

# **EFEECTO DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS FOLIARES EN EL CRECIMIENTO DE *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* (Lamiaceae)**

## **EFFECT OF THREE ORGANIC FERTILIZERS ON THE GROWTH OF *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* (Lamiaceae)**

**Hernández Ramírez, U., S. Rojas Hernández, M.A. Gruintal Santos, J. Morales Barrera, M. Vázquez Villamar y T. Romero Rosales**

EFEECTO DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS FOLIARES EN EL CRECIMIENTO DE *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* (Lamiaceae)

EFFECT OF THREE ORGANIC FERTILIZERS ON THE GROWTH OF *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* (Lamiaceae)



## Efecto de tres fertilizantes orgánicos foliares en el crecimiento de *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* (Lamiaceae)

### Effect of three organic fertilizers on the growth of *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* (Lamiaceae)

Uriel Hernández Ramírez, Saúl  
Rojas Hernández, Miguel  
Angel Gruintal Santos, Judith  
Morales Barrera, Mirna  
Vázquez Villamar,  
Teolincacihuatl Romero  
Rosales

EFFECTO DE TRES  
FERTILIZANTES  
ORGÁNICOS FOLIARES EN  
EL CRECIMIENTO DE  
*Agastache mexicana* subespecie  
*mexicana* (Lamiaceae)

EFFECT OF THREE  
ORGANIC FERTILIZERS  
ON THE GROWTH OF  
*Agastache mexicana* subespecie  
*mexicana* (Lamiaceae)

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 59: 261-274. Enero 2025

DOI:

10.18387/polibotanica.59.17

**Uriel Hernández-Ramírez** <https://orcid.org/0000-0002-0255-3624>

Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local. Unidad Tuxpan, Carretera Iguala-Tuxpan, km 2.5. CP40101, Iguala de la Independencia, Guerrero, México

**Saúl Rojas-Hernández** <https://orcid.org/0000-0001-5152-2149>

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Km 3 Carretera Nacional Altamirano- Iguala Frente al 34 Batallón de Infantería. Col. Querenditas Apartado Postal # 12, C.P. 40660 Cd. Altamirano, Gro., México

**Miguel Angel Gruintal-Santos** <https://orcid.org/0000-0002-7654-1239>

**Judith Morales-Barrera** <https://orcid.org/0009-0003-5929-5202>

**Mirna Vázquez-Villamar** <https://orcid.org/0000-0002-5322-3537>

**Teolincacihuatl Romero-Rosales.** *Autora de correspondencia:* [18029@uagro.mx](mailto:18029@uagro.mx)  
<https://orcid.org/0000-0002-9158-8481>

Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local. Unidad Tuxpan, Carretera Iguala-Tuxpan, km 2.5. CP40101, Iguala de la Independencia, Guerrero, México

**RESUMEN:** En los últimos años, la extracción de plantas medicinales del medio ambiente ha aumentado considerablemente, lo que ha afectado a las poblaciones silvestres. *Agastache mexicana* (Kunth) Lint et Epling ssp. *mexicana* Bye, Linares et Ramamoorthy, conocida como toronjil morado, es una planta endémica de México, ampliamente utilizada para tratar diversos malestares. A pesar de los numerosos estudios sobre sus aplicaciones, la información disponible sobre su reproducción y conservación es limitada. Además, su semilla presenta un bajo porcentaje de germinación (39%), lo que pone en riesgo la permanencia de esta especie en su hábitat natural. Por esta razón, se evaluaron tres fertilizantes orgánicos (lixiviado de lombriz, IMPULSSOOR ROOT y MAXIM) en el crecimiento vegetativo de *A. mexicana* ssp. *mexicana*, utilizando un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), número de rizomas (NDR), número de brotes (NDB), peso húmedo (PH), peso seco (PS) y área foliar (AF). Se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en todas las variables evaluadas. El lixiviado de lombriz demostró ser el mejor fertilizante foliar, mostrando un efecto positivo en las variables de *A. mexicana* ssp. *mexicana* después de doce semanas de evaluación.

**Palabras clave:** Nutrición vegetal, plantas medicinales, herbolaria, foliar, humus.

**ABSTRACT:** In recent years, the extraction of medicinal plants from the environment has increased considerably, which has affected wild populations. *Agastache mexicana* (Kunth) Lint et Epling ssp. *mexicana* Bye, Linares et Ramamoorthy, known as toronjil morado, is an endemic plant of Mexico, widely used to treat various ailments. Despite numerous studies on its applications, the available information on its reproduction and conservation is limited. Additionally, its seeds exhibit a low germination rate (39%), putting the survival of this species in its natural habitat at risk. For this reason, three

organic fertilizers (worm leachate, IMPULSSOOR ROOT, and MAXIM) were evaluated in the vegetative growth of *A. mexicana* ssp. *mexicana*, using a completely randomized design. The variables evaluated were: plant height (PH), number of rhizomes (NR), number of shoots (NS), fresh weight (FW), dry weight (DW), and leaf area (LA). Significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were observed in all evaluated variables. The worm leachate proved to be the best foliar fertilizer, showing a positive effect on the variables of *A. mexicana* ssp. *mexicana* after twelve weeks of evaluation.

**Key words:** Nutrition, medicinal plants, herbalism, foliar

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha aumentado la investigación en las plantas medicinales y aromáticas debido a los amplios usos y por la necesidad de la extracción de sus metabolitos secundarios y fabricación de diferentes productos en el mundo (Silva-Castellano *et al.*, 2021). Algunas plantas medicinales se cultivan a gran escala, pero la mayor parte se cosechan de plantas silvestres, afectando así a sus poblaciones, una de las especies afectadas es *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* planta endémica de México (Martínez-Gordillo *et al.*, 2017), que se encuentra distribuida en los estados de Querétaro, Tlaxcala, Hidalgo, Guanajuato, Morelos, Puebla, Ciudad de México, Chihuahua, Veracruz, Michoacán y Guerrero (Palma-Tenango *et al.*, 2021), esta planta ha sido reportada con actividad antifúngica como alternativa para la protección de granos de trigo en postcosecha (Juárez *et al.*, 2015; Juárez *et al.*, 2021), como remedio para tratar heridas, purulencias infectadas y la psoriasis (Martínez-Galicia, 2018). Se ha utilizado también como antiespasmódico, espasmolítico, estomacico, para tratar heridas, úlceras, dolor y fiebre (Hieronimi, 2010; (Ventura-Martínez *et al.*, 2017). Algunos estudios además sugieren el uso de flavonoides derivados de esta planta (7-ACAG) como tratamiento farmacológico alternativo para el daño cerebral traumático (Gálvez *et al.*, 2015). Recientemente fue reportada como una alternativa para aliviar algunos malestares del SARS-CoV-2, (Covid-19) (Leos-Malagon *et al.*, 2020). A pesar de diversos estudios antes mencionados sobre sus usos, hay una escasa información que permita su reproducción y conservación, que se base en la fenología de la planta y que pueda ser utilizada para aumentar los contenidos de biomasa del cultivo, a esto le agregamos que su semilla tiene bajo % de germinación solo 39% (Torres-Díaz, 2019), por lo que se está poniendo en riesgo la permanencia de esta especie en el medio ambiente de manera silvestre por una tasa alta de extracción para venta, así mismo esta práctica limita la propagación natural de la especie porque se corta la parte vegetativa y no le permiten llegar a su madurez fisiológica para la producción y dispersión natural de semillas.

En la actualidad existe la necesidad de producir alimentos que además de ser cultivados de manera sostenible, sean inocuos, es decir que no causen ningún daño al consumidor, si no es inocuo, no es un alimento (FAO/OMS, 2021).

Al presente se siguen usando cantidades excesivas de agroquímicos y fertilizantes con altos niveles de toxicidad, que persisten mayor tiempo en el medio ambiente debido a su estabilidad química, lenta degradación, alta persistencia, estos han afectado las características biológicas del suelo y han provocado contaminación del agua (Abreu *et al.*, 2018; Polanco-Rodríguez *et al.*, 2019 y Parabá-Guzmán *et al.*, 2021). Así mismo Ramírez-Mandujano *et al.* (2016) mencionan que la fertilización foliar favorece al desarrollo, rendimiento y consecuentemente la calidad del producto además de corregir deficiencias de nutrimentos en las plantas. Sin embargo, es importante que estos fertilizantes sean de fuentes orgánicas como alternativas más amigables con el medio ambiente, se requiere cambiar la agricultura llamada convencional o moderna por una agricultura agroecológica (Burgo-Bencomo *et al.*, 2018). Una de ellas es el uso de biofertilizantes y bioestimulantes (Reyes-Pérez *et al.*, 2021), el uso de lixiviado de lombriz, elementos fúlvicos, húmicos, aminoácidos y micronutrientes se reportan con efectos positivos en varios cultivos como: chile, *Capsicum annuum* var. *annuum*. Martínez-Scott y Ruiz-Hernández (2018), *Caléndula officinalis* L. Milanés *et al.* (2005), jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) Pérez-González *et al.* (2005). Estos influyen en varias respuestas fisiológicas de los cultivos, con ello se puede potencializar la calidad de las cosechas. También minimizan el uso de fertilizantes químicos, aumentan la fertilidad del suelo y permiten la producción de cultivos sostenibles (Itelima *et al.*,

2018). Considerando la importancia antes mencionada de esta planta y la carencia de información sobre su manejo agronómico, nuestro objetivo fue evaluar tres fertilizantes orgánicos foliares en el crecimiento vegetativo de *A. mexicana* subespecie *mexicana*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

La investigación fue realizada en el rancho agroecológico el Romerito ubicado al sureste del municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero, México; entre las coordenadas a 18°35'06.83" N y 99°40'21.09" O, con una altitud de 2,334 msnm. El clima es considerado Cwb templado con lluvias en verano, La temperatura media anual en Taxco es a igual es 18.4 °C, la precipitación aproximada es de 1,252 mm (García, 2004). Durante el experimento (28 de febrero a 20 junio del 2021) se registró la temperatura media de 16.2 °C, máxima de 41.5 °C, mínima de 4.1 °C, humedad relativa promedio de 71.1%, estas variables fueron registradas con un datalogger marca Elitech HC 4RC.

### Material biológico y sustrato

Las plantas adultas de *A. mexicana* subespecie *mexicana* provenientes de la localidad San Miguel Tianguistenco del municipio San Martin Texmelucan, Puebla, fueron colectadas en noviembre del 2019, estas fueron previamente adaptadas al clima del lugar del experimento, durante 15 meses se dejaron crecer libremente sin ningún manejo solamente agua, pasado este tiempo se extrajeron hijuelos de 20 cm de raíz a la última hoja apical con siete hojas verdaderas, además se le impregnó enraizador en polvo Rootex® (aminoácidos, ácidos orgánicos y nutrientes) a la raíz de cada explante. El trasplante se realizó por la tarde para evitar la deshidratación de la plántula, se utilizaron bolsas de polietileno de 30 x 30 cm, y se aplicó un riego de 500 mL por bolsa, como sustrato se utilizó "tierra de monte" de clase textural franco, el contenido de nutrientes se encuentra en el Cuadro 1. Después del trasplante se aplicaron dos litros de agua en intervalos de siete días.

**Cuadro 1.** Resultados del análisis de fertilidad del suelo utilizado.

**Table 1.** Results of the used soil fertility analysis.

M.O	pH	CE	N-NO <sup>3</sup>	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	B	S
%		dS/m	----	----	----	----	----	ppm	----	----	----	----	----	----
11	6.85	0.34	8.49	19.4	193	2781	248	26.6	129	2.54	18.2	0.47	0.14	28.1

### Tratamientos y variables

Se permitió que las plantas crecieran libremente durante 30 días. Posteriormente, se realizó una homogenización de las plantas, efectuando un corte a cinco centímetros de altura desde la base del tallo hasta el ápice. Se utilizó un diseño completamente al azar, de cuatro tratamientos y siete repeticiones: T0; Testigo (no incluyó ningún fertilizante solo agua), T1; Lixiviado de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) relación 1:4 con agua (Cuadro 2), T2; IMPULSSOOR ROOT® 5 mL/L (03-2.3-3 NPK+biológicos, micorrizas, Acido Indol Butírico, elementos húmicos, fúlvicos y micronutrientes) y T3; MAXIM® 5 mL/L (ácidos húmicos 65%, ácidos fúlvicos 20%, L-aminoácidos 12% y ácidos carboxílicos 3%). Los productos fueron aplicados una vez por semana en toda la planta por aspersión con atomizador, haciendo énfasis en las áreas de crecimiento vegetativo en acción (Trinidad-Santos y Aguilar-Manjarrez, 1999).

**Cuadro 2.** Análisis de lixiviado de lombriz utilizado en la investigación (Fertilab®).

**Table 2.** Analysis of worm leachate used in research (Fertilab®).

Determinación	Contenido
pH	8.99
Relación C/N	4.76
Conductividad eléctrica (dS/m <sup>-1</sup> )	5.80
Nitrógeno total (mg L <sup>-1</sup> )	0.02
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	0.0002
Potasio (mg L <sup>-1</sup> )	0.18
Calcio (mg L <sup>-1</sup> )	0.0038
Magnesio (mg L <sup>-1</sup> )	0.0031
Sodio (mg L <sup>-1</sup> )	0.02
Azufre (mg L <sup>-1</sup> )	0.0094
Materia orgánica (mg L <sup>-1</sup> )	0.20
Carbono orgánico (mg L <sup>-1</sup> )	0.12
Hierro (mg L <sup>-1</sup> )	0.000473
Cobre (mg L <sup>-1</sup> )	0.000024
Manganeso (mg L <sup>-1</sup> )	0.000231
Zinc (mg L <sup>-1</sup> )	0.000011
Boro (mg L <sup>-1</sup> )	0.00001

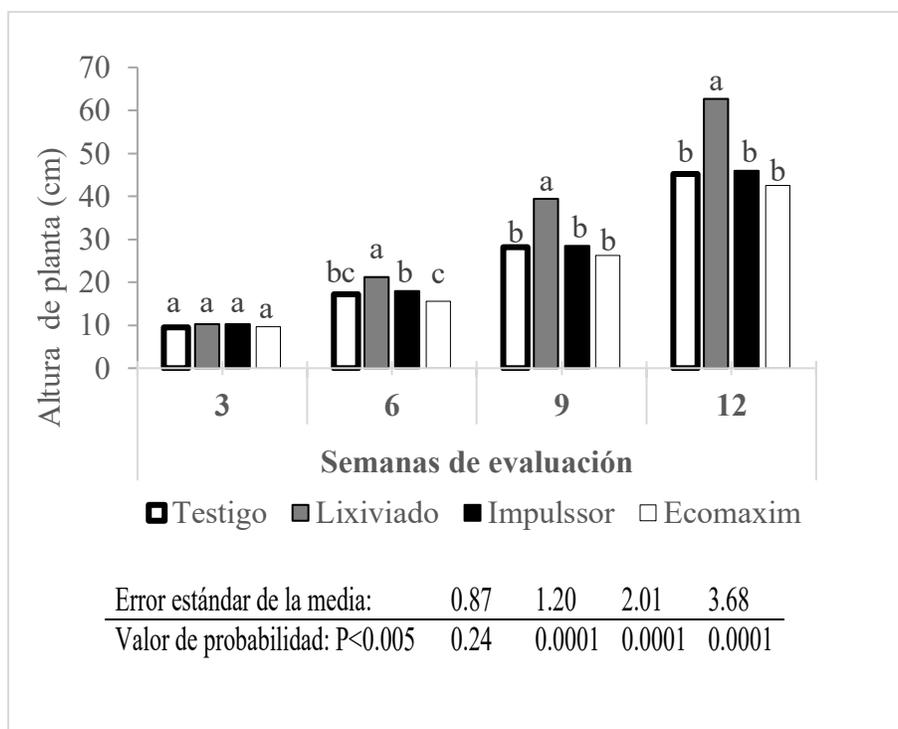
Las variables agronómicas evaluadas fueron: Altura de planta (cm) tomada del suelo a la hoja apical más alta con un flexómetro (AP), número de rizomas (NDR), número de brotes que fueron emitidos por planta (NRB), peso seco obtenido con ayuda de una balanza analítica (Isolab modelo 602.31.003), (PS; g), con tejido vegetal secado a 60 °C en estufa (RIOSSA DIGITAL, HCF-62) durante 24 h; y área foliar (AF; cm<sup>2</sup>), calculada mediante el software ImageJ (Schneider *et al.*, 2012). Las variables mencionadas fueron evaluadas a las tres, seis, nueve y doce semanas, se utilizaron siete plantas por tratamiento por cada corte.

#### Análisis estadísticos

Los resultados de los componentes agronómicos y de rendimiento se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), y una prueba ( $P \leq 0,05$ ), para comparar las medias entre los tratamientos evaluados, estos análisis fueron realizados con el software SAS (*Statistical Analysis System*) versión 9.4. 2004.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

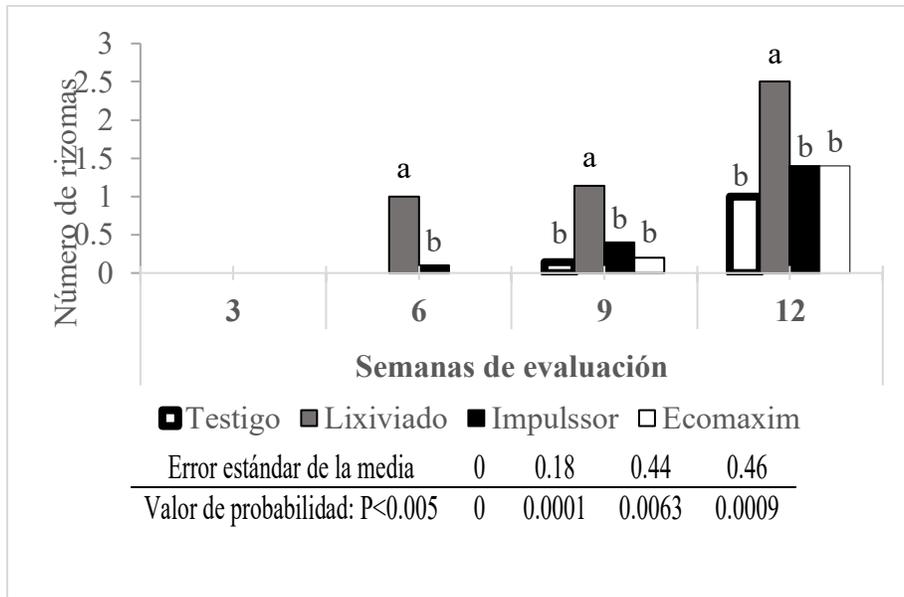
El análisis de varianza tuvo diferencias en la variable altura de la planta (Figura 1) se observó que el tratamiento T1 (Lixiviado de lombriz) presentó mayor valor 62.62 cm superando estadísticamente a los otros tratamientos un 47.29% mayor que T3 (Ecomaxim) 36.38% mayor que T2 (IMPULSOOR) y 38.49% mayor que T0 (Testigo, sin fertilizante) a las doce semanas de evaluación. Estos resultados coinciden con los de Martínez-Scott y Ruiz-Hernández (2018) al reportar un efecto positivo ( $p \leq 0.05$ ) de lixiviado de lombriz + ácidos húmicos en la altura de *Capsicum annuum* var. *annuum*. De igual forma Cedeño-Solorzano *et al.* (2020), observaron, mayor altura (73.78 cm) por efecto de lixiviado de lombriz en comparación con el testigo (sin fertilización) y la fertilización química en la altura de la planta, en el mismo cultivo, pero en este caso híbrido Quetzal. El efecto positivo de la aplicación de humus líquido también lo reportan López Pérez *et al.* (2019) donde generó mayor altura, en plantas de *Allium sativum* L. Por su parte Milanés *et al.* (2005) reportan mayor altura en plantas de *Caléndula officinalis* L. (44.4 cm) y *Matricaria recutita* L. (38.3 cm) con la aplicación de humus sólido con respecto al testigo. Los efectos positivos del lixiviado de lombriz en respuesta a la altura de las plantas se le atribuyen al contenido de hormonas vegetales y ácidos fenólicos presentes en el mismo, también una respuesta activa al estrés biótico y abiótico (Aremu *et al.*, 2015).



**Figura 1.** Efecto de fertilizantes foliares en la altura de la planta de toronjil *Agastache mexicana mexicana* subespecie *mexicana* en doce semanas de crecimiento.

**Figure 1.** Effect of foliar fertilizers on the height of the lemon balm plant *Agastache mexicana mexicana* subespecies in twelve weeks of growth.

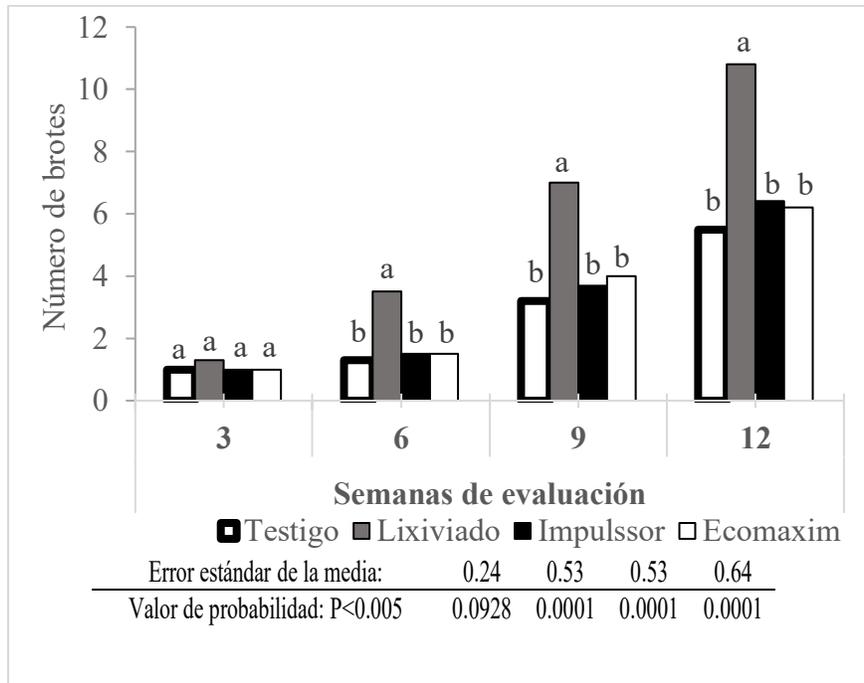
El análisis de varianza para la variable producción de rizomas, presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en donde el tratamiento T1 (Lixiviado de lombriz) resultó con mayor cantidad de rizomas, en comparación de los otros tratamientos, (1.1 y 2.57) en la semana nueve y doce respectivamente de evaluación, (Figura 2), es posible que el estudio tenga limitaciones que impiden una comparación directa debido a que no son las mismas especies, no obstante, algunos autores como Ticona y Choque (2021) recomiendan aplicaciones de lixiviado de humus en rizomas de plátano (*Musa* spp.) ya que tiene efectos significativos favorables en el comportamiento morfológico de estos mismos, esto es relevante debido a que una característica de *A. mexicana mexicana* subespecie *mexicana* es que permite la reproducción asexual a través de rizomas, por lo cual, puede ser una alternativa para su propagación, además de que sus semillas tienen bajo porcentaje de germinación (39%) y estas presentan dormancia física (Torres-Díaz, 2019). Con respecto al T2 Impulsor y T3 Ecomaxim a las doce semanas de evaluación, aunque hubo más rizomas que T0 (testigo) no se generaron diferencias significativas.



**Figura 2.** Efecto de fertilizantes foliares en el número de rizomas de plantas de toronjil *A. mexicana* subespecie *mexicana* en doce semanas de crecimiento.

**Figure 2.** Effect of foliar fertilizers on the number of rhizomes of toronjil *A. mexicana* subespecie *mexicana* balm plants in twelve weeks of growth.

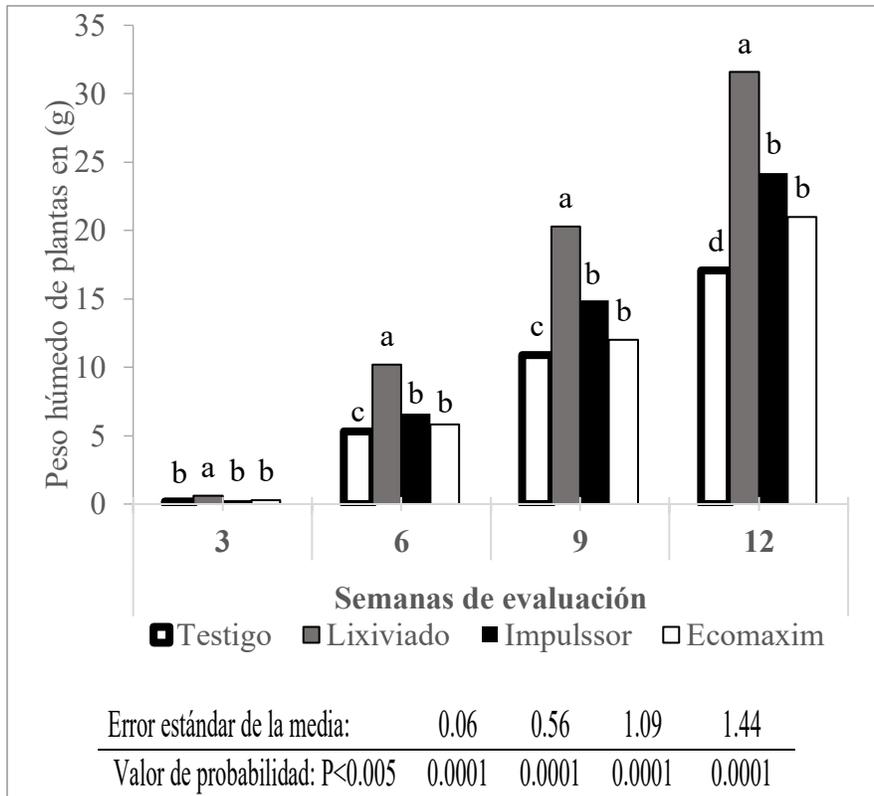
Para el caso de la variable número de brotes, el análisis de varianza presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), para el T1 (Lixiviado de lombriz) registró mayor número de brotes 10.85, superando a los otros tratamientos, T3: 6.2 brotes (Ecomaxim), T2: 6.4 brotes (IMPULSOOR) y T0: (Testigo, sin fertilizante) 5.5 brotes respectivamente, (Figura 3), algo similar reportan Villalba-Martínez *et al.* (2018) en la planta de *Stevia rebaudiana* Bertoni., donde se aplicó humus sólido de lombriz, obteniendo un mayor número de brotes (9.2) superando a la aplicación de gallinaza. Pérez-González *et al.* (2005) encontraron efecto positivo también en la aplicación de lixiviado en la producción de ramas en jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) Con respecto al T2 Impulsor y T3 Ecomaxim a las doce semanas de evaluación, aunque hubo mayor número de brotes 6.4 y 6.2 respectivamente no hubo diferencias significativas en comparación con el T0 (testigo) que generó solo 5.5 brotes.



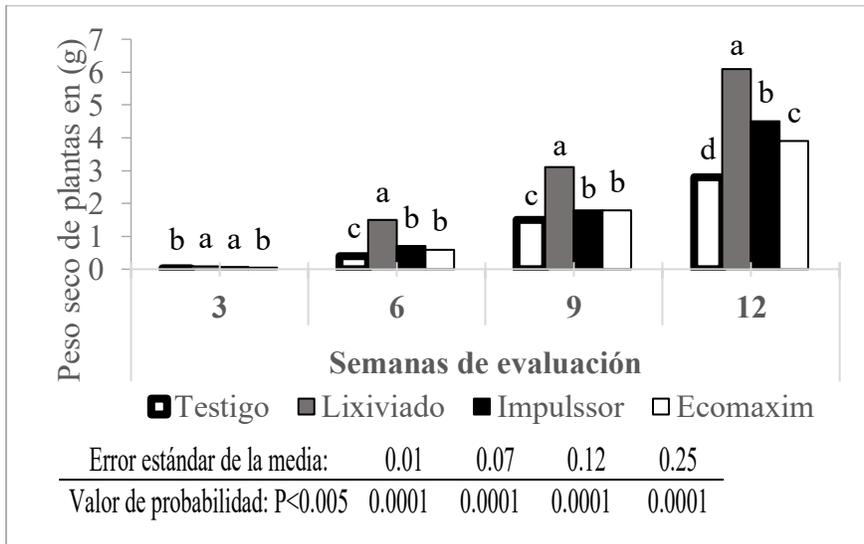
**Figura 3.** Efecto de fertilizantes foliares en el número de brotes de plantas de toronjil *A. mexicana* subespecie *mexicana* en doce semanas de crecimiento.

**Figure 3.** Effect of foliar fertilizers on the number of shoots of toronjil balm plants *A. mexicana mexicana* subspecies in twelve weeks of growth.

En cuanto al peso húmedo y peso seco de planta, el análisis de varianza siguió en la misma tendencia el tratamiento T1, (Lixiviado de lombriz) presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) con valores sobresalientes (31.6 g) en húmedo y (6.17 g) en seco con respecto a los demás tratamientos (Figura 4 y 5), esta información coincide con lo reportado por Borges *et al.* (2014) donde al incrementar la concentración de humus líquido de lombriz se incrementó el peso seco (9 g) de *Morus alba* L., con respecto al testigo. A su vez Milanés *et al.* (2005) y Rasche-Álvarez *et al.* (2021) reportan efectos positivos en el peso seco cuando se aplicó humus sólido de lombriz en *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. Esto debido al contenido de vitaminas, enzimas, hormonas de crecimiento vegetal, macro y micronutrientes que tienen efecto en plantas medicinales (Prabha *et al.*, 2007). Para el caso de T2 Impulsor y T3 Ecomaxim a las doce semanas de evaluación, aunque hubo mayor peso húmedo y consecuentemente mayor peso seco, sin embargo, no hubo diferencias significativas en comparación con el T0 (testigo) en las variables mencionadas.

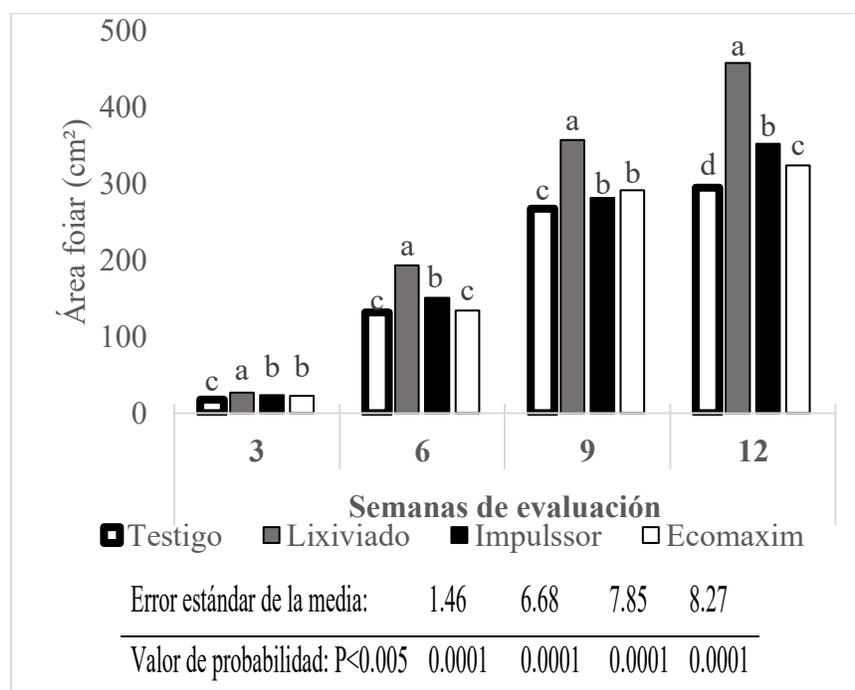


**Figura 4.** Efecto de fertilizantes foliares en el peso húmedo (g) de plantas de toronjil *A. mexicana* subespecie *mexicana* en doce semanas de crecimiento.  
**Figure 4.** Effect of foliar fertilizers on the wet weight (g) of toronjil balm plants *A. mexicana mexicana* subspecies in twelve weeks of growth.



**Figura 5.** Efecto de fertilizantes foliares en el peso seco (g) de plantas de toronjil *A. mexicana* subespecie *mexicana* en doce semanas de crecimiento.  
**Figure 5.** Effect of foliar fertilizers on the dry weight (g) of toronjil balm plants *A. mexicana mexicana* subspecies in twelve weeks of growth.

Finalmente, para la variable área foliar el tratamiento T1, (Lixiviado de lombriz) generó (457.52 cm<sup>2</sup>), superó estadísticamente ( $p \leq 0.05$ ), a los demás tratamientos T3: 323.6cm<sup>2</sup> (Ecomaxim), T2: 352.5 cm<sup>2</sup> (IMPULSOOR) y T0: (Testigo, sin fertilizante) 295cm<sup>2</sup> respectivamente, a las doce semanas de evaluación (Figura 6), esto concuerda con lo reportado Almaguer-López (2017) donde observa un incremento en el área foliar del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cuando se aplicó humus líquido. Milpa-Mejía *et al.* (2012) también reportan este efecto ( $p \leq 0.01$ ) en el cultivo de *Iris xiphium* L., variedad *Discovery* con respecto al testigo. Por otro lado, Cantero *et al.* (2015) encontraron un efecto positivo en la aplicación de lixiviado de lombriz en berenjena (*Solanum melongena* L.), por su parte Alcivar-Llivicura *et al.* (2021) y Cedeño-Solorzano *et al.* (2020) reportan este mismo efecto en pimiento. En general los resultados coinciden con Prabha *et al.* (2007) donde demuestran el efecto positivo de vermicomposta en plantas medicinales. La respuesta favorable de lixiviado de lombriz en el crecimiento y generación de hojas en los cultivos se le otorga a la absorción de nutrientes minerales, como el nitrógeno, por las plantas (Pant *et al.*, 2009). Para el caso de T2 Impulsor y T3 Ecomaxim generaron 352.5 cm<sup>2</sup> y 323.6 cm<sup>2</sup> de área foliar respectivamente a las doce semanas de evaluación, sin embargo, no hubo diferencias significativas en comparación con el T0 (testigo) que generó 295.2 cm<sup>2</sup>.



**Figura 6.** Efecto de fertilizantes foliares en el área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantas de toronjil *A. mexicana* subespecie *mexicana* en doce semanas de crecimiento.

**Figure 6.** Effect of foliar fertilizers on the leaf area (cm<sup>2</sup>) of toronjil balm plants *A. mexicana mexicana* subspecies in twelve weeks of growth.

Los resultados positivos encontrados con la aplicación de lixiviado de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en todas las variables morfológicas de las plantas de toronjil *A. mexicana* subespecie *mexicana* se deben al efecto que ejerce el fertilizante en la fisiología de la misma y esta se le atribuye a la estimulación de la planta por el contenido de fitohormonas bioestimuladoras que se encuentra en el lixiviado (Arteaga *et al.*, 2006; Domínguez *et al.*, 2010 y Lazo *et al.*, 2014), es viable desde el punto de vista medioambiental, donde en la aplicación de este insumo son aprovechados residuos orgánicos que son considerados desechos o fuentes potenciales de contaminación, los cuales se convierten en abonos orgánicos haciendo un reciclaje de nutrientes eficiente (Ramos-Agüero y Terry-Alfonso, 2014).

## CONCLUSIONES

La aplicación foliar del lixiviado de humus de lombriz tuvo un efecto positivo sobre los indicadores del crecimiento vegetativo y productividad de *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* en doce semanas de evaluación, en las variables altura de planta, número de rizomas, número de brotes, peso húmedo, peso seco y área foliar, los tratamientos que contenían Ecomaxim, Impulsor y Testigo, resultaron ser menos eficientes para el caso específico de este estudio. Los resultados obtenidos ayudan a conocer el manejo y nutrición de la especie, contribuyen a su producción y conservación sostenible, esto es relevante porque actualmente se comercializa de poblaciones silvestres.

## LITERATURA CITADA

- Abreu, E., Araujo, E., Rodríguez, S., Valdivia, A., Fuentes, L., & Pérez, Y. (2018). Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annum*. *Centro Agrícola*, 45(1), 52–61. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852018000100007&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852018000100007&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Alcivar-Llivicura, M. F., Vera-Rodríguez, J. H., Arévalo Serrano, O. J., Arévalo S., B. D., Pachar O, L. E., Castillo R, C. B., Carlosama M, L. K., Arizabal C., J. A., & Paltán M, N. D. (2021). Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 13(1), 50–58. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.793>
- Almaguer-López, J. (2017). Respuesta del *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) a las aspersiones foliares de humus líquido. In N° (Vol. 10). [www.eumed.net/rev/delos/29](http://www.eumed.net/rev/delos/29)
- Aremu, A. O., Stirk, W. A., Kulkarni, M. G., Tarkowská, D., Turečková, V., Gruz, J., Šubrtová, M., Pěňčík, A., Novák, O., Doležal, K., Strnad, M., & Van Staden, J. (2015). Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. *Plant Growth Regulation*, 75(2), 483–492. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-0011-0>
- Arteaga, M., Garces, N., Grurido, F., Pino, J. A., Lopez, A., Menendez, J. L., & Cartaya, O. (2006). Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. *amalia* en condiciones de producción. *Cultivos Tropicales*, 27(3), 95–101. [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Arteaga%2C+M.%2C+Garces%2C+N.%2C+Grurido%2C+F.%2C+Pino%2C+J.+A.%2C+Lopez%2C+A.%2C+Menendez%2C+J.+L.%2C+%26+Cartaya%2C+O.+%282006%29.+EVALUACION%3%93N+DE+LAS+APLICACIONES+FOLIARES+DE+HUMUS+L%3%8DQUIDO+EN+EL+CULTIVO+DEL+TOMATE+%28Lycopersicon+esculentum+Mill%29+VAR.+AMALIA+EN+CONDICIONES+DE+PRODUCCION%3%93N.+Cultivos+Tropicales%2C+27%283%29%2C+95%28E2%80%93101.&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Arteaga%2C+M.%2C+Garces%2C+N.%2C+Grurido%2C+F.%2C+Pino%2C+J.+A.%2C+Lopez%2C+A.%2C+Menendez%2C+J.+L.%2C+%26+Cartaya%2C+O.+%282006%29.+EVALUACION%3%93N+DE+LAS+APLICACIONES+FOLIARES+DE+HUMUS+L%3%8DQUIDO+EN+EL+CULTIVO+DEL+TOMATE+%28Lycopersicon+esculentum+Mill%29+VAR.+AMALIA+EN+CONDICIONES+DE+PRODUCCION%3%93N.+Cultivos+Tropicales%2C+27%283%29%2C+95%28E2%80%93101.&btnG=)
- Borges, J. A., Barrios, M., Chávez, A., & Avendaño, R. (2014). Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el aviveramiento de la morera (*Morus alba* L.). *Bioagro*, 26(3), 159–164. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612014000300004](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612014000300004)
- Burgo-Bencomo, O. B., López Fernández, R., Izquierdo Vera, R., Juca Maldonado, F., García Saltos, M. B., & Capa Benítez, L. (2018). Estudio experimental en el uso del fertilizante orgánico y el químico. *Espacios*, 39, 9–9. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n09/18390909.html>
- Cantero, J., Espitia, L., Cardona, C., Vergara, C., & Araméndiz, H. (2015). Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 56–67. <https://doi.org/10.22267/rcia.153202.13>
- Cedeño-Solorzano, C. J., Torres García, A., & Héctor Ardisana, E. F. (2020). Respuestas de crecimiento, contenido de clorofila y rendimiento a la aplicación de lixiviado de vermicompost de estiércol bovino en el pimiento (*Capsicum annum* L. híbrido Quetzal).

- La Técnica: Revista de Las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 11–20. [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i0.2264](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.2264)
- Domínguez, J., Lazcano, C., & Gómez-Brandón, M. (2010). Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(SPE2), 359–371. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.262900>
- FAO/OMS. (2021). *Guía para el día mundial de la inocuidad de los alimentos. Alimentos inocuos ahora para un mañana saludable*. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/campaigns-and-initiatives/world-food-safety-day-2021/guide-to-world-food-safety-day-2021-es.pdf?sfvrsn=79643104\\_58&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/campaigns-and-initiatives/world-food-safety-day-2021/guide-to-world-food-safety-day-2021-es.pdf?sfvrsn=79643104_58&download=true)
- Gálvez, J., Estrada-Reyes, R., Benítez-King, G., Araujo, G., Orozco, S., Fernández-Mas, R., Almazán, S., & Calixto, E. (2015). Involvement of the GABAergic system in the neuroprotective and sedative effects of acacetin 7-O-glucoside in rodents. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 33(5), 683–700. <https://doi.org/10.3233/RNN-140486>
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1>
- Hieronimi, H. (2010). *Manual de plantas Medicinales*. <http://www.tierramor.org/PDF-Docs/ManualHuertoMed2010.pdf>
- Itelima, J. U., Bang, W. J., Onyimba, I. A., Sila, M. D., & Egbere, O. J. (2018). Bio-fertilizers as Key Player in Enhancing Soil Fertility and Crop Productivity: A Review. *Journal of Microbiology*, 2(1). <https://www.mendeley.com/catalogue/a248cdf1-742d-3854-a3c0-7377f991721f/>
- Juárez, Z. N., Bach, H., Bárcenas-Pozos, M. E., & Hernández, L. R. (2021). Impact of the persistence of three essential oils with antifungal activities on stored wheat grains, flour, and baked products. *Foods*, 10(2), 213. <https://doi.org/10.3390/foods10020213>
- Juárez, Z. N., Hernández, L. R., Bach, H., Sánchez-Arreola, E., & Bach, H. (2015). Antifungal activity of essential oils extracted from *Agastache mexicana* ssp. *xolocotziana* and *Porophyllum linaria* against post-harvest pathogens. *Industrial Crops and Products*, 74, 178–182. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.058>
- Lazo, J. V., Ascencio, J., Ugarte, J., & Yzaguirre, L. (2014). Efecto del humusbol (humato doble de potasio y fósforo) en el crecimiento del maíz en fase vegetativa. *Bioagro*, 26(3), 143–152. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612014000300002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612014000300002)
- Leos-Malagon, A. S., Saavedra-Cruz, R. D., & Viveros-Valdez, E. (2020). Aromatic plants possibly useful against sars-cov-2 (Covid-19). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(6). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4406779>
- López Pérez, Y., Sosa Pérez, R., Méndez González, R., & Rodríguez Ledesma, Y. (2019). Foliar application of liquid earthworm humus in *Allium sativum* in Topes de Collantes, Cuba. *Centro Agrícola*, 46(2), 13–21. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/64747bd5bf943c8c79861177>
- Martínez-Galicia, A. V. (2018). Evaluación de las actividades genotóxicas y citotóxicas *in vivo* del extracto acuoso y del 7-O-β-D-glucopiranosido de la acetina, obtenidos de *Agastache mexicana* subsp. *mexicana*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Repositorio de Tesis DGBSDI. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000773822>
- Martínez-Gordillo, M., Bedolla-García, B., Cornejotenorio, G., Fragoso-Martínez, I., García-Peña, M. D. R., González-Gallegos, J. G., Lara-Cabrera, S. I., & Zamudio, S. (2017). Lamiaceae de México. *Botanical Sciences*, 95(4), 780–806. <https://doi.org/10.17129/botsci.187>
- Martínez-Scott, M. M., & Ruiz-Hernández, J. (2018). Efecto de la aplicación de lixiviados de lombriz y ácidos húmicos en la producción de pimiento morrón (*Capsicum annum* var. *Annum*). *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 5(15), 19–24. [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias\\_Naturales\\_y\\_Agropecuarias/vol5num15/Revista\\_de\\_Ciencias\\_Naturales\\_y\\_Agropecuarias\\_V5\\_N15.pdf#page=29](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol5num15/Revista_de_Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias_V5_N15.pdf#page=29)
- Milanés, M., Rodríguez, H., Ramos, R., & Rivera, M. (2005). Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales en *Calendula officinalis*

- L. y *Matricaria recutita* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 10(1), 0. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962005000100008&l](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962005000100008&l)
- Milpa-Mejía, S., González-Castellanos, A., Grenón-Cascales, G. N., & Vázquez-García, L. M. (2012). Cultivo en maceta de *Iris xiphium* L. (iris de Holanda) con diferentes concentraciones de humus de lombriz y sus lixiviados. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 44(2), 109–117. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652012000200009&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652012000200009&script=sci_arttext)
- Palma-Tenango, M., Sánchez-Fernández, R. E., & Soto-Hernández, M. (2021). A systematic approach to *Agastache mexicana* research: Biology, agronomy, phytochemistry, and bioactivity. *Molecules*, 26(12), 3751. <https://doi.org/10.3390/molecules26123751>
- Pant, A. P., Radovich, T. J. K., Hue, N. V., Talcott, S. T., & Krenek, K. A. (2009). Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choy (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(14), 2383–2392. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3732>
- Parabá-Guzmán, E. E., Nulfa, M. G. y, & Villanueva, E. J. R. (2021). Determinación de la composición química de las rocas minerales en las provincias O'Connor y Gran Chaco. *Ventana Científica Estudiantil*, 2(3). <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica-estudiantil/article/view/92>
- Pérez-González, J., Toral-Flores, A., Carreón-Amaya, J., Martínez-Ramírez, J. L., Rodríguez-Rubalcaba, R. y, & Casas-Salas, J. F. (2005). Niveles de fertilización orgánica mediante humus en Jamaica. *Scientia-CUCBA*, 14(1–2), 47–54. [http://seaturtle.org/library/Enciso-Padilla\\_2012\\_ScientiaCUCBA.pdf#page=49](http://seaturtle.org/library/Enciso-Padilla_2012_ScientiaCUCBA.pdf#page=49)
- Polanco-Rodríguez, A. G., Magana Castro, T. V., Cetz Inuit, J., & Quintal Lopez, R. (2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola*, 46(2), 72–83. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852019000200072&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852019000200072&script=sci_arttext)
- Prabha, M. L., Jayraaj, I. A., Jayaraj, R., & Rao, D. S. (2007). Effect of vermicompost and compost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 9(2). [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Effect+of+vermicompost+and+compost+on+growth+parameters+of+selected+vegetable+and+medicinal+plants.+Asian+Journal+of+Microbiology%2C+Biotechnology+and+Environmental+Sciences%2C+9%282%29.&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Effect+of+vermicompost+and+compost+on+growth+parameters+of+selected+vegetable+and+medicinal+plants.+Asian+Journal+of+Microbiology%2C+Biotechnology+and+Environmental+Sciences%2C+9%282%29.&btnG=)
- Ramírez-Mandujano, C. A., Esquivel-Paz, G., Gudiño-César, E., & J. P. Rojas-Murillo. (2016). Evaluación de fertilizantes foliares orgánicos e inorgánicos en zarzamora (*Rubus* sp.) cv. 'Tupi.' *Ciencia Nicolaita*, 67. <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/article/view/309>
- Ramos-Agüero, D., & Terry-Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007>
- Rasche-Álvarez, J. W., Fatecha-Fois, D. A., Morán-Fariña, L. M., Rojas-Sosa, D. R., Armoa-Báez, D. E., Santacruz-Escobar, S. L., Rasche-Álvarez, J. W., Fatecha-Fois, D. A., Morán-Fariña, L. M., Rojas-Sosa, D. R., Armoa-Báez, D. E., & Santacruz-Escobar, S. L. (2021). Sources and doses of organic amendments in the production of moringa. *Revista Científica de La UCSA*, 8(2), 13–20. <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2021.008.02.013>
- Reyes-Pérez, J. J., Rivero-Herrada, M., Solórzano-Cedeño, A. E., Carballo-Méndez, F. de J., Lucero-Vega, G., & Ruiz-Espinoza, F. H. (2021). Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana*, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833>
- Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9(12), 671–675. <https://www.nature.com/articles/nmeth.2089#citeas>
- Silva-Castellano, A. P., Magallán-Hernández, F., Vergara-Pineda, S., Ramírez-Segura, O., & Queijeiro-Bolaños, M. (2021). Protocolo de propagación por semilla de *Clinopodium mexicanum*, una planta medicinal nativa de México. *Agrociencia*, 55(5), 433–450. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v55i5.2519>

**Recibido:**  
16/mayo/2024

**Aceptado:**  
20/noviembre/2024

- Ticona, C., & Choque, C. (2021). Efecto del lixiviado del lombricompost en hijuelos de banano (*Mussa* spp) en condiciones de vivero. *Apthapi*, 7(2). <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/99>
- Torres-Díaz, G. (2019). Caracterización de la semilla, composición química del aceite esencial y efecto de la fertilización nitrogenada en *Agastache mexicana* ssp. *mexicana*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/2101/1/191650.pdf>
- Trinidad-Santos, A., & Aguilar-Manjarrez, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317309>
- Ventura-Martínez, R., Rodríguez, R., González-Trujano, M. E., Ángeles-López, G. E., Déciga-Campos, M., & Gómez, C. (2017). Spasmogenic and spasmolytic activities of *Agastache mexicana* ssp. *mexicana* and *A. mexicana* ssp. *xolocotziana* methanolic extracts on the guinea pig ileum. *Journal of Ethnopharmacology*, 196, 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.12.023>
- Villalba-Martínez, C. J., López Romero, R. M., Trinidad Santos, A., Quevedo Nolasco, A., Muratalla Lúa, A., Villalba Martínez, C. J., López Romero, R. M., Trinidad Santos, A., Quevedo Nolasco, A., & Muratalla Lua, A. (2018). Glucósidos en respuesta a dos fuentes de nutrición en *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Terra Latinoamericana*, 36(4), 411. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.318>