

# Desarrollo del girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) en mezclas de vermicompost: arena

## Development of ornamental sunflower (*Helianthus annuus* L.) in vermicompost: sand mixtures

Alejandro Moreno Reséndez<sup>1,2,5,\*</sup>, Abel Cabrera de los Santos<sup>1</sup>, Francisca Sánchez Bernal<sup>1,3</sup>, José Luis Reyes Carrillo<sup>1,2,5</sup>, Rubén López Salazar<sup>1</sup>, Oralia Antuna Grijalva<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Laguna. Carretera a Santa Fe y periférico s/n, CP: 27054. Torreón, Coahuila, México. <sup>2</sup>Cuerpo Académico Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria, Clave: UAAAN-CA-14. <sup>3</sup>Cuerpo Académico Producción sustentable de cultivos hortícolas en ecosistema árido, Clave: UAAAN-CA-38 <sup>4</sup>Cuerpo académico Conservación y Mejoramiento Genético de Germoplasma de Maíz y Girasol, Clave: UAAAN-CA-033 <sup>5</sup>Red Académica de Innovación en Alimentos y Agricultura Sustentable (RAIAAS), auspiciada por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) y La Comunidad de Instituciones de Educación Superior de la Laguna (CIESLAG)  
\*Autor responsable: La Paz, 230, Colonia Torreón Residencial, Torreón, Coahuila de Zaragoza, CP 27268, Teléfono 871 212 0557, Email: alejamorsa@yahoo.com.mx

### RESUMEN

Las especies ornamentales han sido cultivadas por el hombre desde tiempos remotos, siendo esta práctica una de las actividades que le permiten generar ingresos económicos. Con el supuesto de que con la aplicación del vermicompost (VC) se podrá mejorar la calidad de las especies ornamentales. Se evaluó el efecto del VC mezclado con arena de río (AR), en diferentes niveles, para determinar el desarrollo del girasol ornamental en maceta. Las macetas de plástico tipo vivero, se rellenaron con diferentes mezclas [T0 = AR, al 100 %; T1 = 10:90; T2 = 20:80; T3 = 30:70; y T4 = 40:60 (VC:AR, en porcentaje)] y se colocaron bajo malla sombra al 60 %, utilizando un diseño experimental completamente al azar, con trece repeticiones. Se utilizó la variedad de girasol ornamental Pacino: especie enana adecuada para siembra en maceta, y las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo, diámetro de capítulo y duración de la floración. Altura de planta y número de hojas resultaron estadísticamente diferentes, mientras que para diámetro de tallo, diámetro del capítulo y duración de la floración, solo se registraron diferencias numéricas a favor del empleo de mezclas con VC. De manera general, para las variables evaluadas el mejor desarrollo se registró en T3 (30:70; VC:AR, en porcentaje).

**Palabras clave:** abonos orgánicos, flores, plantas ornamentales, sustratos de crecimiento

### ABSTRACT

Ornamental species have been cultivated by the man since remote times, this practice being one of the activities that allows him to generate economic income. With the assumption that with the application of vermicompost (VC) it will be possible to improve the quality of ornamental species. The effect of VC mixed with river sand (RS) it was assessed at different levels to determine the development of potted ornamental sunflower. The nursery-type plastic pots were filled with different mixtures [T0 = RS, 100%; T1 = 10:90; T2 = 20:80; T3 = 30:70; and T4 = 40:60 (VC:RS, in percentage)] and were placed under 60 % shade mesh, using a completely randomized experimental design, with thirteen repetitions. The Pacino ornamental sunflower variety was used: a dwarf species suitable for pot planting, and the variables evaluated were plant height, number of leaves, stem diameter, head diameter, and flowering duration. Plant height and number of leaves were statistically different, while for stem diameter, head diameter and flowering duration, only numerical differences were recorded in favor of the use of mixtures with VC. In general, for the variables evaluated, the best development was recorded in T3 (30:70; VC:RS, in percentage).

**Keywords:** flowers, growth substrates, organic fertilizers, ornamental plants

## INTRODUCCIÓN

La producción de plantas ornamentales en maceta, bajo invernadero o malla sombra, es una actividad trascendente, ocupando el 11 puesto en la clasificación europea de países floricultores (Funes-Pinter *et al.*, 2023), que requiere de atención especial a todos y cada uno de los procesos técnicos, recursos y/o materiales que se involucran en ésta (Sánchez-Velasco *et al.*, 2019; Schafer y Lerner, 2022). Los materiales utilizados en la producción de cultivos hortícolas u ornamentales, en contenedores o macetas, están constituidos, preferentemente, por componentes orgánicos y sus propiedades físicas son factores clave para identificar estrategias, que puedan implementarse, para reducir los efectos negativos sobre el crecimiento de estas especies vegetales (Álvarez *et al.*, 2017).

Funes-Pinter *et al.* (2023), resaltan que el costo exorbitante de fertilizantes, pesticidas y sustratos, así como la alta dependencia de estos productos, son los inconvenientes más comunes de los productores de plantas ornamentales. A modo de ejemplo, uno de los sustratos más utilizados es la turba, cuyas características permiten una adecuada germinación y crecimiento de las especies, sin embargo presenta un costo excesivo, una producción insostenible y acceso limitado para los productores (Álvarez *et al.*, 2017).

A manera de complemento, la preocupación ambiental por el uso desmedido del musgo o turba, por corresponder a un recurso natural de lenta regeneración, con escasa nula aplicación de normas para su aprovechamiento amenazan grave significativamente la persistencia de este recurso único y limitado, además de su costo elevado (Díaz *et al.*, 2012; Belda *et al.*, 2013) ha favorecido el interés sobre el empleo de materiales disponibles para los productores de cada región (Funes-Pinter *et al.*, 2023), como sustitutos de calidad de dicho recurso, sin afectar el desarrollo de las especies en desarrollo (Popescu y Popescu, 2015; Álvarez *et al.*, 2017; Pérez-Fernández *et al.*, 2018), tanto hortícolas como ornamentales (Díaz *et al.*, 2012). En este sentido, Funes-Pinter *et al.* (2013) mencionan que los abonos orgánicos, sólidos o líquidos, tienen la capacidad de aportar microorganismos, macro y micro elementos, en niveles incluso superiores a los fertilizantes sintéticos, con los cuales se han reportado incrementos significativos, tanto de la biomasa aérea, como de la velocidad de germinación de diversos cultivos ornamentales. Los macro y micro elementos cobran relevancia en estos materiales, debido a que son liberados de forma paulatina, dando como resultado una

agricultura más sustentable y económica, en términos de trabajo, insumo de fertilizantes y degradación del ambiente (Cruz-Campos *et al.*, 2016).

Álvarez *et al.* (2017), destacan que se han implementado diversos estudios para evaluar el desarrollo de diferentes especies, reemplazando la turba o musgo, con compost y/o vermicompost (VC), para mejorar la aireación del medio de crecimiento y mejorar el suministro de elementos nutritivos, utilizando un rango de sustitución del 10 al 50 % en volumen, con el propósito de mejorar tanto su enraizamiento, como su crecimiento y sin generar efectos negativos sobre estas especies.

Los abonos orgánicos, como el VC, presentan características físicas y químicas similares a las de la turba, por lo se consideran como sustitutos adecuados ésta (Belda *et al.*, 2013). El VC es un producto derivado de la degradación biológica acelerada de residuos orgánicos, favorecido por la actividad de lombrices y microorganismos (Cruz-Campos *et al.*, 2016; Álvarez *et al.*, 2017). La obtención del VC, derivado de la gestión de diversos residuos orgánicos, mediante el vermicompostaje es una biotecnología con grandes beneficios ambientales y de bajo costo (Huaccha *et al.*, 2021). Además, en el mercado de los abonos orgánicos, el VC presenta una mayor aceptación debido, entre otros aspectos, a: una mejor apariencia visual, un mayor contenido de elementos nutritivos y una mayor actividad microbiana, aunque su precio puede resultar tres veces mayor con respecto al compost (Belda *et al.*, 2013).

Belda *et al.* (2013) detectaron estudios en los que se evaluó el desarrollo de especies ornamentales, de los géneros *Tagetes* spp., y *Petunias* spp., utilizando como componentes de los sustratos de crecimiento VC y compost, a partir de diferentes materiales residuales, sin efectos nocivos sobre su crecimiento. Por ser una especie altamente codiciada como flor de ornato, para interiores, jardines y espacios públicos, y por ser muy noble de cultivar, en diferentes regiones de México, el cultivo de girasol se ha convertido en una alternativa de inclusión e importante fuente de ingresos para familias campesinas (Esquivel-Martínez y Andueza-Noh 2020). En atención a los elementos descritos, se planteó evaluar el efecto de mezclas de VC: arena sobre el desarrollo de plantas de girasol ornamental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Unidad Laguna localizada en la Comarca Lagunera (101° 40' y 104° 45' O, y 25° 05' y 26° 54' N) al norte de México: la región recibe una precipitación media anual de 235 mm, con 1 139 msnm y su temperatura media anual es de 18.6 °C. En verano el clima oscila de semicálido a cálido-seco y en invierno de semifrío a frío; el periodo de lluvias comprende de mediados de junio a mediados de octubre (CIGEL 2018).

El experimento se realizó bajo condiciones de malla sombra al 60% en los meses agosto-octubre de 2021, empleando el genotipo Pacino de *H. annuus*, tipo enano, especial para el cultivo en maceta. Como macetas se utilizaron bolsas de polietileno negro, tipo vivero, calibre 400, de 15 x 25 cm Para el llenado de las macetas, se emplearon mezclas de VC con arena de río (AR), con relación volumen:volumen [0:100 (T0); 10:90 (T1); 20:80 (T2); 30:70 (T3); y 40:60 (T4): T0 a T4, corresponden a los tratamientos en estudio). El análisis químico, de ambos materiales, se presenta en el cuadro 1.

En la parte central de cada maceta se realizó la siembra directa, el 14 de agosto de 2021, colocando una semilla, a una profundidad aproximada de 2.0 cm. Con cinco días de antelación se aplicó un riego de presiembrado, partir de la fecha indicada y en aten-

ción a la demanda hídrica del cultivo, los riegos se realizaron cada dos días hasta el proceso de floración.

La germinación, al 100 %, se registró de manera uniforme, cuatro días después de la siembra en todas las macetas de los diferentes tratamientos. Durante el desarrollo del girasol, de cada tratamiento se seleccionaron ocho plantas al azar y se registraron las variables: altura de planta (AP), empleando un flexómetro profesional (KARLEN KP-549°); número de hojas (NH), diámetro del tallo (DT), utilizando un vernier digital (Caliper®); para éstas se realizó el registro a partir del 13avo día después de la emergencia y hasta concluir la floración; diámetro de capítulo (DC), registrando los datos, a partir de la brotación de los capítulos hasta su abertura completa; duración de la floración (DF), obtenida a partir de la apertura total de cada capítulo hasta su marchitez.

Los tratamientos, con trece repeticiones, fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar: con una planta por maceta como unidad experimental. Los datos registrados se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparación Tukey<sub>0.05</sub>, utilizando el programa estadístico de Olivares-Sáenz (1999).

**Cuadro 1.** Características químicas del vermicompost y de la arena empleados en los sustratos de crecimiento del girasol ornamental

Parámetro	Vermicompost	Arena de río
N (%)	1.55	0.00839
P (ppm)	879.12	4.49
K (meq•100 g <sup>-1</sup> )	14.7	0.109
Ca (meq•L <sup>-1</sup> )	10.67	0.049
Mg (meq•L <sup>-1</sup> )	12.345	0.082
Na (meq•L <sup>-1</sup> )	4.304	3.043
Fe (ppm)	13.08	12.72
Cu (ppm)	8.64	5.31
Zn (ppm)	8.04	2.1
Mn (ppm)	10.86	3.9
Textura	-	Arenosa
Da (g•cm <sup>-3</sup> )	0.694	1.470
CE (mS•cm <sup>-1</sup> )	31.9	5.54
pH	8.52	7.48
MO (%)	24.65	0.201

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las especies ornamentales, entre las que se encuentra el *H. annuus*, resultan ser indispensables para el entorno natural y el diseño de los jardines botánicos, tanto por su papel estético, como por su papel ambiental (Rizk-Gabra 2021). Como se aprecia en el cuadro 2, tres de las variables presentaron diferencias significativas: NH y AP ( $P \leq 0.05$ ) y DT ( $P \leq 0.01$ ), mientras que DC y DF resultaron estadísticamente iguales, debido al efecto de los tratamientos evaluados.

### NÚMERO DE HOJAS

En el cuadro 2 se aprecia que los tratamientos, T2, T3 y T4 registraron el mayor número de hojas, superando al menos con una hoja, a los tratamientos T0 y T1, con lo cual se puede destacar que, los contenidos porcentuales de VC, que oscilaron de 20 a 40 %, favorecieron la presencia de más pétalos en *H. annuus*.

El promedio del NH determinado, en el presente estudio, en los tratamientos T2, T3 y T4, 17.97 superó significativamente en 45.46 % al NH registrado en la variedad de girasol ornamental doble enana (Vital-Vilchis *et al.* 2020). También logró superar en 14.13 %, al valor promedio 15.43 de NH determinado por Sebetha y Mloi (2020) en el cultivar de girasol AGSUN 8251, aplicando fertilizantes sintéticos con diferentes dosis de nitrógeno, bajo condiciones de invernadero. Por otro lado, el valor promedio de NH, 17.07, resultó superado en 30.6 % por el NH determi-

nado por Elisheba y Sudhagar (2021) en la variedad ornamental “*Ring of fire*” (Benary Seeds®, Alemania), desarrollada bajo condiciones de campo y con fertilización sintética.

### ALTURA DE PLANTA

La mayor AP se registró en T2, T3 y T4 (cuadro 2), con un valor promedio de 41.78 cm, superó en 14.7 % al valor promedio de AP determinado en T0 y T1. Igualmente, resultó superior en 20.37 % a la AP determinado por Luévanos-Escareño *et al.* (2010) en un híbrido enano, resultante de la cruce de *H. annuus* (CMS HA 89) y la especie silvestre, con potencial ornamental, *Tithonia rotundifolia* (Ac 26).

Por otra parte, el promedio de 41.78 cm fue ampliamente rebasado por la AP, de 59.8 cm reportado, en la variedad de girasol ornamental doble enana, por Vital-Vilchis *et al.* (2021). También fue superado en 105.17 % en la AP promedio registrada en la variedad ornamental “*Ring of fire*”, desarrollada a cielo abierto y con fertilización inorgánica (Elisheba y Sudhagar 2021).

A favor del empleo del VC, y de acuerdo con los valores de AP reportados en los tratamientos T2, T3 y T4, el comportamiento registrado coincide con lo establecido por Acosta-Durán *et al.* (2014), quienes determinaron que el crecimiento del agerato (*Ageratum houstonianum* Mill.) y la petunia (*Petunia hybrida* E.Vilm) reflejaron una relación directamente proporcional, a mayor contenido del VC mayor crecimiento de estas especies ornamentales. En el mismo sentido,

**Cuadro 2.** Valores promedio, significancia estadística y coeficiente de variación de las variables evaluadas durante el desarrollo de *Helianthus annuus*, ornamental.

T	VC [%]	AR	NH* [cm]	AP* [cm]	DT**	DCns	DFns [días]
T0	0	100	14.46 c	33.17 b	0.70 c	9.99 a	6.30 a
T1	10	90	17.00 b	38.10 ab	<b>0.80 a</b>	10.13 a	6.15 a
T2	20	80	<b>18.00 a</b>	<b>40.85 a</b>	<b>0.90 a</b>	9.80 a	6.15 a
T3	30	70	<b>18.00 a</b>	<b>41.53 a</b>	<b>0.90 a</b>	11.13 a	6.61 a
T4	40	60	<b>17.92 a</b>	<b>42.79 a</b>	<b>0.89 a</b>	10.78 a	6.38 a
Media			17.07	39.29	0.83	10.37	6.32
CV [%]			2.82		1.47	26.25	15.08

T = Tratamientos (T0 a T4); VC = Vermicompost; AR = arena de río; NH = Número de hojas; AP = Altura de planta; DT = Diámetro del tallo; DC = Diámetro del capítulo; DF = Duración de la floración; \*, \*\*, ns = diferencia significativa (P0.05); diferencia altamente significativa (P0.01), no significativa; Medias de columnas con la misma letra no son significativamente diferentes

Cruz-Ruiz *et al.* (2021) para el desarrollo de la gladiola (*Gladiolus grandiflorus* L.), variedad Borrega roja, registraron su altura máxima con la aplicación abonos orgánicos. En atención a lo anterior, la mayor AP registrada, en el presente experimento, podría ser atribuida a la aplicación del VC, dada su capacidad para aportar elementos nutritivos esenciales, aportación que se aprecia en el cuadro 1.

## DIÁMETRO DEL TALLO

Para esta variable se aprecia en el cuadro 2, que todos los tratamientos que incluyeron, como parte del sustrato de crecimiento, al VC, contenidos porcentuales que oscilaron de 10 a 40, superaron en 12.5 % al DT registrado en T0. El valor promedio para DT, registrado en los tratamientos con aplicación de VC, 0.875 cm, resultó similar al DT de 0.87 cm, reportado por Vital-Vilchis *et al.* (2021) para la variedad de girasol ornamental doble enana.

Por su parte, el DT promedio registrado en el presente experimento, 0.875 cm, fue superado en 18.85 % por el DT registrado en el cultivar de girasol AGSUN 8251, desarrollado bajo condiciones de invernadero, aplicando fertilizantes sintéticos y diferentes dosis de nitrógeno (Sebetha y Moloji 2020), además fue ampliamente superado, en 54 %, por el valor promedio determinado en la variedad “Ring of fire” (Benary Seeds®, Alemania), con aplicación de fertilizantes sintéticos, en condiciones de campo (Elisheba y Sudhagar 2021). Las diferencias respecto a estos estudios en parte pudieran ser por el cultivar empleado y/o por las condiciones de manejo implementadas por los autores citados.

## DIÁMETRO DE CAPÍTULO

El DC no registró diferencias estadísticas por lo que se puede asumir que todos los tratamientos evaluados, con y sin aplicación de VC, favorecieron de manera similar esta característica. El valor promedio de DC, 10.37 cm, superó en 29.25 % al DC reportado por Vital-Vilchis *et al.* (2021) en la variedad de girasol ornamental doble enana. También resultó ser superior en 86.74 % al DC del híbrido enano, resultante de la cruce de *H. annuus* (CMS HA 89) y *T. rotundifolia* (Ac 26) (Luévanos-Escareño *et al.* 2010). Por otro lado, el valor 10.37 cm fue superado, en 12.63 %, por el valor promedio de DC reportado por Elisheba y Sudhagar (2021) para la variedad “Ring of fire”, desarrollada bajo condiciones de campo y con fertilización sintética.

## CONSIDERACIONES GENERALES

De acuerdo con Sebetha y Moloji (2020) y debido a las características registradas durante el desarrollo del genotipo Pacino de *H. annuus*, tipo enano en maceta, en el presente estudio, este genotipo presentó una respuesta favorable a la aplicación del VC. Como se aprecia en el cuadro 1, y en concordancia con lo establecido por Álvarez-Bernal *et al.* (2016) el VC presenta un elevado contenido de materia orgánica, así como diversos elementos nutritivos, con los cuales se cubrió la demanda nutritiva del genotipo Pacino. Adicionalmente, en atención a la CE determinada en el VC (cuadro 1) y de acuerdo con Riefne y Greuter (2012) al igual que otras especies ornamentales, *H. annuus*, resultó ser tolerante a esta característica química. Adicionalmente, de manera similar a lo concluido por Acosta-Durán *et al.* (2014), respecto al desarrollo del agérrato y la petunia en contenedores, el VC aplicado, en dosis de 20 a 40 %, como componente del sustrato de crecimiento, proporcionó condiciones adecuadas para el genotipo Pacino.

## CONCLUSIÓN

En atención a los resultados obtenidos con la aplicación de VC, como parte del sustrato de crecimiento, durante el desarrollo del cultivo *H. annuus*, es posible determinar que este producto aportó los elementos nutritivos para satisfacer su demanda nutritiva, sin necesidad de utilizar fertilizantes sintéticos, lo anterior a favor de lograr el desarrollo de una actividad agrícola sustentable y en beneficio de los consumidores que demandan productos agrícolas de calidad, libres de la presencia de productos agroquímicos. Finalmente, se sugiere que el VC puede sustituir parcial o totalmente a los sustratos elaborados con turba o Peat Moss, los cuales por ser productos de importación presentan un costo elevado.

## LITERATURA CITADA

- Acosta-Durán, C., N. Vázquez-Benítez, O. Villegas-Torres, L.B. Vence y D. Acosta-Peñaloza. 2014. Vermicomposta como componente de sustrato en el cultivo de *Ageratum houstonianum* Mill. y *Petunia hybrida* E. Vilm. En contenedor. *Bioagro*. 26(1):107-114.
- Álvarez-Bernal, D., M.A. Lastiri-Hernández, H.R. Buelna-Osben, S.M. Contreras-Ramos y M. Mora. 2016. Vermicompost as an alternative of management for water hyacinth. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 32: 425-433.
- Álvarez, J.M., C. Pasian, R. Lal, R. López y M. Fernández. 2017. Vermicompost and biochar as substitutes of

- growing media in ornamental-plant production. *Journal of Applied Horticulture*. 19(3):205-214.
- Belda, R.M., D. Mendoza-Hernández y F. Fornes. 2013. Nutrient-rich compost versus nutrient-poor vermicompost as growth media for ornamental-plant production. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 176(6):827-835.
- Centro de Información Georreferenciada de la Región Lagunera (CIGEL). 2018. Mapa Digital de México de la Región Lagunera. Recuperado de: <http://seig-laguna.lag.itesm.mx/CIGEL/>. Fecha de recuperación: 28 de marzo de 2023.
- Cruz-Campos, J.M., J.M. Álvarez-Suárez, M.J. Soria-Fregoso y B. Candelaria-Martínez. 2016. Producción de sustratos orgánicos para ornamentales a menor costo que los importados. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 25(1):44-49.
- Cruz-Ruiz, E., R. Serrato-Cuevas y M. Rubí-Arriaga. 2021. Respuesta de la gladiola a la aplicación de biofertilizantes y abono orgánico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 37:345-355.
- Díaz, M.F., C. Tapia, P. Jiménez y L. Bacigalupe. 2012. *Sphagnum magellanicum* growth and productivity in Chilean anthropogenic peatlands. *Revista Chilena de Historia Natural*. 85(4):513-518.
- Elisheba, B.P. y R. Sudhagar. 2021. Growth manipulation in ornamental sunflower (*Helianthus annuus*) cv. Ring of fire as a bedding plant. *Crop Research*. 56(1/2): 30-36.
- Esquivel-Martínez, G.T. y R.H. Andueza-Noh. 2020. Una mirada al sol: *Helianthus annuus* y su belleza ornamental. Desde el Herbario CICY: Centro de Investigación Científica de Yucatán, AC 12: 128-132. Disponible en: [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2020/2020-06-18-Esquivel-Andueza-Una-mirada-al-sol.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2020/2020-06-18-Esquivel-Andueza-Una-mirada-al-sol.pdf). Fecha de recuperación: 30 de marzo de 2023.
- Funes-Pinter, I., G. Pisi, M. Aroca y E. Uliarte. 2023. Compost tea and bioslurry as plant biostimulants. Part 2: Biofertilizer test in ornamental flowers. *Journal of Plant Nutrition*. 1-12. <https://doi.org/10.1080/01904167.2023.2171883>.
- Huaccha, A., F. Fernández-Zarate, S. Quiroga y B. Álvarez. 2021. Use of *Eisenia hortensis* (earthworm) in the vermicomposting of organic waste. *Revista Científica Pakamuros*. 7(2):32-40.
- Luévanos-Escareño, M.P., M.H. Reyes-Valdés, J.Á. Villareal-Quintanilla y R. Rodríguez-Herrera. 2010. Obtención de híbridos intergenéricos *Helianthus annuus* x *Tithonia rotundifolia* y su análisis morfológico y molecular. *Acta Botánica Mexicana*. 90:105-118.
- Olivares-Sáenz, E. 1999. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 2.4. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México.
- Pérez-Fernández, A.R., M. Ruiz-Morales, M.O. Lobato-Calleros, E. Pérez-Valera y P. Rodríguez-Salinas. 2018. Sustrato biofísico para agricultura protegida y urbana a partir de compost y agregados provenientes de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 34(3):383-394.
- Popescu, G.C. y M. Popescu. 2015. Effects of different potting growing media for *Petunia grandiflora* and *Nicotiana glauca* Link & Otto on photosynthetic capacity, leaf area, and flowering potential. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 75(1):21-26.
- Riefner Jr., R.E. y W. Greuter. 2012. *Pallenis maritima* (asteraceae) new to California, with notes on recent introductions of salt-tolerant ornamental plants. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*. 6(2): 621-629.
- Rizk-Gabra, G.W. 2021. Response of narcissus constantinople 'double roman' plants of some natural and chemical fertilizers. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*. 12(1):147-160. DOI: 10.21608/EAJBSH.2021.163822.
- Sebetha, E.T. y N.A. Molo. 2020. The effect of n based fertilizer and soil type on the performance of sunflower (*Helianthus annuus*). *Research on Crops*. 21(3):473-479. DOI: 10.31830/2348-7542.2020.07
- Sánchez-Velasco, M.J., N. Farías-Mendoza, P.E. Figueroa-Millán, J. García-Virgen y R. Benavides-Delgado. 2019. Decision-making web system based on records of physical and chemical data for ornamental plants production. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*. 6(2):212-224.
- Schafer, G. y B.L. Lerner. 2022. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. *Ornamental Horticulture*. 28(2):181-192.
- Vital-Vilchis, I., E.E. Quiñones-Aguilar, L.V. Hernández-Cuevas y G. Rincón-Enríquez. 2020. Crecimiento de girasol ornamental en maceta a nivel de campo por efecto de hongos micorrízicos arbusculares. *Terra Latinoamericana*. 38(Num. Esp. 3):679-692. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.715>