



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO,
CALIDAD Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE
(TORONJIL) *Agastache mexicana* subespecie
mexicana, EN GUERRERO**

URIEL HERNÁNDEZ RAMÍREZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL

DIRECTOR: DRA. TEOLINCACIHUATL ROMERO ROSALES

CODIRECTOR: DR. MIGUEL ÁNGEL GRUINTAL SANTOS


IGUALA DE LA INDEPENDENCIA GRO., MÉX. JUNIO DE 2022

La presente tesis titulada “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO, CALIDAD Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE (TORONJIL) *Agastache mexicana* subespecie *mexicana*, EN GUERRERO”, realizada por el alumno Uriel Hernández Ramírez, bajo la dirección del comité tutorial indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

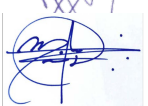
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL

COMITÉ TUTORAL


DIRECTORA: DRA. TEOLINCACIHUATL ROMERO ROSALES


CODIRECTOR: DR. MIGUEL ÁNGEL GRUINTAL SANTOS


ASESORA: DRA. MARIANA ESPINOSA RODRÍGUEZ


ASESORA: DRA. MIRNA VÁZQUEZ VILLAMAR


ASESOR: DR. SAÚL RÓJAS HERNÁNDEZ

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mis padres Adelfo Hernández Berrueta y Catalina Ramírez Bahena por todo lo que me han dado y por la vida misma.

Agradecimientos

Instituciones

UAGro, Universidad Autónoma de Guerrero, por permitirme formarme profesionalmente en su casa de estudios.

FCAA, por ser mi segunda casa y permitirme formarme académicamente y a si mismo enseñarme los conocimientos que me serán útiles en el trayecto de mi vida profesional.

A todo pueblo de México, por la beca otorgada a mi persona a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**), para culminar mis estudios de postgrado.

A la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local, por darme la oportunidad para lograr esta meta.

Al honorable jurado:

Dra. Teolincacihuatl Romero Rosales por cada una de sus explicaciones a mis dudas, por prepararme y sobre todo por su paciencia, consejos, cariño y dedicación a enseñarme, por compartir su hogar y familia conmigo que me sirvieron para que esta tesis fuera terminada.

Dr. Miguel Ángel Gruintal Santos por apoyarme en cada una de las dudas y sugerencias que surgieron a lo largo de este proyecto.

Dra. Mariana Espinosa Rodríguez por su importante participación y asesoría que fue de gran ayuda al compartir de su experiencia para sacar adelante este trabajo.

Dra. Mirna Vázquez Villamar, por su amabilidad, consideración y paciencia para instruirme y guiarme en este proyecto.

Dra. Saúl Rojas Hernández por sus valiosos consejos, comprensión, paciencia y sobre todo por brindarme sus conocimientos y apoyo de la presente tesis desde el inicio hasta su culminación.

Amigas y Amigos, cada uno de mis compañeros por compartir experiencias y conocimientos a lo largo de la maestría.

A mis hermanos: Alma Yaneth Hernández Ramírez y Miguel Ángel Hernández Ramírez por ser mis compañeros de vida y por todo su apoyo, mi tía Emidia, mis primas Mari, Rou y Olga.

A las autoridades de Tlacotepec, Corralitos y Amojileca por su tiempo y abrirme las puertas de las comunidades durante el trabajo de campo.

A cada uno de ellos sin excluir alguno y darles menos importancia a todos por ser parte esencial en mi vida y toda aquella persona que lea esta tesis espero que sea de gran utilidad.

Agradezco a Arturo Jair Mazón Ocampo por su contribución con el análisis estadístico inferencial, Salvador Calva Carrasco por su corrección de estilo, Antonio Cruz Maldonado, Gregorio Abarca Cástulo y Perla Malinali Adame Almazán, por su valiosa contribución durante la entrevista que se les hizo respecto del toronjil.

INDICE GENERAL

| | |
|--|-------------------------------|
| ÍNDICE GENERAL..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| ÍNDICE DE ECUACIONES..... | ix |
| RESUMEN GENERAL..... | 1 |
| I. INTRODUCCIÓN GENERAL..... | 2 |
| 1.2. Bibliografía..... | 4 |
| II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS GENERALES..... | 7 |
| 2.1. Objetivos..... | 7 |
| 2.2. Hipótesis..... | 7 |
| III. EFECTO DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS FOLIARES EN EL CRECIMIENTO DE <i>Agastache mexicana</i> subespecie <i>mexicana</i> TORONJIL (Lamiaceae)..... | 8 |
| 3.1. Resumen..... | 8 |
| 3.2. Abstract..... | 9 |
| 3.4. Materiales y métodos..... | 13 |
| 3.4.1. Localización del área de estudio..... | 13 |
| 3.4.2. Material biológico y sustrato..... | 14 |
| 3.4.3. Tratamientos y variables..... | 15 |
| 3.4.4. Análisis estadísticos..... | 17 |
| 3.5. Resultados y discusión..... | 18 |
| 3.7. Bibliografía..... | 33 |
| IV. PERCEPCIÓN LOCAL DE LOS USOS Y SITUACIÓN AMBIENTAL Y ECONÓMICA DEL TORONJIL (<i>Lamiaceae</i>) EN TRES COMUNIDADES DEL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO..... | 40 |
| 4.1. Resumen..... | 40 |
| 4.3. Introducción..... | 42 |
| 4.4. Materiales y métodos..... | 45 |
| 4.4.1. Análisis de datos..... | 47 |
| 4.5. Resultados y discusión..... | 48 |
| 4.6. Conclusiones..... | 60 |
| 4.7. Bibliografía..... | 61 |
| V. CALIDAD SANITARIA Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE TORONJIL <i>Agastache mexicana</i> Subsp. <i>mexicana</i> | 66 |
| 5.1. Resumen..... | 66 |
| 5.2. Abstract..... | 67 |
| 5.3. Introducción..... | 68 |
| 5.5. Resultados y discusión..... | 74 |
| 5.6. Conclusiones..... | 76 |
| 5.7. Bibliografía..... | 77 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Pág. |
|--------|---|------|
| 1 | Análisis de fertilidad de suelo..... | 13 |
| 2 | Tratamientos resultantes de la combinación de fertilizantes y edad de corte.. | 14 |
| 3 | Contenido del lixiviado de lombriz | 14 |
| 4 | Cuadrados medios del análisis de varianza de cuatro variables con tres fertilizantes y cuatro edades de corte..... | 16 |
| 5 | Cuadrados medios del análisis de varianza de cuatro variables con tres fertilizantes y cuatro edades de corte..... | 16 |
| 6 | Efecto de tratamientos en <i>A. mexicana</i> subespecie <i>mexicana</i> | 17 |
| 7 | Usos del toronjil en las comunidades de estudio en el estado de Guerrero, México..... | 40 |
| 8 | Sitios de extracción del toronjil en las comunidades de estudio en el estado de Guerrero, México | 41 |
| 9 | Conocimiento de flor y semilla de la planta de toronjil, en las tres poblaciones encuestadas en el estado de Guerrero, México..... | 42 |
| 10 | Percepción de la abundancia actual con respecto a los últimos diez años, de la planta de toronjil en las tres poblaciones encuestadas en el estado de Guerrero, México..... | 43 |
| 11 | Costos de producción de toronjil <i>Agastache mexicana</i> subespecie <i>mexicana</i> en 12.6 m ² | 66 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 12 | Lineamientos técnicos e indicadores financieros en toronjil <i>Agastache mexicana</i> subespecie <i>mexicana</i> | 66 |
|-----------|--|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | | Pág. |
|---------------|---|-------------|
| 1 | Ubicación del área de estudio..... | 13 |
| 2 | Efecto de enraizadores en la altura (cm) de planta en toronjil..... | 18 |
| 3 | Efecto de enraizadores en el diámetro de tallos de plantas de toronjil..... | 18 |
| 4 | Efecto de enraizadores en el número de rizomas de plantas de toronjil..... | 19 |
| 5 | Comparación de enraizadores evaluados en plantas de toronjil..... | 20 |
| 6 | Efecto de fertilizantes foliares en la altura (cm) de plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento..... | 23 |
| 7 | Efecto de fertilizantes foliares en el número de hojas de plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento..... | 25 |
| 8 | Efecto de fertilizantes foliares en el diámetro tallo de plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento..... | 26 |
| 9 | Efecto de fertilizantes foliares en el número de rizomas en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento..... | 27 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 10 | Efecto de fertilizantes foliares en número de brotes en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento..... | 28 |
| 11 | Efecto de fertilizantes foliares en el peso húmedo en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento..... | 29 |
| 12 | Efecto de fertilizantes foliares en el peso seco en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento..... | 29 |
| 13 | Efecto de fertilizantes foliares en el área foliar en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento..... | 30 |
| 14 | Ubicación del área de estudio..... | 45 |
| 15 | Percepción de las personas de las comunidades en estudio de por qué el toronjil ha disminuido su población en el estado de Guerrero, México..... | 52 |
| 16 | Disposición de las poblaciones locales que comprarían el toronjil para su consumo, a pesar de que se encuentra de manera silvestre en la comunidad, estado de Guerrero, México..... | 54 |
| 17 | Percepción del valor económico del toronjil, desde el punto de vista de las tres comunidades de estudio en Guerrero, México..... | 55 |
| 18 | Metodología utilizada de acuerdo con la NOM-2010-SSA1-2014. | 72 |
| 19 | Se observa que no hay formación de gas en ninguna de las diluciones | 75 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| ECUACIÓN | Pág. |
|------------------------------------|-------------|
| 1 Ecuación de Thompson..... | 39 |

RESUMEN GENERAL

En los últimos años ha aumentado la extracción de plantas medicinales del medio ambiente debido a los amplios usos, afectando así a las poblaciones silvestres. Una de estas especies es *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* planta endémica de México, ampliamente usada para tratar diferentes malestares. A pesar de diversos estudios sobre sus usos, hay una escasa información que permita su reproducción y conservación, además su semilla tiene bajo % de germinación, por eso se está poniendo en riesgo la permanencia de manera silvestre. El trabajo se realizó en tres etapas, en la primera etapa, se evaluaron tres fertilizantes foliares orgánicos, bajo un diseño factorial 4x3, donde se encontró que el mejor fertilizante fue el lixiviado de humus de lombriz que tuvo un efecto positivo sobre los indicadores del crecimiento vegetativo y productividad de *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* en doce semanas de evaluación, en la segunda etapa, se aplicó un cuestionario tipo encuesta semiestructurada, utilizando un muestreo aleatorio simple sin remplazo, en tres comunidades de Guerrero, México. Se encontró que la especie presenta varios problemas como son: el desconocimiento de las maneras de propagar, se desconocen las semillas, sin embargo, tiene un valor económico positivo para los locales. En la tercera etapa, se evaluó la calidad sanitaria de toronjil *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* con base a la NOM-210-SSA1-2014. En la misma planta, toronjil *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* cultivado en campo abierto, donde no se detectó presencia de microorganismos patógenos totales ni fecales. Así mismo, el experimento permitió calcular los costos de producción los cuales indicaron que este cultivo puede ser rentable y viable como alternativa en climas templados del estado de Guerrero.

Palabras clave: Toronjil, Agastache, usos, fertilizantes orgánicos, inocuidad, costos.

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Desde su origen, el humano ha tenido la necesidad de utilizar los recursos naturales, como son las plantas, para la obtención de alimento, vestimenta y en específico para aliviar algunos malestares a través del uso de plantas medicinales. A la fecha, se han reportado aproximadamente de 50,000 especies de plantas que tienen algún uso medicinal, las cuales representan aproximadamente al 10% de todas las existentes en el mundo (Maldonado *et al.*, 2020). China, México y Colombia tienen los tres primeros lugares a nivel mundial en cuanto a plantas medicinales registradas con 5,000, 4,500 y 2,600 respectivamente (Mora, 2015). En los últimos años se ha aumentado la explotación de 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-Castellanos *et al.*, 2021). Algunas de estas plantas se cultivan a gran escala, pero la mayor parte se cosechan de plantas silvestres, afectando así a sus poblaciones, una de estas especies es *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* planta endémica de México (Martínez-Gordillo *et al.*, 2017) la cual, ha sido reportada con actividad antifúngica en la protección de granos en postcosecha (Juárez *et al.*, 2015; Juárez *et al.*, 2021), como remedio para tratar heridas, úlceras, dolor, fiebre, purulencias infectadas, soriasis, antiespasmódico, espasmogénico, estomacal (Hieronimi, 2010; Ventura-Martínez *et al.*, 2017 y Martínez-Galicia, 2018), como tratamiento farmacológico alternativo para el daño cerebral traumático (Gálvez *et al.*, 2015). Recientemente fue reportada como una alternativa para aliviar algunos malestares del SARSCoV-2, (Covid-19) (Viveros-Valdez *et al.*, 2020).

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, libres de peligros físicos, químicos y microbiológicos, si no es inocuo, no es un alimento (FAO/OMS,

2021). Por otra parte, conocer los costos de producción, para minimizar las posibles crisis financieras, sociales y ambientales, exigen tener una planeación para la toma de decisiones concretas y oportunas (Molina, 2017). Los costos de producción son el punto de partida para conseguir información confiable sobre el proceso de producción (Sandoval y Mendoza 2015). Hay mucho por hacer debido a que se siguen usando cantidades excesivas de agroquímicos con altos niveles de toxicidad que persisten en el medio ambiente por mucho tiempo inclusive años causando daños irreversibles en los suelos entre ellos fertilizantes de síntesis química (Abreu *et al.*, 2018 y Polanco-Rodríguez *et al.*, 2019), estos, además de su elevado costo ocasionan problemas de contaminación de los suelos y agua (Paraba-Guzmán *et al.*, 2021). Una alternativa a esto, es el uso de biofertilizantes y bioestimulantes (Reyes-Pérez *et al.*, 2021) 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).

A pesar de diversos estudios antes mencionados respecto a esta especie, hay una escasa información sobre su manejo agronómico, calidad y costos de producción que permita su reproducción y conservación, a esto le agregamos que su semilla tiene bajo porcentaje de germinación de tan solo un 39% (Torres-Díaz, 2019), se está poniendo en riesgo la permanencia de esta especie en el medio ambiente de manera silvestre. Considerando lo anterior nuestro objetivo fue evaluar la respuesta productiva, usos, calidad sanitaria y costos de producción de toronjil *Agastache mexicana* subsp. *mexicana*, en Guerrero.

1.2. Bibliografía

- Abreu, C. E., C. E. Araujo., S. L. Rodríguez-Jiménez., A. L. Valdivia-Ávila., L. Fuentes-Alfonso y Y. Pérez-Hernández. 2018. Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*. Centro Agrícola 45(1): 52-61.
- FAO/OMS. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. 2021. Guía para el día mundial de la inocuidad de los alimentos. 1-8.
- Gálvez, J., R. Estrada-Reyes., G. Benítez-King., G. Araujo., S. Orozco., R. Fernández-Mas., S. Almazán y E. Calixto. 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.
- Hieronimi, H. 2010. Pequeño manual de plantas medicinales. 4ta edición. Editorial Tierramor. Michoacán. México.
- Itelima, J. U., W. J. Bang., I. A. Onyimba., M. D. Sila y O. J. Egbere. 2018. Una revisión: biofertilizante; un actor clave en la mejora de la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos. Revista de microbiología experimental y clínica 2(1): 22-28.
- Juárez, Z. N., H. Bach., M. E. Bárcenas-Pozos y L. R. Hernández. 2021. Impacto de la persistencia de tres aceites esenciales con actividades antifúngicas en granos de trigo almacenados, harina y productos horneados. Alimentos 10 (2): 213.
- Juárez, Z. N., L.R. Hernández., H. Bach., E. Sánchez-Arreola y H. Bach. 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.

- Maldonado, C., N. Zambrana., R. Bussmann., F. Zenteno-Ruiz y A. Fuentes. 2020. La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19) *Ecología en Bolivia* 55(1): 1-5.
- 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 acacetina, obtenidos de *Agastache mexicana* subsp *mexicana*. (Tesis de Licenciatura). [Universidad Nacional Autónoma de México] Ciudad de México. 1-86
- Martínez-Gordillo, M., G.B. Bedolla., T. G. Cornejo., M.I. fragoso., P. M. R. García., G. J. G González., C. S. I. Lara y S. Zamudio. 2017. *Lamiaceae* de México. *Botanical Sciences* 95(4): 780-806.
- Molina, P. O. R. 2017. Rentabilidad de la producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: municipios Pueblo Llano y Rangel del estado Mérida, Venezuela ISSN 1317-8822 / ISSN Electrónico 2477-9547 pp. 217 -232.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/4655/465552407013/465552407013.pdf>
- Mora, H. I. A. 2015. ¿Herbolaria? *Revista Ciencia y cultura*. 2(1): 1-3.25.
- Parabá-Guzmán E. E., M. G. Nulfa y E. J. Rojas-Villanueva. 2021. Determinación de la composición química de las rocas minerales en las provincias o'connor y gran chaco. *Ventana Científica Estudiantil* 2(3): 1-9.
- Polanco-Rodríguez, A. G., T. V. Magaña-Castro., J. Cetz Luit y R. Quintal López. 2019. Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola* 46(2): 72-83.
- Reyes-Pérez, J. J., M. Rivero-Herrada., A. E. Solórzano-Cedeño., F. J. Carballo-Méndez., G. Lucero-Vega y F. H. Ruiz-Espinoza. 2021. Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y

- hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana* 39(): 1-14.
- Sandoval, E. K. y R. E. Mendoza. 2015. Costos del proceso de producción en el cultivo del plátano en la Finca “La perla de Ometepe” Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua UNAN-Managua. Facultad de Ciencias Económicas Departamento de Contaduría Pública y Finanzas. <https://repositorio.unan.edu.ni/2820/7/15002.pdf>
- Silva-Castellanos, A. P., F, Magallán-Hernández., S. Vergara-Pineda., O. Ramírez-Segura y M. Queijeiro-Bolaños. 2021. Protocolo de propagación por semilla de *Clinopodium mexicanum*, una planta medicinal nativa de México. *Agrociencia* 55 (5): 433-450.
- 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]. Estado de México, México. 1-79.
- Viveros-Valdez, E., A. S. Leos-Malagon y R. D. Saavedra-Cruz. 2020. Plantas aromáticas posiblemente útiles contra el SARS-Cov-2 (*Covid-19*). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(6): 744-752.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS GENERALES

2.1. Objetivos

- Evaluar el enraizamiento y respuesta productiva de toronjil, *Agastache mexicana* subsp. *mexicana*.
- Evaluar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en toronjil, *Agastache mexicana* subsp. *mexicana*.
- Conocer el uso y aprovechamiento potencial del toronjil en tres comunidades de Guerrero.
- Determinar la calidad microbiológica de toronjil *A. mexicana* subsp. *mexicana*.
- Cuantificar los costos de producción de toronjil *A. mexicana* subsp. *mexicana*

2.2. Hipótesis

- El efecto de los enraizadores estudiados será diferente en el crecimiento vegetativo de *Agastache mexicana* subsp. *mexicana*.
- Los fertilizantes orgánicos presentarán un efecto positivo al ser estudiados en *Agastache mexicana* subsp. *mexicana*.
- Los usos y aprovechamiento de toronjil, serán diferentes en las tres comunidades de Guerrero.
- Las plantas de toronjil *Agastache mexicana* subsp. *mexicana* presentará una buena calidad microbiológica.
- Los costos indicarán un proyecto viable en la producción de *Agastache mexicana* subsp. *mexicana* a campo abierto.

III. EFECTO DE CUATRO ENRAIZADORES Y TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS FOLIARES EN EL CRECIMIENTO DE *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* TORONJIL (Lamiaceae)

3.1. Resumen

En los últimos años ha aumentado la extracción de plantas medicinales del medio ambiente debido a los amplios usos, afectando así a las poblaciones silvestres. Una de estas especies es *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* planta endémica de México, ampliamente usada para tratar diferentes malestares. A pesar de diversos estudios sobre sus usos, hay una escasa información que permita su reproducción y conservación, además su semilla tiene bajo % de germinación, se está poniendo en riesgo la permanencia de esta especie en el medio ambiente donde se encuentra de manera silvestre. Por esa razón se evaluaron cuatro enraizadores comerciales: (t0: Testigo), (t1: Radix10000®), (t2: Rootex® 08) (t3: Rooting®), (t4: Raíz plant®) y tres diferentes fertilizantes orgánicos (Lixiviado de lombriz, IMPULSSOOR ROOT y MAXIM) en el crecimiento vegetativo de *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* bajo un diseño completamente al azar y un arreglo factorial 4x3 (edades de corte y fertilizantes) respectivamente. Las variables evaluadas en enraizadores fueron AP: Altura de planta; DDT: Diámetro de tallos; NDR: Número de rizomas, para fertilizantes las variables fueron: AP: Altura de planta; NH: Número de hojas; DDT: Diámetro de tallos; NDR: Número de rizomas; NDB: Número de brotes; PH: Peso húmedo; PS: Peso seco y AF: Área foliar. Los resultados de enraizadores indican diferencias significativas en las variables evaluadas, siendo Rootex el mejor. Para el caso de fertilizantes en las fuentes de variación fertilizantes (F) y edad de corte (C) y en la interacción fertilizante por edad de corte (F*C) se observó diferencias significativas ($p \leq 0.05$), para todas las variables evaluadas. El mejor fertilizante foliar fue el lixiviado de lombriz que tuvo un efecto positivo sobre las variables evaluadas de *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* a las doce semanas de evaluación.

Palabras clave: Nutrición, plantas medicinales, herbolaria, foliar, humus

3.2. Abstract

In recent years it has perceived the extraction of medicinal plants from the environment due to their extensive uses, thus ascending to wild populations. One of these species is *Agastache mexicana* subspecies *mexicana*, a plant endemic to México, widely used to treat different ailments. Despite various studies on its uses, there is little information that allows its reproduction and conservation, in addition its seed has a low percentage of germination, the permanence of this species in the environment where it is found in the wild is being put at risk. For this reason, four commercial rooters were evaluated: (t0: Witness), (t1: Radix10000®), (t2: Rootex® 08) (t3: Rooting®), (t4: Raíz plant®) and three different organic fertilizers (Leach of worm, IMPULSSOOR ROOT and MAXIM) in the vegetative growth of *Agastache mexicana* subspecies *mexicana* under a completely randomized design and a 4x3 factorial arrangement (cutting ages and fertilizers) respectively. The variables evaluated in rooters were AP: Plant height; DDT: Diameter of stems; NDR: Number of rhizomes, for fertilizers the variables were: AP: Plant height; NH: Number of leaves; DDT: Diameter of stems; NDR: Number of rhizomes; NDB: number of shoots; PH: wet weight; PS: Dry weight and AF: Leaf area. The rooting results indicate significant differences in the evaluated variables, being Rootex the best. In the case of fertilizers in the sources of variation of fertilizers (F) and cut-off age (C) and in the fertilizer interaction by cut-off age (F*C), significant differences ($p \leq 0.05$) were shown for all variables. evaluated. The best foliar fertilizer was earthworm leachate, which had a positive effect on the evaluated variables of *Agastache mexicana* subspecies *mexicana* at twelve weeks of evaluation.

Keywords: Nutrition, medicinal plants, herbalism, foliar

3.3. Introducción

Desde su origen, el humano ha tenido la necesidad de utilizar los recursos naturales, como son las plantas, para la obtención de alimento, vestimenta y en específico para aliviar algunos malestares a través del uso de plantas medicinales. A la fecha, se han reportado aproximadamente de 50,000 especies de plantas que tienen algún uso medicinal, las cuales corresponden aproximadamente a un 10% de todas las existentes en el mundo (Maldonado *et al.*, 2020). China, México y Colombia ocupan los tres primeros lugares a nivel mundial en cuanto a plantas medicinales registradas con 5,000, 4,500 y 2,600 respectivamente (Mora, 2015). 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-Castellanos *et al.*, 2021). Algunas de estas plantas se cultivan a gran escala, pero la mayoría se extraen de poblaciones silvestres, lo cual afecta directamente su existencia en el medio ambiente, una de estas especies 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), la cual, 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 antiinflamatorio (Arias-Mota *et al.*, 2021). Antiespasmódico, estomacico, para tratar heridas, úlceras, dolor y fiebre (Hieronimi, 2010). Actividades espasmogénicas y espasmolíticas (Ventura-Martínez *et al.*, 2017). Algunos estudios también sugieren el uso de flavonoides derivados de esta planta como (7-ACAG) como tratamiento farmacológico alternativo para el daño cerebral traumático (Gálvez *et al.*, 2015). 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), 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 la dejan 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). Sin embargo, hay mucho por hacer debido a que, se siguen usando cantidades excesivas de agroquímicos con altos niveles de toxicidad, que persisten mayor tiempo en el medio ambiente debido a su estabilidad química, lenta degradación y alta persistencia (Polanco-Rodríguez *et al.*, 2019). Por otro lado, al día de hoy, hay una gran diversidad de fertilizantes en el mercado de síntesis química, sin embargo, estos han perjudicado las características biológicas del suelo (Abreu *et al.*, 2018), además de su elevado costo ocasionan problemas de contaminación de los suelos y agua (Paraba-Guzmán *et al.*, 2021). 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, ya que en la actualidad 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) estos influyen también 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 lo anterior y carencia de información sobre su manejo agronómico, nuestro objetivo fue evaluar cuatro enraizadores comerciales y tres fertilizantes orgánicos foliares en el crecimiento vegetativo de *A. mexicana* subespecie *mexicana*.

3.4. Materiales y métodos

3.4.1. 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 $18^{\circ}35'06.83''$ N y $99^{\circ}40'21.09''$ O, con una altitud de 2,334msnm. El clima es considerado Cwb templado con lluvias en verano, La temperatura media anual es 18.4°C en Taxco. La precipitación aproximada es de 1,252 mm (García, 2004). Durante el experimento de enraizadores 20 diciembre a 20 febrero 2021 y fertilizantes de 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%, con un datalogger marca Elitech HC 4RC.

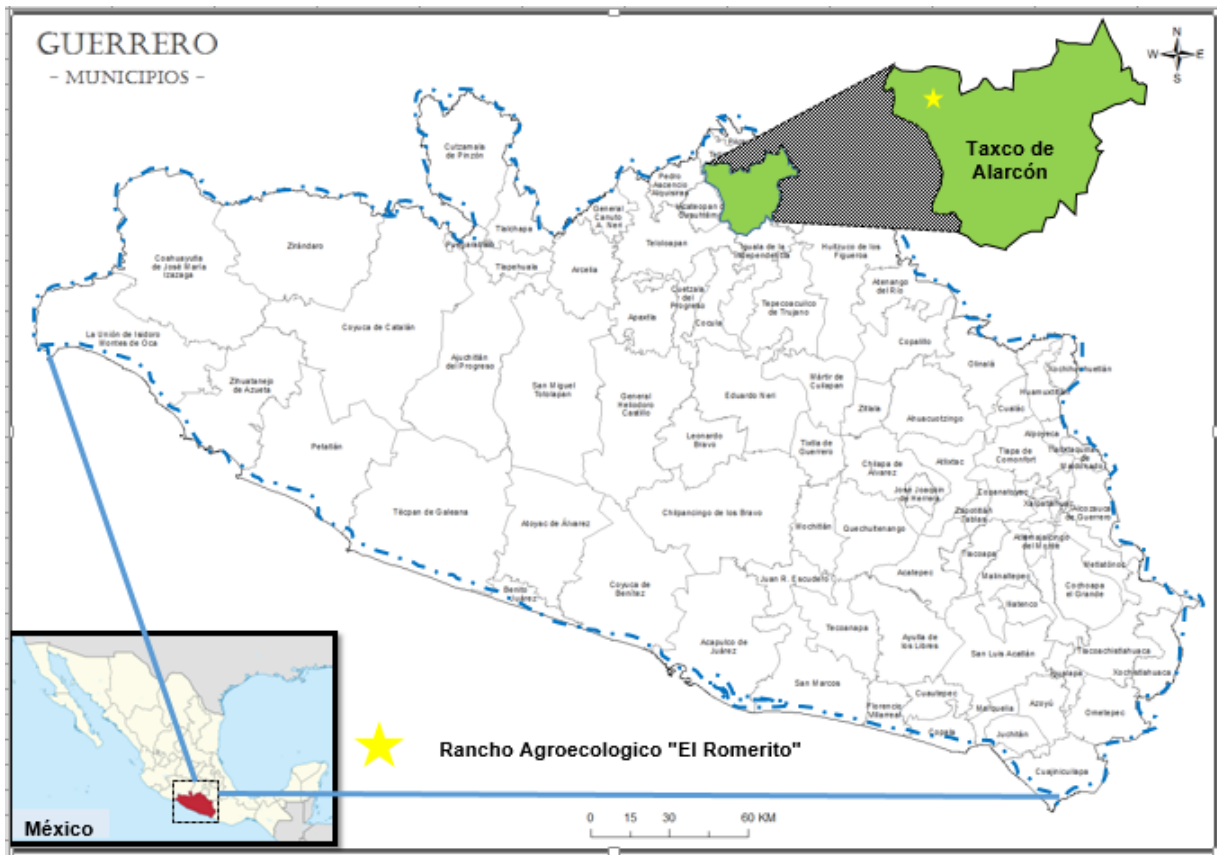


Figura 1. Localización del área de estudio

3.4.2. Material biológico y sustrato

Para enraizadores, de plantas adultas de *A. mexicana* subespecie *mexicana* provenientes de la localidad Agua de Panteón de Corralitos del municipio de Leonardo Bravo, Guerrero, fueron colectadas en noviembre del 2019, estas fueron previamente adaptadas al clima del lugar del experimento, se obtuvieron rizomas de 20 cm de raíz a la última hoja apical con siete hojas, se colocaron en bolsas de 30 x 30 cm de polietileno, en sustrato tierra de monte a campo abierto.

Para fertilizantes orgánicos 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 a la raíz de cada explante. El trasplante se realizó en bolsas de polietileno de 30 x 30 cm, el trasplante se realizó por la tarde para evitar deshidratación de la plántula 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). Se aplicaron dos litros de agua de pozo por semana a capacidad de campo.

Cuadro 1. Análisis de fertilidad del suelo utilizado

| M.O | pH | N- NO ³ | P | K | Ca | Mg | Na | Fe | Zn | Mn | Cu | B | S |
|-----|------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| % | | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ppm | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 11 | 6.85 | 8.49 | 19.4 | 193 | 2781 | 248 | 26.6 | 129 | 2.54 | 18.2 | 0.47 | 0.14 | 28.1 |

3.4.3. Tratamientos y variables

Para la evaluación de enraizadores las plantas de *A. mexicana* subespecie *mexicana* fueron impregnadas con los diferentes enraizadores; t0:Testigo, (t1:Radix10000® Ácido Indol-3-Butírico), (t2:Rootex® 08-45-6.7 NPK+14 extracto húmico), (t3:Rooting® Ácido Indol Butírico + Vitaminas + Zeatina + Fósforo asimilable P2O5), (t4: Raíz plant® 4.8-22-15.5-0.3-0.4 NPKMg + ácidos húmicos y fúlvicos) en un diseño completamente al azar con seis repeticiones por tratamiento, las variables respuesta fueron: Altura de planta, diámetro de tallos y número rizomas, se evaluaron a las dos, cuatro, seis y ocho semanas después del trasplante. Las variables fueron comparadas a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Para la evaluación de fertilizantes se dejaron crecer las plantas libremente por 30 días (28 de febrero al 28 de marzo 2021) posteriormente a los 30 días después de trasplante se realizó una homogenización de plantas, realizando un corte a los cinco cm de altura de la base del tallo al ápice de planta. Se utilizó un arreglo factorial completamente al azar 4x3. Se generaron 12 tratamientos con 7 repeticiones con un total de 84 plantas, los factores estudiados fueron: fechas de corte con cuatro niveles: a las tres, seis, nueve y doce semanas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos resultantes de la combinación de fertilizantes y edad de corte.

| N. TRATAMIENTOS | FACTORES |
|-----------------|--------------------------------|
| τ_1 | F ₁ +C ₁ |
| τ_2 | F ₁ +C ₂ |
| τ_3 | F ₁ +C ₃ |
| τ_4 | F ₁ +C ₄ |
| τ_5 | F ₂ +C ₁ |
| τ_6 | F ₂ +C ₂ |
| τ_7 | F ₂ +C ₃ |

| | |
|-------------|--------------------------------|
| τ_8 | F ₂ +C ₄ |
| τ_9 | F ₃ +C ₁ |
| τ_{10} | F ₃ +C ₂ |
| τ_{11} | F ₃ +C ₃ |
| τ_{12} | F ₃ +C ₄ |

F1= Lixiviado de lombriz, F2=IMPULSSOOR ROOT, F3=MAXIM, C1=Corte 1 a las tres semanas, C2=Corte 2 a las seis semanas, C3=Corte 3 a las nueve semanas, C4=Corte 4 a las doce semanas.

Después de la homogenización de plantas y aplicación de fertilizantes foliares orgánicos con tres niveles; Lixiviado de lombriz relación 1:4 con agua (Cuadro 3), IMPULSSOOR ROOT 5ml/L (03-2.3-3+Biologicos) y MAXIM 5ml/L (Ácidos húmicos 65%, Ácidos fúlvicos 20%, L-Aminoácidos 12% y Ácidos carboxílicos 3%) los dos últimos de la empresa ECO y los tres permitidos en la producción orgánica. 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.

Cuadro 3. Contenido de lixiviado de lombriz

| Determinación | Unidades | Contenido |
|-------------------------|--------------------|-----------|
| pH | | 8.99 |
| Relación C/N | | 4.76 |
| Conductividad eléctrica | dS/m ⁻¹ | 5.80 |
| Nitrógeno total | % | 0.02 |
| Fósforo | % | 0.0002 |
| Potasio | % | 0.18 |
| Calcio | % | 0.0038 |
| Magnesio | % | 0.0031 |

| | | |
|------------------|-----|--------|
| Sodio | % | 0.02 |
| Azufre | % | 0.0094 |
| Materia orgánica | % | 0.20 |
| Carbono orgánico | % | 0.12 |
| Hierro | ppm | 4.73 |
| Cobre | ppm | 0.24 |
| Manganeso | ppm | 2.31 |
| Zinc | ppm | 0.11 |
| Boro | ppm | 0.10 |

Las variables evaluadas fueron: Altura de planta tomada del suelo a la hoja apical más alta con un flexómetro (AP; cm), número de hojas por planta (NH), diámetro de tallos medido con un vernier digital SURTEK (DDT, mm), número de rizomas (NDR), número de brotes (NRB), peso húmedo pesado en una balanza analítica Isolab (PH; g), peso seco pesado en una balanza analítica Isolab (PS; g), con tejido vegetal secado a 60 °C en estufa (RIOSSA DIGITAL, HCF-62) durante 24 h; y área foliar (AF; cm²), calculada mediante el software ImageJ (Schneider *et al.*, 2012)

3.4.4. Análisis estadísticos

Para enraizadores se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones y para fertilizantes un diseño factorial factorial 4x3. Los datos obtenidos se organizaron en una hoja de cálculo de Excel 2013, las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), mediante el procedimiento GLM con el software estadístico SAS (*Statistical Analysis System*) versión 9.4.

3.5. Resultados y discusión

3.5.1. Resultados de enraizadores

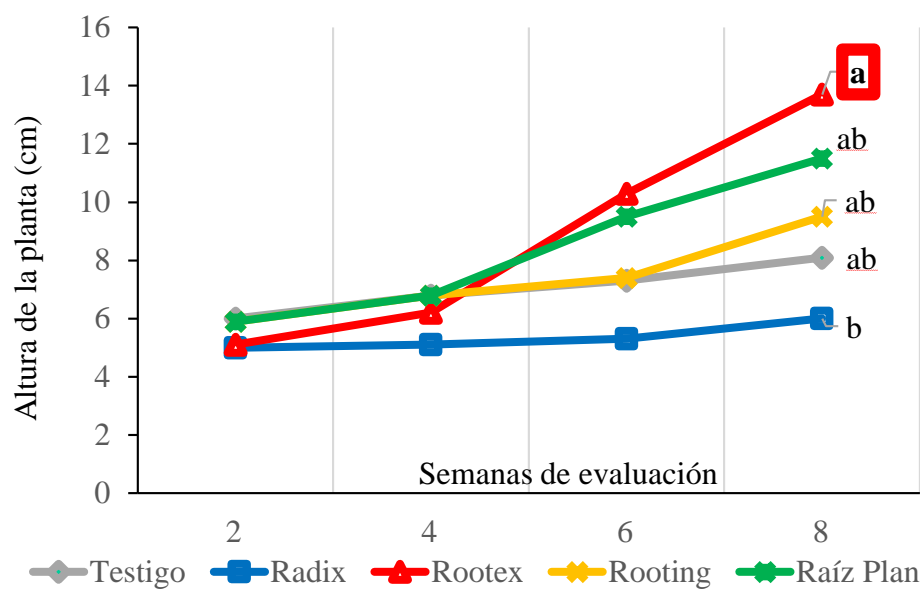


Figura 2. Efecto de enraizadores en la altura (cm) de plantas de toronjil en ocho semanas de crecimiento.

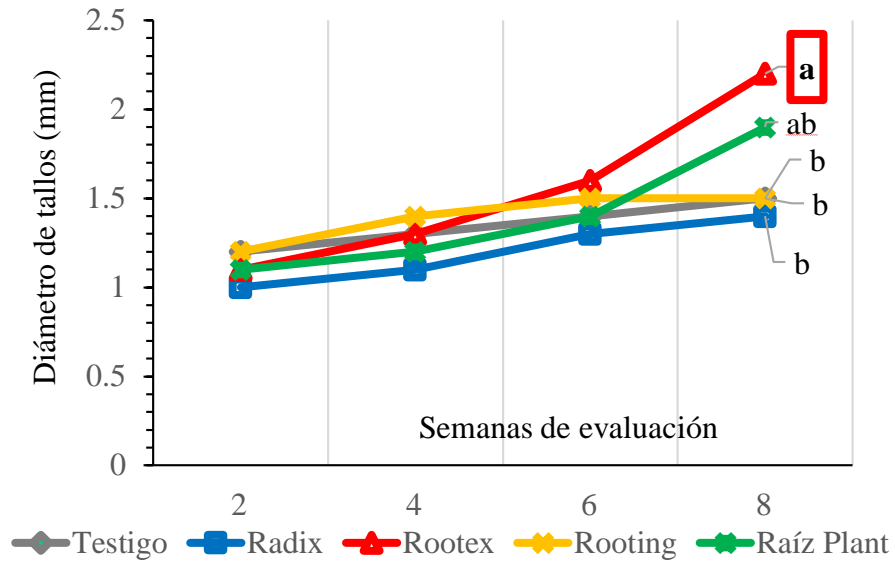


Figura 3. Efecto de enraizadores en el diámetro de tallos de plantas de toronjil en ocho semanas de crecimiento.

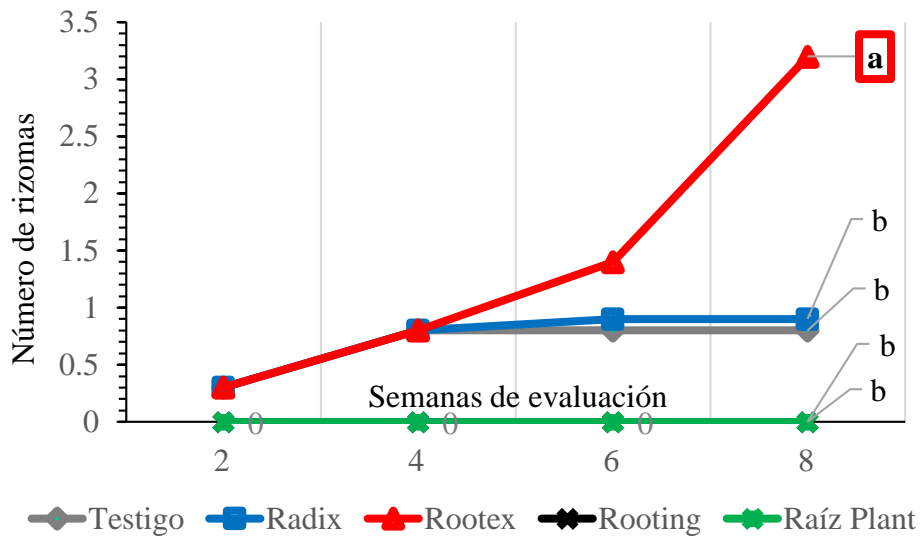


Figura 4. Efecto de enraizadores en el número de rizomas de plantas de toronjil en ocho semanas de crecimiento.



Figura 5. Comparación de enraizadores evaluados en plantas de toronjil en ocho semanas de crecimiento.

El enraizador Rootex fue el más activo ($P < 0.05$) ya que generó una mayor altura, diámetro de tallos y número de rizomas a las ocho semanas (13.7cm), (figura 2, 3 y 4) esto difiere con lo que menciona (González *et al.*, 2019) donde al usar ácido indolbutírico (Radix 1000) en la propagación de *Acer negundore* reportaron mayor ($P < 0.05$) longitud de brote hasta la yema y longitud de brote hasta la hoja 6.9cm y 21.43cm, respectivamente, al contrario, en *A. mexicana* subsp. mexicana fue el que mostró menor altura, diámetro de tallo y número de hijuelos. Difiere también con lo registrado por (Ramírez-Valadez *et al.*, 2020) donde evaluaron el enraizamiento de plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) siendo Rooting uno de los mejores con 90% peat moss: 10% perlita el de mayor y Rootex 50% peat moss: 50% perlita la menor altura de planta 12.22 y 5.67cm respectivamente. El mejor enraizador resultó ser Rootex esto puede deberse a la combinación de fitohormonas, aminoácidos, ácidos orgánicos y nutrientes que

contiene, cuya finalidad es inducir la emisión de raíces, así como favorecer el crecimiento posterior de la planta, mejorando la formación de tejidos vasculares y capacidad para sintetizar hormonas.

3.5.2. Resultados de fertilizantes foliares

En las fuentes de variación fertilizantes (F) y edad de corte (C), se observó diferencias significativas ($p \leq 0.05$), para todas las variables evaluadas, AP: Altura de planta; NH: Número de hojas; DDT: Diámetro de tallos; NDR: Número de rizomas; NDB: Número de brotes; PH: Peso húmedo; PS: Peso seco y AF: Área foliar, siendo el lixiviado de lombriz y la edad de corte a las 12 semanas donde se obtienen los mayores rendimientos, (cuadro 4 y 5) En las cuales provocaron un incremento en las variables descritas.

En la interacción fertilizante por edad de corte (F*C) se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para todas las variables evaluadas, AP: Altura de planta; NH: Número de hojas; DDT: Diámetro de tallos; NDR: Número de rizomas; NDB: Número de brotes; PH: Peso húmedo; PS: Peso seco y AF: Área foliar, cuadro 4 y 5. En cuanto a los resultados obtenidos en el experimento los coeficientes de variación muestran que son confiables al mostrar valores menores al 30% excepto en el número de hijuelos. Esto revela que hay efecto por parte de la aplicación de fertilizantes foliares y las edades de corte lo cual permite aumentar el contenido de biomasa.

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza de cuatro variables con tres fertilizantes y cuatro edades de corte

| Fuente de Variación | Grados de libertad | Altura de planta | Número de hojas | Diámetro de tallos | Número de rizomas |
|---------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| Fertilizantes (F) | 2 | 749.49* | 9348.19* | 2.38* | 4.79* |
| Edad de corte (C) | 3 | 6495.44* | 116531.57* | 30.96* | 12.80* |

| | | | | | |
|---------------------------|---|---------|--------|-------|-------|
| F * C | 6 | 151.92* | 94.76* | 0.33* | 0.59* |
| Coefficiente de variación | | 8.11 | 5.11 | 4.63 | 53.05 |

*: Significativo al 0.05 de probabilidad.

Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de varianza de cuatro variables con tres fertilizantes y cuatro edades de corte

| Fuente de Variación | Grados de libertad | Número de brotes | Peso húmedo | Peso seco | Área foliar |
|---------------------------|--------------------|------------------|-------------|-----------|-------------|
| Fertilizantes (F) | 2 | 57.51* | 258.70* | 10.52* | 35408.07* |
| Edad de corte (C) | 3 | 190.65* | 2474.49* | 92.27* | 523753.78* |
| F * C | 6 | 7.49* | 37.28* | 1.66* | 5916.27* |
| Coefficiente de variación | | 13.73 | 8.57 | 7.74 | 3.00 |

*: Significativo al 0.05 de probabilidad.

Cuadro 6. Efecto de tratamientos en *A. mexicana* subespecie *mexicana*

| Tratamientos | AP (cm) | NH (n) | DDT (mm) | NDR (n) | NDB (n) | PH (g) | PS (g) | AF (cm ²) |
|------------------|---------|--------|----------|---------|---------|--------|--------|-----------------------|
| $\tau_1:F_1+C_1$ | 10.3g | 21.1h | 1.71g | 0.0d | 1.2d | 0.6g | 0.0g | 26.9h |
| $\tau_2:F_1+C_2$ | 21.2e | 59.7f | 2.5e | 1.0cb | 3.5c | 10.2e | 1.5e | 193.0e |
| $\tau_3:F_1+C_3$ | 39.4c | 108.8d | 3.4c | 1.1b | 7.0b | 20.3c | 3.1d | 357.0b |
| $\tau_4:F_1+C_4$ | 62.6a | 239.4a | 5.0a | 2.5a | 10.8a | 31.6a | 6.1a | 457.5a |
| $\tau_5:F_2+C_1$ | 10.2g | 16.5h | 1.7g | 0.0d | 1.0d | 0.3g | 0.0g | 23.9h |
| $\tau_6:F_2+C_2$ | 18.0fe | 43.2g | 2.1f | 0.1d | 1.5d | 6.6f | 0.7f | 151.1f |

| | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------|------|-------|------|-------|------|--------|
| $\tau_{7:F_2+C_3}$ | 28.5d | 92.2g | 3.1d | 0.4cd | 3.7c | 14.9d | 1.8e | 281.1d |
| $\tau_{8:F_2+C_4}$ | 45.9b | 171.2e | 4.1b | 1.4b | 6.4b | 24.2b | 4.5b | 352.5b |
| $\tau_{9:F_3+C_1}$ | 9.6g | 14.1h | 1.5g | 0.0d | 1.0d | 0.3g | 0.0g | 23.0h |
| $\tau_{10:F_3+C_2}$ | 15.5f | 38.1g | 2.1f | 0.0d | 1.5d | 5.8f | 0.6f | 133.9g |
| $\tau_{11:F_3+C_3}$ | 26.3d | 84.4e | 2.8e | 0.4cd | 4.0c | 12.0e | 1.8e | 291.1d |
| $\tau_{12:F_3+C_4}$ | 43.5c | 152.1c | 4.0b | 1.4b | 6.2b | 21.0c | 3.9c | 323.6c |
| DSM | 4.0 | 9.2 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.9 | 0.2 | 11.8 |
| Media: | 27.6 | 86.7 | 2.8 | 0.7 | 4.0 | 12.3 | 2.0 | 217.9 |

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); DSM: Diferencia significativa mínima; AP: Altura de planta; NH: Número de hojas; DDT: Diámetro de tallos; NDR: Número de rizomas; NDB: Número de brotes; PH: Peso húmedo; PS: Peso seco y AF: Área foliar

3.5.1. Altura de planta

Al ser comparadas las medias, para la variable altura de la planta se observó que el tratamiento T4:F1+C4 presentó mayor valor (62.62cm) superando estadísticamente a los otros fertilizantes, esto a partir del corte 2 a cuatro. (figura 6).

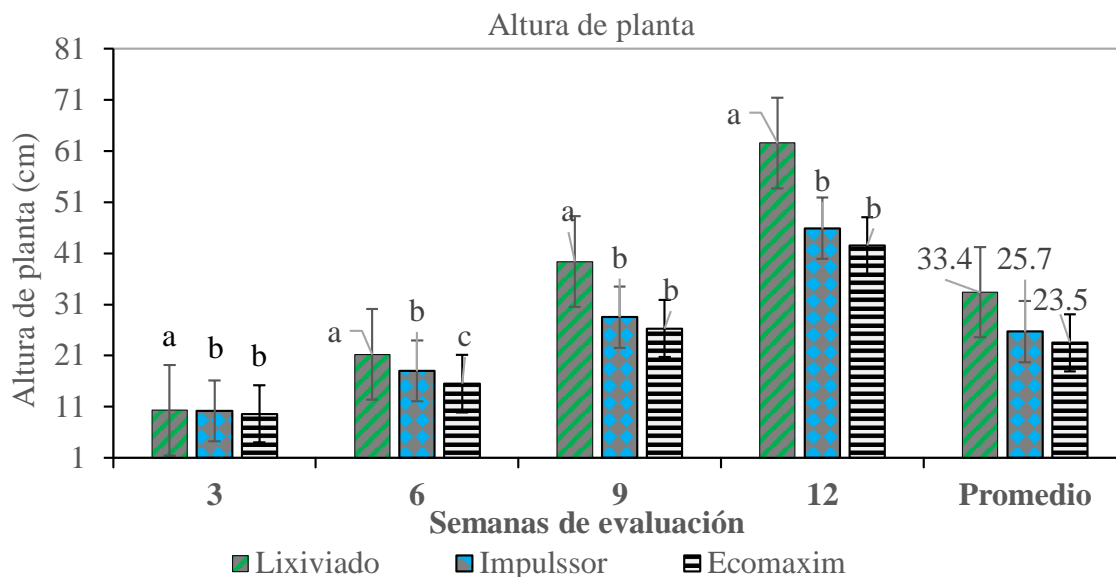


Figura 6. Efecto de fertilizantes foliares en la altura (cm) de plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento.

Los resultados en cuanto a esta variable, coinciden con los reportados por Martínez-Scott y Ruiz-Hernández. (2018) en la aplicación de lixiviado de lombriz + ácidos húmicos en pimiento morrón (*Capsicum annuum* var. *Annumm*) obteniendo diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con una altura de planta (225.2cm) en comparación del testigo (212.8cm). En otro estudio realizado por Cedeño-Solórzano *et al.* (2020), también en pimiento, pero en este caso híbrido Quetzal, donde evaluaron lixiviado de lombriz superó al testigo (sin fertilización) y a la fertilización química en la altura de la planta (73.78cm). El efecto positivo de la aplicación de humus líquido también lo reportan López Pérez *et al.* (2019) donde generó mayor altura de planta, en plantas de ajo (*Allium sativum* L.) Por su parte Milanés-Figueredo *et al.* (2005) reportan (44.4cm) y (38.3cm) en plantas de *Caléndula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. respectivamente en la aplicación de humus sólido con diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo. Los efectos positivos del lixiviado de lombriz en las respuestas fisiológicas 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.* (2014).

3.5.2. Número de hojas

En el número de hojas, T4:F1+C4 generó mayor cantidad (239) superando estadísticamente a los fertilizantes restantes y edades de corte (figura 7), estos resultados, coinciden en el efecto positivo de esta respuesta fisiológica de planta en la aplicación lixiviado de lombriz con Alcivar-Llivicura *et al.* (2021) en el cultivo de dos variedades de pimiento, en el mismo cultivo, pero otra variedad Cedeño-Solórzano *et al.* (2020), reportan mayor número de hojas (66) superando a la fertilización química. A su vez Torres-Martínez *et al.* (2014) reportan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con (227.1 hojas) a los 90 días en el crecimiento vegetativo de toronjil: *Satureja macrostema* (Benth) Briq. Cuando se aplicó fertilizante químico (20-20-20 de NPK) al ser comparado con el testigo (sin fertilización). 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).

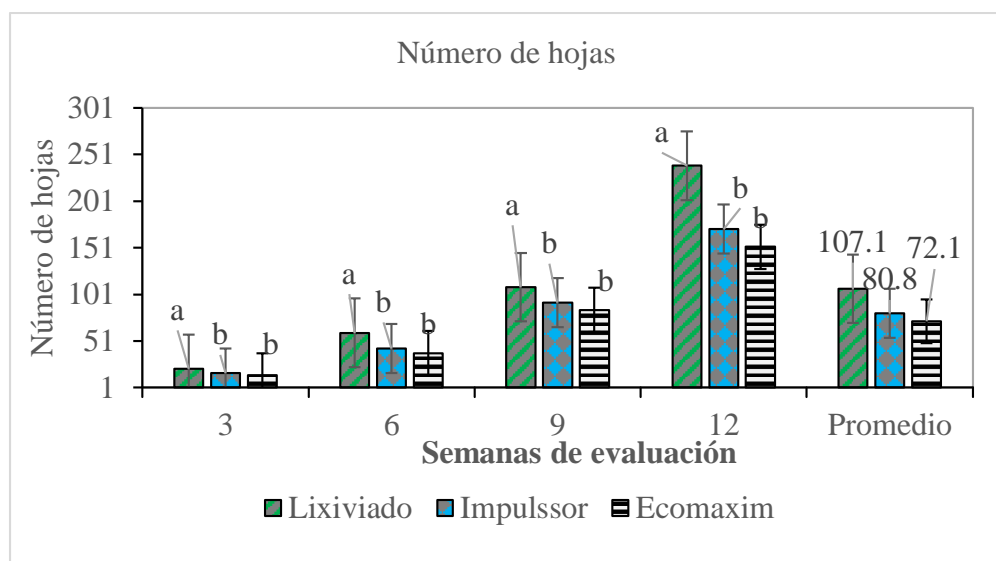


Figura 7. Efecto de fertilizantes foliares en el número de hojas de plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento.

3.5.3. Diámetro de tallo

Para la variable diámetro de tallo, siguió la tendencia en mejor tratamiento el T4:F1+C4 que generó mayor diámetro de tallo (5.08mm), superó estadísticamente a los fertilizantes restantes y edades de corte (figura 8), algo similar reportan Cedeño-Solórzano *et al.* (2020) donde el lixiviado de lombriz superó al testigo e incluso a la aplicación de fertilizante químico en el diámetro de tallo (5.94mm) en pimiento (*C. annuum* L. híbrido Quetzal). Concuerta también con Pérez-González *et al.* (2012) donde describen el efecto positivo de esté fertilizante orgánico en esta variable en plantas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) debido a que ejerce un efecto sobre la fisiología de estas plantas.

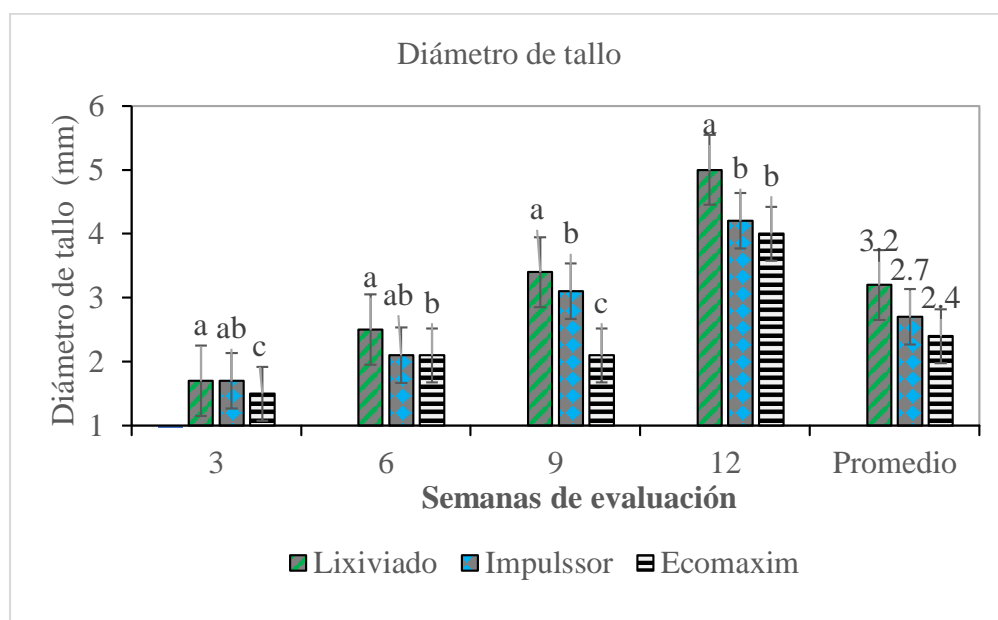


Figura 8. Efecto de fertilizantes foliares en el diámetro tallo de plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento.

3.5.4. Producción de rizomas

La producción de rizomas es una característica de esta especie *A. mexicana* subespecie *mexicana* que permite la reproducción asexual de la misma, es de gran importancia debido a que sus semillas tienen bajo % de germinación porque presentan dormancia física (Torres-Díaz, 2019) aunado a ello y de acuerdo con resultados obtenidos nuestro tratamiento T4:F1+C4, tuvo la

capacidad de generar mayor número de rizomas (2.57) en la semana número doce de evaluación, mostrando diferencias significativas ($p \leq 0.05$), con respecto a los otros fertilizantes evaluados (figura 9)

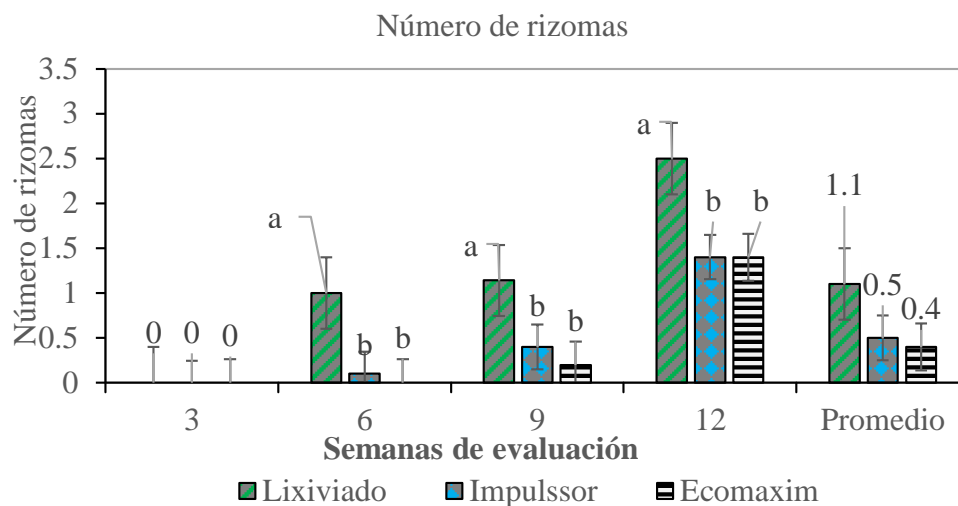


Figura 9. Efecto de fertilizantes foliares en el número de rizomas en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento.

Esto coincide con Zúñiga-Escobar *et al.* (2017) donde obtuvieron mayor número de rizomas (13.2) con la aplicación de biofertilizante Multibiol® en el cultivo de cúrcuma (*Curcuma longa* L.). Por su parte investigadores de Bolivia Ticona Quispe y Choque Tarqui (2021) recomiendan aplicaciones de lixiviado de humus en rizomas de plátano (*Mussa spp*) ya que tiene efectos significativos favorables en el comportamiento morfológico de estos mismos.

3.5.5. Número de brotes

Para en caso de variable número de brotes, los demás tratamientos fueron superados estadísticamente por T4:F1+C4, que fue el tratamiento que registró mayor número de brotes (10.85) (figura 10), algo similar reportan Villalba-Martínez *et al.* (2018) en la planta de estevia

(*Stevia rebaudiana* B.) donde se aplicaron 4 g Nitrógeno por planta, a base de humus sólido de lombriz, obtuvieron un mayor número de brotes (9.2) superando estadísticamente a la aplicación de gallinaza. Pérez-González *et al.* (2012) encontraron efecto positivo también en la aplicación de lixiviado en la producción de ramas en jamaica, estos mismos autores mencionan que es uno de los mejores abonos orgánicos.

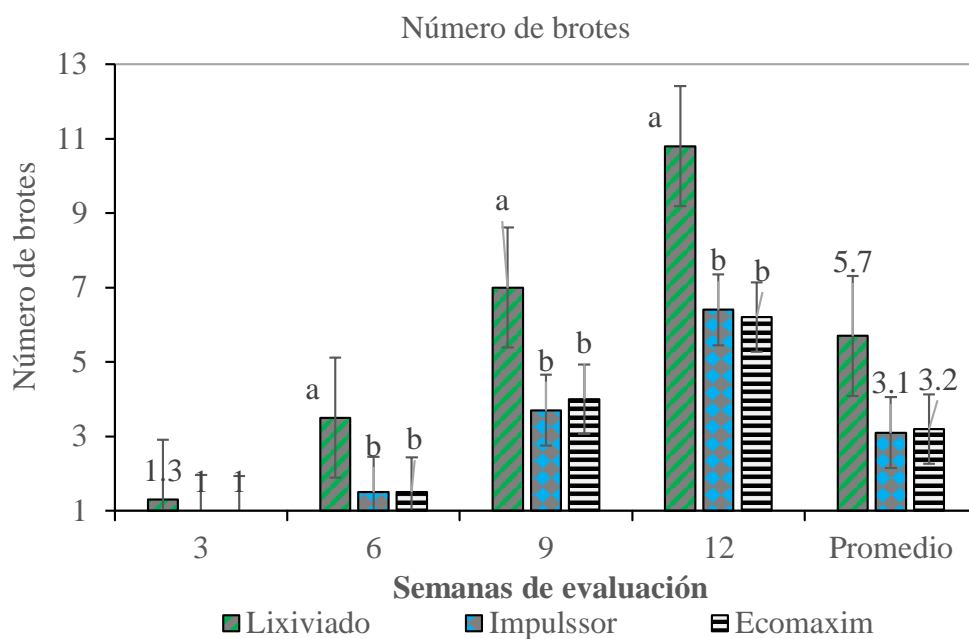


Figura 10. Efecto de fertilizantes foliares en número de brotes en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento.

3.5.6. Peso húmedo y peso seco

En cuanto al peso húmedo y peso seco de planta de *A. mexicana* subespecie *mexicana* el tratamiento T4:F1+C4 generó mayores valores 31.65 y 6.17g respectivamente sobresaliendo estadísticamente respecto a los demás tratamientos, (figura 11 y 12) esta información coincide con lo reportado por Borges *et al.* (2014) en el peso fresco (39.9g) como seco (9g), aumentó considerablemente en función de la concentración de humus líquido de lombriz aplicado, siendo estadísticamente mayor en comparación con el testigo, en morera (*Morus alba* L.). A su vez

(Milanés-Figueroado *et al.* 2005 y Rasche-Alvarez *et al.* 2021) reportan efectos positivos en estas variables cuando se aplicó humus solido de lombriz en (*Matricaria recutita* L.) y (*Matricaria recutita* L.) respectivamente.

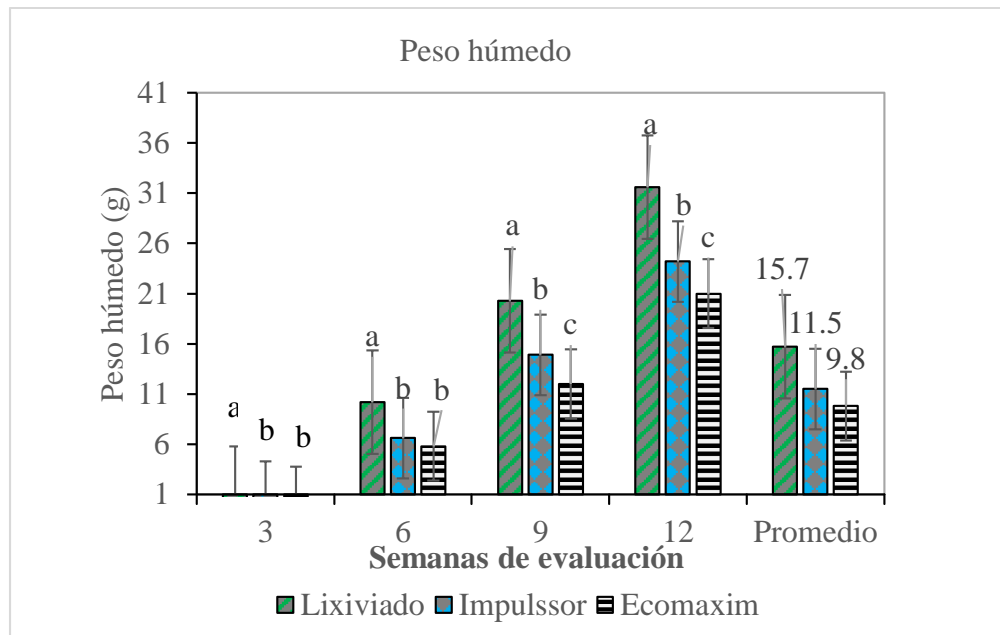


Figura 11. Efecto de fertilizantes foliares en el peso húmedo en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento.

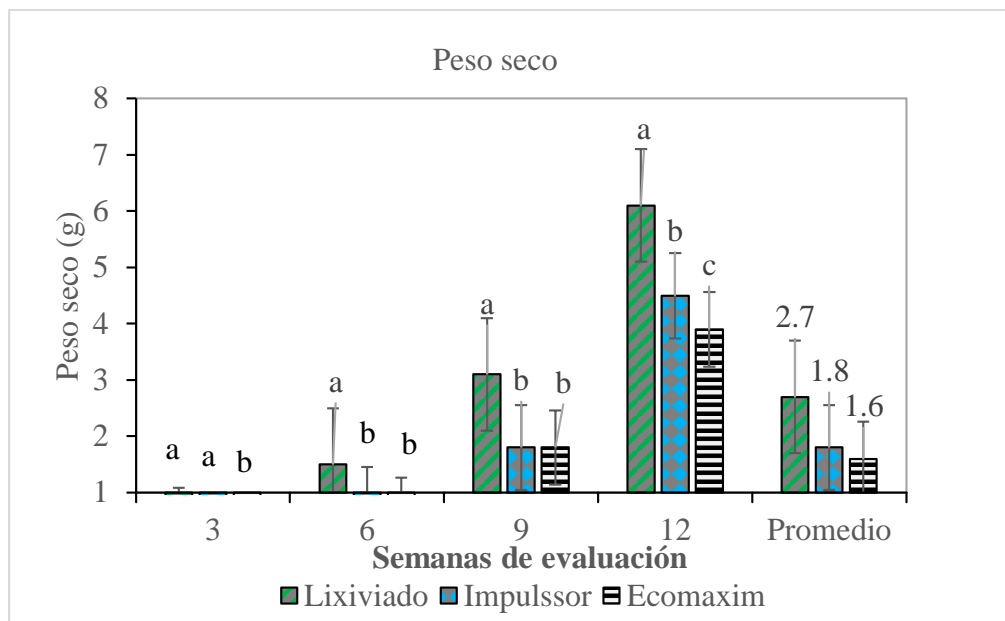


Figura 12. Efecto de fertilizantes foliares en el peso seco en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento.

3.5.7. Área foliar

Finalmente, para la variable área foliar el tratamiento T4:F1+C4 generó mayor área foliar (457.52cm^2) a las doce semanas de evaluación, superando estadísticamente ($p \leq 0.05$), a los demás tratamientos evaluados (figura 13), concuerda con lo reportado Almaguer-López (2017) donde observaron un incremento en el área foliar en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cuando se aplicó humus líquido. Otros investigadores Milpa-Mejía *et al.* (2012) también reportaron este efecto en esta variable en el cultivo de (*Iris xiphium* L.) variedad *Discovery* donde observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) 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.) sin embargo, no hubo diferencias significativas en los resultados. En general los resultados coinciden con Prabha *et al.* (2007) donde demuestran el efecto positivo de vermicomposta en plantas medicinales.

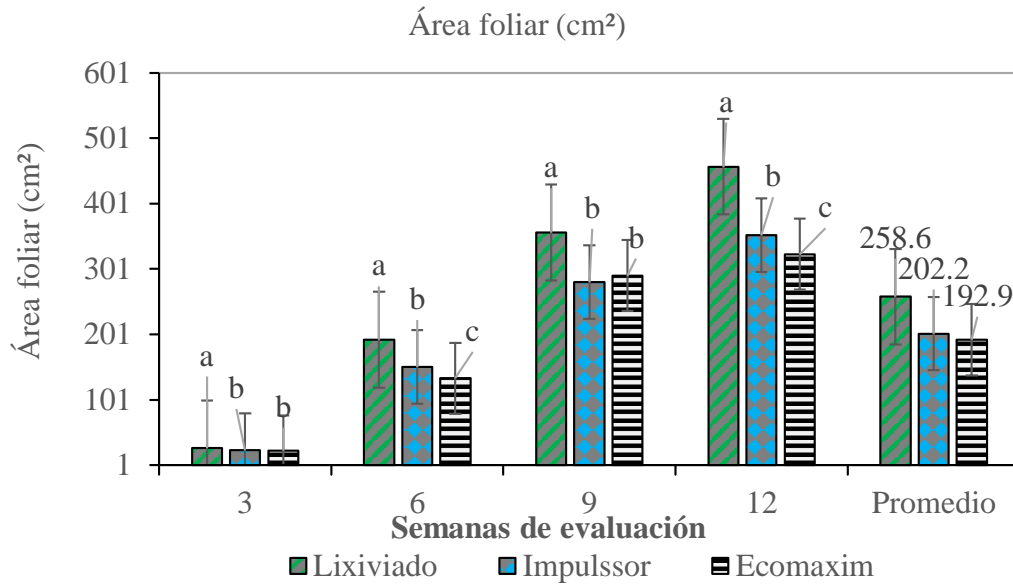


Figura 13. Efecto de fertilizantes foliares en el área foliar en plantas de toronjil en doce semanas de crecimiento.

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, como señalan (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). En cuanto a la parte económica según Chávez- Díaz *et al.* (2020) tomando como referencia el cultivo de maíz en el año 2011 se utilizaba del 23.3% y 25.9% del costo total de producción en fertilizantes, para el año 2020 de 31% a 35% lo cual nos indica el aumento de costos en fertilizantes, por su parte el lixiviado resulta también económicamente más

conveniente en comparación de los fertilizantes de origen sintética, consecuentemente el cultivo es más rentable.

3.6. Conclusiones

- Se recomienda usar el enraizador Rootex para la propagación asexual por hijuelos de *A. mexicana* subespecie *mexicana* en ocho semanas de evaluación con respecto a la altura de planta, diámetro de tallos y número de rizomas.
- 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.
- Los resultados obtenidos ayudan conocer el manejo y nutrición de la especie, contribuyen a su producción y conservación sostenible, esto relevante porque actualmente se comercializa de poblaciones silvestres.

3.7. Bibliografía

- Abreu, C. E., C. E. Araujo., S. L. Rodríguez-Jiménez., A. L. Valdivia-Ávila., L. Fuentes-Alfonso y Y. Pérez-Hernández. 2018. Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*. *Centro Agrícola* 45(1): 52-61.
- Alcivar-Llivicura, M.F., J. H. Vera-Rodríguez., O. J. Arévalo-Serrano., S. B. D. Arévalo., L. E. O. Pachar., C. B. R. Castillo., L. K. M. Carlosama., J. A. C. Arizabal y N. D. M. Paltán. 2021. Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento. *Revista Colombiana De Ciencia Animal* 13(1): e793.
- Almaguer-López, J. 2017. Respuesta del *phaseolus vulgaris* L. (frijol común) a las aspersiones foliares de humus líquido. *Desarrollo Local Sostenible* 10(29): 1-14.
- Aremu, A. O., Stirk., M.G. Kulkarni., D. Tarkowská., V. Turecková., J. Cruz., M. Subrtová., A. Pencik., O. Novak., K. Dolezal., M. Strnad y J.V. Staden. 2014. Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. *Plant Growth Regul* 75(2): 483-492.
- Arias-Mota, R. M., De la Cruz Elizondo, Y., Ruelas Monjardín, L. C., y Alejandro Apolinar, M. S. 2021. Establecimiento de un jardín de plantas medicinales como estrategia de aprendizaje en el instituto tecnológico superior de Xalapa. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 1679-1685.
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15405>

- Arteaga, M., N. Garcés., F. Guridi., J.A. Pino., A. López., J. L. Menéndez., y O. Cartaya. 2006. Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate *var. amalia* en condiciones de producción. *Cultivos Tropicales* 27(3): 95-101.
- Borges, J. A., M. Barrios., A. Chávez y R. Avendaño. 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.
- Burgo-Bencomo, O.G., R. Lopez-Fernandez., R. Izquierdo-Vera., F. Juca-Maldonado., M.B. García-Saltos y L. Capa-Benítez. 2018. Estudio experimental en el uso del fertilizante orgánico y el químico. *Espacios* 39(09): 1-9
- Cantero, R., J. N. Espitia., L.A. Cardona., C.C. Vergara., y T.H. Araméndiz. 2015. Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L. *Revista de Ciencias Agrícolas* 32(2): 56-67.
- Cedeño-Solórzano, C. J., A. Torres García y E.F. Héctor Ardisana. 2020. Respuestas de crecimiento, contenido de clorofila y rendimiento a la aplicación de lixiviado de vermicompost de estiércol bovino en el pimiento (*Capsicum annuum* L. híbrido Quetzal). *La Técnica Revista de las Agrociencias (Edición especial)* 11-20.
- Chávez-Díaz, I. F., L.X. Zelaya Molina., C.I. Cruz Cárdenas., E. Rojas Anaya., S. Ruíz Ramírez y S. De los Santos Villalobos. 2020. Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro-biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11(6): 1423-1436.
- Domínguez, J., C. Lazcano y M. Gómez-Brandón. 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.

- FAO/OMS. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. 2021. Guía para el día mundial de la inocuidad de los alimentos. 1-8.
- Gálvez J., R. Estrada-Reyes., G. Benítez-King., G. Araujo., S. Orozco., R. Fernández-Mas., S. Almazán y E. Calixto. 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.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. ISBN 970-32-1010-4.
- González, P. A., Rodríguez, T, D.A., Corona, A, A. y Gil Vera, C, J.A. 2019. Propagación por esquejes y calidad vegetal en *Acer negundo* L. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(51), 224-243. Disponible en <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i51.183>
- Hieronimi, H. 2010. Pequeño manual de plantas medicinales. 4ta edición. Editorial Tierramor. Michoacán. México.
- Itelima, J. U., W.J. Bang., I.A. Onyimba., M.D. Sila y O.J. Egbere. 2018. Una revisión: biofertilizante; un actor clave en la mejora de la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos. *Revista de microbiología experimental y clínica* 2(1): 22-28.
- Juárez, Z. N., H. Bach., M.E. Bárcenas-Pozos y L. R. Hernández. 2021. Impacto de la persistencia de tres aceites esenciales con actividades antifúngicas en granos de trigo almacenados, harina y productos horneados. *Alimentos* 10 (2): 213.
- Juárez, Z. N., L. R. Hernández., H. Bach., E. Sánchez-Arreola y H. Bach. 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.
- Lazo, J.V., J. Ascencio., J. Ugarte y L. Yzaguirre. 2014. Efecto del humusbol (humato doble de potasio y fósforo) en el crecimiento del maíz en fase vegetativa. *Bioagro* 26 (3): 143-152.
- López-Pérez, Y., R. Sosa-Pérez., R. Méndez-González y Y. Rodríguez-Ledesma. 2019. Aplicación foliar de humus líquido de lombriz en *Allium sativum* en Topes de Collantes, Cuba. *Centro Agrícola* 46(2): 13-21.
- Maldonado, C., N. Zambrana., R. Bussmann., F. Zenteno-Ruiz y A. Fuentes. 2020. La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (*COVID-19*) *Ecología en Bolivia* 55(1): 1-5.
- Martínez-Gordillo, M., G. B. Bedolla., T.G. Cornejo., M.I. fragoso., P.M.R. García., G.J.G González., C.S.I. Lara y S. Zamudio. 2017. *Lamiaceae* de México. *Botanical Sciences* 95(4): 780-806.
- Martínez-Scott, M. M y J. Ruiz-Hernández. Efecto de la aplicación de lixiviados de lombriz y ácidos húmicos en la producción de pimiento morrón (*Capsicum annuum var. Annumm*). *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*. 5(15): 19-24.
- Milanés-Figueroa, M., H. Rodríguez-González., R. Ramos-Gálvez., y M. M. Rivera-Amata. 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): 1-7.
- Milpa-Mejía, S., G. C. Grenón-Cascales., A. González-Castellanos y L. M. Vázquez-García. 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.
- Mora, H. I. A. 2015. ¿Herbolaria? *Revista Ciencia y cultura*. 2(1): 1-3.25.
- Palma-Tenango, M., R.E. Sánchez-Fernández y M. Soto-Hernández. 2021. A Systematic Approach to *Agastache mexicana* Research: Biology, Agronomy, Phytochemistry, and Bioactivity. *Molecules* 26(12): 37-51.
- Pant, A.P., T.J. Radovich., N.V. Hue., S.T. Talcott y K.A. Krenek. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa cv. Bonsai, Chinensis group*) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *J Sci Food Agric*. 89(14): 2383-2392.
- Parabá-Guzmán, E. E., M. G. Nulfa y E. J. Rejas Villanueva. 2021. Determinación de la composición química de las rocas minerales en las provincias o'connor y gran chaco. *Ventana Científica Estudiantil* 2(3): 1-9.
- Pérez-González, A., B. Monroy-Reyes., E. Pimienta-Barrios., P. Posos-Ponce., V.A. Aceves-Núñez, J.R. Toral-Flores y J. Carreón-Amaya. 2012. Niveles de fertilización orgánica mediante humus de lombriz en el cultivo de la jamaica *Hibiscus sabdariffa* L. *Scientia-CUCBA* 14(1-2): 47-54.
- Polanco-Rodríguez, A.G., T.V. Magaña Castro., J. Cetz Luit y R. Quintal-López. 2019. Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola* 46(2): 72-83.
- Prabha, M. L., I.A. Jayraay, R. Jayraay y D.S. Rao. 2007. Effect of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*. 9(2): 321-326.

- Ramirez-Mandujano, C.A., G. Esquivel-Paz., E. Gudiño-César., y J.P. Rojas-Murillo. 2017. Evaluación de fertilizantes foliares orgánicos e inorgánicos en Zarcamora (*Rubus sp.*) cv. 'Tupi'. *Ciencia Nicolaita* 67(): 25-36.
- Ramírez-Valadez, M.G., Hernández, A, M.A. y Ramírez, A, A. (2020). Efecto de mezclas de sustratos y enraizadores comerciales en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Científica Semestral Investigación, Desarrollo e Innovación* Vol. 3 Núm. 2 / Julio - diciembre, 2020 ISSN-2594-150X. Disponible en http://cienciaeinnovacion.com.mx/wpcontent/uploads/20202/Art45_Ramirez_Valdez.pdf
- Ramos-Agüero, D. y E. Terry-Alfonso. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales* 35(4): 52-59.
- Rasche-Alvarez, J. W., D.A. Fatecha-Fois., L.M. Morán-Fariña., D.R. Rojas-Sosa., D.E. Armoa-Báez y S.L. Santacruz-Escobar. 2021. Fuentes y dosis de enmiendas orgánicas en la producción de moringa. *Revista Científica de la UCSA* 8(2): 13-20.
- Reyes-Pérez, J.J., M. Rivero-Herrada., A.E. Solórzano-Cedeño., F.J. Carballo-Méndez., G. Lucero-Vega y F.H. Ruiz-Espinoza. 2021. Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana* 39(): 1-14.
- Silva-Castellanos, A. P., F. Magallán-Hernández., S. Vergara-Pineda., O. Ramírez-Segura y M. Queijeiro-Bolaños. 2021. Protocolo de propagación por semilla de *Clinopodium mexicanum*, una planta medicinal nativa de México. *Agrociencia* 55 (5): 433-450.
- Schneider, C.A., W.S. Rasband y K.W. Eliceiri. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature methods* 9(7): 671-675.

- 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]. Estado de México, México. 1-79.
- Torres-Martínez, R., M.A. Bello-González., J. Molina-Torres., E. Ramírez-Chávez., Y. García-Rodríguez., R. Fulgencio-Negrete., A. García-Hernández., R. López-Gómez., M.M. Martínez-Pacheco., B.N. Lara-Chávez y R. Salgado-Garciglia. 2014. Efecto de la fertilización sobre el crecimiento y contenido de compuestos volátiles en *Satureja macrostema* (Benth) Briq. *Revista mexicana de ciencias forestales* 5(21): 122-134.
- Ticona Quispe, C. y C.E. Choque Tarqui. 2021. Efecto del lixiviado del lombricompost en hijuelos de banano (*Mussa spp*) en condiciones de vivero. *Apthapi* 7(2): 2152-2157.
- Ventura-Martínez, R., R. Rodríguez., M. E. González-Trujano., G.E. Ángeles-López., M. Déciga-Campos y C. Gómez. 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.
- Villalba-Martínez, C.J., R. M. López-Romero., A. Trinidad-Santos., A. Quevedo-Nolasco y A. Muratalla-Lua. 2018. Glucósidos en respuesta a dos fuentes de nutrición en *Stevia rebaudiana Bertoni*. *Terra Latinoamericana* 36(4): 411-421.
- Viveros-Valdez, E., A.S. Leos-Malagon y R.D. Saavedra-Cruz. 2020. Plantas aromáticas posiblemente útiles contra el SARS-Cov-2 (*Covid-19*). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(6): 744-752.
- Zúñiga-Escobar, O., C.O. Jiménez-Alfaro., J.A. Benavides-Bolaños y C. Torres-González. 2017. Respuesta de la Cúrcuma (*Curcuma longa* L.) a la aplicación de un bio-fertilizante tratado con un campo magnético. *TecnoLógicas* 20(38): 71-82.

IV. PERCEPCIÓN LOCAL DE LOS USOS Y SITUACIÓN AMBIENTAL Y ECONÓMICA DEL TORONJIL (*Lamiaceae*) EN TRES COMUNIDADES DEL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO

4.1. Resumen

Se describe el uso, aprovechamiento y la situación de *Clinopodium mexicanum*, *Satureja macrostema* y *Agastache mexicana* subsp. *mexicana* (toronjil), distribuidas en distintos municipios del estado de Guerrero, Méx., a través del conocimiento empírico de los habitantes locales; para obtener la información, se aplicó una entrevista semiestructurada, se utilizó un muestreo aleatorio simple sin remplazo y entrevistas a informantes clave. En las tres comunidades de estudio, los usos del toronjil son variados; sin embargo, en todas las comunidades se elaboran infusiones para su consumo 100%, describen los pobladores entre otros, el uso medicinal, artesanal y ornamental. Así también, en los tres lugares de estudio, desafortunadamente se observó un desconocimiento de la semilla (Amojileca 95%, Tlacotepec 97% y Agua de Panteón de Corralitos 87%), lo cual sugiere que hay desinterés por su propagación; esto coincide con lo mencionado por las autoridades, quienes comentan que no han tomado medidas enfocadas a la conservación. Debido a la sobreexplotación del toronjil y su extracción del campo (Amojileca 63%, Tlacotepec 88% y Agua de Panteón de Corralitos 100%), sus poblaciones han ido disminuyendo en los últimos 10 años, de acuerdo a la percepción de los habitantes locales. Esta problemática podría ser causada por los saqueos, la deforestación, los incendios forestales, la extensión de la frontera agrícola, el sobrecalentamiento atmosférico, por lo que en un futuro podrían extinguirse. Por lo tanto, es importante realizar estudios multidisciplinarios enfocados a la reproducción y conservación de estas valiosas especies.

Palabras clave: Saqueo, usos, conservación, plantas medicinales.

4.2. Abstract

Production, extraction, uses and situation of *Clinopodium mexicanum*, *Satureja macrostema* and *Agastache mexicana* subsp. *mexicana* (toronjil), is described in this research, toronjil is distributed in different places in Guerrero state, México, through the empirical knowledge of the local inhabitants; we obtained the information, a semi-structured interview was applied, a simple random sampling without replacement and interviews with key informants were used. In the three study communities, the uses of lemon balm are varied; However, in all the communities infusions are made for 100% consumption, the inhabitants describe, among others, the medicinal, artisanal and ornamental use. Likewise, in the three study places, unfortunately there was a lack of knowledge of the seed (Amojileca 95%, Tlacotepec 97% and Agua de Panteón de Corralitos 87%), which suggests that there is a lack of interest in its propagation; This coincides with what was mentioned by the authorities, who comment that they have not taken measures focused on conservation. Due to the overexploitation of toronjil and its extraction from the field (Amojileca 63%, Tlacotepec 88% and Agua de Panteón de Corralitos 100%), their populations have been decreasing in the last ten years, according to the perception of local inhabitants. This problem could be caused by looting, deforestation, forest fires, the extension of the agricultural frontier, atmospheric overheating, so that in the future they could be extinguished. Therefore, it is important to carry out multidisciplinary studies focused on the reproduction and conservation of these valuable species.

Keywords: Looting, tea, conservation, medicinal plants.

4.3. Introducción

En la actualidad estamos viviendo en el periodo del antropoceno, donde la principal fuerza de cambio es la actividad humana, dicha explicación le valió el premio Nobel de Química a (Crutzen, 2002), debido a esto se está viviendo una sexta extinción masiva, es decir, una pérdida de especies en todo el planeta, solo seis veces vista en la historia de la vida (Rodríguez Sousa, 2018). Todo apunta a que el *homo sapiens* es el causante y ésta puede ser la amenaza medioambiental contemporánea más grave para la persistencia de la civilización como la conocemos; por si fuera poco, es irreversible (Ceballos *et al.*, 2020) A pesar de la amplia divulgación actual que existe sobre el cambio climático como una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, las acciones que hemos tomado como especie para su mitigación son escasas o nulas. Aunado a ello y desde una perspectiva global, existen otros factores contribuyendo a esta extinción, como el cambio de uso de suelo, el crecimiento de la mancha urbana y la huella ecológica (Rodríguez-Sousa *et al.*, 2018)

Desde su origen, el *homo sapiens* ha tenido la necesidad de utilizar los recursos naturales, como las plantas, para la obtención de alimento, vestimenta y para aliviar algunos malestares, a través del uso de plantas medicinales. Según (Maldonado *et al.*, 2020), se han reportado alrededor de 50,000 especies de plantas que tienen algún uso medicinal, las cuales corresponden aproximadamente a un 10% de todas las existentes en el mundo. En México, el uso de plantas medicinales, a través de la medicina tradicional, es ancestral (Ávila-Uribe *et al.*, 2016). Se utilizan las diferentes partes de la planta, según sea la afectación o la receta en cuestión. Lo más frecuente es usar las hojas, las flores y esporádicamente el tallo o la raíz. Las plantas medicinales se colectan y consumen sin ningún procesamiento, con ellas se preparan infusiones o presentaciones homeopáticas (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2017).

El sabor y olor agradable al gusto del toronjil se debe a la presencia de terpenos volátiles de baja masa molecular y a las diversas concentraciones que se encuentran en la planta. En *S. macrostema* los terpenos volátiles que se encuentran en mayor cantidad son: limoneno, β -linalol, mentona, pulegona y acetato de verbenol (Carreón-Abud *et al.*, 2015). De acuerdo a (Diofanor Acevedo *et al.*, 2013), en toronjil *Melissa officinalis* L, el compuesto principal es eugenol 45.77%, seguido del cariofileno 40.77%, α -cariofileno 2.94%, 3-metil-4-isopropil fenol 1.52% y germacreno D 1.17% y en *A. mexicana* subsp. *mexicana*, reportan acetato de geranilo 31.12%, geraniol 18.39%, α -terpineol 13.11%, acetato de nerilo 6.17% y nerol 5.19% (Torres Díaz, 2019), *C. mexicanum*, *S. macrostema* y *A. mexicana* subsp. *mexicana* pertenecientes a la familia *Lamiaceae*, son plantas medicinales, aromáticas, arbustivas y conocidas comúnmente como toronjil, los cuales contienen diferentes flavonoides. *A. mexicana* subsp. *mexicana* destaca por su reporte reciente, como una posible alternativa para aliviar algunos malestares del SARSCoV-2, (Covid-19) (Leos-Malagon *et al.*, 2020) y el descubrimiento del flavonoide acacetina 7-O- β -D-glucopiranosido (7-ACAG), el cual actúa sobre el sistema nervioso central, en el receptor del neurotransmisor inhibitorio, ácido γ -aminobutírico (GABA). El posible mecanismo de acción de 7-ACAG consiste en abrir el canal del anión Cl^- , lo que permite su entrada a la neurona postsináptica, esto crea hiperpolarización en la neurona. Debido a ello, se reduce o incluso puede inhibirse el impulso nervioso, provocando un estado de ánimo relajado. Además se descubrió que el consumo de 7-ACAG contribuye a la recuperación de manera significativa del cerebro, cuando existe daño (Gálvez *et al.*, 2015), esto es sumamente importante ya que con el incremento en edad las neuronas mueren. Aunque no se ha estudiado la presencia de 7-ACAG en *C. mexicanum* y *S. macrostema*, sería razonable esperar que también se encuentre en estas otras especies. Desde el punto de vista del conocimiento ancestral de las comunidades rurales, el toronjil funciona como relajante e inductor del sueño y esto le confiere un alto valor agregado.

Por otro lado, su comercialización contribuye a la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de climas templados del estado de Guerrero, Méx., pero al mismo tiempo las poblaciones silvestres disminuyen. Debido a la importancia que tienen estas plantas en las comunidades locales, el objetivo de este estudio es mostrar el conocimiento local en las tres comunidades del estado de Guerrero, Méx.

4.4. Materiales y métodos

El estudio fue de tipo trasversal, correlacional y observacional, de enfoque cualitativo. La localización del área de estudio fue en tres comunidades del estado de Guerrero, Méx.: Amojileca, municipio de Chilpancingo de los Bravo, donde se encuentra *C. mexicanum* que está ubicado a 17°44'22.81"N y 99°29'45.64"O, con una altitud de 1,482msnm; Agua de Panteón de Corralitos, municipio de Leonardo Bravo, donde se encuentra *S. macrostema*, ubicado a 17°38'53.31"N y 99°51'03.51"O con una altitud de 2,498msnm, y Tlacotepec, municipio de General Heliodoro Castillo, el cual se encuentra a 17°47'15.27" N y 99°58'42.11"O, con una altitud de 1,537msnm, donde se encuentra *Agastache mexicana* subespecie mexicana figura 10.

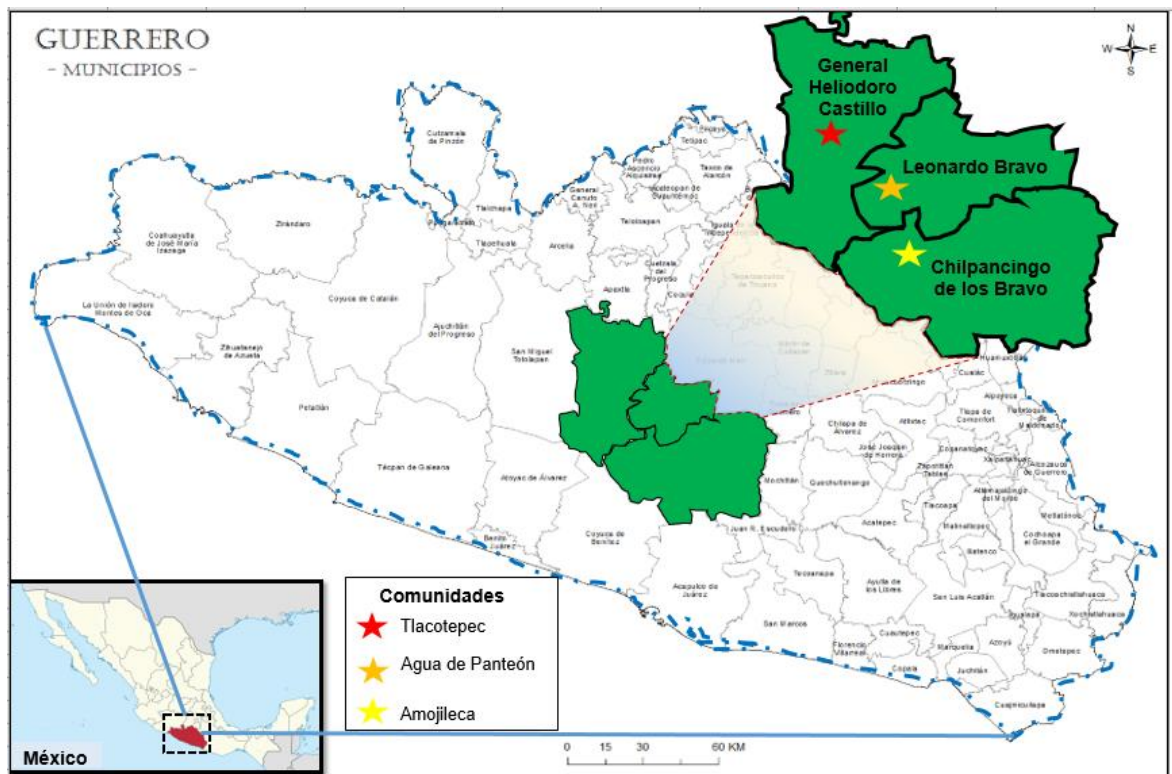


Figura 14. Ubicación del área de estudio.

Para obtener la información sobre el uso y aprovechamiento de *S. macrostema*, *C. mexicanum* y *A. mexicana* subsp. *mexicana* se aplicó una entrevista semiestructurada, a través de un

muestreo aleatorio simple sin remplazo, y entrevistas a informantes clave. Para las encuestas el criterio de inclusión fue: habitantes de las comunidades de estudio que sea mayor de 18 años de edad; el criterio de exclusión fue: personas que no sean de la comunidad, y los criterios de eliminación fueron: cualquier habitante de la comunidad de estudio, que no pueda emitir su opinión por alguna razón o que simplemente no desee emitirla. El tamaño de la población se generó con base en el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020) y se calculó el tamaño de la muestra, por medio de la ecuación 1 de (Thompson, 1992), como lo sugiere (Aguilar Borojas, 2005); en la localidad de Amojileca, se aplicaron 63 encuestas, lo cual se calculó con un tamaño de población mayores de 18 años de 848 habitantes, un error muestral de 0.10, con una proporción de sexos de mujeres 46% y hombres 54%; en la localidad de Agua de Panteón de Corralitos, se aplicaron 57 encuestas, lo cual se calculó con un tamaño de población mayores de 18 años de 109 habitantes, un error muestral de 0.08, con una proporción de sexos de hombres 38% y mujeres 62%, y en la comunidad de Tlacotepec, se aplicaron 353 encuestas, lo cual se calculó con un tamaño de población mayores de 18 años de 4,333 habitantes, un error muestral de 0.5, con una proporción de sexos de hombres 47% y mujeres 53%.

Ecuación 1: (Thompson, 1992).

$$n = \frac{N \cdot p(1 - p)}{(N - 1) \frac{d^2}{Z^2} + p(1 - p)} \quad (1)$$

Dónde: n es tamaño de la muestra, N es población, d es el error muestral (también se puede encontrar como α o e), Z es nivel de confianza (se obtiene de tablas de α dado el valor de d), p es probabilidad a favor y $1-p=q$ es probabilidad en contra.

4.4.1. Análisis de datos

La base de datos que se obtuvo durante el estudio fue codificada e ingresada en el software Microsoft Excel 2016. Se utilizó el programa WinEpi para el cálculo de la prueba χ^2 (chi cuadrada) con el fin de evaluar la existencia de asociación entre el lugar y las diferentes variables de estudio. En todos los casos, se utilizó una significancia (α) de 0.05, $p \leq \alpha$ para determinar la asociación estadística significativa (De Blas, 2006).

4.5. Resultados y discusión

4.5.1 Usos del toronjil

En el cuadro 7 se muestran los usos del toronjil en las tres comunidades en estudio al uso alimenticio, no es necesario realizar una prueba χ^2 , ya que la respuesta es del 100% “Sí”, el uso medicinal de acuerdo con la prueba de comparación χ^2 con α de 0.05. Se encontró diferencia significativa con $p < 0.0001$, lo cual indica que las variables cualitativas uso medicinal y comunidades están significativamente asociadas. En cuanto al uso artesanal y ornamental no es necesario aplicar la prueba χ^2 por las mismas razones que el uso alimenticio.

Cuadro 7. Usos del toronjil en las comunidades de estudio en el estado de Guerrero, Méx.

| Lugar | Usos (%PE) | | | | | | | |
|------------------|-------------|----|-----------|----|-----------|-----|------------|-----|
| | Alimenticio | | Medicinal | | Artesanal | | Ornamental | |
| | Sí | No | Sí | No | Sí | No | Sí | No |
| Amojileca | 100 | 0 | 39 | 61 | 11 | 89 | 25 | 75 |
| A. P. Corralitos | 100 | 0 | 28 | 72 | 0 | 100 | 0 | 100 |
| Tlacotepec | 100 | 0 | 7 | 93 | 0 | 100 | 0 | 100 |

PE: Población Encuestada.

De acuerdo con los habitantes de las localidades encuestadas, en cuanto al uso del toronjil, todas lo utilizan como alimento y la única comunidad que no lo usa de manera medicinal es Tlacotepec. Amojileca es la única comunidad que lo utiliza como artesanal y ornamental, ya que se emplea para darle sabor al mezcal, así también es la comunidad que le da más usos.

Con respecto a los usos en otras comunidades, (Santillán-Ramírez *et al.*, 2008) en un estudio etnobotánico de *A. mexicana* subsp. *mexicana* y *A. mexicana* subsp. *xolocotziana* realizado a pobladores del municipio de Temoaya, Estado de México, Méx., han observado que también

son usadas por los habitantes de la comunidad como recurso terapéutico y ornamentales. *A. mexicana* subsp. *mexicana* y *A. mexicana* subsp. *xolocotziana* se utilizan en la medicina tradicional mexicana para aliviar los síndromes de filiación cultural conocidos como "susto" o "espanto", para la condición "nerviosa" y cómo ayuda para dormir. Los resultados basados en estudios hechos *in vivo* apoyan el uso de estas subespecies de toronjil, como tranquilizantes e inductores del sueño (Estrada-Reyes *et al.*, 2014). Algo similar reporta (Alvarado *et al.*, 2020) en *C. mexicanum* y además agregan que estos síndromes de filiación cultural están asociados a la ansiedad y depresión, así también señalan uso medicinal, culinario y cultural en la medicina tradicional mexicana. Para el caso de *S. macrostema*, (Ortega-Ortega *et al.*, 2014) reportan cuatro usos: alimenticio, medicinal, ornamental y ritual, estudio hecho en el municipio de San Miguel Mixtepec, Oaxaca, Méx.

4.5.2. Sitios de extracción de toronjil

En el cuadro 8 se observan los sitios de extracción de acuerdo con la prueba de comparación χ^2 con α de 0.05, se encontró diferencia significativa con $p < 0.0001$, lo cual indica que existe una dependencia en cuanto al lugar donde viven los habitantes y los sitios de extracción, por lo tanto se puede observar una tendencia que coincide en las tres comunidades, que los más altos porcentajes de extracción vienen del campo, por lo cual existe sobreexplotación de estas valiosas especies y subespecie, según la percepción de los habitantes locales. En Agua de Panteón de Corralitos no lo tienen en casa, esto podría deberse a que crece muy cerca de la comunidad.

Cuadro 8. Sitios de extracción del toronjil en las comunidades de estudio en el estado de Guerrero, Méx.

| Lugar | Sitios de extracción (%PE) | | |
|-----------|----------------------------|-------|--------|
| | Casa | Campo | Compra |
| Amojileca | 11 | 63 | 26 |

| | | | |
|------------------|---|-----|----|
| A. P. Corralitos | 0 | 100 | 0 |
| Tlacotepec | 2 | 88 | 10 |

PE:Población Encuestada.

Esto coincide con lo reportado por (Ávila-Uribe *et al.*, 2016) en un estudio de plantas medicinales, realizado en la comunidad de Santiago Tepetitán y la cabecera municipal de San Martín de las Pirámides en el estado de México, Méx., donde encontraron un grado de dependencia mayor en plantas silvestres de 57%, cultivadas 24% y entre arvense y ruderal 19%.

4.5.3. Conocimiento de flor y semilla de toronjiles

En el cuadro 9 se muestran los conocimientos respecto a la flor y la semilla de la población de las comunidades en estudio, donde se encontró que de acuerdo con la prueba χ^2 con una significancia de 0.05, un $p < 0.0007$, que existe una dependencia entre conocer la flor y el lugar donde viven los encuestados; así también, al compararlo con el conocimiento de la semilla, en la prueba χ^2 con la misma significancia, se encontró un $p < 0.0007$, lo cual indica que hay una dependencia en el lugar donde viven y el conocimiento de la semilla.

Cuadro 9. Conocimiento de flor y semilla de la planta de toronjil, en las tres poblaciones encuestadas en el estado de Guerrero, Méx.

| Lugar | Conoce la flor | | Conoce la semilla | |
|------------------|----------------|----|-------------------|----|
| | (%PE) | | | |
| | Sí | No | Sí | No |
| Amojileca | 98 | 2 | 5 | 95 |
| A. P. Corralitos | 100 | 0 | 13 | 87 |
| Tlacotepec | 90 | 10 | 3 | 97 |

Nota: PE es Población Encuestada.

A pesar de que hay conocimiento de la flor del toronjil, en todos los casos, al compararlo con el conocimiento de las semillas, ninguna de las comunidades de estudio las conoce; no obstante, en las tres comunidades obtienen un beneficio económico de las plantas y tiene varios usos. Esto nos sugiere que no hay interés por parte de la población en propagarlo. Lo anterior concuerda con lo reportado por (Arjona Garcia, 2018), quien señala el posible desinterés por parte de las comunidades por conservar los recursos medicinales, porque se pueden conseguir fácilmente en los mercados locales o de manera silvestre y hay diferentes opciones para aliviar malestares de salud.

4.5.4. Percepción de la población de la abundancia actual de toronjiles

En el cuadro 10 se muestra la percepción de la abundancia actual de plantas de toronjil, con respecto a diez años. Aplicando la prueba χ^2 con una α de 0.05, un $p < 0.0001$, se encontró que existe una dependencia entre la percepción de la abundancia actual y el lugar donde viven los encuestados. De acuerdo a los resultados obtenidos es importante tomar en cuenta lo mencionado por (Beltrán-Rodríguez y Manzo-Ramos, 2013), en cuanto a que se convierte en un círculo vicioso pobreza-recolección-pobreza, que al realizar colectas de flora medicinal por parte de los pobladores en estado de pobreza, obtienen buenos ingresos, aumentan la recolección de estas valiosas plantas, ocasionado así el aumento del saqueo, la disminución de las poblaciones silvestres y poniendo en peligro la existencia de estos apreciables recursos.

Cuadro 10. Percepción de la abundancia actual con respecto a los últimos diez años, de la planta de toronjil en las tres poblaciones encuestadas en el estado de Guerrero, Méx.

| Lugar | Percepción de abundancia actual (%PE) | | |
|-----------|---------------------------------------|---------|-----------|
| | Escaso | No sabe | Abundante |
| Amojileca | 95 | 5 | 0 |

| | | | |
|------------------|----|----|---|
| A. P. Corralitos | 44 | 53 | 3 |
| Tlacotepec | 94 | 5 | 1 |

%PE: Porcentaje de Población Encuestada.

4.5.5. Razones de la disminución de los toronjiles

En la figura 15 se muestran las razones de por qué han disminuido la población de toronjil, donde se encontró que, de acuerdo con la prueba χ^2 con una α de 0.05, un $p < 0.0001$, dependiendo del lugar donde se viva, influye en las razones de la baja población de plantas de toronjil. Las variables están significativamente asociadas; se observa que existen diferentes razones que intervienen en la escasez de las plantas según la percepción de las personas encuestadas.

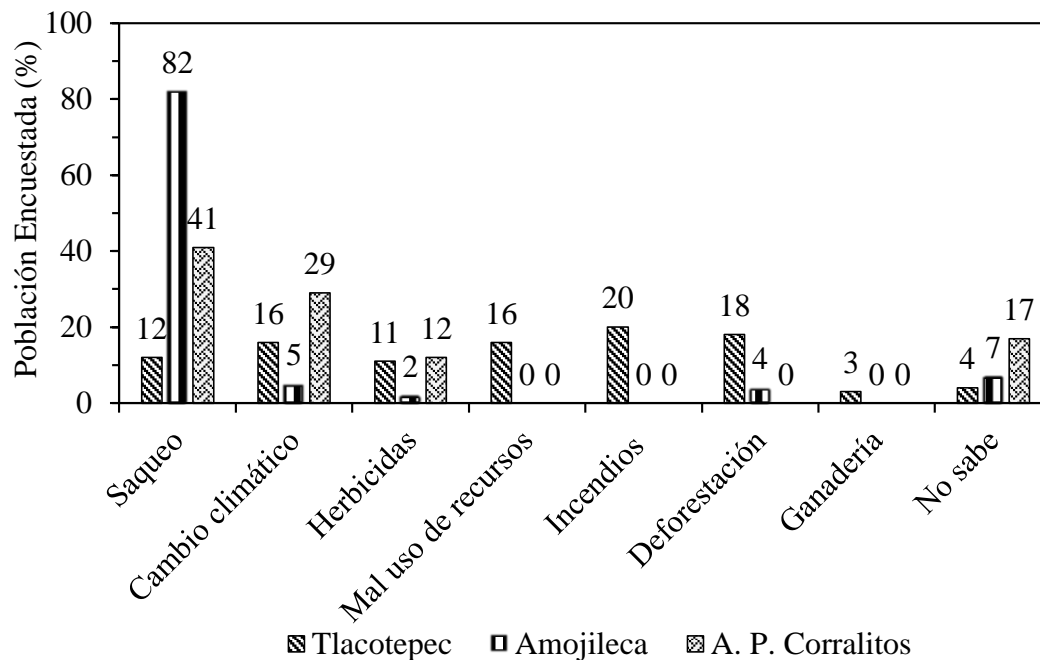


Figura 15. Percepción de las personas de las comunidades en estudio de por qué el toronjil ha disminuido su población en el estado de Guerrero, Méx.

En el caso de Tlacotepec, no se tiene claro cuál es la principal causa del porqué el toronjil ha ido disminuyendo su población; sin embargo, ubican claramente los principales problemas que afectan estas especies, como son cambio climático, uso de herbicidas, incendios y ganadería. En el caso de Amojileca y Agua de Panteón de Corralitos, ubican claramente al saqueo como la principal causa de la disminución de la población de toronjil silvestre. Esto concuerda con lo que opina (Molina Mendoza *et al.*, 2012) con respecto del saqueo clandestino de plantas medicinales, en un estudio llevado a cabo en comunidades de Huasca de Ocampo, Hidalgo, Méx. Como mencionan los autores, esto se debe a la pobreza de algunos habitantes del área de estudio. Algunas personas que no son pobladores de la comunidad aprovechan, contratando por un mínimo pago a los pobladores de la región, para coleccionar en grandes cantidades plantas con propiedades medicinales, como es el caso de la doradilla (*Selaginella pallescens*).

La pérdida del conocimiento de las plantas medicinales corresponde con la pérdida de la diversidad de plantas medicinales en el huerto familiar. Esta disminución de conocimiento afecta a la herencia cultural de la comunidad, así también los factores que afectan la herencia cultural, también afectan la migración y el deterioro ecológico. Este cambio de paradigma se debe a la intrusión de los servicios de salud, al mejoramiento en el nivel económico, la modernidad y los medios de comunicación masivos (González-Guinea *et al.*, 2018). Por lo antes mencionado, existe la imperiosa necesidad de buscar alternativas para el manejo integral sostenible en la producción de plantas medicinales. Una de ellas podría ser las farmacias vivientes o herbarios, donde en conjunto con un equipo multi e interdisciplinario, se podrían promover su uso, con el fin de seguir aliviando padecimientos de las futuras generaciones como lo propone (Valdés-Cobos, 2013).

4.5.6. Disposición de comprar toronjiles de los locales

En la figura 16 se muestra la disposición de comprar o no toronjil, donde se encontró que de acuerdo con la prueba χ^2 con una α de 0.05, un $p < 0.0001$, dependiendo del lugar donde se viva, influye en si compraría toronjil. Las variables están significativamente asociadas. Se observa que existe tendencia a que la mayoría de los porcentajes sí compraría, según la percepción de las personas encuestadas. Esto puede deberse a que culturalmente las comunidades de estudio tienen arraigado el uso de sus plantas medicinales, lo cual concuerda con lo observado por (Gomez-Álvarez, 2012) donde menciona que los habitantes locales siguen usando plantas medicinales para aliviar sus padecimientos y solo cuando es muy grave la afectación y no se puede controlar, acuden al médico. Este estudio fue realizado en la Ranchería Corregidora Ortiz de Tabasco, Méx.

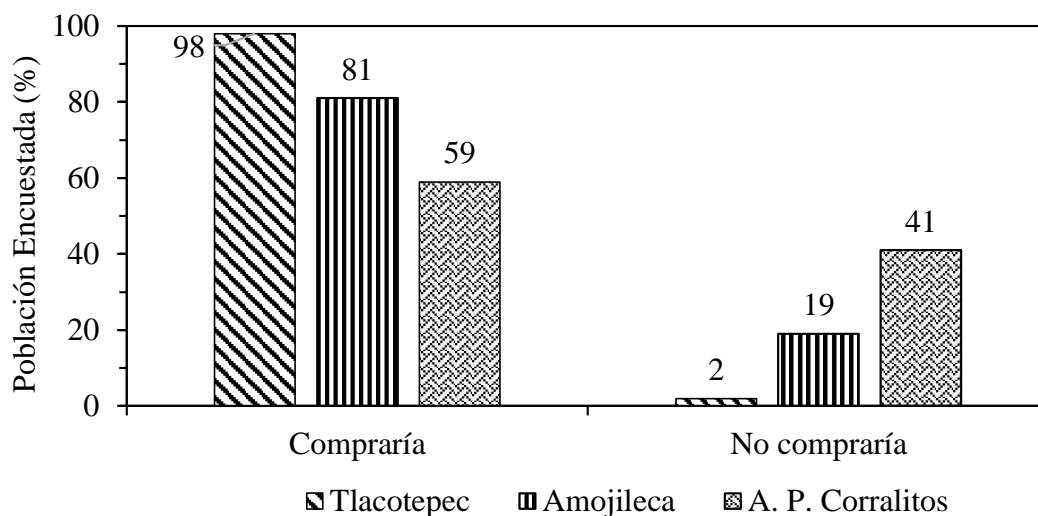


Figura 16. Disposición de las poblaciones locales que comprarían el toronjil para su consumo, a pesar de que se encuentra de manera silvestre en la comunidad, estado de Guerrero, Méx.

4.5.7. Percepción de valor económico de toronjiles

En la figura 17 se muestra la percepción del valor económico del toronjil, donde se encontró que, de acuerdo con la prueba χ^2 con α de 0.05, un $p < 0.0001$, existe una dependencia entre la percepción de valor económico y el lugar donde viven los encuestados.

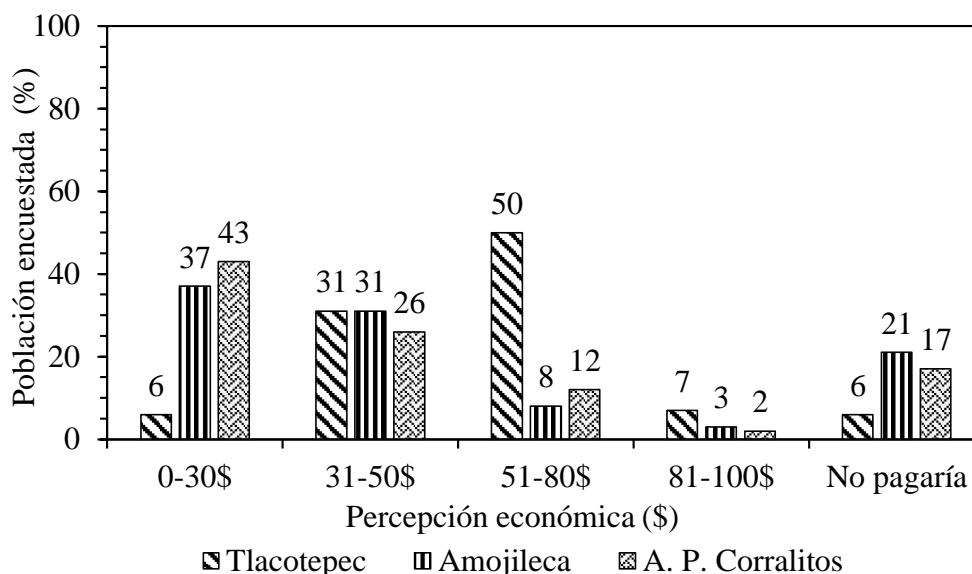


Figura 17. Percepción del valor económico del toronjil, desde el punto de vista de las tres comunidades de estudio en Guerrero, Méx.

En cuanto al precio de compra del toronjil, en Tlacotepec hay una mayor valoración económica, que se ubica entre los 51 a 80 pesos mexicanos (MXN), (2.5 a 4.0 dólares USA) a diferencia de las otras dos comunidades, donde los mayores porcentajes se encuentran entre los 0 a 30 MXN, (0 a 1.5 dólares USA). Esto se puede deber al mayor desarrollo económico que se observó en Tlacotepec. La información obtenida es similar con los resultados de (Jiménez-Romero *et al.*, 2019) con costos de comercialización de plantas medicinales que van entre 1 a 10 dólares USA, en un estudio realizado en Valencia, Ecuador.

4.5.8. Entrevistas a informantes clave

Entrevista 1

Lugar: Agua de Panteón de Corralitos, municipio de Leonardo Bravo. Encuestado: Antonio Cruz Maldonado, comisario de la localidad. Objetivo: Situación de la planta de toronjil en el lugar.

El comisario mencionó en la entrevista realizada que no hay ninguna ley que regule la extracción de toronjil, ni un reglamento local, aunque se protege que no se queme de manera libre. También expresó que las poblaciones silvestres han disminuido con respecto a 10 años, principalmente por los incendios forestales descontrolados y el pastoreo de ganado. Considera que sería una buena opción que se implementara de manera local un reglamento para evitar el saqueo y poder regular la comercialización del toronjil, debido a que es una planta medicinal, ya que es importante cuidarla, con la finalidad de mantener la población de dicha planta. Refiere que se tiene al abandono porque se comercializa muy poco. El entrevistado refiere: “Va uno a traer un manojito o se regala, por lo que no representa un incentivo económico importante; por ejemplo, si alguien pide algún manajo o costal, manda a un joven y le dan entre 20 a 50 MXN (1 a 2.5 dólares USA). Nadie lo siembra porque aún hay. Cuando una persona quiere consumirlo, solo va a cortarlo, no se le da importancia, por lo que no se ha puesto atención sobre el cuidado del toronjil, si es atacado por plagas o enfermedades”. Finalmente indicó que las actividades económicas se basan en la siembra de maíz para autoconsumo, así como durazno, pera y ciruela.

Entrevista 2

Lugar: Amojileca, municipio de Chilpancingo de los Bravos. Encuestado: Perla Malinali Adame Almazán, comisaria vocal de la localidad. Objetivo: Situación de la planta de toronjil en el lugar.

La comisaria mencionó en la entrevista realizada, que no hay ninguna ley que regule la extracción de toronjil silvestre, ni un reglamento local. Relata: “Considero que es una buena idea regular su extracción, debido a que son plantas importantes de nuestra localidad, que se utilizan desde que tengo uso de razón. Se sabe que son medicinales. Debería haber una ley que lo proteja y se preocupe por su producción”. Además, comentó que no realizan acciones para proteger este tipo de especies, pero que la comunidad es participativa; solo es cuestión de organizarla y darles la información de las problemáticas que existen. Así también, tiene conocimiento de que una persona lo siembra y comercializa en la comunidad. En cuanto a los usos, comenta: “Como bebida, se acostumbra tomar té de toronjil con cemitas, para lo cual, pone a hervir agua. Ya que está hirviendo, coloca tres ramitas de toronjil y también preparan bebidas tradicionales como el mezcal abocado con toronjil; para lo cual, al mezcal natural le introducen ramitas de toronjil y lo dejan reposar, lo promueven como medicinal, relajante y tranquilizante”. Comenta que han disminuido las poblaciones de toronjil silvestre con respecto a diez años y cree que se debe a que no se cuida. Finalmente explica que las actividades económicas más importantes de la comunidad son venta de madera, comercio en general, venta de comida, producción de mezcal y muy pocos se dedican a la siembra de maíz y hortalizas.

Entrevista 3

Lugar: Amojileca, municipio de Chilpancingo de los Bravo. Encuestado: Gregorio Abarca Cástulo, productor de toronjil. Objetivo: Conocer el proceso de producción de la planta de toronjil.

Menciona que desconoce las semillas para propagarla de manera sexual, por tanto, lo hace por rizomas. Así se expresa: "Primero lo separo en varias partes y después lo trasplanto con todo y raíz, para que la planta no muera". Comenta que no realiza ningún manejo, solo riego cuando lo necesita. No ha observado ninguna plaga ni enfermedad. "No les pongo fertilizantes porque se queman, solo hemos aplicado tierra de cerro", explicó. En cuanto a la altura de la planta, refiere que "Si las plantas no se podan pueden alcanzar un metro de altura, pero no las dejo crecer, realizo podas cada dos meses y le sacamos entre 8 y 10 manojos por planta, que vendemos localmente (en Amojileca) y a veces lo llevo al mercado de Chilpancingo en las hierberías. Con respecto al proceso de cosecha "antes lo arrancaba, pero actualmente lo corto, para que sigan existiendo las matas, todo el año florea, siempre y cuando no le falte agua". Acerca de la escasez del toronjil con respecto a 10 años, comenta: "antes había mucho más, ahora ya es muy escaso. Yo digo que es por el saqueo. Antes lo arrancaban desde la raíz, también por los incendios forestales y pastoreo de ganado, por eso es escaso. Se vende mucho, todo el que voy cortando lo vendo, a veces me piden más". Referente al costo de venta de una planta completa en maceta menciona "Entre unos 60 a 70 MXN (3 a 3.5 dólares USA), la desventaja es que en maceta no crecen igual, es mucho mejor directamente en el suelo porque tienen más espacio las raíces para expandirse".

Entrevista 4

Lugar: Mercado municipal de Chilpancingo de los Bravos, Guerrero, Méx. Encuestada: prefirió no dar su nombre, vendedora de toronjil desde hace 38 años. Objetivo: Conocer respecto del comercio del toronjil.

La persona comerciante mencionó durante la entrevista realizada, que el toronjil que vende, lo traen de la comunidad de Amojileca, municipio de Chilpancingo de los Bravo, la sierra de Chichihualco, municipio de Leonardo Bravo, y también de la sierra de Tlacotepec, municipio de General Eleodoro Castillo. Lo recomienda para ser usado en el tratamiento del dolor de estómago. A favor de esto, (González-Trujano et al., 2012) menciona que *A. mexicana* subsp. *mexicana* produce efectos espasmogénicos, así también menciona que se encontró acetina y tilanina, además explica que en *A. mexicana* subsp. *xolocotziana* no se encontró ningún efecto. Dicho estudio fue realizado en ileon aislado de cobayo. Además, la persona informante recomienda el uso del toronjil para el dolor de garganta. Investigaciones hechas por (Gomez-Álvarez, 2012) demuestran que *A. mexicana* subsp. *xolocotziana* tiene actividad antinociceptiva y es particularmente útil para el tratamiento del dolor asociado a la inflamación. Estudio hecho en modelo de ratón. Finalmente, la persona comerciante además lo recomienda para la tos y gripa. Sugiere que se prepare poniendo un litro de agua a hervir y enseguida agregar 5 ramitas de toronjil, la información coincide con (Villanueva-Solis et al., 2020) donde en un estudio reportaron que la forma más común para preparar plantas medicinales es cocción de la planta e infusión. Menciona que el toronjil se escasea en tiempo de secas, ya que solo se puede encontrar en barrancas. Menciona que también se llega a escasear debido a incendios, se lo come el ganado y que es mucho más abundante en tiempo de lluvias.

El toronjil lo vende al precio de 30 MXN (1.5 dólares USA) por dos manojitos. El periodo en el que más se vende es en las vacaciones de diciembre, porque viene mucha gente a vacacionar. La principal razón por la cual lo compran es por sus propiedades medicinales. Cuando compra

plantas de toronjil las adquiere entre 250 a 300 MXN (12.5 a 15 dólares USA) por planta grande y por plantas pequeñas entre 80 a 100 MXN (4 a 5 dólares USA).

De la información obtenida de los informantes clave, se pudo observar que las autoridades, al igual que los encuestados, perciben que la población del toronjil silvestre va disminuyendo, pero no se toman medidas para evitarlo. Así también se observa que existe una cadena de valor, que va desde las personas que lo extraen del campo o lo siembran (se encontró solamente un productor en las tres comunidades de estudio) hasta los vendedores finales. Así también se pudo percibir que la ganancia obtenida por la venta de este valioso recurso, apenas alcanza para la subsistencia. En contraparte, investigaciones científicas han demostrado características importantes para el uso medicinal del toronjil, de acuerdo a la literatura citada; pero este conocimiento no llega a estas comunidades y aún menos esta información genera desarrollo tecnológico para ellas, por otro lado, este conocimiento generado, en muchas ocasiones, es aprovechado por empresas biotecnológicas que obtienen productos de altísimo valor agregado.

4.6. Conclusiones

En las comunidades en estudio, de acuerdo con la percepción de los habitantes locales, la población de toronjil silvestre está disminuyendo, esto además trae consigo otros problemas, como la pérdida de diversidad genética, lo cual las pone aun en un riesgo mayor. Por esta razón hace falta realizar estudios de diversidad genética. Debido a que estas plantas forman parte de un ecosistema, donde se encuentran otras especies, al disminuir sus poblaciones afectan el equilibrio de dicho ecosistema y esto puede provocar la extinción de otras especies. Si bien el conocimiento tradicional, empírico, respecto de las plantas medicinales, ha sido visto por la sociedad moderna como algo de poca importancia, ha dado rumbo a la ciencia para el

descubrimiento de principios activos de los medicamentos, al grado de que estos medicamentos, al menos en las comunidades referidas, provienen de las plantas medicinales.

Si bien en este periodo hemos destruido como nunca antes nuestros ecosistemas, debido al desarrollo tecnológico también hemos desarrollado la capacidad de actuar como nunca en la historia de la humanidad en pro de la conservación.

4.7. Bibliografía

- Aguilar-Borojas, S. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud Salud en Tabasco. *Salud en Tabasco*, 11(1–2), 333–338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Alvarado, A. M., García-Trejo, F., Cardador-Martínez, A., y Magallán-Hernández, F. 2020. *Clinopodium mexicanum*: Potential and difficulties for the sustainable use of a Mexican medicinal plant. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 19(2), 149–160. <https://doi.org/10.37360/BLACPMA.20.19.2.8>
- Arjona-Garcia, C. 2018. Urbanización como proceso de cambio en el conocimiento de plantas medicinales en dos comunidades de la Sierra de Huautla, morelos [Universidad Autónoma del estado de Morelos]. En *Tesis de maestría*. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/548>
- Ávila-Uribe, Margarita Micaela García-Zárata, S. N., Sepúlveda-Barrera, A. S., y Godínez-Rodríguez, M. A. 2016. Plantas Medicinales En Dos Poblados Del Municipio De San Martín De Las Pirámides, Estado De México. *Polibotánica*, 42, 215–245. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.42.11>

- Beltrán-Rodríguez, L. A., y Manzo-Ramos, F. 2013. HerschH Martínez Paul. 1996. Destino común: los recolectores y su flora Medicinal. instituto nacional De antroPología e Historia. *Agricultura, siedad y desarrollo*, 10(2), 257–260. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187054722013000200007&lng=es&tlng=es.
- Carreón-Abud, Y., Torres-Martínez, R., Farfán-Soto, B., Hernández García, A., Ríos-Chávez, P., Bello-González, M. Á., Martínez-Trujillo, M., y Salgado-Garciglia, R. 2015. La simbiosis micorrícica arbuscular aumenta el contenido de terpenos volátiles y el rendimiento vegetal en *Satureja macrostema* (Benth.) Briq. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 14(4), 233–279. <https://www.redalyc.org/aticulo.oa?id=85641104002>.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., y Raven, P. H. 2020. Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117, 13596–13602. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922686117>
- Crutzen, P. J. 2002. The “antropoceno”. *Academy of Management Journal*, 4(3), 2–6. <https://doi.org/doi:10.1051/jp4:20020447>
- De Blas, I. 2006. *Software winEpi Facultad de Veterinaria* (p.). <http://www.winepi.net/>
- Diofanor Acevedo, M. N. y P. M. 2013. Composición química del aceite esencial de las hojas de toronjil (*melissa officinalis* L.). *Informacion Tecnologica*, 24(4), 49–54. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400006>
- Estrada-Reyes, R., López-Rubalcava, C., Ferreyra-Cruz, O. A., Dorantes-Barrón, A. M., Heinze, G., Moreno Aguilar, J., y Martínez-Vázquez, M. 2014. Central nervous system effects and chemical composition of two subspecies of *Agastache mexicana*; An

- ethnomedicine of Mexico. *Journal of Ethnopharmacology*, 153(1), 98–110.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.12.057>
- Gálvez, J., Estrada-Reyes, R., Benítez-King, G., Araujo, G., Orozco, S., Fernández-Mas, R., Almazán, S., y 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, 683–700. <https://doi.org/10.3233/RNN-140486>
- Gomez-Álvarez, R. 2012. Plantas medicinales en una Aldea del estado de tabasco, México. *Fitotecnia Mexicana*, 35 (1), 43–49.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802012000100007&lng=es&tlng=es
- González-Trujano, M. E., Ventura-Martínez, R., Chávez, M., Díaz-Reval, I., y Pellicer, F. 2012. Spasmolytic and antinociceptive activities of ursolic acid and acacetin identified in *Agastache mexicana*. *Planta Medica*, 78(8), 793–799. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1298416>
- González Guinea, A., González Santiago, M. V., y Castellanos Suarez, J. A. 2018. El huerto familiar y la cultura. El espacio destinado a las plantas medicinales en Xochipala, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 215–227.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.860>
- Guzmán Maldonado, S. H., y González Chavira, M. M. 2017. *Plantas medicinales, la realidad de una tradición ancestral*.
https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_folletoinformativo/1044_4729_Plantas_medicinales_la_realidad_de_una_tradici3n_ancestral.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2020. *Censo de Población y Vivienda 2020*.
https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos

- Jiménez-Romero, E. M., Moreno-Vera, A. N., Villacís-Calderón, A. C., Rosado-Sabando, J. K., Morales Moreira, D. M., & Bravo Bravo, A. D. 2019. Estudio etnobotánico y comercialización de plantas medicinales del bosque protector Murocomba y su área de influencia del cantón Valencia, Ecuador. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 491–506. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art1597
- Leos-Malagon, A. S., Saavedra-Cruz, R. D., y Viveros-Valdez, E. 2020. Plantas aromáticas posiblemente útiles contra el SARS-CoV-2 (Covid-19). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(6), 744–752. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4406779>
- Maldonado, C., Paniagua-Zambrana, N., Rainer, W. B., Zenteno-Ruiz, F. S., y Fuentes, A. F. 2020. La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (covid-19). *Ecología en Bolivia*, 55(1), 1–5. http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v55n1/v55n1_a01.pdf
- Molina Mendoza, J. L., Galván Villanueva, R., Patiño Siciliano, A., y Fernández Nava, R. 2012. Plantas medicinales y listado florístico preliminar del municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. *Polibotánica*, 34(34), 259–291. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140527682012000200013&lng=es&tlng=es
- Ortega-Ortega, T., y Vázquez-García, V. 2014. *Satureja macrostema*: situación ambiental, conocimiento local y roles de género. *Madera y Bosques*, 20, 71–86. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140504712014000200007&lng=es&tlng=es.
- Rodríguez Sousa, A., y Alberto. 2018. *Ciencia y divulgación sobre la sexta extinción masiva de biodiversidad, ¿es realmente el cambio climático el principal responsable?* https://www.researchgate.net/publication/342048912_Ciencia_y_Divulgacion_sobre_la_s

exta_extincion_masiva_de_biodiversidad_es_realmente_el_cambio_climatico_el_princip
al_responsable

Santillán-Ramírez, M. A., López-Villafranco, M. E., Aguilar-Rodríguez, S., y Aguilar-Contreras, A. 2008. Estudio etnobotánico, arquitectura foliar y anatomía vegetativa de *Agastache mexicana* ssp. *mexicana* y *A. mexicana* ssp. *xolocotziana*. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79(2), 513–524.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S187034532008000200024&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Thompson, E. 1992. *Wiley Series en probabily and statistics* (Vol. 1).

Torres Díaz, G. (2019). *Caracterización de la semilla, composición química del aceite esencial y efecto de la fertilización nitrogenada en Agastache mexicana ssp. mexicana* [Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco].
<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/2101/1/191650.pdf>

Valdés Cobos, A. 2013. Conservación y uso de plantas medicinales: el caso de la región de la Mixteca Alta Oaxaqueña, México. *Ambiente y Desarrollo*, 17(33), 87–99.
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/7044>

Villanueva-Solis, I., Arreguín-Sánchez, M. L., Fernández-Nava, L. D., & Quiroz-García, R. 2020. Plantas medicinales que se comercializan en el mercado 8 de julio y uno tradicional, ambos localizados en el centro de Actopan, Hidalgo, México. *Polibotánica*, 50, 209–243.
<https://doi.org/10.18387/polibotanica.50.1>

V. CALIDAD SANITARIA Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE TORONJIL *Agastache mexicana* subsp. *mexicana*

5.1. Resumen

México tiene el segundo lugar en cuanto a plantas medicinales descritas a nivel mundial, estas plantas tienen usos terapéuticos, aromáticos y medicinales, adherente a sus amplios usos en la elaboración de fármacos ha provocado la disminución de sus poblaciones. Una de estas es *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* planta endémica de nuestro país. Por otro lado, las enfermedades transmitidas por alimentos es un problema que afecta a la salud en todo el mundo. Uno de los patógenos asociados a estas enfermedades es *Escherichia coli*. que afecta la calidad e inocuidad de los alimentos. Así mismo calcular los costos de producción es algo fundamental en el proceso de producción de un cultivo, debido a que verifica la rentabilidad del mismo, actualmente, existe escasa información sobre sus costos y calidad sanitaria de producción de *A. mexicana* subsp. *mexicana*. Por todo lo anterior, el objetivo de esta investigación fue cuantificar los costos de producción y evaluar su calidad sanitaria mediante la NOM-210-SSA. 2014. Para obtener la información de costos, se estableció una plantación a campo abierto y se calcularon los insumos, actividades y mano de obra, con la información se calculó la relación beneficio costo. Se obtuvo una relación beneficio costo en seco de 1.52 y 2.54 en fresco, lo cual indica que es un cultivo rentable. Así mismo los resultados de laboratorio demostraron que no hay presencia de coliformes totales ni fecales.

Palabras clave: *Agastache*, calidad, inocuidad, toronjil y costos

5.2. Abstract

Mexico has the second place in terms of medicines described worldwide, these plants have therapeutic, aromatic and medicinal plant uses, adhering to their wide uses in the preparation of drugs has caused the decrease of their populations. One of these is *Agastache mexicana* subspecies *mexicana* a plant endemic to our country. On the other hand, foodborne diseases is a problem that affects health worldwide. One of the pathogens associated with these diseases is *Escherichia coli*. affecting the quality and safety of food. Likewise, calculating production costs is fundamental in the production process of a crop, because it verifies its profitability. Currently, there is little information on its costs and sanitary quality of production of *A. mexicana* subsp. *mexicana* For all of the above, the objective of this research was to quantify production costs and evaluate their sanitary quality through NOM-210-SSA. 2014. To obtain the cost information, an open field plantation will be determined and the inputs, activities and labor will be calculated, with the information the cost-benefit ratio will be calculated. A dry cost benefit ratio of 1.52 and 2.54 in fresh was obtained, which indicates that it is a profitable crop. Likewise, the laboratory results showed that there is no presence of total or fecal coliforms.

Key words: Agastache, quality, safety, toronjil and costs

5.3. Introducción

Las plantas aromáticas y medicinales tienen diferentes usos, pero principalmente terapéuticos también son utilizadas para la elaboración de productos cosméticos, medicinales y alimenticios, en 2009 el mercado mundial de medicamentos botánicos y otras drogas derivadas de plantas aumentó una tasa de crecimiento anual de un 11% (CCI, 2009). Información de la SEMARNAT, (2021), menciona que en México el 90% de la población ha utilizado al menos en una ocasión en su vida, una de las 4,500 plantas medicinales descritas, encontrándose nuestro país en segundo lugar nivel mundial en cuanto a plantas medicinales registradas, solo después de China y antes que Colombia. En la ciudad de México se comercializan diariamente 10 toneladas de plantas medicinales, 200 toneladas mensuales y 3,500 toneladas al mes en todo el país (Muñeton, 2009). Sin contar el comercio informal de estas valiosas plantas. En los últimos años se ha aumentado el saqueo de plantas medicinales silvestres por la extracción de sus metabolitos secundarios (Silva-Castellanos *et al.*, 2021). Una de estas plantas es *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* planta endémica de México (Martínez-Gordillo *et al.*, 2017), que se encuentra distribuida en los estados del eje neovolcánico trasversal (Palma-Tenango *et al.*, 2021). Por lo tanto, existe la necesidad de producir plantas medicinales y aromáticas a nivel comercial para bajar los niveles de recolección de plantas silvestres, además de que puede ser una actividad muy rentable para productores en México (Juárez-Rosete *et al.*, 2013).

Por otro lado, en la agricultura es muy difícil calcular de forma exacta los costos de producción debido a la variación de precios e insumos en las diferentes zonas (Osorio, 2014). Sin embargo, en todo cultivo existe la necesidad de conocerlos, para minimizar las posibles crisis financieras, sociales, ambientales que exigen tener una planeación para la toma de decisiones concretas y oportunas (Molina, 2017). Debido a que es el punto de partida para conseguir información confiable sobre el proceso de producción (Sandoval y Mendoza, 2015).

Actualmente no es suficiente producir alimentos sostenibles, si no que estos también sean inocuos, es decir, que estén libres de peligros físicos, químicos y microbiológicos estos últimos de gran importancia debido a que representan el mayor riesgo a la inocuidad de los alimentos (OPS, 2021). Se estima que a nivel mundial las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) causan anualmente 600 millones de casos de enfermedades y 420,000 muertes. (FAO/OMS, 2021). En México en el 2021, se presentaron 21,724 casos de intoxicación alimentaria bacteriana un 17% más con respecto al 2020, los estados con mayor porcentaje fueron Jalisco, Chihuahua y Baja California con un 22, 15 y 9% respectivamente, en Guerrero se presentaron 593 casos (SSA, 2022). Actualmente la mayor parte de las unidades productivas en México carecen de implementación de programas de inocuidad como lo son Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) Cedillo-Portugal, (2018). Los peligros microbiológicos han mantenido preocupados tanto a productores, consumidores y organismos oficiales que vigilan la inocuidad de los alimentos en el mundo (Tafur-Garzón, 2009). Uno de los organismos causantes de afecciones transmitidas por los alimentos es *Escherichia coli* que con frecuencia provocan enfermedades, puede ser transmitida por agua o alimentos contaminados con excrementos humanos y representa una amenaza para todas las personas (FDA, 2018). Se asocian a diarrea seis patotipos de *E. coli*, uno de estos es la enterohemorrágica que es el que se relaciona mayormente a los brotes alimentarios Torres-Almendaris *et al.*, (2016). Esta bacteria forma biopelículas para sobrevivir en la superficie de los vegetales en específico en los estomas que son su principal reservorio Cui *et al.*, (2016). El medio principal de transmisión de estos patógenos es a través de fertilizantes orgánicos como compostas mal elaboradas y agua de riego contaminadas Oliveira *et al.*, (2012). Es de gran relevancia garantizar la seguridad de los productos que se consumen, por tales motivos el objetivo de este trabajo fue determinar la

presencia de coliformes totales, fecales y costos de producción de *Agastache mexicana* subespecie *mexicana*.

5.4. Materiales y métodos

5.4.1. Metodología de costos de producción

Se estableció el cultivo *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* a campo abierto el 28 de febrero del 2021, en el rancho agroecológico El Romerito ubicado al suroeste 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 templados con lluvias en verano, La temperatura media anual es 18.4°C en Taxco. La precipitación aproximada es de 1,252 mm (García, 2014). Durante el experimento se registró una temperatura media de 16.2°C, máxima de 41.5°C, mínima de 4.1°C y un promedio de humedad relativa de 71.1% estas variables climáticas fueron monitoreadas con un datalogger de la marca Elitech HC 4RC.

Mediante la propagación asexual por rizomas de 20 cm de raíz a la última hoja apical, con siete hojas verdaderas, se impregnaron enraizador en polvo Rootex® en la raíz, fueron trasplantadas en bolsas de polietileno de 30x30 cm con sustrato tierra de monte de clase textural franco. Se aplicaron dos litros de agua por semana a capacidad de campo y se le dio un manejo agroecológico se utilizó como nutrición cada semana una aplicación foliar de lixiviado de lombriz, para el control de plagas se utilizó el insecticida neemAcar® 3mL por litro de agua, para el control de enfermedades se utilizó el fungicida de amplio espectro Gribac® 1.5 mL por litro. La información se registró en una hoja de cálculo de Excel (2010) y determinaron los costos totales de producción incluyendo insumos, plantas, riegos, trasplante, fertilización, podas, control de plagas y enfermedades, cosecha, mano de obra según Baca, (2010). Los costos de producción y el rendimiento en fresco y seco (kg ha^{-1}) fueron extrapolados a una hectárea y se calculó la relación beneficio/costo (R B/C).

5.4.2. Metodología de microbiología

La toma de muestra fue en el mismo lugar y las mismas plantas que se utilizaron para calcular los costos de producción siguiendo lo que indica la Norma Oficial Mexicana NOM-109-SSA1-1994, Bienes y servicios. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Las muestras fueron procesadas en laboratorio de Microbiología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, unidad Tuxpan, Guerrero, México. Se determinó la presencia de coliformes totales y fecales según la NORMA Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos la cual nos indica hacer la determinación en dos fases la presuntiva y la confirmativa. A partir de plantas adultas de toronjil *Agastache mexicana* subespecie *mexicana*, se comenzó a desplazarse en zigzag a través de la parcela experimental de 12 m² se recolectaron de cinco puntos de muestreo con cuatro submuestras para que la muestra sea representativa de todo el campo, se realizaron cortes de dos cm con tijeras, se colocaron sobre papel de estraza y se situó a deshidratar a temperatura ambiente bajo sombra durante 15 días.

El transporte de la muestra se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-109-SSA1-1994, Bienes y servicios. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. La cual indica que el manejo y transporte de las muestras se deben efectuarse de tal manera que se impida su ruptura, alteración o contaminación, evitando su exposición a la luz solar directa, por lo tanto, se utilizó una hielera de unicel con dimensiones externas de 40x30x28 con hielo seco y de manera aséptica se tomó la muestra en una bolsa ziploc estéril, se colocó y se transportó hasta el laboratorio.

5.4.2.1 Prueba Presuntiva:

Se pesaron de manera aséptica 25 g de la planta deshidratada, se colocó en 225 mL de regulador de fosfatos y se molió por 2 min en vaso de licuadora. Se realizaron diluciones seriadas en regulador de fosfatos (pH 6.5, 20 Mm) hasta 10^{-3} . De cada dilución se transfirió 1 mL a 3 tubos con 10 mL de caldo lauril triptosa con campanas de Durham, los 9 tubos con caldo lauril triptosa (Figura 18). Se incubaron por 48 horas a 37°C como lo indica la NOM-210-SSA1-2014.

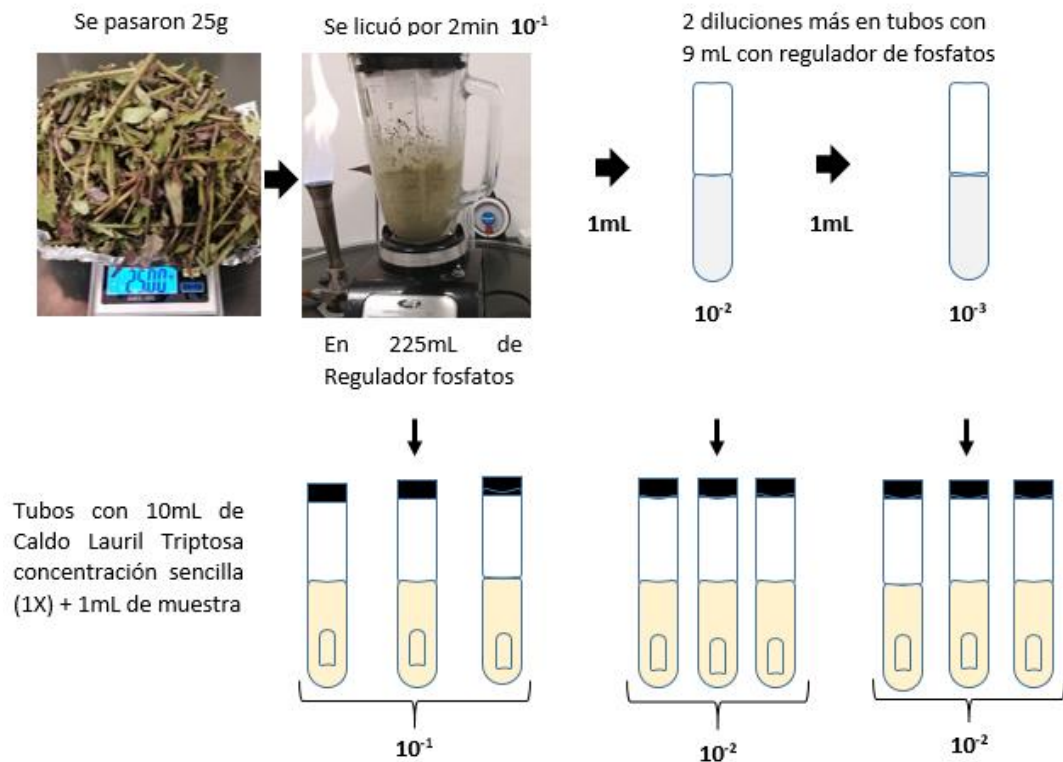


Figura 18. Metodología utilizada de acuerdo con la NOM-210-SSA1-2014.

5.4.2.2. Prueba Confirmativa.

De acuerdo con la NOM-210-SSA1-2014. Menciona que de cada tubo que muestre formación de gas, tomar una asada y sembrar en un número igual de tubos de Caldo EC. Para la prueba confirmativa; inocular en tubos de EC e incubar los tubos para prueba de coliformes totales a $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ por $48 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ y para la prueba de coliformes fecales a $45.5^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ en baño

de agua con recirculación continua durante 24 h, se observar si hay formación de gas, registrar la lectura, cuando no hay formación de gas, incubar 24 h más. Utilizar estos resultados para calcular el NMP de Coliformes totales y coliformes fecales respetivamente.

Nota: no hubo necesidad de utilizar la prueba confirmativa debido a que no hubo presencia de coliformes totales ni fecales.

5.5. Resultados y discusión

5.5.1. Costos de producción

Cuadro 11. Costos de producción de toronjil *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* en 12.6 m².

| Actividades | Cantidad | Precio Unitario (\$) | Importe (\$) |
|-------------------------------------|----------|----------------------|-----------------|
| 1. Labores de establecimiento | 1 | 125 | 125 |
| 2. Siembra en bolsas | 1 | 593.60 | 593.60 |
| 3. Trasplante | 1 | 29.00 | 29.00 |
| 4. Fertilización | 3 | 75.00 | 225.00 |
| 5. Control de plagas y enfermedades | 2 | 32.91 | 65.83 |
| 6. Poda | 1 | 25.00 | 25.00 |
| 7. Control de malezas | 2 | 25.00 | 50.00 |
| 8. Cosecha | 1 | 45.00 | 45.00 |
| Costo total (\$) | | 950.51 | 1,158.43 |

Cuadro 12. Lineamientos técnicos e indicadores financieros en toronjil *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* en ciclo productivo otoño-invierno, considerando un precio de venta en fresco de 140\$ y seco de 350\$.

| Actividades | 12.6 m ² | 10,000 m ² |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Costos de producción (\$) | 1,158.43 | 919,389.84 |
| Densidad de siembra | 84 | 66,666 |
| Rendimiento fresco (kg) | 21 | 16,666 |
| Rendimiento seco (kg) | 5.04 | 3,999.8 |
| Valor de la producción fresco (\$) | 2,940 | 2,333,240 |
| Valor de la producción seco (\$) | 1,764 | 1,399,930 |
| R B/C fresco | 2.54 | 2.54 |
| R B/C seco | 1.52 | 1.52 |

La relación beneficio/costo (B/C) que se obtuvo en la producción de *A. mexicana* subespecie *mexicana* en seco fue de 1.52 lo cual nos indica que por cada peso invertido se obtendrá 0.52 pesos de beneficio, como la relación es mayor que 1, cumple con el criterio de selección y evaluación, indicando que el proyecto es viable y rentable (Baca, 2010). Los resultados obtenidos de la relación beneficio costo coinciden y son similares con los de Millán-Romero *et*

al., (2012), en el cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) en seco donde reportan una relación beneficio costo del 1.57. Superan a los indicados por Carrera-Pozo, (2014), en hierba buena (*Mentha spicata*) donde reportan una relación B/C de 1.21. En comparación con una hortaliza Espinosa-Rodríguez *et al.*, (2020), reportan 1.1 de relación B/C en la producción de uchuva, por su parte Arévalo-Briones *et al.*, (2016), indican una relación B/C de 0.61 en lechuga fresca orgánica. Por lo tanto, se infiere que se está por arriba de los cultivos mencionados. Esto debido a los bajos costos de producción por los pocos insumos que se utilizan y por ser la parte vegetativa la de interés a diferencia de una hortaliza de fruto. Es importante tener en cuenta que en este estudio solo se llegó a la parte de costos de producción en campo, faltaría ver los costos de administración y venta que según Baca, (2010) son alrededor de un 5%.

5.5.2. Resultados de laboratorio

5.5.2.1. Prueba presuntiva

Una vez inoculados se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ por 48 horas

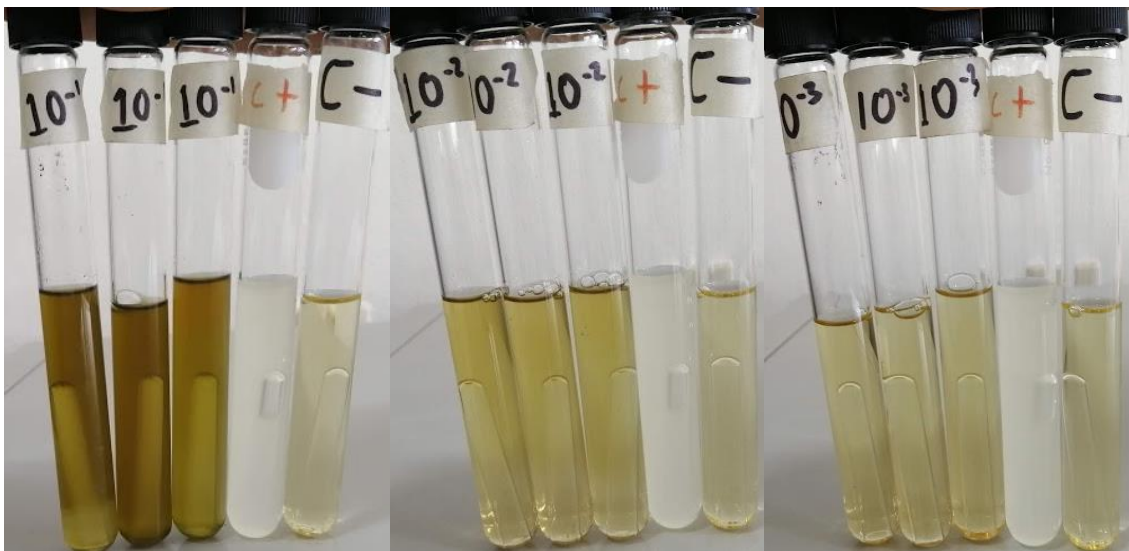


Figura 19. Se observa que no hay formación de gas en ninguna de las diluciones ni en el control negativo a diferencia del control positivo con *E. coli* donde se observa turbidez y formación de

burbuja en la campana de Durham por la producción de gas, característica de este microorganismo.

Por lo tanto, las muestras de toronjil *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* resultaron negativas a coliformes totales y fecales, lo que indica que está libre de estos microorganismos en condiciones deshidratadas, los resultados pueden ser atribuidos a las buenas prácticas agrícolas que se siguieron en el manejo y que los coliformes totales y fecales no tienen la capacidad de sobrevivir en condiciones deshidratadas, lo anterior coincide con lo reportado por Ávila-Quezada *et al.*, (2009), en chile chipotle deshidratado, Ávila-Quezada *et al.*, (2008) en chiles, melón, jitomate saladet, tomate grape, durazno y manzana y chile habanero (Lugo-Jiménez *et al.*, 2010), quienes reportaron libres de contaminación fecal por microorganismos

5.6. Conclusiones

- Con base a los cálculos de los costos de producción el cultivo del toronjil *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* cultivado en campo abierto indica que puede ser una alternativa rentable para productores rurales y viable para climas templados del estado de Guerrero.
- Las pruebas microbiológicas realizadas no detectaron presencia de microorganismos patógenos en toronjil *Agastache mexicana* subespecie *mexicana* cultivado en campo abierto, lo cual indica estar libre de contaminación fecal por microorganismos. Sin embargo, se recomienda realizar otras pruebas para analizar otros microorganismos presentes en las muestras y garantizar la inocuidad del toronjil poder producir con fines comerciales.

5.7. Bibliografía

- Arévalo-Briones, K. P., Pastrano Quintana, E. y Armijos Jumbo, V. 2016. Relación beneficio – costo por tratamiento en la producción orgánica de las hortalizas (Cilantro, Lechuga, Cebolla Roja, Cebolla de Rama) en el cantón Santo Domingo de Los Colorados. Revista Publicando, 3(7), 503-528.
<https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/279>
- Ávila-Quezada, G., Sánchez, E., Muñoz, E., Martínez, L. R. y Villalobos, E. 2008. Diagnóstico de la calidad microbiológica de frutas y hortalizas en Chihuahua, México. Phytion (Buenos Aires), 77, 129-136.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185156572008000100011&lng=es&tlng=es.
- Ávila-Quezada, G. D., Islas-Valenzuela C. I., Muñoz-Márquez. E. y Sánchez-Chávez E. 2009. Physical and microbiological contamination of the smoked “Chipotle” pepper during dehydration. Revista Fitotecnia Mexicana 32(3):225-231.
<http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/32-3/7a.pdf>
- Baca, G. U. 2010. Evaluación de proyectos. Sexta edición 318pp.
- Cabrera-Pozo, G. E. 2014. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa industrializadora y comercializadora de plantas medicinales deshidratadas en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura. (Tesis de pregrado). Universidad técnica del norte. Facultad de ciencias administrativas y económicas carrera de ingeniería en contabilidad superior y auditoría. Ciudad de Ibarra, Ecuador.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3963/1/02%20ICA%20874%20TE%20SIS.pdf>

- Cedillo-Portugal, E. 2018. Implicaciones socioeconómicas por la implementación de programas de sanidad, calidad e inocuidad alimentaria en el sector productivo de frutas y hortalizas en México. *Agro Productividad*, 11(2). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/140>
- Centro de Comercio Internacional. 2009. Medicinal plants and extracts market news service (MNS) quarterly edition. <https://www.intracen.org/itc/sectores/plantas-medicinales/>
- Cui, H., Zhao, C., Li, C., y Lin, L. 2016. Essential Oils-Based Antibacterial Agent Against *Escherichia coli* O157:H7 Biofilm on Cucumber. *Journal of Food Processing and Preservation*. 41(5): 3140. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13140>
- Espinosa-Rodríguez, M., Sandoval-Villa, M., Antúnez Ocampo, O., Pérez-Pacheco, R. y Sabino-López, J. E. 2020. El mercado de la uchuva en México. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 11(8), 1789–1802. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2228>
- FAO/OMS. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. (2021). Guía para el día mundial de la inocuidad de los alimentos. 1-8. <https://www.fao.org/3/cb3404es/cb3404es.pdf>
- Food and Drug Administration (FDA). 2018. Organisms that cause foodborne illness in the United States. Regulated Product (s) Food y Beverages. <https://www.fda.gov/food/what-you-need-know-aboutfoodborneillnesses/organismos-que-causan-enfermedades-transmitidas-por-los-alimentos-en-los-eeuu>
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. ISBN 970-32-1010-4
- Juárez-Rosete C. R., Aguilar-Castillo J. A., Juárez-Rosete M. E., Bugarín-Montoya R, Juárez-López P, Cruz Crespo E. 2013. Hierbas aromáticas y medicinales en México: Tradición

e Innovación. *Revista Bio Ciencias* 2013; 2(3): 119-129.

<http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/42/134>

Lugo-Jiménez, N., Carballo-Bautista, M., Sauri-Duch, E., Centurión-Yah, A, Tamayo-Canul, E 2010. Efecto del sistema de cultivo sobre la calidad microbiológica del chile habanero (*Capsicum chinense* jacq.) después de su cosecha. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11 (2),171-179. ISSN: 1665-0204. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81315809009>

Martínez-Gordillo, M., Bedolla, G. B., Cornejo, T. G., Fragoso, M. I., García P. M. R., González, G. J. G., Lara, C.S.I. y Zamudio, S. 2017. *Lamiaceae* de México. *Botanical Sciences* 95(4): 780-806. <https://doi.org/10.17129/botsci.1871>

Millán-Romero, E., Pacheco-Díaz, W. y Morales-Alemán, J. 2012. Estudio económico para la producción y comercialización de hoja de Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) deshidratada en Chinú Córdoba. *Orinoquia*, 16 (2),24-31. ISSN: 0121-3709. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89626049002>

Molina, P. O. R. 2017. Rentabilidad de la producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: municipios Pueblo Llano y Rangel del estado Mérida, Venezuela ISSN 1317-8822 / ISSN Electrónico 2477-9547 pp. 217 -232. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4655/465552407013/465552407013.pdf>

Muñeton, P. P. 2009. Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos. Entrevista con el Mtro. Erick Estrada Lugo. *Revista Digital Universitaria*. Vol. 10, No. 9. ISSN: 1607-6079. <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num9/art58/int58.htm>>;

Oliveira, M., Viñas, I., Usall, J., Anguera, M. and Abadias, M. 2012. Presence and survival of *Escherichia coli* O157:H7 on lettuces leaves and in soil treated with contaminated

- compost and irrigation water. *International Journal of Food Microbiology* 156:133-140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.014>
- OPS. Organización Panamericana de la Salud. 2021. Evaluación de riesgos microbiológicos en alimentos. Guía para implementación en los países. Washington, D.C. Licencia: CC BY-NCSA 3.0 IGO. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53292/9789275323250_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Osorio, T. C. 2014. La productividad total de los factores: la agricultura en México antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. Una transición a la economía agrícola verde. Tesis de pregrado, Universidad Iberoamericana Puebla, Puebla. <http://hdl.handle.net/20.500.11777/1057>
- Palma-Tenango, M., Sánchez-Fernández, R. E. y Soto-Hernández, M. 2021. A Systematic Approach to Agastache mexicana Research: Biology, Agronomy, Phytochemistry, and Bioactivity. *Molecules* 26(12): 37-51. Doi: [10.3390/molecules26123751](https://doi.org/10.3390/molecules26123751)
- Sandoval, E. K. y R. E. Mendoza. 2015. Costos del proceso de producción en el cultivo del plátano en la Finca “La perla de Ometepe” Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua UNAN-Managua. Facultad de Ciencias Económicas Departamento de Contaduría Pública y Finanzas. <https://repositorio.unan.edu.ni/2820/7/15002.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2021. Plantas medicinales de México la botica más surtida del país, enriquecida con la sabiduría de pueblos y comunidades indígenas. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/plantas-medicinales-de-mexico?idiom=es>

- Secretaría de Salud. 2022. Boletín epidemiológico, sistema nacional de vigilancia epidemiológica. Sistema único de información. Número 52. Vol. 38.
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/691393/sem52.pdf>
- Silva-Castellanos, A. P., Magallán-Hernández, F., Vergara-Pineda, S., Ramírez-Segura O. y 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>
- Tafur-Garzón, M. 2009. La inocuidad de alimentos y el comercio internacional. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22 (3), 330-338. ISSN: 0120-0690.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023525009>
- Torres-Armendáriz, V., Manjarrez Domínguez, C. B., Acosta-Muñiz, C. H., Guerrero-Prieto, V. M., Parra-Quezada, R. Á., Noriega Orozco, L. O. y Ávila-Quezada, G. D. 2016. Interacciones entre *Escherichia coli* O157:H7 y plantas comestibles. ¿Se han desarrollado mecanismos de internalización bacteriana? *Revista mexicana de fitopatología*, 34(1), 64-83. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1507-4>