

## Propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante de chiltepín cultivado bajo mallas sombra de colores

D. J. Reyes-Acosta<sup>1</sup>; J. M. Pinedo-Espinoza<sup>2</sup>; V. Robledo-Torres<sup>3</sup>; R. Mendoza-Villarreal<sup>3</sup>; C. U. López-Palestina<sup>1</sup>; A. D. Hernández-Fuentes<sup>1\*</sup>

**1** Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km. 1, Rancho Universitario, C.P. 43600, Tulancingo, Hidalgo. **2** Unidad Académica de Agronomía, km 15.5 Carretera Zacatecas-Guadalajara, C.P.98170, Zacatecas, Zacatecas, México. **3** Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León Ave. Pedro de Alba s/n cruz con Ave. Manuel L. Barragán, Nuevo León México. \*[hfad@hotmail.com](mailto:hfad@hotmail.com)

### RESUMEN:

En la última década han surgido en el mercado mallas de colores que debido a sus propiedades fotosintéticas que mejoran el aprovechamiento de la radiación solar en los cultivos protegidos. En este trabajo se evaluó la influencia de mallas sombra sobre las propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante de frutos de chiltepín. Se determinaron las siguientes variables de estudio; pH, Sólidos solubles totales, acidez titulable, color, vitamina "C" y actividad antioxidante por DPPH. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar y la prueba de comparaciones de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). No se observaron diferencias significativas en acidez titulable. Se observó una mayor brillantez en los frutos de chiltepín cultivados bajo invernadero, mientras que el mayor valor de  $a^*$  y Cromo se observó en los frutos de chiltepín cultivado bajo malla azul. El mayor contenido de sólidos solubles totales se observó en los frutos cultivados bajo malla roja, y el mayor contenido de vitamina "C", se observó en los frutos de chiltepín cultivados en campo y bajo malla sombra de color azul, sin embargo la mayor actividad antioxidante se observó en los frutos cultivados en campo y bajo invernadero.

**Palabras clave:** Chiltepín, malla sombra, actividad antioxidante, propiedades fisicoquímicas.

### ABSTRACT:

In the last decade, colored meshes have appeared on the market because of their photosynthetic properties that improve the use of solar radiation in protected crops. In this work the influence of shadow meshes on the physicochemical properties and antioxidant activity of chiltepín fruits was evaluated. The following study variables were determined; PH, total soluble solids, titratable acidity, color, vitamin "C" and antioxidant activity by DPPH. The experimental design used was completely randomized and Tukey test comparisons of means ( $p \leq 0.05$ ). There were no significant differences in titratable acidity. Greater brilliance was observed in the fruits of chiltepín cultivated under greenhouse, whereas the greater value of  $a^*$  and Chroma was observed in the fruits of chiltepín cultivated under blue mesh. The highest total soluble solids content was observed in fruits cultivated under red mesh, and the highest vitamin C content was observed in chiltepín fruits grown in the field and under blue shade mesh, but the highest activity Antioxidant was observed in fruits grown in the field and under greenhouse

**Keywords:** Chiltepin, shade mesh, antioxidant activity, physicochemical properties .

## INTRODUCCIÓN

El chile chiltepín o piquín (*Capsicum annuum* L., var. *aviculare*) es un recurso vegetal silvestre de amplia distribución geográfica en la República Mexicana. Para los habitantes de la región noreste de México esta especie representa una fuente alimenticia y medicinal (Rueda-Puente y col., 2010; Márquez-Quiroz y col., 2013). El fruto de chile piquín, históricamente se ha consumido en las comunidades aledañas a las áreas de producción. El consumo se ha incrementado en los últimos años, promovido por la exhibición en los supermercados y la promoción en el mercado estadounidense como chiles exóticos. Este proceso de mercadotecnia sumado al consumo tradicional ha incrementado la demanda (Sandoval, 2011). Sin embargo, casi la totalidad del chile piquín que se comercializa proviene de recolectas silvestres después del período de lluvias (Rodríguez-del Bosque, 2005). Ante ello, se ha buscado la domesticación y producción agronómica de estos chiles, usando la tecnología con la que actualmente se producen variedades de chiles comerciales (Sandoval, 2011).

Una alternativa relativamente económica es el uso de la malla sombra, que protege las plantas de una alta radiación solar directa y, en consecuencia, reduce el número de frutos con daños denominados golpe de sol, además de que se obtienen plantas más vigorosas, un mejor control de plagas y una mayor rentabilidad de los cultivos que en campo abierto (Shahak y col., 2008; Ayala-Tafoya y col., 2015). La mayoría de mallas en uso son negras y poco selectivas, que reducen tanto la transmisión de radiación fotosintéticamente activa como la del infrarrojo cercano y no contribuyen a optimizar la fotosíntesis y la fotomorfogénesis, procesos trascendentales en el crecimiento y desarrollo vegetal. Con los nuevos diseños de mallas y la mejor calidad de plásticos se pueden crear ambientes que influyen favorablemente en el cultivo de hortalizas. Las mallas de colores pueden fomentar la estimulación diferencial de algunas respuestas fisiológicas reguladas por la luz, tales como fotosíntesis y fotomorfogénesis que producen efectos sobre el crecimiento del tallo, expansión foliar, desarrollo de cloroplastos, síntesis de clorofila y metabolitos secundarios. La tecnología es respetuosa con el medio ambiente, reduce el uso de productos químicos y permite la producción en las regiones climáticas problemáticas y adaptación a las preferencias cambiantes del mercado (Ganelevin, 2008; Ayala-Tafoya y col., 2011; Ayala-Tafoya y col., 2015).

Los frutos de las especies de chile son conocidas por ser una fuente importante de compuestos bioactivos que desempeñan un papel relevante como precursores de vitamina A y como antioxidantes (Antonious y col., 2006). Los antioxidantes tienen la capacidad de detener o retardar los procesos oxidativos, estos procesos, pueden causar daños en las células o afectar la preservación de productos. Estas características hacen que algunos frutos vegetales se reconozcan por ser agentes protectores de la salud debido a estas propiedades funcionales, las cuales están relacionadas con la prevención de enfermedades crónico-degenerativas (Rochín-Wong y col., 2013). La composición de los frutos cambia en función de la etapa de maduración y de las condiciones ambientales en las que se producen los frutos y en el caso de las variedades cultivadas, el tipo de manejo de los cultivos (Vera-Guzmán y col., 2011). Por todo lo anterior, es necesario conocer el efecto que tiene el manejo agronómico en tecnología de producción bajo malla sombra sobre la calidad de frutos de chiltepín. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante de chiltepín cultivado bajo malla sombra de diferentes colores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Material vegetal.* Frutos de chiltepín fueron colectados en madurez comercial (completamente rojos), en las orillas del Río Tuxpan Jalisco. Una vez cosechados los frutos, se extrajeron y se seleccionaron las semillas para su propagación. En Saltillo Coahuila, México, el cual se encuentra a una latitud de 25°25'23", longitud de 101°00'19" y a una altitud de 1592 msnm, se estableció el experimento. El clima se caracteriza por ser templado semiseco con pocas lluvias en verano e invierno, con una temperatura promedio de 17 °C. Los inviernos son crudos debido a los frentes fríos que llegan a la ciudad, siendo comunes las temperaturas inferiores a los 0 °C y

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

con probabilidad de nieve. Las plántulas se establecieron en bolsas de polietileno negro de 40x40 cm y se establecieron los siguientes tratamientos; T1, Campo (Transmitancia de luz de 100%); T2, Invernadero (plástico blanco lechoso, 80% luz y 20% sombra); T3, Malla negra (70% luz y 30 % sombra); T4, Malla roja (70% luz y 30 % sombra); T5, Malla blanca (70% luz y 30 % sombra) y Malla azul (70% luz y 30 % sombra). Los frutos fueron cosechados, lavados y se determinaron en estado fresco los análisis de pH, sólidos solubles totales, acidez titulable y color. Para la determinación de ácido ascórbico y actividad antioxidante por DPPH, las muestras de chiltepín se almacenaron en un ultracongelador a -70°C (Ultracongelador THERMO SCIENTIFIC 303, EUA), posteriormente fueron liofilizados (Liofilizadora Model 79480 LABCONCO, Missouri, EUA) y finalmente se molieron en un molino de cuchillas (Retsch GM 200 Grindomix, Haan, Alemania) para obtener las muestras y realizar las determinaciones.

**Análisis fisicoquímicos.** Los sólidos solubles totales (SST), se determinaron de acuerdo a la AOAC método 920.151 (1990), en un refractómetro digital automático (Modelo PR-101, ATAGO CO LTD, Japón) con escala 0-45%, los valores se reportarán en grados Brix (°Brix). La acidez titulable (AT), se determinó usando el método 942.15 descrito por la AOAC (2000), los resultados se expresan en % de ácido cítrico. Los valores de pH se determinaron con un potenciómetro digital (HI 2211, Hanna Instruments Inc. UK). Los atributos de color (valores de L\*, a\* y b\*), se midieron con un colorímetro HunterLab (Minolta, CM508d, Minolta Camera. Co., Ltd, Osaka, Japón). Los valores de a\* (rojo-verde) y b\* (amarillo-azul) fueron utilizados para calcular los valores de croma (C\*) y el ángulo hue (°h).

**Ácido ascórbico.** Se realizó de acuerdo a Klein y Perry (1982). Muestras de 0.1g de la muestra la cual fue mezclada con ácido metafosfórico (0.1g/L) durante 45 min a 4°C en agitación constante, posteriormente se centrifugó a 5000 g. Del sobrenadante se tomó 1 mL y se mezcló con ácido 2,6-diclorofenol-indofenol, posteriormente la mezcla se midió a 515 nm. Los análisis fueron realizados por triplicado y los resultados fueron expresados como mg de ácido ascórbico por 100g de peso seco (PS).

**Actividad antioxidante.** La actividad antioxidante se determinó mediante el método del efecto detoxificador de radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), desarrollado por Brand-Williams y col., (1995). Se pesaron 0.1g de muestra y se disolvieron con 10 mL de metanol, posteriormente se homogenizaron en un vortex durante 5 min. Después las muestras se centrifugaron a 10000 xg durante 10 min. La decoloración del radical DPPH fue determinado en un espectrofotométricamente a 515 nm después de 60 min de reaccionar con la muestra a 4°C. Los resultados fueron expresados en µM equivalentes de Trolox por gramo de peso seco.

**Análisis estadístico.** Los datos obtenidos de todos los análisis fueron expresados como la media ± la desviación estándar (n=3), además se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey con una  $p \leq 0.05$ . Para todos los análisis se utilizó el programa SAS System for Windows versión 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas en el potencial hidrógeno (pH), y vario de 5.13 en los frutos de chiltepín cultivado bajo invernadero a 5.30 en los frutos cultivados bajo malla azul. El mayor contenido de sólidos solubles totales (9.17%) se observó en los frutos cultivados bajo malla roja y el menor contenido lo presentaron los frutos de chiltepín cultivados bajo malla blanca (6.37%). En acidez titulable, aunque no se observaron diferencias significativas los valores fluctuaron de 0.24 a 0.29 % (Tabla 1).

**Tabla 1. pH, sólidos solubles totales y acidez titulable en frutos de chiltepín de Rio Tuxpan, Jalisco cultivados bajo mallas de colores**

Tratamiento	pH	Sólidos solubles totales (°Bx)	Acidez titulable (% de ácido cítrico)
Campo abierto	5.26 ± 0.01 <sup>b</sup>	8.13 ± 0.23 <sup>b</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>a</sup>
Invernadero	5.13 ± 0.01 <sup>d</sup>	8.27 ± 0.46 <sup>b</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>a</sup>
Malla negra	5.19 ± 0.01 <sup>c</sup>	7.83 ± 0.29 <sup>cb</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>a</sup>
Malla roja	5.22 ± 0.02 <sup>c</sup>	9.17 ± 0.29 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.03 <sup>a</sup>
Malla blanca	5.27 ± 0.01 <sup>ba</sup>	6.87 ± 0.23 <sup>d</sup>	0.28 ± 0.04 <sup>a</sup>
Malla azul	5.30 ± 0.01 <sup>a</sup>	7.13 ± 0.23 <sup>cd</sup>	0.29 ± 0.02 <sup>a</sup>

Los datos expresan valores promedio ± la desviación estándar (n=3). Valores con la misma letra dentro de cada columna no presentan diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $p \leq 0.05$

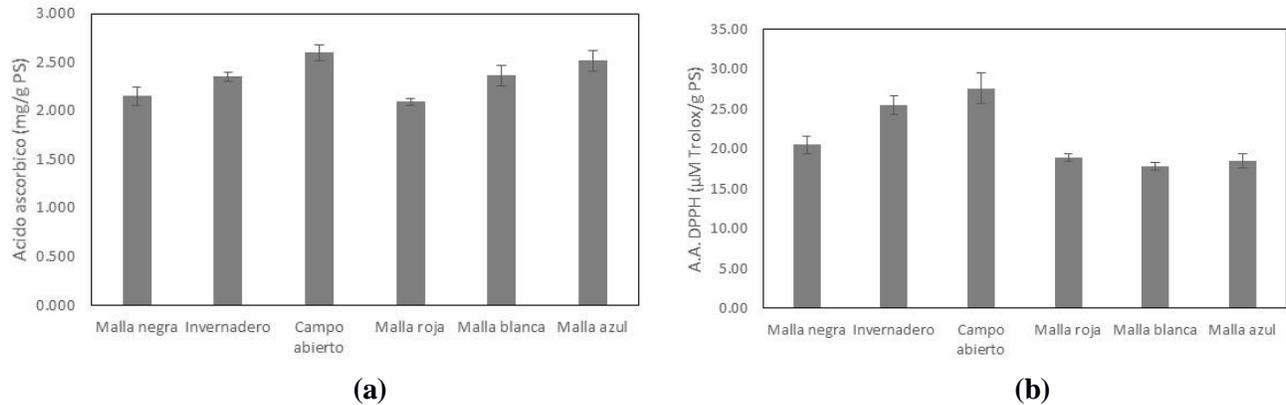
Con respecto a color, se observó una mayor brillantez en los frutos de chiltepín cultivados bajo invernadero, mientras que el mayor valor de  $a^*$  y Cromo (C) se observó en los frutos de chiltepín cultivado bajo malla azul. Sin embargo el mayor valor del ángulo °h se observó en los frutos de chiltepín cultivados en campo (Tabla 2).

**Tabla 2. Color de frutos de chiltepín de Rio Tuxpan, Jalisco cultivados bajo mallas de colores**

Tratamientos	$L^*$	$a^*$	$b^*$	C	°h
Campo abierto	53.95 ± 0.20 <sup>ba</sup>	23.58 ± 0.10 <sup>d</sup>	48.86 ± 0.40 <sup>bc</sup>	54.25 ± 0.37 <sup>c</sup>	64.23 ± 0.17 <sup>a</sup>
Invernadero	54.98 ± 0.19 <sup>a</sup>	28.38 ± 0.18 <sup>c</sup>	47.62 ± 0.86 <sup>bc</sup>	55.44 ± 0.81 <sup>bc</sup>	59.20 ± 0.36 <sup>b</sup>
Malla negra	50.08 ± 3.56 <sup>b</sup>	26.62 ± 2.88 <sup>bc</sup>	44.93 ± 5.77 <sup>c</sup>	52.22 ± 6.43 <sup>c</sup>	59.31 ± 0.55 <sup>b</sup>
Malla roja	53.69 ± 0.02 <sup>ba</sup>	32.69 ± 0.04 <sup>b</sup>	52.24 ± 0.43 <sup>ba</sup>	61.62 ± 0.36 <sup>ba</sup>	57.96 ± 0.22 <sup>c</sup>
Malla blanca	50.46 ± 0.36 <sup>b</sup>	36.35 ± 0.26 <sup>a</sup>	49.98 ± 0.15 <sup>bac</sup>	61.80 ± 0.16 <sup>ba</sup>	53.97 ± 0.23 <sup>c</sup>
Malla azul	50.68 ± 0.23 <sup>ba</sup>	37.92 ± 0.14 <sup>a</sup>	56.21 ± 0.70 <sup>a</sup>	67.80 ± 0.65 <sup>a</sup>	56.00 ± 0.24 <sup>d</sup>

Los datos expresan valores promedio ± la desviación estándar (n=3). Valores con la misma letra dentro de cada columna no presentan diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $p \leq 0.05$

El mayor contenido de vitamina “C”, se observó en los frutos de chiltepín cultivados en campo y bajo malla sombra de color azul, sin embargo la mayor actividad antioxidante se observó en los frutos cultivados en campo y bajo invernadero (Figura 1). Las diferencias en las propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante observadas entre los chiles Chiltepín cultivados bajo diferentes mallas fueron debidas al porcentaje de transmitancia de luz y porcentaje de sombra. En este sentido, en varios estudios se observó que existen diferencias en la actividad antioxidante en chiles, lo cual es atribuido a diferentes causas como fertilización, madurez del fruto y temperatura (Menichini y col., 2009; Núñez-Ramírez, 2011; Álvarez-Parrilla y col., 2011).



**Figura 1. Contenido de ácido ascórbico (a) y actividad antioxidante (A.A.) (b), mediante la inhibición del radical DPPH de frutos de chiltepín de Río Tuxpan, Jalisco cultivados bajo mallas de color**

## CONCLUSIONES

El porcentaje de sombreado o diseño del tejido de las mallas y la pigmentación del plástico influyeron en las características fisicoquímicas y en el contenido de vitamina “C” y actividad antioxidante.

El mayor contenido de vitamina “C”, se observó en los frutos de chiltepín cultivados en campo y bajo malla sombra de color azul, sin embargo la mayor actividad antioxidante se observó en los frutos cultivados en campo y bajo invernadero.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que los frutos de Chile chiltepín tienen propiedades antioxidantes altas, por tanto, se considera un vegetal de importancia en la nutrición humana.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez-Parrilla E., de la Rosa L.A., Amarowicz R., Shahidi F. (2011). Antioxidant activity of fresh and processed jalapeño and serrano peppers. *J. Agric. Food Chem.*, 12:163-173.
- Antonius, G. F., Kochhar, T. S., Jarret, R. L., & Syder, J. C. (2006). Antioxidants in hot pepper: variation among accessions. *Journal of Environmental Science and Health. Part B* (41), 1237-1243.
- AOAC (2000) *Official Methods of Analysis*. Ed. Association of Official Analytical Chemists Washington D. C.
- Ayala-Tafoya, F., Sánchez-Madrid, R., Partida-Ruvalcaba, L., Yáñez-Juárez, M. G., Ruiz-Espinosa, F. H., Velázquez Alcaraz, T. D. J., Valenzuela-López, M. & Parra-Delgado, J. M. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(1), 93-99.
- Ayala-Tafoya F., D. M. Zatarain-López, M. Valenzuela-López, L. Partida-Ruvalcaba, T. de J. Velázquez-Alcaraz, T. Díaz-Valdés y J. A. Osuna-Sánchez (2011) Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. *Terra Latinoamericana* 29:403-410.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Ganelevin R. (2008) World-wide commercial applications of colored shade nets technology (Chromatinet®). *Acta Horticulturae* 770:199-203.

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

- Klein, B.P., Perry A.K. 1982. Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *Journal of Food Sciences*. 491-495.
- Márquez-Quiroz, C., López-Espinosa, S. T., Cano-Ríos, P., & Moreno-Reséndez, A. (2013). Fertilización orgánica: una alternativa para la producción de chile piquín bajo condiciones protegidas. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(3), 279-286.
- Menichini F. R., Tundis M., Bonesi . (2009).The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. *Food Chemistry*, 114:553–560.
- Núñez-Ramírez F., González-Mendoza D., Grimaldo-Juárez O., Díaz L.C. (2011). Nitrogen fertilization effect on antioxidants compounds in fruits of habanero chili pepper (*Capsicum chinense*). *Int. J. Agric. Biol.*, 13: 827-830.
- Rochín-Wong, C. S., Gámez-Meza, N., Montoya-Ballesteros, L. C., & Medina-Juárez, L. A. (2013). Efecto de los procesos de secado y encurtido sobre la capacidad antioxidante de los fitoquímicos del chiltepín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*). *Revista mexicana de ingeniería química*, 12(2), 227-239.
- Rueda-Puente, E. O., Murillo-Amador, B., Castellanos-Cervantes, T., García-Hernández, J. L., Tarazòn-Herrera, M. A., Moreno M., S., Gerlach B., I. E. (2010). Effects of plant growth promoting bacteria and mycorrhizal on *Capsicum annuum* L. var. *aviculare* ([Dierbach] D'Arcy and Eshbaugh) germination under stressing abiotic conditions. *Plant Physiology and Biochemistry* 48(8): 724-730.
- Shahak Y., E. Gal, Y. Offir and D. Ben-Yakir (2008) Photoselective shade netting integrated with greenhouse technologies for improved performance of vegetable and ornamental crops. *Acta Horticulturae* 797:75-80.
- Sandoval Rangel, A. (2011). El cultivo del chile piquín y la influencia de los ácidos orgánicos en el crecimiento, productividad y calidad nutricional (Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Vera-Guzmán, A. M., Chávez-Servia, J. L., Carrillo-Rodríguez, J. C., & López, M. G. (2011). Phytochemical evaluation of wild and cultivated pepper (*Capsicum annuum* L. and *C. pubescens* Ruiz & Pav.) from Oaxaca, Mexico. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(4), 578.