



## CONCENTRACIÓN DE AMINOÁCIDOS EN HOJAS E INFLORESCENCIAS DE CEMPASÚCHIL BAJO DIFERENTES NIVELES DE SOMBREADO

María Guadalupe Peralta-Sánchez<sup>a</sup>, Libia Iris Trejo-Téllez<sup>a</sup>, Fernando Carlos Gómez-Merino<sup>b</sup>,  
María de las Nieves Rodríguez-Mendoza<sup>a</sup>, Miguel Ángel Serrato-Cruz<sup>c</sup> y  
J. Cruz García-Albarado<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, [mgperalta@colpos.mx](mailto:mgperalta@colpos.mx); [tlibia@colpos.mx](mailto:tlibia@colpos.mx); [marinie@colpos.mx](mailto:marinie@colpos.mx)

<sup>b</sup>Campus Córdoba, [fernandg@colpos.mx](mailto:fernandg@colpos.mx); [jcruz@colpos.mx](mailto:jcruz@colpos.mx);

<sup>c</sup>Universidad Autónoma Chapingo [serratocruz@gmail.mx](mailto:serratocruz@gmail.mx)

### RESUMEN

En esta investigación se evaluó el efecto de cuatro porcentajes de sombreado (0, 30, 50 y 70%) en la concentración de aminoácidos solubles totales en hojas e inflorescencias de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) var. Inca. El experimento se condujo en invernadero y se empleó como sustrato una mezcla de tezontle:perlita (60:40, v:v). Los tratamientos fueron distribuidos en un arreglo completamente al azar con 20 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental estuvo constituida por un grupo de cuatro macetas con una planta cada una. En hojas, la mayor concentración de aminoácidos se registró en plantas sin sombreado, mientras que inflorescencias de plantas con sombreado del 50% presentaron la menor concentración de aminoácidos. En inflorescencias la menor concentración de aminoácidos se tuvo con el sombreado al 70%. Se concluye que la luminosidad afecta de manera diferencial la concentración de aminoácidos libres totales en hojas y flores de cempasúchil.

### 1. INTRODUCCIÓN

La luz es un factor importante para llevar a cabo los procesos fisiológicos en las plantas, siendo el más importante la fotosíntesis. Así también la luz es la fuente de energía para el ciclo de vida vegetal, desde la germinación, desarrollo de la plántula y la transición al desarrollo productivo (floración) (Caldari, 2007; Chen *et al.*, 2004; Jiao *et al.*, 2007). Muchos de esos procesos se ven influenciados por la irradiación que pueden afectar la supervivencia de la planta, el crecimiento, reproducción y distribución (Keller y Luetgge, 2005; Kumar *et al.*, 2011).

Para contrarrestar los efectos de altas luminosidad y temperatura, se usan mallas sombra negras en el cultivo protegido de plantas hortícolas (Ayala-Tafoya *et al.*, 2011). Si se considera que el calor es producido por la radiación infrarrojo cercano del espectro electromagnético o energía radiante del sol, una malla sombra ideal debería ser un filtro selectivo que detuviera esa radiación sin afectar la parte visible o útil para la fotosíntesis (Juárez-López *et al.*, 2011).

Debido a la poca o nula información sobre el efecto de la luminosidad en la producción de metabolitos primarios no ha sido estudiada en esta especie ornamental, el objetivo del presente estudio es evaluar la concentración de aminoácidos bajo diferentes niveles de sombreado en hojas e inflorescencias de la planta de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) var. Inca.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó bajo condiciones de invernadero. Plántulas de cempasúchil (*Tagetes erecta* Linn.) var. Inca fueron trasplantadas en macetas de plástico negras de 1 L de capacidad, conteniendo como sustrato una mezcla de tezontle: perlita (60:40, v:v).

Se evaluaron cuatro porcentajes de sombreado (0, 30, 50 y 70%). Después del trasplante, las plántulas fueron regadas con una solución nutritiva de Steiner al 30% (Steiner, 1984) complementada con micronutrientes a partir del producto comercial Tradecorp AZ™, en las concentraciones descritas por Trejo-Téllez *et al.* (2013). El pH de la solución nutritiva fue ajustado a 5.5.

El diseño experimental empleado fue completamente al azar, y cada uno de los tratamientos tuvo 20 repeticiones. La unidad experimental consistió en una maceta con una planta.

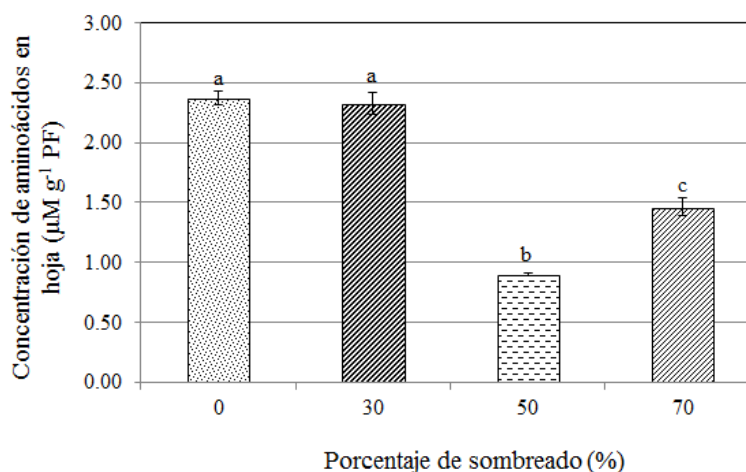
La determinación de aminoácidos libres fue en hojas y flores frescas mediante una triple extracción etanólica de acuerdo con Geiger *et al.* (1998). La concentración de aminoácidos libres se determinó empleando el método de ninhidrina (Moore y Stein, 1954), las muestras fueron leídas en espectrofotómetro (Spectronic 20, Bausch and Lomb) a una longitud de onda de 570 nm. Se utilizó leucina para la elaboración de la curva patrón.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente de acuerdo al diseño experimental empleado, usando análisis de varianza (ANOVA) del paquete estadístico SAS (SAS, 2011). Las medias se compararon con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio también es evidente que los distintos niveles de sombreado tuvieron efectos opuestos en hojas y en inflorescencias (**Figuras 1 y 2**).

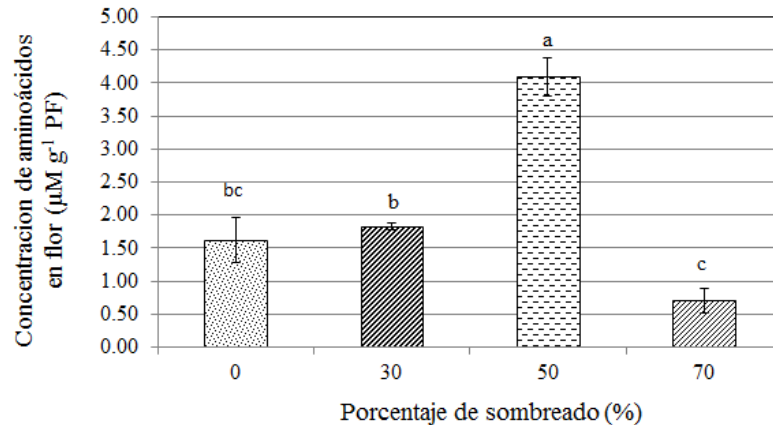
Sin sombreado y con un nivel de éste de 30% se tuvieron las mayores concentraciones foliares de aminoácidos; con el sombreado a nivel de 30, 50 y 70% la concentraciones de aminoácidos fueron inferiores al testigo en 97.89, 38.02 y 61.54%, respectivamente (**Figura 1**).



**Figura 1.** Aminoácidos libres totales en hojas de plantas de cempasúchil var. Inca, tratadas con diferentes porcentajes de sombreado en fase de floración. Medias  $\pm$  DE con letras distintas indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos. PF=peso fresco



Por otro lado, en flores, la concentración de aminoácidos libres totales fue significativamente superior en el tratamiento con sombreado de 50% (**Figura 2**).



**Figura 2.** Aminoácidos libres totales en inflorescencias de plantas de cempasúchil var. Inca, tratadas con diferentes porcentajes de sombreado en fase de floración. Medias  $\pm$  DE con letras distintas indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos. PF=peso fresco

De manera similar a los resultados aquí obtenidos en hojas, Khaleafa *et al.* (1982) en el alga *Caulerpa prolifera* mencionan que a intensidades de luz bajas, los contenidos de aminoácidos libres fueron mayores en comparación con los conjugados a excepción de fenilalanina y leucina; caso contrario, a intensidades altas de luz los conjugados fueron mayores que los libres excepto arginina, glicina y tirosina.

Por otro lado, Durzan (2010) en abetos blancos tolerantes a la sombra que crecieron en 100, 45, 25 y 13% de luz natural durante cuatro años, se observó que la arginina contribuye a la latencia invernal y se incrementa con el sombreado.

#### 4. CONCLUSIONES

Se concluye que la luminosidad afecta de manera diferencial la concentración de aminoácidos libres totales en hojas e inflorescencias, siendo mayor concentración en hojas en sombreados de 0 y 30%; mientras que en flores la mayor concentración fue en el sombreado de 50%.



## BIBLIOGRAFÍA

1. J.P. Caldari, 2007. "Manejo de la luz en invernaderos. Los beneficios de luz de calidad en el cultivo de hortalizas", I Simposio Internacional de Invernaderos, México, pp. 1-15.
2. M. Chen, J. Chory and C. Fankhauser, "Light signal transduction in higher plants", Annu. Rev. Genet., Vol. 38, 2004, pp. 87-117.
3. Y. Jiao, O.S. Lau and D.X. Wang, "Light-regulated transcriptional networks in higher plants" Nature Reviews Genetics, Vol. 8, 2007, pp. 217-230.
4. P. Keller and U. Luetge, "Photosynthetic light-use by three bromeliads originating from shaded sites (*Ananas ananassoides*, *Ananas comosus* cv. Panare) and exposed sites (*Pitcairnia pruinosa*) in the medium Orinoco basin, Venezuela", Biol. Plant., Vol. 49, pp. 73-79.
5. R. Kumar, S. Sharma and B. Singh, "Influence of transplanting time on growth, essential oil yield and composition in clary sage (*Salvia sclarea* L.) plants grows under mid hills of north-western Himalayas", J. Essen. Oil Bearing Pl., Vol. 14, 2011, pp. 260-265.
6. F. Ayala-Tafoya, D.M. Zatarain-López, M. Valenzuela-López, L. Partida-Ruvalcaba, T. de J. Velázquez-Alcaraz, T. Díaz-Valdés, J.A. Osuna-Sánchez, "Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a la radiación transmitida por mallas sombra", Terra Latinoamericana, Vol. 29, 2011, pp. 403-410.
7. P. Juárez-López, R. Bugarín-Montoya, R. Castro-Brindis, A.L. Sánchez-Monteón, E. Cruz-Crespo, C.R. Juárez-Rosete, G. Alejo-Santiago, R. Balois-Morales, "Estructuras utilizadas en la agricultura protegida", Revista Fuente Vol. 3,8, 2011, pp. 21-27.
8. L.I. Trejo-Téllez, M.G. Peralta-Sánchez, F.C. Gómez-Merino, M.N. Rodríguez-Mendoza, M.A. Serrato-Cruz y A.E. Arévalo-Becerril, "Cloruro de sodio sobre biomasa seca y absorción de cationes macronutrientes en cempasúchil (*Tagetes erecta* Linn.)", Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol. 5, 2013, pp. 979-990.
9. M. Geiger, P. Walch-Liu, C. Engels, J. Harnecker, E.D. Schulze, F. Ludewig, U. Sonnewald, W.R. Scheible and M. Stitt, "Enhanced carbon dioxide leads to a modified diurnal rhythm of nitrate reductase activity and higher levels of amino acids in young tobacco plants", Plant Cell Environ., Vol. 21, 1998, pp. 253-268.
10. S. Moor and W.H. Stein, "A modified ninhydrin reagent for the photometric determination of amino acids and related compounds" J. Biol. Chem., Vol. 211, 1954, pp. 893-906.
11. SAS. SAS Institute Inc. 2011. SAS/STAT Users Guide. Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, N. C., USA.
12. A.F. Khaleafa, A.F. Mohsen and S.H. Shaalan, "Effect of different light intensities on growth, amino-acid, fat and sugar concentrations in *Caulerpa prolifera* (Foerskal) Lamouroux", Hydrobiological Bulletin, Vol.16, 2, 3, 1982, pp. 207-212.
13. D.J. Durzan, "Arginine and the shade tolerance of white spruce saplings entering winter dormancy", Journal of Forest Science, Vol. 56, 2, 2010, pp. 77-83.