

Fertilización Organomineral En Cultivo De Cempasúchil (*Tagetes erecta* L.)

Macías Castillo Uriel Armando¹, Calderón Esquivel Paola¹, Guadarrama-Pérez Román^{2*}

La presente investigación permitió evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) analizando las variables altura, número de tallos y número de botones, el cultivo se sometió a diferentes dosis de fertilización organomineral (FC+SM5, FC+SM10) y se comparó una dosis de fertilización convencional (MicroEssentials Zn). Los resultados muestran que la aplicación de los tratamientos FC+SM5 (T1) y FC+SM10 (T2) mejora los parámetros de altura y número de botones florales, mientras que para el número de tallos se encontró que el mejor tratamiento fue el testigo (MicroEssentials Zn).

Índice de Términos: Fertilización organomineral, Cempasúchil, *Tagetes erecta* L., Fertilización convencional.

¹Documento enviado el 17 de octubre de 2023. Este trabajo fue apoyado por El Tecnológico Nacional de México, el Instituto Tecnológico Superior de El Mante

¹TecNM: Instituto Tecnológico Superior de El Mante, Academia de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Cd. Mante, C.P. 89930, Tamaulipas, México.

^{*2}TecNM: Instituto Tecnológico Superior de El Mante, Academia de Ingeniería Química, Cd. Mante, C.P. 89930, Tamaulipas, México. rgudarrama@itsmante.edu.mx

I. INTRODUCCION

El género *Tagetes* perteneciente a la familia Asteraceae, es considerado el más grande de las plantas vasculares con alrededor de 23,000 especies [1]. Barrera et al. [2] menciona que, debido a características bioquímicas relacionadas con su metabolismo, este género presenta actividad nematocida, fungicida, bactericida e insecticida, por lo tanto, su producción es de interés industrial, médica, ornamental y agrícola. En particular, *Tagetes erecta* L., conocida en México como cempasúchil, se cultiva con la finalidad de disponer de sus flores amarillas o anaranjadas y aromáticas, en celebraciones como el Día de Muertos [3].

De acuerdo con Vázquez [4], México es considerado centro de origen de esta especie y cuarto productor a nivel mundial. Aunque en México el cultivo de cempasúchil es ampliamente establecido, es común que el volumen de producción no sea constante, debido a diferentes factores, por ejemplo, costo y dosis de fertilización, calidad de fertilizantes, y manejo ineficiente de nutrición vegetal [5]. Además, el crecimiento y desarrollo de cultivos está asociado a condiciones climáticas naturales, las cuales han sido afectadas por el cambio climático, un ejemplo de ello la erosión, la cual puede acelerarse por acontecimientos como lluvias intensas, sequías, olas de calor y tormentas [6]. De tal manera que el suelo pierde la humedad y los nutrientes necesarios para un cultivo eficiente [7]. Por lo tanto, surge la necesidad de fertilizar los suelos.

La fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas comprende el manejo de elementos nutricionales proporcionados en forma asimilable y en cantidades adecuadas para que los procesos metabólicos y reproductivos de las plantas se lleven a cabo de manera eficiente [8]. En la agricultura convencional moderna, uno de los factores más importantes es la fertilización química, debido a que suele proporcionar los nutrientes básicos para el desarrollo óptimo de las plantas de interés comercial, sin embargo, un problema recurrente, con su aplicación constante, es el deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo, por ejemplo, compactación y acidificación, respectivamente [9].

Por lo tanto, se buscan alternativas de fertilización que pueden ser una opción viable para mejorar el desarrollo de los cultivos con el menor daño posible causado a suelos y al ambiente, por ejemplo, la fertilización organomineral. La fertilización organomineral consiste en la combinación de fertilizantes minerales y abonos orgánicos ofrece condiciones ambientales ideales para los cultivos por el aporte de nutrientes y la incidencia positiva sobre la actividad microbiana, las propiedades del suelo y la

movilización de distintos elementos minerales [10]. En este sentido, El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de cempasúchil, con base en altura, número de tallos y botones, sometido a diferentes dosis de fertilización organomineral en comparación con la aplicación de fertilización química.

II. MARCO TEÓRICO

Los cultivos de especies ornamentales son un sector muy importante en el sector agrícola de México, esto debido a su alto valor monetario, además de la gran variedad de especies de flores existentes en el territorio nacional, estas son comercializadas a nivel nacional e internacional, la producción de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) a nivel nacional registró que el estado de Puebla ocupa el primer lugar con un área establecida de 1.557 hectáreas, seguida de Tlaxcala (118), Hidalgo (111), San Luis Potosí (79), Guerrero (69), Oaxaca (43), Morelos (32), Durango (18) y Sonora (dos hectáreas), importante mencionar que toda la producción está destinada a la venta al mercado nacional [11].

La especie *Tagetes erecta* L., conocida como cempasúchil, suele comercializarse como flor de corte, teniendo los volúmenes más altos de ventas durante los meses de octubre y noviembre en México, es por ello que la inflorescencia es su órgano de mayor importancia económica para los floricultores. Diversos estudios han demostrado que puede ser utilizado para extracción de pigmentos e incluso para la industria alimenticia [12]. En general los agricultores que se dedican a la producción de flor en México aplican una serie de actividades culturales basadas en el conocimiento empírico y en menor medida en información técnica, aunado a ello no se cuenta con tecnología e infraestructura adecuada para tener su sistema de producción eficiente, lo cual podría disminuir costos de producción y a su vez mejorar la calidad final del producto [13]. Un problema frecuente entre los productores es que no se sigue un plan de fertilización acorde a las necesidades reales de demanda de nutrimentos por parte del cultivo a lo largo de su ciclo de producción.

La nutrición, es un punto vital en todos los cultivos, ya que todas las plantas tienen la capacidad de absorber agua por medio de las raíces, misma agua que contiene los nutrientes necesarios para el buen desarrollo. Esta absorción es ocasionada por una planta cuando pierde agua debido a la transpiración. A mayor tamaño de la

planta, aumenta la pérdida de agua. Pero a diferencia de los cultivos hortícolas, algunos cultivos florícolas, se desarrollan bien con los nutrientes básicos o esenciales, como lo son los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, sin ser necesaria la aplicación de micro elementos o elementos traza. Salazar et al. [14] demostraron que la utilización de fertilizantes nitrogenados y potásicos, aumentan además las propiedades de aroma y color en la flor de *Lilium*.

En el cultivo de cempasúchil en el país, se han aplicado pocos estudios con respecto a la necesidad de nutrientes, pues en su fertilización no se ha considerado su nivel de extracción de fertilizante, al ser un cultivo de tipo silvestre y que se produce anualmente como segundo término, que sus productores dan más importancia a cultivos de consumo personal como lo son el maíz, el frijol, el trigo y otras hortalizas.

En general, los floricultores utilizan cantidades excesivas de fertilizantes de acuerdo a un programa preestablecido que se repite cada ciclo de cultivo, al igual de la aplicación de fertilizaciones foliares cada siete días, con productos en los que no se ajusta el pH del agua para la fertilización foliar, lo cual repercute en un uso excesivo de fertilizantes, baja calidad de la flor y mayor costo de producción, así como también la contaminación de suelo y mantos acuíferos.

III. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el área experimental del Instituto Tecnológico Superior de El Mante, municipio de El Mante, Tamaulipas, el cual se localiza sobre la carretera federal Cd. Mante-Cd. Valles, 22° 43' 00" latitud norte y 98° 59' 34" longitud oeste, el suelo es clasificado como vertisol, con textura arcillosa, pH de 8.2 y elevada cantidad de carbonatos de calcio [15]. Se utilizaron tres tratamientos y dos repeticiones, los tratamientos evaluados fueron; Testigo: MicroEssentials Zn (12 % N, 40 % P, 10 % S, 1 % Zn) 5 g, T1: MicroEssentials Zn 5 g + super magro (0.29 % Ca, 0.10 % Mg, 0.15 % Na, 0.12 % S, 434 ppm Fe, 265 ppm Cu, 414 ppm Mn, 2675 ppm Zn, 1748 ppm B, así como 1.49 % de ácidos húmicos y 10.73 % de ácidos fúlvicos) 5 % (FC+SM5), T2: MicroEssentials Zn 5 g + super magro 10 % (FC+SM10). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, se contó con un total de 132 unidades experimentales. Se trasplantaron 200 plántulas de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) de polinización libre, con un marco de siembra de 45 x 80 cm. Las aplicaciones de fertilizantes se realizaron cada 15 días, iniciando 15 días después del trasplante y finalizando con la aparición de los

primeros botones florales. Los parámetros evaluados fueron: altura de planta (AP), número de tallos (NT) y número de botones florales (BF).

IV. RESULTADOS

Altura

La Figura 1 muestra la altura obtenida mediante las mediciones realizadas en los diversos tratamientos, dichas mediciones se llevaron a cabo en un periodo de setenta y tres días. La altura fue normalizada respecto a la máxima altura obtenida entre los tres tratamientos, la cual fue de 1.22 m al utilizar FC+SM10. Se puede observar que durante los primeros treinta días el cempasúchil crece de manera similar independientemente del tratamiento aplicado. Posterior a los 30 días, hasta el día 50, se aprecia que al aplicar el tratamiento FC+SM5 hay un mayor crecimiento del cempasúchil, el cual representa una diferencia relativa promedio de 11.0% y 8.0%, respecto a los tratamientos Testigo y FC+SM10, respectivamente. Por último, después de los 50 días de análisis, el cempasúchil alcanzó prácticamente la misma altura para los diferentes tratamientos evaluados.

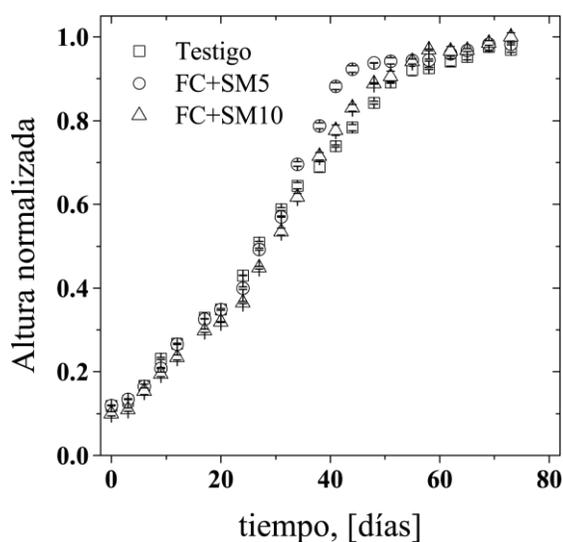


Figura 1. Altura del cultivo de cempasúchil sometido a diferentes tratamientos de fertilización química y organomineral.

Número de tallos

En la Figura 2 se observa el número de tallos presentes en el cempasúchil para cada tratamiento evaluado en función del tiempo. El número de tallos fue normalizado respecto al mayor valor

obtenido, el cual fue de 14 tallos, con el tratamiento Testigo. Esta figura muestra como los tallos principales comienzan a ramificarse aproximadamente a los 40 días después del trasplante y alcanzando el máximo número de tallos durante los siguientes 20 días. Aunque el número total de tallos se alcanza a partir de los 60 días después del trasplante, se puede observar un efecto de los tratamientos organominerales, la aplicación de los tratamientos FC+SM5 y FC+SM10 redujo la generación de tallos en las plantas de cempasúchil en 15.0% y 7.0%, respectivamente, respecto al Testigo.

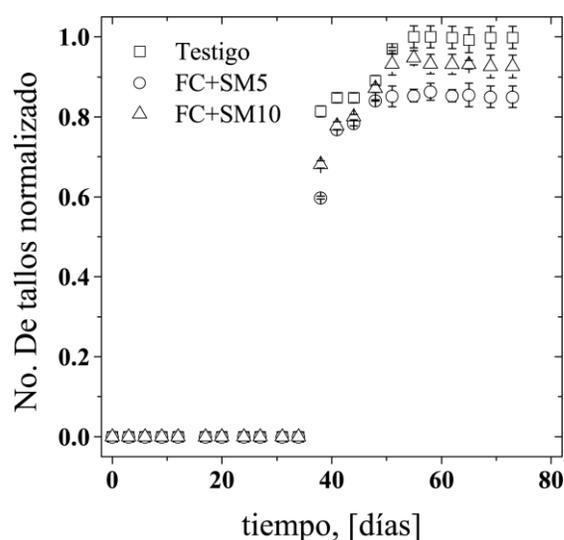


Figura 2. Número de tallos.

Número de botones

La Figura 3 nos permite observar el número de botones florales presentes en el cempasúchil para cada tratamiento evaluado en función del tiempo. El número de botones fue normalizado respecto al mayor valor obtenido, el cual fue de 100 botones, con el tratamiento FC+SM5, en esta figura se observa que el número de botones es similar para los diferentes tratamientos durante los primeros 50 días de análisis, sin embargo, posterior a este tiempo, comienza a notarse que existe efecto sobre el número de botones debido a la aplicación de los diferentes tratamientos. Para determinar la diferencia entre tratamientos, se consideró un periodo de tiempo entre 50 y 70 días, en el cual el crecimiento en el número de botones tiene un comportamiento lineal, de tal manera que la

diferencia relativa entre la tasa de crecimiento del tratamiento FC+SM5 es 13.0% y 16.0% mayor respecto al tratamiento FC+SM10 y Testigo, respectivamente.

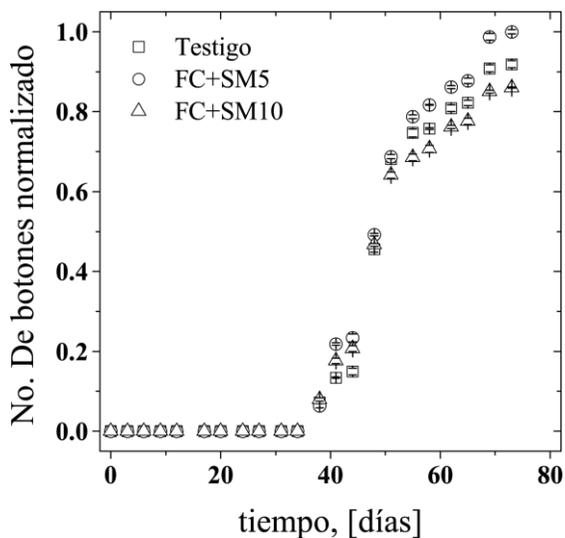


Figura 3. Número de botones florales.

V. CONCLUSIONES

La aplicación de los tratamientos FC+SM5 (T1) y FC+SM10 (T2) durante el desarrollo del cultivo de cempasúchil permitió determinar que existe un efecto de mejora para los parámetros de altura y número de botones florales, mientras que para el número de tallos se encontró que el mejor tratamiento fue el testigo (MicroEssentials Zn 5 g) con el cuál se alcanzó el mayor número de tallos por planta.

Los tratamientos organominerales, T1 y T2, incluían fertilizante de síntesis química (MicroEssentials) más fertilizante foliar tipo supermagro, dicho aporte de macro y micronutrientes en los tratamientos T1 y T2 podría explicar el mayor crecimiento y formaciones de botones florales encontrados en el presente trabajo. Por otro lado, el tratamiento testigo (MicroEssentials) por su alto aporte de N P S promovió una mayor producción de biomasa expresada en un mayor número de tallos.

VI. AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico Superior de El Mante, así como a las academias de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería Química por las facilidades prestadas para la realización del presente trabajo de investigación.

VII. REFERENCIAS

- [1] 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.
- [2] Barrera Roca, L., Hung Guzmán, B., Botta Gómez, A. M., Hernández Sosa, E., González Pérez, M., & Aguilar Navarro, B. (2009). CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE LA ESPECIE *Tagetes erecta* L.. Revista Cubana de Química, 21(2),10-15.[fecha de Consulta 11 de Octubre de 2023]. ISSN: 0258-5995. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543717002>
- [3] Serrato C. M. A. (2004) Cempoalxóchitl y Días de Muertos. Arqueología Mexicana XII 68:70-73.
- [4] Vazquez, M. C. (2016). Manejo de enfermedades foliares con *Trichoderma* ssp. y *Bacillus subtilis* en cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) del valle de Toluca. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de ciencias Agrícolas.
- [5] Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND). 2014. Panorama de Ornamentales. 2 p.
- [6] Füssel, Hans-Martin & Marx, Andreas & Hildén, Mikael & Bastrup-Birk, Annemarie & Louwagie, Geertrui & Wugt-Larsen, Frank & Suk, Jonathan. (2017). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. 10.2800/534806.
- [7] Gaytán Acuña, E.; Ochoa, D. L.; García, R.; Zavaleta, E. y Mora, G. 2006. Producción y calidad comercial de flor de crisantemo. México. Terra Latinoamericana. 4(24):541-548.
- [8] Chater J. M., Merhaut D. J., Preece J. E. 2020. Diagnosis and management of nutrient constraints in pomegranate. En: Srivastava A, Hu C, editores. Fruit Crops. Ámsterdam, Elsevier. P.

- 681-691. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00046-0>
- [9] Yan, P., Shen, C., Fan, L., Li, X., Zhang, L., Zhang, L. y Han, W. 2018. Tea planting affects soil acidification and nitrogen and phosphorus distribution in soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 254: 20–25. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.015>
- [10] Chaveli Chávez, P. (2019). Fertilización organomineral en el manejo sostenible de tierras cultivadas con maíz (*Zea mays* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 116-122. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>. Soil Survey Staff, 2006. *Keys to Soil Taxonomy*. 10th ed. US Departamento of Agricultura–Natural Resources Conservation Service. Washington, DC, USA.
- [11] CONCANACO Servytur México (2022). La producción mexicana de la flor de cempasúchil aumenta hasta las 20.245 toneladas. Recuperado de <https://www.concanaco.com.mx/comercio/interesdecomercio/la-produccion-mexicana-de-la-flor-de-cempasuchil-aumenta-hasta-las-20-245-toneladas>
- [12] Montes R. M., Vidal A. Z. (2017). Aplicación de métodos de conservación para alargar la vida útil de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta* L. Asteraceae) y su posterior uso gastronómico. *México. LACANDONIA*, 6(2): 59-66. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12753/1722>
- [13] Cabrera, R. J. y Orozco, M. R. 2003. Diagnóstico sobre las plantas ornamentales en el estado de Morelos. SAGARPA-INIFAPCIRCE C.E. Zacatepec, Morelos, México. 38:26.
- [14] Salazar G., Sánchez R., y Valdez L. 2012. Influencia de la fertilización nitrogenada y potásica en la calidad aromática de flores de *Lilium* “Starfighter”. *ITAI*. 109 (1), 1-10.
- [15] Reyes-Hernández, José, Rodolfo Torres-de los Santos, Hermelindo Hernández-Torres, Verónica Hernández-Robledo, Edwin Alvarado-Ramírez, y Santiago Joaquín-Cancino. (2022). Rendimiento Y Calidad De Siete Variedades De caña De Azúcar En El Mante, Tamaulipas. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas* 13 (5). México, ME:883-92. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3232>.

Biografía Autor(es)

Macías-Castillo, U. A. Profesor de Asignatura A, del Instituto Tecnológico Superior de El Mante, Tamaulipas, C.P 89930 email: uamacias@itsmante.edu.mx <https://orcid.org/0009-0002-3762-9120> Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción egresado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Docente de la carrera Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

Esquivel-Calderón, P. Egresada del Instituto Tecnológico Superior de El Mante, Tamaulipas, C.P 89930 email: calderon.esquivel.17118@itsmante.edu.mx, egresada del Instituto Tecnológico Superior de El Mante.

Guadarrama-Pérez, R. Profesor de Asociado A, del Instituto Tecnológico Superior de El Mante, Tamaulipas, C.P 89930 email: rguadarrama@itsmante.edu.mx <https://orcid.org/0000-0002-4804-7874> Maestría en Ingeniería de Procesos, egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana. Docente en la carrera de Ingeniería Química

