

Comportamiento agronómico de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas

Agronomic behavior of husk tomato seedlings developed under photo selective plastic covers

Valentín Robledo-Torres¹, Antero Ramírez-Domínguez², José Hernández-Dávila¹, Adalberto Benavides-Mendoza¹, Francisca Ramírez-Godina³

E-mail: varoto@prodigy.net.mx

¹Depto. de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ²Exalumno de la Maestría en Horticultura. ³Depto. de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coah., México. C.P. 25315.

Abstract

The husk tomato is one of the vegetables of more economic importance in Mexico; in 2004, 62480 ha were sowed. The use of plastics in agriculture and the use of seedlings of quality in the transplant, offer an alternative to increase the levels of productivity. The objective of this study was to evaluate the photo-selective plastic film covers effect on agronomical behavior of husk tomato seedlings. The investigation was carried out in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in north of Mexico in March 2004. The treatments were established using a completely block split plot experimental design, where factor A were eight cover colors and sub-plot or factor B two genotypes. The studied variables were: plant height, leaves number, fresh stem weight, fresh root weight, dry stem weight, dry root weight, total dry matter. The results showed highly significant differences in all studied variables, except for fresh stem weight, those were significant, that indicates that at least a cover color influences significantly the studied variables. In factor B, there were no significant differences which indicate that they are not influenced by the genotype except: plant height and fresh root weight. Based on the results, it was concluded that the yellow, white, and transparent color covers influenced favorably in biomass accumulation of husk tomato seedlings.

Key words: *Physalis ixocarpa* Brot, photo selective covers, genotypes, dry matter

Resumen

El tomate de cáscara es una de las hortalizas de mayor importancia económica en México, pues el año 2004 se sembraron 62 480 ha. El uso de plásticos en la agricultura y la utilización de plántulas de calidad en el trasplante ofrecen una alternativa para incrementar los niveles de productividad. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del uso de microtúneles con diferentes colores de cubierta en las características agronómicas de plántulas de tomate de cáscara. La investigación se realizó en la

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en marzo de 2004. Los tratamientos se establecieron bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fueron ocho colores de cubierta, y el factor B (parcela chica), dos genotipos. Se estudiaron las variables: altura de planta, número de hojas, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de tallo, peso seco de raíz, materia seca total. Se encontraron diferencias altamente significativas en todas las variables estudiadas, excepto en peso fresco de tallo, que resultó significativa, lo cual indica a su vez, que al menos un color de cubierta influye significativamente sobre las variables estudiadas. En el factor B no se encontraron diferencias significativas, lo que indica que no fueron influidas por el genotipo, a excepción de altura de planta y peso fresco de raíz. De lo anterior se concluye que las cubiertas de color amarillo, blanco y transparente influyeron favorablemente en la acumulación de biomasa en las plántulas.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot, cubiertas fotoselectivas, genotipos, materia seca.

Introducción

Los plásticos han revolucionado las técnicas de producción agrícola, y su uso es común en forma de películas para acolchado, microtúneles, túneles e invernaderos. En México, el uso de invernaderos ha adquirido auge en la producción de hortalizas a gran escala. Los avances logrados en el transplante, tales como el uso de sustratos especiales, programas de fertilización para plántulas, charolas de múltiples cavidades, híbridos de alto valor y el uso de invernaderos, han contribuido al crecimiento de la industria, al incrementar la seguridad de los cultivos (Wien 1997, Orzolek y Lamont, 1999).

La agricultura en ambiente controlado ha ganado importancia en la horticultura, no solamente en la producción de cultivos de hortalizas y ornamentales, sino también en la producción de plántulas derivada de semilla o a través del cultivo de tejidos.

Todos los materiales empleados en la cobertura de invernaderos tienen alta transmitancia a la radiación solar; del 85 al 90 % de la radiación incidente se transmite al interior, aunque existen factores que modifican la radiación solar, como es el caso del estado del cielo. En días despejados hay luz directa del sol y luz difusa del cielo, y en los días nublados hay únicamente radiación difusa del cielo.

Las hojas de las plantas absorben más luz en las bandas del espectro de color azul (400 a 500 nm) y rojo (600 a 700 nm), de lo que se deduce que se deben seleccionar materiales de cubierta que mejoraren la transmisión de estos dos tipos de luz, pero sin perjudicar la fotosíntesis.

El cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es de suma importancia en nuestro país y se siembra en casi todos los estados. El año 2004 se sembraron 62,480ha, con un rendimiento promedio de 13,554 t ha⁻¹. Dentro de las hortalizas ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada (Siea, Sagarpa, 2005). A pesar de la gran importancia del cultivo, el rendimiento promedio es bajo, en relación con su potencial productivo, que es alrededor de 44.7 t ha⁻¹ (Estrada *et al.*, 1994).

Torres (1983), al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de color anaranjado, amarillo, verde, azul y transparente, encontró que con las cubiertas de colores la emergencia del tomate se adelantó siete días con respecto a la cubierta transparente. La cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂, lo que se tradujo en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos, además influyó positivamente otras características como altura de planta, y número y longitud de entrenudos. La temperatura ambiente bajo la cubierta, en comparación con la cubierta transparente, disminuyó su valor durante todo el periodo de evaluación; en la primera decena de noviembre, la disminución fue 1, 2, 3 y 4° C bajo la cubierta azul, verde, amarillo y anaranjada, respectivamente.

Robledo *et al.* (2002) usaron películas plásticas de colores en el cultivo de lechuga, y al medir el número de hojas por planta, encontraron que las cubiertas de color blanco, amarillo y rojo presentaron mayor número que el testigo; en cambio, las cubiertas color verde y naranja tuvieron un número menor que las plantas del testigo.

Benavides *et al.* (2002) indican que existen grandes diferencias en el comportamiento espectral de los diferentes materiales plásticos, que también se ve modificado según sus colores. Ibarra Jiménez *et al.* (2000), indican que el uso de cubiertas puede incrementar la temperatura a valores extremos, lo cual puede dañar a algunos cultivos, como es el caso de los pimientos, que son más sensibles a temperaturas extremas. Existen amplios trabajos de investigación enfocados al efecto de los colores de acolchados plásticos sobre el rendimiento y calidad de frutos, pero es muy escasa la información del efecto de colores de cubiertas plásticas sobre la producción de plántulas, o respecto a la influencia de éstas sobre las características agronómicas o anatómicas de las hortalizas. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento de las variables agronómicas de plántulas de tomate de cáscara que se producen bajo cubiertas plásticas de colores.

Metodología Experimental

El presente trabajo se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano de 2004, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coah. México.

Los tratamientos se establecieron el 12 de marzo del 2004, bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fue el color de la cubierta plástica del microtúnel (a1=celeste, a2=rojo, a3=verde, a4=violeta, a5=amarillo, a6=transparente, a7=azul y a8=blanco); como factor B (parcela chica) se tuvieron los genotipos de tomatillo (b1=súper cerro gordo y b2=verde supremo).

Los microtúneles de forma semicircular que constituyeron cada tratamiento, se construyeron de 1.2m de ancho, por 2.4m de largo y 85cm de alto (radio del semicírculo). En la parte central de cada microtúnel se colocó un contenedor de madera de 10cm de altura, recubierto con polietileno de color negro, en el cual se pusieron cuatro charolas (dos por genotipo) de poliestireno blanco, con 200 cavidades. El

sustrato que se utilizó para la siembra del cultivo fue una mezcla de turba y perlita, en una proporción de 1:1

Previamente a la siembra, las charolas germinadoras se lavaron con agua, jabón y una solución con cloro, en una proporción de 1 mL de cloro por cada litro de agua; luego las charolas se llenaron con el sustrato humedo, para finalmente realizar la siembra manualmente, a una profundidad aproximada de 8mm.

Se aplicaron dos riegos (por micro aspersión) diariamente, a las ocho de la mañana y tres de la tarde, para evitar que el sustrato de la charola se secase y que las hojas de cultivo se maltrataran con el golpe de agua. Para la nutrición del cultivo, en el agua de riego se aplicaron fertilizantes altamente hidrosolubles (nitrato de amonio, sulfato de calcio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, quelato de fierro, bórax y zinc).

En 20 plántulas desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables agronómicas, altura planta (AP), número de hojas (NH), peso fresco de tallo (PFT), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de tallo (PST), peso seco de raíz (PSR) y materia seca total (MST). La transmisividad y reflectividad de las películas plásticas, de la radiación solar total incidente (R_{sw}) y de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), se evaluaron con un piranómetro de silicón (modelo LI-1200; 0.4-1.1 μ m de longitud de onda; LI-COR, Inc), y con un sensor quantum (modelo QS-120; 0.4-0.7 μ m de longitud de onda; Apogee Instruments), respectivamente. Las mediciones se realizaron bajo condiciones de cielo despejado, de las 15:00 a las 16:00 h, considerando que la absorptividad de los plásticos durante el tiempo de las mediciones fue insignificante.

Resultados y Discusión

Los colores de cubierta seleccionados muestran rangos de trasmisividad que van de 0.306 a 0.940 de radiación solar total incidente, mientras que la trasmisividad de la radiación fotosintéticamente activa fue de 0.101 a 0.864 (Cuadro 1), lo que permite estimar una relación entre la radiación transmitida y la acumulación de materia seca, y favorece, como consecuencia, el desarrollo de plántulas de alta calidad para trasplante.

Cuadro 1. Índice de transmisividad y reflectividad de la radiación solar total incidente y radiación fotosintéticamente activa de las cubiertas plásticas foselectivas

Color de cubierta	Radiación solar total incidente		Radiación fotosintéticamente activa	
	Trasmisividad (%)	Reflectividad (%)	Trasmisividad (%)	Reflectividad (%)
	Transparente	0.940	0.060	0.864
Blanco	0.509	0.491	0.376	0.624
Amarillo	0.637	0.363	0.392	0.608
Azul claro	0.583	0.417	0.352	0.648
Azul oscuro	0.306	0.694	0.101	0.899
Verde	0.422	0.578	0.129	0.871
Violeta	0.677	0.323	0.504	0.496
Rojo	0.667	0.333	0.255	0.745

El análisis de varianza relacionado con las variables agronómicas (Cuadro 2) de plántulas de tomate de cáscara, muestran que para el factor A o colores de cubiertas plásticas, hubo diferencias significativas o altamente significativas para todas las variables, lo cual demuestra que el color de las cubiertas plásticas utilizadas sí influyó de manera estadísticamente significativa sobre cada una de las variables estudiadas. Los resultados indican las variables estudiadas responden, de manera altamente significativa, por lo menos a un color de cubierta.

En el factor B o genotipos, se encontró que las variables NH, PFT, PST, PSR y MST no difieren entre genotipos, y los genotipos sólo difieren de manera estadísticamente significativa en las variables PFR y AP.

El analizar la interacción de AxB se encontró diferencias altamente significativas para las variables PFT y PFR, lo que significa que estas variables son altamente influenciadas al cambiar los genotipos de un color de cubierta a otro; para las variables NH, PST y MST mostraron diferencias significativas. Los resultados de la interacción de AxB indican que con el uso de cubiertas de colores es posible incrementar la acumulación de materia seca desde etapas tempranas de desarrollo, y que no todos los genotipos responden igual al a un determinado color de cubierta, por lo que se concluyó que el color de cubierta sí afecta la acumulación de fotosintatos, y esta respuesta es diferente según el genotipo.

Cuadro 2. Análisis de varianza realizado a variables agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas

CUADRADOS MEDIOS								
Fuente de Variación	Grados de libertad	AP	NH	PFT	PFR	PST	PSR	MST
Repeticiones	3	63.093*	1.097*	71.598NS	2.449NS	0.270*	0.011 NS	0.356*
Factor A	7	66.623**	6.631**	81.904*	30.781**	0.565**	0.080**	1.024**
Error A	21	16.372	0.236	34.459	2.727	0.088	0.006	0.106
Factor B	1	13.260**	0.078NS	0.505NS	5.388*	0.017NS	0.0002NS	0.019NS
Interacción	7	2.388NS	0.334*	14.763**	13.882**	0.027*	0.003NS	0.048*
Error B	24	1.314	0.122	2.604	0.959	0.016	0.003	0.019
Total	63							
C.V. (%)		9.08	12.14	21.34	30.73	21.07	27.30	17.55

AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total; C.V.= coeficiente de variación; *p=<0.05; **p=<0.01; NS=no significativo

La comparación de medias (Cuadro 3) indica que las cubiertas de color amarillo inducen un crecimiento del tallo y parte aérea, y altos pesos frescos y secos, lo que origina plantas de alta calidad; sin embargo, el color rojo indujo altos pesos frescos de raíz, mientras que el transparente presentó altos pesos secos de raíz y materia seca total. Es probable que la temperatura media de 29.3 °C en el microtúnel y las diferentes longitudes de onda que se transmitieron con el uso de la cubierta transparente, haya favorecido la acumulación de materia seca total. Con el uso de la cubierta de color verde se tuvo una temperatura de 29.3 °C; sin embargo, este color de cubierta, aunque indujo una de las mayores alturas de plántula, éstas presentaron los menores pesos secos de raíz y tallo y materia seca total, lo que originó plántulas de baja calidad para trasplante, por lo que este tipo de cubiertas no es recomendable para producción de plántulas de tomate de cáscara. El color amarillo de cubierta es el que origina las plántulas de mayor calidad en cuanto a características de altura y materia seca total, lo que indica una alta cantidad de acumulación de fotosíntatos y resistencia durante el trasplante. Lo anterior coincide con lo señalado por Samaniego *et al.* (2002), quienes indican que las diferencias espectrales causadas por las coberturas plásticas inducen cambios drásticos en el cultivo, lo cual afecta los parámetros de desarrollo: peso de planta, diámetro de tallo, área foliar y la acumulación de biomasa en plántulas de chile y tomate, como resultado de una alteración en la radiación visible y la temperatura.

Los análisis de varianza realizados indican que, como consecuencia de la modificación de las características radio métricas de la luz, la cual es un elemento esencial para la fotosíntesis, los colores de las cubiertas modifican el comportamiento de tales variables, como consecuencia de la modificación del características radiométricas de la luz, que es un elemento esencial para la fotosíntesis, aunque también se modifica la temperatura ambiente, modificándola lo cual a su vez altera el

comportamiento fisiológico y anatómico de la planta. Aunque se sabe que el incremento en la temperatura dentro de ciertos rangos acelera procesos fisiológicos que podrían suponer incrementos en la absorción de agua y sales minerales, y por tanto de crecimiento y desarrollo, los resultados obtenidos indican que la luz fue un factor más importante en la acumulación de materia seca y características anatómicas, y en el número de vasos de xilema y área total del xilema, a través del cual se conducen el agua y las sales minerales necesarias para los diferentes procesos fisiológicos.

Cuadro 3. Comparación entre los valores medios de características agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas

Factor A color de cubierta	Valores Medios						
	AP	NH	PFT	PFR	PST	PSR	MST
1. Celeste	15.248ab	2.612bc	5.150ab	5.800ab	0.431bcd	0.121cd	0.575cd
2. Rojo	12.260abc	2.837b	3.925b	6.172a	0.691abc	0.245b	0.936abc
3. Verde	15.448ab	1.992c	4.475ab	0.456d	0.250d	0.046d	0.295d
4. Violeta	11.990abc	2.337bc	5.825ab	1.475cd	0.277cd	0.122cd	0.400d
5. Amarillo	16.525a	2.637bc	12.925a	2.437cd	0.840ab	0.197bc	1.037ab
6. Transparente	8.281c	2.975b	9.700ab	3.450c	0.996a	0.375a	1.371a
7. Azul	9.968bc	2.587bc	6.100ab	1.912cd	0.557bcd	0.183bc	0.741bcd
8. Blanco	11.294abc	5.000a	11.700ab	3.500bc	0.722ab	0.241b	0.963abc

AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total. Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Conclusiones

El uso de cubiertas de colores para el desarrollo de plántulas influye fuertemente en el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara, y las cubiertas de color transparente, amarillo y blanco son las que permiten la obtención de plántulas de mayor calidad, en función de la mayor acumulación de materia seca total.

Literatura Citada

- Benavides- Mendoza, A., A. G. León Ramírez, M. E. Facio Castro, J. Zamarripa Leyva, V. Robledo Torres, H. Ramírez Rodríguez, J. Hernández Dávila, G. Arias. 2002. Estudio espectralímetro de diferentes materiales plásticos para acolchonado. *Agrofaz* 2(1): 36-44.
- Estrada-Trejo V., A. Peña-Lomeli, E. Contreras-Magaña. 1994. Evaluación de 28 familias de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 1(2): 135-139.

- Ibarra-Jiménez L., J. M. Fernández-Brondo, S. A. Rodríguez-Herrera, A. Reyes-López, J. C. Díaz-Pérez, J.L. Hernández-Mendoza, J. Farías-Larios. 2000. Influencia del acolchado y microtúnel en el microclima y rendimiento de pimiento morrón y melón. *Rev. Fitotec. Mex.* 23(1): 1-16.
- Orzolek M. D., W. S. Lamont. 1999. The Penn State Center for Plasticulture. pp. 24-26. *In: Proc. Nat. Agric. Plastic Congress American Society for Plasticulture.* May 19-22, 1999. Tallahassee, Florida. USA.
- Robledo T., V.; J. Hernández D.; A. Benavides M.; H. Ramírez R. y F. Ramírez G. 2002. El uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista Agrofaz* 2 (1): 45 – 50.
- Samaniego, C.E., M.R. Quezada-M., M. De la Rosa- I., J Munguía-L., A. Benavides-M. y L. Ibarra-J. 2002. Producción de plántulas de tomate y pimiento con cubiertas de polietileno reflejantes para disminuir la temperatura en invernadero. *Agrociencia* 36: 305-18
- Siea. Sagarpa. 2005. Anuario estadístico de producción agrícola. Disponible en: www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html
- Torres R., E. 1983. Invernaderos familiares: Producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. pp. 1 - 10. *In: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar.* Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- Wien H.C. 1997. Transplanting. pp. 37-69. *In: The Physiology of vegetable crops.* H.C. Wien (Ed.) Editorial CAB International.