



FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA CONCENTRACIÓN DE FENOLES TOTALES EN INFLORESCENCIAS *Tagetes erecta* VAR. INCA

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

^aColegio de Postgraduados Campus Montecillo, mqperalta@colpos.mx; tlibia@colpos.mx; marinie@colpos.mx

^bCampus Córdoba, fernandg@colpos.mx; icruz@colpos.mx;

^cUniversidad Autónoma Chapingo serratocruz@gmail.mx

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la concentración de fenoles totales en flores de plantas de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) var. Inca, tratadas con cuatro concentraciones de N (0, 4.2, 8.4 y 12.6 mg L⁻¹) en la solución nutritiva, durante la fase de floración. Como sustrato se empleó una mezcla de tezontle:perlita (60:40, v:v). Los tratamientos fueron evaluados en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por tres plantas. Solo se observaron diferencias estadísticas significativas entre las dosis de fertilización de 0 y 4.2 mg L⁻¹. Con la ausencia de N se registró la menor concentración de fenoles totales en inflorescencias; mientras que la más alta con la dosis de N de 4.2 mg L⁻¹, superando al tratamiento testigo en 36.37%. Los resultados permiten concluir que la fertilización nitrogenada tiene influencia en la concentración de fenoles totales en las inflorescencias de cempasúchil, compuestos importantes por sus propiedades antioxidantes.

1. INTRODUCCIÓN

Las plantas producen una gran diversidad de sustancias que podrían ser útiles en muchos campos de estudio. El género *Tagetes* pertenece a la familia Asteraceae, la más grande de las plantas vasculares con más de 23 000 especies (Jeffrey, 2007). Estas plantas tienen importancia industrial, médica, como ornamentales y en la agricultura, esto se debe a que contienen compuestos bioactivos, los cuales exhiben actividad nematocida, fungicida, bactericida e insecticida (Roca *et al.*, 2009). Dentro de la amplia diversidad se encuentran los compuestos fenólicos o polifenoles, que constituyen un grupo de sustancias químicas, con diferentes estructuras y actividad biológica abarcando 8000 compuestos distintos (Avella *et al.*, 2008).

Los compuestos fenólicos o polifenoles son sintetizados por las plantas como productos secundarios que sirven como mecanismo de defensa de las plantas (Barreira *et al.*, 2008). Los compuestos fenólicos reciben atención debido al papel que han mostrado contra el cáncer y enfermedades del corazón, lo cual puede atribuirse a su actividad antioxidante (Mond *et al.*, 2011).

Por otra parte, el nitrógeno juega un papel importante en el crecimiento y desarrollo de plantas (Scott, 2008). Este elemento es un constituyente de las proteínas, ácidos nucleicos y nucleótidos que son esenciales para la función metabólica de las plantas (Bijimol y Singh, 2001). También es vital en el desarrollo y la división celular, y en la biosíntesis de componentes activos de las plantas medicinales (Rahmani, 2012). Aunado a lo anterior, poco se sabe acerca de la influencia de la fertilización nitrogenada en la síntesis de los compuestos fenólicos; recientemente Mohd (2011), demostró que



la fertilización con altos niveles de nitrógeno puede reducir la producción de flavonoides y fenoles totales en *Labisia Pumila*. Así también en tubérculos de papa incrementa la concentración de fenoles totales con la disponibilidad de N (Giletto *et al.*, 2013).

En el contexto anterior, el objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de diferentes concentraciones de N en la solución nutritiva, sobre la producción de fenoles totales en inflorescencias de la planta de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) var. Inca.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México (19° 29' N y 98° 53' O y 2250 m de altitud), bajo condiciones de invernadero.

Se utilizaron plántulas de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) var. Inca. Las plántulas fueron trasplantadas a macetas de plástico conteniendo como sustrato una mezcla de tezontle:perlita (60:40, v:v). El riego fue suministrado a través de un sistema de riego por goteo. El pH de la solución nutritiva fue ajustado a 5.5.

La aplicación de tratamientos inició cuando se observó la aparición del primer botón floral. Se evaluaron cuatro concentraciones de nitrógeno: 0, 4.2, 8.4 y 12.6 mg L⁻¹ adicionadas a la solución nutritiva Steiner al 5%. Cada uno de los tratamientos tuvo cuatro repeticiones, mismas que fueron distribuidas de manera aleatoria. La unidad experimental consistió de cuatro plantas por tratamiento seleccionadas al azar. La extracción de fenoles se realizó de acuerdo al método de Folín y Ciocalteu descrito por Waterman y Mole (1994), se leyó a 760 nm en un espectrofotómetro. Se utilizó ácido gálico como estándar.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por Tukey con un nivel de confianza de 95% con el software Statistical Analysis System (SAS, 2002).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ausencia de N en la solución nutritiva durante la fase de floración, las inflorescencias mostraron una reducción significativa en la concentración de fenoles totales; mientras que por el contrario, la más alta concentración de fenoles totales se tuvo con 4.2 mg L⁻¹, superando al tratamiento testigo en 36.37%. Contrario a lo aquí observado, Mohd *et al.* (2011) al evaluar cuatro niveles de fertilización nitrogenada (0, 90, 180 y 270 kg ha⁻¹) en *Labisia Pumila* Blume, encontraron la mayor producción de fenoles totales en ausencia de nitrógeno. En contraste a nuestro estudio en *Vaccinium myrtillus* estudiaron los efectos de la fertilización nitrogenada, la aplicación de una dosis moderada de N en no afectó de manera significativa la concentración y el contenido de compuestos fenólicos; en altas dosis de N se incrementaron estas variables en forma significativa (Witzell y Shevtsova, 2004). De la misma manera Giletto *et al.* (2013) en papa concluyeron que el incremento de fenoles totales se relaciona de manera positiva con el aumento en la dosis de N. Stumpf *et al.* (2015) investigaron la influencia de la fertilización nitrogenada y el grano de madurez de la concentración de fenoles totales en trigo (*Triticum aestivum*), concluyen al incrementar la dosis de N, los compuestos fenólicos aumentan.

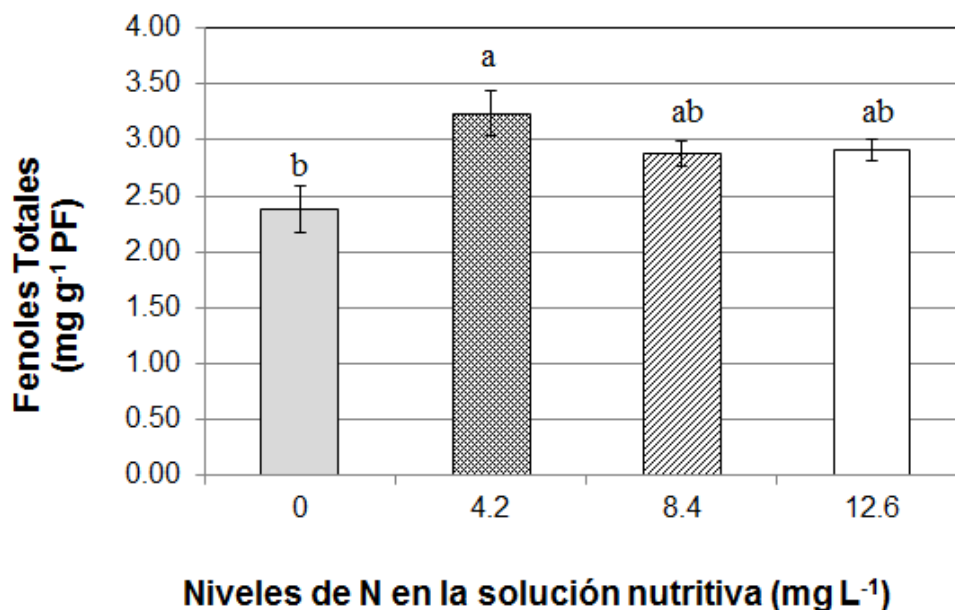


Figura 1. Fenoles Totales en inflorescencias de cempasúchil (*Tagetes erecta*) con cuatro niveles de nitrógeno. Barras \pm DE con letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, 0.05).

4. CONCLUSIONES

Se concluye que la fertilización nitrogenada tiene influencia en la concentración de fenoles totales en las inflorescencias de *Tagetes erecta* var. Inca, compuestos importantes por sus propiedades antioxidantes, donde la mayor concentración de fenoles totales es al aplicar 4.2 mg L⁻¹ de N en la solución nutritiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. B. Stumpf, F. Yan and B. Honermeier "Nitrogen fertilization and maturity influence the phenolic concentration of wheat grain (*Triticum aestivum*)" J. Plant Nutr. Soil Sci, Vol, 178, 2015, pp. 118-125.
2. B.L. Roca, B.G. Hung, A.M.G. Botta, E.S. Hernández, M.P. González y B. N. Aguilar, "Caracterización fitoquímica de la especie *Tagetes erecta* Lin.", Revista Cubana de Química, Vol. XXI, 2, 2009, pp. 10-15.
3. C. Giletto, M.C Monti, P. Ceroli y H. Echeverría, "Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre la calidad de tubérculos de papa (Var. Innovator) en el sudeste Bonaerense", Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, Vol.14, 2, 2013, pp. 217-222.



4. C. Jeffrey, "Compositae: Introduction with key to tribes, *in* Families and Genera of Vascular Plants", vol. VIII, Flowering Plants, Eudicots, Asterales (J. W. Kadereit and C. Jeffrey, eds.). Springer-Verlag, Berlín, 2007, pp. 61-87.
5. D. Avella, C. Ortiz y A. Mendoza, "Medición de fenoles y actividad antioxidante en malezas usadas para alimentación animal", Universidad Autónoma de Queretano, México. 2008.
6. G. Bijimol and A. K. Singh, "Effect of spacing and nitrogen on flowering, flower quality and post harvest life of gladiolus", *J. Appl. Hort.*, Vol. 3, 1, 2001, pp. 48-50.
7. H.I. Mohd, J.Z.E. Hawa, R. Asmah and R.A. Zaharah, "Effects of nitrogen Fertilization on Synthesis of primary and Secondary Metabolites in three varieties of Kacip Fatimah (*Labisia Pumila* Blume)", *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 12, 8, 2011, pp. 5238-5254.
8. J. Barreira, C. Ferreira, B. Oliveira and J. Pereira, "Antioxidant activities of the extracts from chestnut flower, leaf, skin and fruits", *Food chemistry*, , Vol. 107, 3, 2008, pp. 1106-1113.
9. J. Witzell, and A. Shevtsova, "Nitrogen-induced changes in phenolics of *Vaccinium myrtillus* implications for interaction whith a parasitic fungus", *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 30, 10, 2004, pp. 1937-1956.
10. N. T. Rahmani, T. Taherkhani, P. Zandi, and A. Moradi, "Effect regulated deficit irrigation and nitrogen levels on flavonoid content and extract performance of marigold (*Calendula officinalis* L.)", *Annals of Biological Research*, Vol. 3, 6, 2011, pp. 2624-2630.
11. P. Scott, "Mineral nutrition of plants *In: Physiology and Behavior of Plants*", Wiley, New York. 2008, pp. 75-87.
12. P.G. Waterman and S. Mole, "Analysis of phenolic plant metabolites", Blackwell scientific publications, Oxford, UK., 1994, pp. 238.
13. SAS High-Performance Forecasting 2.2: User's Guide. (Vol. 1 & 2). Cary, NC: SAS Institute Inc. Ver. 9), 2002, 652 p.