a) blanco, b) gris, c) negro y d) sin acolchado, mientras que las subparcelas fueron las variedades de tomate: a) Brandywine, b) Striped German, c) Pruden's Purple y d) Valencia, con seis repeticiones (bloques) por tratamiento. La longitud de cada parcela fue de 2.64 m con 8 plantas por tratamiento. Durante el ciclo del cultivo se realizaron 10 cortes de frutos cada 10 d.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento total de fruto por planta, considerando 10 cortes (RTF), número total de frutos por planta (NTF), peso promedio de fruto (PPF), rendimiento de fruto por m² (RFM), altura de planta (ADP), diámetro basal de planta (DBP), y las variables ambientales temperatura (°C) y humedad relativa (HR) que se registraron todos los días cada 5 min en tres puntos del invernadero. El análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), se realizó con el programa STATISTICA versión 10.

Tabla 1. Características de las variedades tradicionales de tomates estudiados en invernadero.

Variedad tradicional	Hábito	Tipo	Color del fruto
Brandywine	Indeterminado	Bola	Rosado
Striped German	Indeterminado	Bola	Amarillo
Pruden's Purple	Indeterminado	Bola	Rosa oscuro
Valencia	Indeterminado	Bola	Naranja

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las variables RTF y RFM se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre colores de acolchado, lo que indica que el color afecta estas variables (Tabla 2). En la Tabla 3 se observa que el mayor RTF y RFM se obtuvo con el acolchado blanco, tuvo un 16.42% más rendimiento que el obtenido sin acolchado y un 26.43% más que el obtenido con acolchado gris. El mayor rendimiento del acolchado blanco se puede deber a que presentan trasmisividad de aproximadamente el 50% y por consiguiente un menor calentamiento del suelo y baja evaporación de agua (Robledo-Torres *et al.* 2010), mientras que el tratamiento sin acolchado permite una mayor evaporación de agua del suelo (Tabla 4). Los acolchados plásticos en condiciones limitadas de agua, aumentan la conservación de la humedad del suelo en la capa superficial, en comparación con el suelo sin acolchar (Zenner y Peña 2013), lo que proporciona mayor disponibilidad de humedad para el cultivo (Zhou *et al.* 2009). Se tiene evidencia de que el acolchado de color blanco aumenta el rendimiento en el tomate (Tarara 2000).

Las temperaturas ambientales fueron superiores a los 30 °C, como resultado de la reflectividad y la trasmisividad de las cubiertas utilizadas. Al respecto Díaz y Dean-Batal (2002) reportan que la temperatura óptima para el crecimiento de la raíz, de la parte aérea y para incrementar el rendimiento de tomate es de 25.4 a 26.3 °C, lo que indica que el tratamiento sin acolchar superó en un 16.41% la temperatura óptima.

Las diferencias ($p \leq 0.05$) para las variables RTF y RFM y altamente significativas ($p \leq 0.01$) para NTF, PPF, ADP y DBP entre variedades, indica diferencias genéticas (Grunzke *et al.* 2006, Rogers y Wszelaki 2012). Al respecto Sato *et al.*

(2000) han demostrado que cuando el tomate se cultiva en temperaturas de 32 °C durante el día y 26 °C en la noche, se tiene un menor amarre de frutos, lo que se puede deber a la caída de flores por las altas temperaturas (Sugiyama *et al.* 1996). El mayor RTF (3.892 kg) lo tuvo la variedad Brandywine, pero fue estadísticamente igual al RTF de las variedades Striped German y Valencia (Tabla 3). Las diferencias en las variables RTF y RFM se debe a que son variables de herencia cuantitativa, por lo que son afectadas por múltiples factores. Para el NTF la variedad Valencia tuvo el mayor valor con 25.87 frutos, superando estadísticamente a las otras variedades de tomate, en tanto que Pruden's Purple tuvo el menor número de frutos (16.55). Para PPF las variedades Brandywine, Striped German y Pruden's Purple fueron estadísticamente iguales. La calidad de fruto, sabor, color y textura es importante en las variedades tradicionales de tomate (Vavrina *et al.* 1997, O'Connell *et al.* 2012). La variedad Brandywine tuvo el mayor rendimiento y PPF, pero fue estadísticamente similar al rendimiento y PPF de las variedades Striped German y Pruden's Purple; aunque la variedad Valencia tiene alto potencial productivo, debido al mayor NTF.

Para la variable ADP las variedades Striped German (3.187 m) y Pruden's Purple (3.062 m) tuvieron los mayores valores. Mientras que para la DBP la variedad Valencia tuvo el mayor valor. No se encontraron diferencias estadísticas en la interacción de acolchados*variedades (Tabla 2). La humedad relativa promedio diurna fue de 52.05% en la parte sur de invernadero y de 53.37% en la parte norte del invernadero, mientras que la humedad relativa nocturna fue del 90.01% en la parte central del invernadero (Tabla 4). Valores que se encuentran dentro del rango óptimo para la producción de tomate en invernadero.

Tabla 2. Cuadros medios de los análisis de varianza realizados a variables agronómicas de variedades tradicionales de tomate producidas en invernadero.

Fuente de variación	Cuadros medios					
	RTF	NTF	PPF	RFM	ADP	DBP
Repetición	0.58	1.39	0.38	0.58	1.24	2.23
Acolchado	5.51**	1.88	1.21	5.50**	0.47	0.76
Variedad (V)	3.71*	27.48**	34.75**	3.71*	21.90**	97.38**
A*V	0.67	0.81	0.63	0.67	0.33	1.89
CV (%)	10.788	10.212	8.542	10.785	7.126	2.613

*($P \leq 0.05$), **($P \leq 0.01$); RTF= rendimiento total de fruto; NTF= número total de frutos; PPF=peso promedio de fruto; RFM= rendimiento de fruto por metro cuadrado; ADP= Altura de planta; DBP= diámetro basal de planta.

Tabla 3. Comparación de medias de variables agronómicas estimadas en variedades tradicionales de tomate con cuatro tratamientos de acolchado plástico producidas en invernaderos de mediana tecnología. Medias con diferente letra en columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

Acolchado / variedades	Variables agronómicas					
	RTF (Kg)	NTF	PPF (gr)	RFM (kg)	ADP (m)	DBP (mm)
Blanco	3.971 ^a	21.125	195.577	13.898 ^a	2.851	10.987
Gris	3.144 ^b	18.639	178.708	11.006 ^b	2.853	10.865
Negro	3.378 ^b	19.695	182.759	11.821 ^b	2.780	11.119
Sin	3.411 ^{ab}	19.611	188.637	11.940 ^{ab}	2.756	10.984
Brandywine	3.892 ^a	19.875 ^b	201.872 ^a	13.624 ^a	2.592 ^b	10.842 ^b
Streped German	3.474 ^{ab}	16.764 ^c	214.177 ^a	12.156 ^{ab}	3.187 ^a	10.356 ^c
Pruden's Purple	3.191 ^b	16.556 ^c	196.623 ^a	11.171 ^b	3.062 ^a	10.067 ^c
Valencia	3.347 ^{ab}	25.875 ^a	133.009 ^b	11.714 ^{ab}	2.399 ^b	12.691 ^a
DSM	0.583	3.046	25.535	2.041	0.284	0.439

Medias con diferente letra en columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$); RTF= rendimiento total de fruto; NTF= número total de frutos; PPF=peso promedio de fruto; RFM= rendimiento de fruto por metro cuadrado; ADP= Altura de planta; DBP= diámetro basal de planta.

Tabla 4. Temperatura y humedad relativa, media, máxima y mínima en tres ubicaciones dentro del invernadero.

Ubicación		Temp. día (°C)	Temp. noche (°C)	HR día (%)	HR noche (%)
Sur	Media	25.25	12.50	52.05	75.27
	Máxima	35.33	20.83	83.20	88.00
	Mínima	10.87	7.80	18.74	43.83
Centro	Media	25.29	12.30	53.21	78.08
	Máxima	33.70	19.56	85.74	90.01
	Mínima	10.28	6.84	20.17	47.58
Norte	Media	23.49	12.78	53.37	77.18
	Máxima	33.91	22.58	86.29	88.04
	Mínima	10.07	7.05	18.20	43.58

El color del acolchado influyó en el rendimiento de fruto de tomate, presentando el acolchado de color blanco el mayor rendimiento. Todas las variedades tradicionales de tomate se adap-

taron a las condiciones de invernadero, aunque la variedad Brandywine por su rendimiento es una opción de producción de tomate tradicional en invernadero.

LITERATURA CITADA

- Avendaño-Ruiz B, Várela-Llamas R (2010) La adopción de estándares en el sector hortícola de Baja California. Estudios Fronterizos 11: 171-202.
- Castellanos JZ (2009) Manual de producción de tomate en invernadero. Celaya, Guanajuato, México, INTAGRI. México. 458p.

- Díaz PJC, Dean-Batal K (2002) Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127: 127-135.
- García EEL, de la Rosa IM, Mendoza VR, Quezada MMR, Arellano GM (2014) Efecto de una película plástica modificada en algunos aspectos bioquímicos del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 1: 151-162.
- Grassbaugh EM, Regnier EE, Bennett MA (2004) Comparison of organic and inorganic mulches for heirloom tomato production. *Acta Horticulturae* 638: 171-176.
- Grunzke L, Baumbauer D, Dougher T (2006) Hybrid versus heirlooms: A comparison study in garden productivity and marketability for small-scale commercial growers. *HortScience* 41:1080.
- Healy GK, Emerson BJ, Dawson JC (2017) Tomato variety trials for productivity and quality in organic hoop house versus open field management. *Renewable Agriculture and Food Systems* 1-11. doi:10.1017/S174217051600048X.
- Joseph H, Nink E, McCarthy A, Messer E, Cash SB (2017) The heirloom tomato is 'In'. Does it matter how it tastes? *Food, Culture & Society* 20: 257-280.
- Monge-Pérez JE (2014) Caracterización de 14 genotipos de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). *Revista Tecnología en Marcha* 27:58-68.
- Monge-Pérez JE (2015) Evaluación de 60 genotipos de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *InterSedes* 16: 84-122.
- O'Connell S, Rivard C, Peet MM, Harlow C, y Louws F (2012) High tunnel and field production of organic Heirloom tomatoes: Yield, fruit quality, disease, and microclimate. *HortScience* 47: 1283-1290.
- Robledo-Torres V, Ramírez-Garza MM, Vazquez-Badillo ME, Ruiz Torres NA, Zamora-Villa VM, Ramírez Godina F (2010) Producción de semilla de calabacita italiana (*Cucurbita pepo* L.) con acolchados plásticos fotoselectivos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33: 265-270.
- Rogers MA, Wszelaki AL (2012). Influence of high tunnel production and planting date on yield, growth, and early blight development on organically grown heirloom and hybrid tomato. *HortTechnology* 22: 452-462.
- Sato S, Peet MM, Thomas JF (2000) Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic, mild heat stress. *Plant Cell and Environment* 23: 719-726.
- SIAP-SAGARPA (2016) Superficie agrícola protegida. http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/superficie_agricola_protegida.aspx. Fecha de consulta 20 de marzo del 2017.
- Steiner AA (1961) A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* 15:134-154.
- Sugiyama T, Iwahori S, Takahashi K (1996) Effect of high temperature on fruit setting of tomato under cover. *Acta Horticulturae* 4: 63-69.
- Tarara JM (2000) Microclimate modification with plastic mulch. *HortScience* 35:169-180.
- USDA (2017) Agricultural marketing service, National Retail Report - Specialty Crops. http://www.ams.usda.gov/mnreports/wa_lo100.txt. Fecha de consulta 7 de abril del 2017.
- Vavrina CS, Ambrester K, Pena M (1997) Heirloom tomato cultivars. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 110:391-392.

Zenner de PI, Peña BF (2013) plásticos en la agricultura: beneficio y costo ambiental: una revisión. Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica 16: 139-150

Zhou LM, Li FM, Jin SL, Song Y (2009) How two ridges and the furrow mulched with plastic film affect soil water, soil temperature and yield of maize on the semiarid Loess Plateau of China. Field Crops Research 113: 41-47.