

Influencia de la radicación solar en la morfología de plántulas de *Carica papaya* L.

Influence of the solar radiation in the seedlings morphology of *Carica papaya* L.

Autores: Xiomara González-Estrada, Alfredo Morales-Rodríguez, Maximiliano Wilfredo Caballero-Álvarez, Graciela Toledo-Hernández, Nilo Jesús Masa-Estrada.

Organismo: Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

E-mail: frutales@inivit.cu

Resumen.

En varias regiones de Cuba en los últimos años las áreas de producción de papaya plantadas con plántulas procedentes del sistema con malla negra de polietileno, presentaron deficiencias en el desarrollo y muertes en condiciones de campo una vez realizado el trasplante. Debido a la actual problemática, el objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia de la radicación solar a cielo abierto y con malla de polietileno en la morfología de plántulas de papaya. El trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. A los 45 días después de la siembra se evaluaron las siguientes variables: área foliar, diámetro del tallo, altura, largo del pecíolo, número de hojas, biomasa fresca y seca/plántula. El área foliar fue significativamente influida por la malla negra de polietileno, la cual proporcionó un incremento de 57,99 cm².

Palabras clave: Radiación solar; morfología; *Carica papaya*.

Abstract.

In several regions of Cuba in recent years the production areas planted with papaya seedlings from the system with black mesh polyethylene, presented developmental disabilities and deaths under field conditions after the transplant performed. Due to the current problems, the objective of this research was to determine the influence of solar radiation in the open and polyethylene mesh in the morphology of papaya seedlings. The study was conducted at the Research Institute of Tropical Roots. At 45 days after sowing, the following variables were evaluated: leaf area, stem diameter, height, petiole length, number of leaves, fresh and dry/seedling biomass. Leaf area was significantly influenced by black polyethylene mesh, which provided an increase of 57,99 cm².

Keywords: Solar radiation; morphology; *Carica papaya*.

Introducción.

La papaya es uno de los cultivos alimenticios más importantes en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, García *et al.*, (2011). Se cultiva en Cuba desde 1906 en escala comercial, su fruto es altamente apreciado por su sabor agradable, alto valor nutricional (vitaminas A, B y C), así como su uso industrial para dulces y farmacéutica, INIVIT, (2004).

El método más práctico y comercial para la producción de plántulas de papaya es mediante el uso de semilla sexual que se establecen en viveros, Ramos, (2011). En esta fase se emplean dos métodos fundamentalmente, uno a cielo abierto y el otro con una malla negra de polietileno. Se ha demostrado que la utilización de mallas reducen la transmisión de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) (aquella comprendida entre los 400 y 700 nm), Bastida y Ramírez, (2008) y no contribuyen a optimizar la fotosíntesis (transformación de energía radiante en energía química mediante la asimilación del carbono del CO₂ del aire y su fijación en compuestos orgánicos carbonados) y la fotomorfogénesis (conjunto de respuestas que afectan al desarrollo y aspecto de la planta en función de la luz), procesos trascendentales en el crecimiento y desarrollo vegetal. El crecimiento y desarrollo de las plantas está influenciado de manera reversible por la radiación azul (400-500 nm), rojo (600-700 nm) y rojo lejano (700-800 nm), Ayala *et al.*, (2011), los fotorreceptores de radiación azul son criptocromos y fototropinas y para rojo/rojo lejano los fitocromos.

Durante los años 2012 y 2013 en varias regiones del país las áreas de producción de papaya plantadas con plántulas procedentes del sistema con malla negra de polietileno, presentaron deficiencias en el desarrollo y muertes en condiciones de campo una vez realizado el trasplante. Debido a la actual problemática, el objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia de la radicación solar a cielo abierto y con malla negra de polietileno en la morfología de plántulas de papaya.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), localizado en las coordenadas 22,5868 de latitud norte y 80,2269 de longitud oeste, en el período comprendido entre julio a septiembre de 2015. El suelo utilizado fue Pardo Mullido Medianamente Lavado, Hernández *et al.*, (1999), el cual se cernió con una malla de 3 a 4 cm. de diámetro, se mezcló con materia orgánica en una proporción de: 1:1. Las bolsas empleadas fueron negras de polietileno de 12,5 x 20 cm. El sustrato se desinfectó con *Trichoderma harzianum*: 2-5 g/bolsas. Se sembraron 100 semillas de la variedad Maradol Roja (dos semilla/bolsa), a una profundidad de 2 cm. 50 de estas bolsas se colocaron en canteros de 1,20 m de ancho en condiciones bajo malla de polietileno negra y las demás (50) en canteros a cielo abierto. El riego se realizó diariamente con un sistema localizado por aspersión con microjet. Las plántulas fueron tratadas en tres ocasiones con el fungicida Captan a razón de 2 g/L de agua. En cuatro ocasiones (10, 20, 30 y 40 días) después de la siembra y en tres momentos (8:00, 12:00 y 16:00 h) se midió la radiación solar en ambos tratamientos, con un luxómetro (light meter) modelo BLUE-DT1309. Las conversiones correspondientes se realizaron de acuerdo a 1 lux = 0,018 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A los 45 días después de la siembra, momento de trasplante (INIVIT, 2004) se evaluaron las siguientes variables:

- Área foliar (cm²) (con la utilización del software Image-Pro Plus 4.5 según la metodología de Morales y Hernández (2014))
- Diámetro del tallo (cm) (en la mitad, entre la primera hoja basal y el inicio de la raíces, con Pie de rey)
- Altura (cm) (regla)
- Largo del pecíolo (cm) (en la hoja número 4 en sentido basípeto)
- Número de hojas
- Biomasa fresca/plántula(g) (Balanza digital Sartorius)
- Biomasa seca/plántula (g) (Estufa a 70 °C durante 48 h)

Se efectuaron comparaciones de medias según la prueba de T para muestras independientes ($P \leq 0.05$). Para el análisis estadístico se utilizó el software *SPSS 15.0 para Windows*.

Resultados y discusión

La radiación (energía lumínica) emitida por el sol es uno de los principales estímulos exógenos al que las plantas deben adaptarse. Dependiendo de la longitud de onda y/o la intensidad, esta radiación es esencial para la fotosíntesis, aunque intensidades de radiación muy bajas o muy altas pueden en ciertas condiciones ser desfavorables.

Durante el periodo diurno, en las evaluaciones realizadas a las 8:00, 12:00 y 16:00 h, el mayor flujo de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) se presentó a las 12:00 h, con un máximo de 1481,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a cielo abierto, en ese mismo momento en el tratamiento con malla de polietileno la radiación fue de 750,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o sea, la radiación transmitida a través de la malla de polietileno fue el 50,66 % de lo transmitido a cielo abierto a las 12:00 h.(Tabla 1).

Tabla 1. Promedios diarios de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) durante el ciclo de la plántula de *C. papaya*, a cielo abierto y con malla negra de polietileno.

Momentos (h)	Cielo abierto ($\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$)	Malla de polietileno ($\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$)
8:00	109,62	50,40
12:00	1 481,4	750,6
16:00	1 216,8	606,6

Ayala *et al.*, (2015) reportaron el mayor flujo de RFA entre las 13:00 y 14:00 h, con un máximo de 1 263 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a cielo abierto, y un flujo máximo de 737 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ transmitidos a través de una malla negra. Ayala *et al.*, (2011) aseguran que las mallas de color negro no transmiten diferentes cantidades de radiación total y fotosintética, lo cual se debe, a que la radiación pasa solo a través de los orificios, ya que los hilos de plástico negro son esencialmente opacos.

El área foliar fue significativamente influida por la malla de polietileno, la cual proporcionó un incremento de 57,99 cm², comparados con el área foliar de las plántulas que crecieron a cielo abierto (Fig. 1).

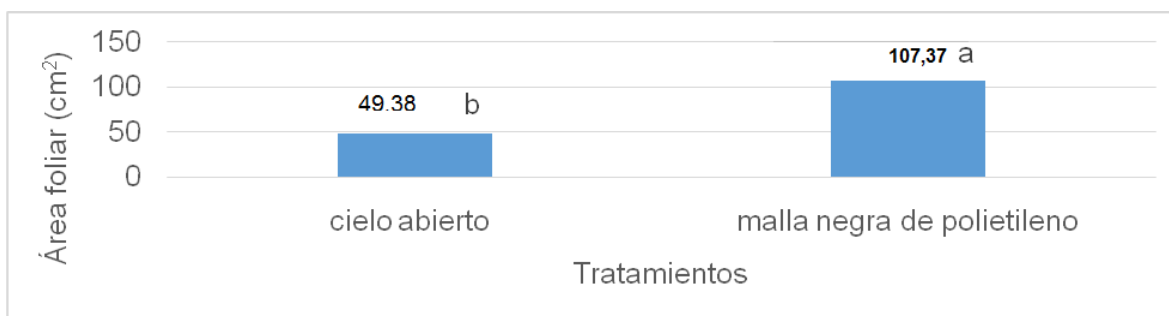


Figura 1. Área foliar (cm²) de plántulas de *C. papaya*, a cielo abierto y con malla negra de polietileno.

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según Prueba de T para muestras independientes ($p \leq 0,05$).

La mayor área foliar en las plántulas bajo la malla parece ser una respuesta a la reducción de la luz y al incremento en la proporción de luz roja lejana con respecto a luz roja o azul que promueve la respuesta fotomorfogénica de expansión foliar, Rajapakse y Kelly, (1992).

No existieron diferencias significativas en cuanto al número de hojas por plántula ni en el diámetro del tallo. La menor radiación solar en las plántulas bajo la malla de polietileno propició un incremento de 122,96 % más en altura que las cultivadas a cielo abierto, además existió diferencia significativa. El largo de los pecíolos de las plántulas desarrolladas en condiciones de cielo abierto fue 2,26 cm. menor, mostrando diferencia significativa (Tabla 2).

Tabla 2. Número de hojas, Diámetro del tallo, Altura y Largo del pecíolo en plántulas de *C. papaya*, a cielo abierto y con malla negra de polietileno.

Tratamientos	Número de hojas	Diámetro del tallo (cm)	Altura (cm)	Largo del pecíolo (cm)
Cielo abierto	9,70a	0,33a	10,45a	2,56a
Malla de polietileno	8,20a	0,31a	23,3a	4,82b

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según Prueba de T para muestras independientes ($p \leq 0,05$).

Ayala *et al.*, (2015) refieren que la malla negra propició un incremento de 24 % más en la altura de las plantas de pimiento, que las cultivadas a cielo abierto y que a pesar del alargamiento del tallo, su grosor no fue significativamente diferenciado por las mallas de sombra.

Existió diferencia significativa en cuanto a la biomasa fresca, siendo superior en el tratamiento con malla negra de polietileno, con un valor de 5,54 g/plántula. Por otra parte, no hubo diferencia significativa en cuanto a la biomasa seca (Tabla 3).

Tabla 3. Biomasa fresca y seca/plántula de *C. papaya*, a cielo abierto y con malla de polietileno.

Tratamientos	Biomasa fresca (g)	Biomasa seca (g)
Cielo abierto	2,94b	0,42a
Malla negra de polietileno	5,54a	0,61a

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según Prueba de T para muestras independientes ($p \leq 0,05$).

Más del 80 % del peso seco de una planta se origina del carbono fijado por la fotosíntesis; sin embargo, no se puede asegurar que a mayor interceptación de radiación solar, mayor sea la producción de peso seco, debido a que las hojas se saturan a una determinada radiación (Meiselet *al.*, 2011). Las plántulas bajo malla negra de polietileno interceptaron más Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA), ya que estas acumularon una mayor cantidad de materia seca, según Ramos (2011) están menos preparadas para la exposición en el campo, debido a que sus procesos fisiológicos se aceleran (área foliar, altura, largo del pecíolo) para compensar la falta de luz.

Conclusiones.

1. La malla negra de polietileno proporcionó un incremento en el área foliar de las plántulas de 57,99 cm², en comparación con las que crecieron a cielo abierto.
2. La altura de las plántulas desarrolladas bajo malla negra de polietileno fue 122,96 % superior que las cultivadas a cielo abierto.
3. No hubo diferencia significativa en cuanto a la biomasa seca producida entre ambos tratamientos.

Bibliografía.

- Ayala, F., Sánchez, R., Partida, L., Yáñez, G., Higinio, F., de Jesús, T., Valenzuela, M., Parra, J. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *Fitotecnia Mexicana*, 38 (1), 93-99.
- Ayala, F., Zatarain, D., Valenzuela, M., Partida, L., Velázquez, T., Díaz, T., Osuna, J. (2011). Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. *Tierra Latinoamericana*, 29(4), 403-410.
- Bastida, A. y Ramírez, A. (2008). *Los Invernaderos en México*. Universidad Autónoma Chapingo. México, 233.
- García, J., Vázquez, M., Torres, M., Dávila, S., Sánchez, D. (2011). Métodos de extracción de semilla en papaya Golden y la relación con la longevidad. *Ciencias Agrícolas*, 2(2), 281-288.
- INIVIT (Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales). (2004). Instructivo Técnico del Cultivo de la Fruta bomba (*Carica papaya* L). Ministerio de la Agricultura, 9.
- Meisel, L., Urbina, D., Pinto, M. (2011). *Fotorreceptores y Respuestas de Plantas a Señales Lumínicas*. Fisiología Vegetal (F.A. Squeo & L. Cardemil, eds.) Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, Capítulo XVIII, 18-28.
- Morales, A. y Hernández, M. (2014). Determinación de Área Foliar y Porcentaje de Afectación por Plagas con Image-Pro Plus 4.5. AGROCENTRO.
- Rajapakse, C. y Kelly, J. (1992) Regulation of chrysanthemum growth by spectral filters. *Society for Horticultural Science*, 117, 481-485.
- Ramos, J. (2011). Metodología integral para la producción de fruta bomba (*Carica papaya* L.) en Cuba. Memorias I Simposio Internacional de Raíces y Raíces tuberosas Tropicales, plátanos y bananos. (INIVIT). Centro de Convenciones Bolívar. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Fecha de recibido: 2 oct. 2016
Fecha de aprobado: 9 dic. 2016