

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Potencial económico del cultivo de toronjil (*Agastache mexicana* subespecie *mexicana*) en Taxco de Alarcón, Guerrero

Economic potential of the cultivation of melissa (*Agastache mexicana* Mexican subspecies) in Taxco of Alarcón, Guerrero

Authors/Autores: Hernández-Ramírez, U., Antúnez-Ocampo, O. M., Espinosa-Rodríguez, M., Vázquez-Villamar, M., Sabino-López, J. E., Delgado-Núñez, E. J.

ID: e2047

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e2047>

Received/Fecha de recepción: August 19, 2025

Accepted /Fecha de aceptación: April 23, 2026

Available online/Fecha de publicación: May 11, th 2026

Please cite this article as/Como citar este artículo: Hernández-Ramírez, U., Antúnez-Ocampo, O. M., Espinosa-Rodríguez, M., Vázquez-Villamar, M., Sabino-López, J. E., Delgado-Núñez, E. J. (2026). Economic potential of the cultivation of melissa (*Agastache mexicana* Mexican *subspecies*) in Taxco of Alarcón, Guerrero. *Revista Bio Ciencias*, 13, e2047. <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e2047>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.







Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Potencial económico del cultivo de toronjil (*Agastache mexicana* subespecie *mexicana*) en Taxco de Alarcón, Guerrero

Economic potential of the cultivation of melissa (*Agastache mexicana* Mexican subspecies) in Taxco of Alarcón, Guerrero

El cultivo de toronjil en Taxco/

The cultivation of melissa in Taxco

Hernández Ramírez, U.¹ , Antúnez Ocampo, O. M.² , Espinosa Rodríguez, M.^{1*} ,
Vázquez Villamar, M.¹ , Sabino López, J. E.¹ , Delgado Núñez, E. J.¹ 

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local Universidad Autónoma de Guerrero, campus Tuxpan, km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, C.P. 40101, Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental Iguala, km 2.5 Carretera Iguala- Tuxpan, C.P. 40000, Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

***Corresponding Author:**

Mariana Espinosa-Rodríguez. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local. Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Tuxpan, km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan. C. P. 40101, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. Teléfono: (+52) 951 2586413. E-mail: maresprodriguez@gmail.com

RESUMEN

El toronjil morado (*Agastache mexicana*) es una planta endémica de México con propiedades medicinales; sin embargo, su disponibilidad no es continua en el mercado; parte de su abastecimiento proviene de plantas silvestres. El objetivo fue analizar la rentabilidad del cultivo de toronjil sembrado en maceta en Taxco de Alarcón, Guerrero. Se utilizaron esquejes de toronjil que se establecieron en macetas rellenas de tierra de monte. El manejo de las plantas fue agroecológico desde la nutrición, control de plagas y enfermedades. El proceso productivo y de cosecha fueron registrados en Excel, cuantificados y extrapolados a una hectárea y proyectados a cinco años. Se determinó la rentabilidad del cultivo con base en la tasa interna de retorno (IRR), valor actual neto (NPV) y relación beneficio/costo (B/C). Con una inversión de \$1,949,534.02 MXN y un rendimiento de 16,500 kg ha⁻¹ en fresco, a un precio de venta de \$100 MXN por kg, se tiene un NPV de \$3,098,870.11 MXN, IRR de 71.50 % y relación B/C de 1.74, con potencial productivo de más de dos cortes por año por las condiciones edafoclimáticas del lugar.

PALABRAS CLAVE:

Guerrero, Taxco, toronjil, producción, rentabilidad

ABSTRACT

The giant Mexican hyssop (*Agastache mexicana*) is a plant endemic to Mexico with medicinal properties; however, its availability in the market is inconsistent, and part of its supply comes from wild plants. The objective of this study was to analyze the profitability of the giant Mexican hyssop cultivated in pots in Taxco de Alarcón, Guerrero. Giant Mexican hyssop cuttings were established in pots filled with forest soil. Plant management was agroecological in terms of nutrition, pest, and disease control. The production and harvest processes were recorded in Excel, quantified, extrapolated to one hectare, and projected over five years. Crop profitability was assessed using the internal rate of return (IRR), net present value (NPV), and benefit-cost ratio (B/C). With an investment of MXN \$1,949,534.02 and a fresh yield of 16,500 kg ha⁻¹, at a sale price of MXN \$100 per kilogram, an NPV of MXN \$3,098,870.11, an IRR of 71.50 %, and a B/C ratio of 1.74 were obtained, with a productive potential of more than two harvests per year due to the edaphoclimatic conditions of the site.

KEYWORDS

Guerrero, Taxco, Mexican giant hyssop, production, profitability.

Introducción

A nivel mundial del 2010 al 2023, las exportaciones e importaciones de plantas medicinales creció un 97.8 % y 98.1 % respectivamente, en 2023 generaron ingresos por US\$ 4.18 billones y US\$ 4.25 billones de dólares respectivamente (Zamani *et al.*, 2025), el mercado mundial de plantas medicinales se valoró en US\$201 billones de dólares y se espera que crezca a US\$375 600 billones de dólares para el año 2032, con una tasa anual de crecimiento de 7.22 % (Market Data Forecast reports, 2024). China e India son los principales exportadores, asimismo, Estados Unidos de América, Alemania y Japón son los principales consumidores debido a su demanda interna, según la WHO la medicina tradicional es la primera línea de atención, especialmente para enfermedades crónicas (WHO, 2019). La demanda de plantas medicinales continúa aumentando, tal es así que la producción y el comercio de las mismas han experimentado una expansión significativa, debido a la demanda de los sectores farmacéuticos, cosméticos y alimenticios (Market Data Forecast reports, 2024). Es importante resaltar que, el uso de las plantas medicinales representa cerca del 25 % del total de las preinscripciones médicas en países industrializados; mientras que, en países en desarrollo representa el 80 % de los métodos terapéuticos (Jiménez-Zúñiga, 2016).

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad describe que aproximadamente 4,500 plantas presentan propiedades medicinales, lo que representa aproximadamente el 20 % del total de la flora mexicana; no obstante, solo el 5 % del total de estas plantas tienen estudios farmacológicos. Por otro lado, en mercados locales y regionales del país se comercializan de manera cotidiana alrededor de 250 especies, de las cuales el 85 % son extraídas del medio silvestre sin programas de manejo sustentable (SEMARNAT, 2021), donde la extracción es motivada por los beneficios (metabolitos secundarios) a la salud humana, este

comercio informal más el cambio climático y la deforestación, amenazan el origen de diversas especies y los sistemas forestales (Silva-Castellanos *et al.*, 2021; Rodríguez, 2014). Por ejemplo, en la Ciudad de México diariamente se comercializan aproximadamente 10 toneladas (t) de plantas medicinales y al mes 200 t; mientras que, en todo el país se reportan 3,500 t al mes, sin contar el volumen del comercio informal (Muñeton, 2009). Entre las especies más ampliamente conocidas son; árnica (*Heteroteca inuloides*), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), hierbabuena (*Mentha spicata*), manzanilla (*Chamaemelum recutita*), insulina (*Costus pictus*), lavanda (*Lavandula angustifolia*), stevia (*Stevia rebaudiana*) y sábila (*Aloe vera*) (Guzmán *et al.*, 2017).

En el estado de Guerrero, también se reportan especies nativas con potencial medicinal siendo una de ellas el toronjil (*Agastache mexicana* subespecie *mexicana*), distribuyéndose en los estados de Durango, Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Oaxaca, Jalisco, Morelos, Querétaro, Sinaloa y Veracruz (Arizaga, 2007). En los mercados locales o regionales, se comercializa como hierba fresca en manojos y como hoja seca, y en menor medida se oferta el extracto y el aceite y se consume principalmente en forma de infusión o té (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2008; Fanlo *et al.*, 2009; Juárez-Rosete *et al.*, 2013). Entre los beneficios para la salud se reporta que ayuda a cicatrizar heridas, úlceras, purulencias infectadas y la psoriasis, disminuye el dolor y la fiebre, tiene actividad antiespasmódica, espasmogénica y estomacal (Hieronimi, 2010; Ventura-Martínez *et al.*, 2017). También, se ha empleado como tratamiento farmacológico alternativo para el daño cerebral traumático (Gálvez *et al.*, 2015). Recientemente, se reportó como alternativa para aliviar algunos malestares del SARS-CoV-2, (COVID-19) (Leos-Malagon *et al.*, 2020). Por sus propiedades antifúngicas, sus hojas son usadas para la conservación de semillas en almacenamiento de granos (Juárez *et al.*, 2015; Juárez *et al.*, 2021).

La versatilidad del toronjil, lo convierte en cultivo de alto potencial o cultivo de mercado para los agricultores del estado de Guerrero; sin embargo, para la implementación de un sistema productivo es importante que los productores tengan en consideración los aspectos productivos, financieros y de comercialización para que el producto sea viable comercialmente (Buitrago & Montoya, 2012). Para ello, se debe considerar los indicadores financieros como el valor actual neto (NPV), que indica la ganancia neta generada por la inversión, resultante de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial y cuyo valor debe ser positivo, la tasa interna de retorno (IRR) que considera el costo de inversión con sus ingresos proyectados, por lo que si la IRR es menor a la tasa de descuento (tasa de la banca comercial) del proyecto, este no es económicamente viable, la relación beneficio/costo (B/C) que indica la ganancia neta generada por cada unidad monetaria invertida, cuyo valor debe ser mayor a uno (Baca, 2010).

Por lo descrito anteriormente, más la creciente demanda de especies con alto contenido de bioactivos (flavonoides y antocianinas) que benefician a la salud humana (Heim *et al.*, 2002), y la tendencia hacia la producción de alimentos de manera agroecología; la presente investigación se planteó el objetivo de analizar el potencial económico del cultivo de toronjil, cultivado en macetas en el municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero, México

Material y Métodos

Material vegetal

Se utilizaron plantas adultas de *A. mexicana* subespecie *mexicana*, recolectadas en noviembre de 2020 en la localidad Agua de Panteón de Corralitos, municipio Leonardo Bravo, Guerrero (17°40'9" latitud Norte, 99°51'50" longitud Oeste; a 2,467 masl).

Sitio experimental

La investigación se realizó en un terreno agrícola, en una superficie de 12.72 m² ubicada a 2,334 m de altitud (Figura 1), entre las coordenadas a 18°33'23" latitud Norte y 99°36'18" longitud Oeste, en el municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero, México. El clima predominante es considerado Cwb templado con lluvias en verano, con temperatura media anual de 18.4 °C y precipitación de 1,252 mm (García, 2004).



Figura 1. Plantas (a) y tonalidad de las flores (b) de toronjil en Taxco de Alarcón, Guerrero.

Establecimiento y manejo del experimento

Una vez recolectadas las plantas de toronjil, el 20 de diciembre de 2020 se estableció el experimento mediante la obtención de esquejes de 20 cm de longitud desde la raíz hasta la última hoja apical, con siete hojas. La raíz de cada plántula se sumergió en una solución con 8 g L⁻¹ de enraizador (Rootex®) y se colocaron en bolsas de polietileno negro con dimensiones de 30 x 30 cm, rellenas con tierra de monte compuesta de suelo y hojarasca de encino con pH: 7.11, CE: 4.78 dS m⁻¹, OM: 28 % y densidad aparente: 0.35 g cm⁻³, posteriormente se aplicó un riego de 500 mL por bolsa, se trasplantaron un total de 84 plantas. Después del trasplante, a cada bolsa se aplicó 2 L de agua de pozo por semana para mantener el sustrato a capacidad de campo. Todas las plantas se dejaron crecer libremente por 30 días (28 de febrero al 28 de marzo de 2021); posteriormente, a los 30 días después del trasplante se realizó la homogenización de las plantas, que consistió en podar a partir de los 5 cm de altura, eliminando el resto del tallo con hojas hasta el ápice de planta.

El manejo de las plantas fue exclusivamente agroecológico, utilizando como nutrición, cada semana, aspersiones foliares de lixiviado de lombriz (relación 1:4) con atomizador en toda la planta, con énfasis en las áreas de crecimiento vegetativo en acción (Pant *et al.*, 2009). El control de plagas se hizo con 3 mL L⁻¹ de neemAcar® y el control de enfermedades se realizó con 1.5 mL L⁻¹ de Gribac®. Las condiciones climáticas que prevalecieron durante el crecimiento de las plantas fueron, temperatura media de 16.2 °C, máxima de 41.5 °C y mínima de 4.1 °C, con humedad relativa promedio de 71.1 %, registradas con un datalogger Elitech® HC 4RC.

Análisis de la información

El registro y determinación de los costos totales de producción se obtuvieron con la metodología propuesta por Baca (2010), considerando los gastos de administración y ventas; así como, los costos de producción que incluyeron los insumos y la mano de obra requerida en cada una de las actividades desde la siembra, riegos, fertilización, podas, control de plagas y enfermedades, y cosecha, todo ellos registrados en una hoja de cálculo de Excel (2010). Por otro lado, el rendimiento de peso fresco (kg ha^{-1}), peso seco (kg ha^{-1}) y los costos de producción estimados fueron extrapolados a una hectárea. Posteriormente, se determinó la factibilidad financiera del cultivo, con base en la tasa interna de retorno (IRR), el valor actual neto (NPV) y la relación beneficio/costo (B/C), se estimaron escenarios por cambios en el precio de venta.

Resultados y Discusión

El análisis financiero (Tabla 1) mostró que la inversión requerida para establecer una hectárea de toronjil con densidad de 66,000 plantas ha^{-1} (en maceta) y rendimiento fresco de 16,500 kg ($0.25 \text{ kg planta}^{-1}$) es de \$1,949,534.02, donde el 54 % de la inversión corresponde al rubro de activos fijos, el 2 % para activos diferidos y el 44 % para capital de trabajo. Entre los activos fijos, los conceptos de mayor costo fueron el terreno (33 %) y el sistema de riego (38 %). Hasta el momento se desconoce de paquetes tecnológicos sobre el manejo del cultivo de *A. mexicana* que proporcionen información para alcanzar los mayores rendimientos de biomasa (Palma-Tenango et al., 2021), entre ellos la densidad de plantación, debido a que su aprovechamiento se limita principalmente a su recolección donde crece de manera silvestre, o en su caso es cultivada en los traspatios junto con otras plantas medicinales (Carrillo-Galván et al., 2020). Sin embargo, para otras especies del género *Agastache*, Fanlo et al. (2009) reportó densidades de siembra que oscilan de 30,000 a 40,000 plantas ha^{-1} , con distancia de 40 a 60 cm entre plantas; mientras que, Cárdenas (2009) mencionó densidades de 50,000 plantas ha^{-1} con hileras (surcos) separadas de 60 a 70 cm entre sí, situación que no limita el potencial del cultivo. Mientras que *Ocimum basilicum*, Sushma-Kholiya et al. (2022) señalaron que con 74,074 plantas ha^{-1} y distancias entre plantas de 45 cm y 30 cm entre surcos se obtienen rendimientos en fresco de 22,735 kg ha^{-1} ; bajo este contexto, es evidente que la producción en la familia Lamiaceae es influenciada por la densidad de plantación.

Tabla 1. Inversión requerida para una hectárea de toronjil (*Agastache mexicana* subespecie *mexicana*) cultivado en maceta, en condiciones de campo.

| Concepto | Monto (\$/MXN) |
|--------------------|----------------|
| Activo fijo | 1,054,285.00 |
| Activo diferido | 30,000.00 |
| Capital de trabajo | 865,249.02 |
| Total | 1,949,534.02 |

Costos e ingresos totales

Es importante resaltar que los costos de producción dependen de la región, el sistema de siembra y del manejo agronómico del cultivo, incluyendo el manejo postcosecha (Gordanic *et al.*, 2025). En este contexto, los costos de producción de la presente investigación son mayores al monto reportado en *Melissa officinalis* L. que fue de € 81,962.1 ha⁻¹ con densidad de 11.4 plantas m⁻² establecidas directamente en suelo (Gordanic *et al.*, 2025). Dicha diferencia se debe a que en la investigación se realizó la compra de insumos como sustrato y bolsas, al tipo de nutrición orgánica, y a los gastos administrativos y de ventas. También, son superiores a los costos de otros cultivos como el de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en suelo con manejo agroecológico \$145,979.00 MXN ha⁻¹ y con manejo convencional \$153,203.64 MXN ha⁻¹ (Ruíz-Espinoza *et al.*, 2009). Cabe señalar que, en los cultivos descritos anteriormente, en su inversión no contemplaron los gastos administrativos, financieros y de venta, únicamente incluyeron los productivos, es por ello de la diferencia en costos con la presente investigación; además, los costos variables representan el 79.32 % del costo total (Tabla 2), dentro de los cuales el mayor costo son los insumos (87 %).

Tabla 2. Proyección de ingresos y egresos a cinco años del cultivo de toronjil cultivado en maceta, en Taxco de Alarcón, estado de Guerrero.

| Conceptos | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | \$ | | | |
| Ventas | - | 990,000.00 | 1,980,000.00 | 1,980,000.00 | 1,980,000.00 | 1,980,000.00 |
| Ingresos totales | - | 990,000.00 | 1,980,000.00 | 1,980,000.00 | 1,980,000.00 | 1,980,000.00 |
| Costos fijos | - | 220,800.00 | 220,800.00 | 220,800.00 | 220,800.00 | 220,800.00 |
| Costos variables | - | 846,849.02 | 846,849.02 | 846,849.02 | 846,849.02 | 846,849.02 |
| Costos totales | - | 1,067,649.02 | 1,067,649.02 | 1,067,649.02 | 1,067,649.02 | 1,067,649.02 |
| Compra activo fijo | 1,054,285.00 | - | - | - | - | - |
| Compra activo diferido | 30,000.00 | - | - | - | - | - |
| Compra capital de trabajo | 865,249.02 | - | - | - | - | - |
| Saldo final | 1,949,534.02 | -77,649.02 | 912,350.98 | 912,350.98 | 912,350.98 | 912,350.98 |

En la presente investigación, la determinación de los ingresos se calculó con un corte para el primer año y a partir del segundo año dos cosechas, considerando un precio de venta mínimo de \$60.00 MXN y máximo de \$100.00 MXN kg⁻¹ de toronjil fresco, precios referidos del mercado local (entrevista personal, 2023); sin embargo, es menor en comparación con los precios que llegan a registrarse en otros lugares como el mercado San Juan ubicado en la Ciudad de México, donde su comercialización puede ser en fresco o seco, aunque mayormente se vende como planta seca, llegando alcanzar en fresco precio de \$140.00 kg⁻¹ y de \$350.00 kg⁻¹ en seco (entrevista personal, 2023); mientras que, en España se ha reportado que el precio de venta puede llegar hasta los 28.74 euros kg⁻¹ (aproximadamente \$ 644.51 MXN) (Martín, 2007). Cabe señalar que, alrededor del 85 % del toronjil presente en el mercado mexicano proviene de la recolecta de poblaciones silvestres (Aguilar-Rodríguez *et al.*,

2008, Juárez-Rosete *et al.*, 2013), situación que a largo plazo puede poner en riesgo la existencia y conservación de la especie (SEMARNAT, 2010).

En México, el toronjil tiene el potencial de ser comercializado como otras plantas aromáticas, como la menta (*Mentha* spp.) que alcanza valor de \$22,000 MXN t⁻¹, comino (*Cuminum cyminum* L.) \$32,685 MXN t⁻¹ (Juárez-Rosete *et al.*, 2013); albahaca (*Ocimum basilicum* L.) \$12,224 MXN t⁻¹, eneldo (*Anethum graveolens*) \$10,420 MXN t⁻¹, manzanilla (*Chamaemelum nobile*) \$9,247 MXN t⁻¹, romero (*Salvia rosmarinus*) \$10,943 MXN t⁻¹, estragón (*Artemisia dracunculus*) \$20,336 MXN t⁻¹, tomillo (*Thymus vulgaris*) \$15,412 MXN t⁻¹, Té limón (*Cymbopogon citratus*) \$3,889 MXN t⁻¹, anís (*Pimpinella anisum*) \$42,522 MXN t⁻¹ y orégano (*Origanum vulgare*) \$36,033 MXN t⁻¹, siendo estas especies las más comercializadas en todo el territorio mexicano (SIAP, 2023).

El cultivo de toronjil ofrece diversas ventajas agronómicas, una de ellas es que la planta es perenne, teniendo en el primer año una sola cosecha, pero a partir del segundo año se pueden realizar de dos a tres cosechas, y dependiendo de las condiciones agroecológicas de la región y de las condiciones agronómicas del cultivo se puede tener un periodo productivo de 4 a 5 años (Fanlo *et al.*, 2009); además, es una planta que crece desde los 600 hasta los 3,900 m de altitud y resiste climas templados con presencia de heladas (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2008; Biblioteca de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009), por lo que es importante tecnificar el cultivo mediante el manejo agronómico de esta especie en sistema protegido y nutrición mineral, para favorecer su crecimiento y rendimiento (López, 2021). Por lo descrito anteriormente, el toronjil puede ser aprovechado en lugares con condiciones climáticas similares a las de Taxco de Alarcón, Guerrero, ya que existen zonas con alto potencial para la producción de plantas medicinales de alta rentabilidad para recolectores, productores y transformadores (Juárez-Rosete *et al.*, 2013). Además, la Red Mexicana de Plantas Medicinales y Aromáticas apoya para la operatividad de proyectos productivos comunitarios de pequeños productores con el objetivo de conservar la biodiversidad, apoyar la sustentabilidad y el comercio justo (Gutiérrez & Betancourt, 2011).

Evaluación económica

Se evaluaron tres escenarios posibles (Tabla 3); precio mínimo y máximo en fresco y el precio en seco, observándose diferentes comportamientos en los indicadores financieros. La tasa de descuento que se utilizó fue del 15.00 %, resultado de la tasa de CETES a 364 días, 10.43 % más 4.57 % de rendimiento esperado (Banco de México, 2024). Cabe señalar que, el análisis de todos los escenarios evaluados mostró rentabilidad del cultivo de toronjil. Dado que hay productores que poseen sus propias tierras, es posible prescindir del costo del terreno en el análisis, al eliminarlo y tomando el precio de venta de \$60 MXN, el NPV crece 141.16 % (\$597,938.42 MXN), la IRR sube a 26.45 % y la relación B/C a 1.16.

Tabla 3. Indicadores financieros a cinco años bajo distintos escenarios de precios del cultivo de toronjil.

| Escenarios | Yc (kg ha ⁻¹) | S.P. (\$) | IRR (%) | NPV (\$) | R B/C |
|-------------------------|------------------------------|--------------|------------|--------------|----------|
| Precio máximo en fresco | 16,500 | 100.00 | 71.50 | 3,098,870.11 | 1.74 |
| Precio mínimo en fresco | 16,500 | 60.00 | 19.15 | 247,938.42 | 1.08 |
| Precio en seco | 4,000 | 350.00 | 52.34 | 2,558,497.43 | 1.46 |

Yc = rendimiento del cultivo. S.P. = precio de venta. IRR = Tasa interna de retorno. NPV = Valor actual neto. R B/C = relación beneficio/costo

Los resultados de algunos indicadores obtenidos en los tres escenarios en toronjil se encuentran dentro del rango obtenido en la producción de stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) en seco y de hierba buena (*Mentha spicata*). En el primer cultivo, se reportó una relación B/C de 1.57, IRR del 35.29 % y NPV de \$59,627.45 pesos colombianos (\$249,560.59 MXN) (Millán-Romero *et al.*, 2012), mientras que, en hierba buena la relación B/C fue de 1.21 y la IRR de 28.35 % (Cabrera-Pozo, 2014). Por otro lado, en la evaluación económica del cultivo de albahaca con manejo agroecológico se reportó una IRR del 87.79 % y relación B/C de 43.68; mientras que, con manejo convencional se obtuvo IRR del 20.61 % y relación B/C de 29.71. Los valores de estos indicadores en albahaca son mayores a los de la presente investigación porque únicamente consideraron costos de producción; en comparación con otros cultivos como *P. peruviana* donde se reportó una relación B/C de 1.1, NPV de \$633,071.00 MXN y IRR del 17.24 % (Espinosa-Rodríguez *et al.*, 2020); mientras que, en el cultivo de *Melissa officinalis* reportaron un NPV de 60,202.40 (Gordanic *et al.*, 2025)

Conclusiones

El toronjil, al ser una especie nativa con hábito de crecimiento perenne, tiene gran potencial para la producción de biomasa de alta calidad en el municipio de Taxco de Alarcón, estado de Guerrero, o en sitios con condiciones climáticas similares a las de evaluación. En el sentido económico, el toronjil mostró ser un cultivo rentable en diversos escenarios económicos, sobre todo al ser comercializado como planta en seco; por lo tanto, puede ser una actividad alternativa para los productores locales; además, la planta al tener una diversidad de compuestos bioactivos tiene demanda en los sectores de la farmacéutica, gastronomía y cosmética, y por la tonalidad de sus flores, es considerada una planta melífera trascendental para los polinizadores.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, MER, JESL, OMAO, MVV; desarrollo de la metodología, UHR, JESL; validación experimental, JESL, UHR, MER, MVV, OMAO; análisis de resultados, MER, UHR; escritura y preparación del manuscrito, MER, UHR, JESL, OMAO, MVV; redacción, revisión y edición, OMAO, MVV. "Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo".

Financiamiento

Los autores agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), la beca otorgada al estudiante Uriel Hernández Ramírez para la realización de esta investigación.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- Aguilar-Rodríguez, S., Aguilar-Contreras, A., López-Villafranco, M. E., & Santillán-Ramírez, M. 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://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2008.002.550>
- Arizaga, S. (2007). Estudio y colección viva de plantas medicinales nativas y formación de un banco de germoplasma del Estado de Michoacán. Informe final Dr. Santiago Arizaga. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM-Campus Morelia. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/botanica-aplicada-a-la-farmacia/estudio-y-coleccion-viva-de-plantas-nativas-y-formacion-de-un-banco-de-germoplasma-del-estado-de-michoacan/28501690>
- Baca, U. G. (2010). Evaluación de proyectos de inversión. Ed. Mc Graw Hill. <https://pabloryesoviol.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/05/1-gabriel-baca-urbina-evaluacion-de-proyectos-6ta-edicion-2010.pdf>
- Banco de México. (2023, enero 05). Mercado de valores. <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/llevarTasasInteresAction.do?idioma=sp>
- Biblioteca de la Medicina Tradicional Mexicana. (2009). Biblioteca digital de la Medicina Tradicional. Obtenido de la Biblioteca digital de la Medicina Tradicional. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=agastache-mexicana>
- Buitrago, N. D. A., & Montoya, M. J. N. (2012). Modelo de evaluación para la producción y comercialización de uchuva. *In Vestigium Ire*. 5(1), 47-58. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7883696>
- 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 licenciatura, Universidad Técnica del Norte. Facultad de ciencias administrativas y económicas]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3963/1/02%20ICA%20874%20TESIS.pdf>
- Cárdenas, G. (2009). Optimización del proceso de secado de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) y del toronjil (*Melissa officinalis*) con la Unión de Comunidades Indígenas y Campesinas de Juan Montalvo [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1659>
- Carrillo-Galván, G., Bye, R., Eguiarte, L. E., Cristians S., Pérez-López, P., Vergara-Silva, F., & Luna-Cavazos, M. (2020). Domestication of aromatic medicinal plants in Mexico: Agastache (*Lamiaceae*) - an ethnobotanical, morpho-physiological, and phytochemical análisis. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(22), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00368-2>

- Espinosa-Rodríguez, M., Sandoval-Villa, M., Antúnez Ocampo, O., Pérez-Pacheco, R., & 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>
- Fanlo, M., Melero, R., Moré, E., & Cristóbal, R. (2009). Cultivos de plantas aromáticas medicinales y condimentarias en Cataluña. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, España. <https://apsb.ctfc.cat/docs/Cultivo%20de%20PAM%20en%20Cataluna%206%20anos%20de%20CDD.pdf>
- Gálvez, J., Estrada-Reyes, R., Benítez-King, G., Araujo, G., Orozco, S., Fernández-Mas, R., Almazán, S., & Calixto, E. (2015). Involvement of the GABAergic system in the neuroprotective and sedative effects of acacetin 7-O-glucoside in rodents. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 33(5), 683-700. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26410208/>
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://publicaciones.geografia.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251>
- Gordanic, S., Radanovic, D., Rajkovic, M., Lukic, M., Dragumilo, A., Mrdan, S., Batinic, P., Cutovic, N., Mikic, S., Prijic, Ž., & Markovic, T. (2025). Influence of Mulching and Planting Density on Agronomic and Economic Traits of Melissa officinalis L. *Horticulturae*, 11(8), 866. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11080866>
- Gutiérrez, D. M. A., & Betancourt A. Y. (2011). El mercado de plantas medicinales en México: situación actual y perspectivas de desarrollo. <https://es.scribd.com/document/119195525/El-mercado-de-plantas-medicinales-en-Mexico-MAGD-SYBA>
- Guzmán, M. S. H., Díaz, H. R. S., & González, C. M. M. (2017). Plantas medicinales. La realidad de una tradición ancestral. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/media/folletoinformativo/1044_4729_Plantas_medicinales_la_realidad_de_una_tradici%C3%B3n_ancestral.pdf
- Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 572-584. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5)
- Hieronimi, H. (2010). Apuntes y pequeño manual de plantas medicinales. 4ta edición. Editorial Tierramor. Michoacán. México. <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2013/04/Manual-de-plantas-medicinales.pdf>
- Jiménez-Zúñiga, M. I. (2016). Producción de extractos de Dracocephalum moldavica L. y Agastache mexicana ssp. Mexicana y evaluación de la actividad antidepressiva [Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología]. https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000671185/3/0671185_A1.pdf
- Juárez, N. Z., Hernández, L.R., Bach, H., Sánchez-Arreola, E., & Bach, H. (2015). Antifungal activity of essential oils extracted from Agastache mexicana ssp. xolocotziana and Prophyllum linaria against post-harvest pathogens. *Industrial Crops and Products*, 74, 178-182. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.058>
- Juárez, N. Z., Bach, H., Bárcenas-Pozos, M. E., & Hernández, L. R. (2021). Impact of the persistence of three essential oils with antifungal activities on stored wheat grains, flour, and baked products. *Foods*, 10(2), 213. <https://doi.org/10.3390/foods10020213>
- Juárez-Rosete, C. R., Aguilar-Castillo, J.A., Juárez-Rosete, M. E., Bugarín-Montoya, R., Juárez-López, P., & Cruz-Crespo, E. (2013). Herbs and Medicinal Plants in Mexico:

- Tradition, *Bio Ciencias*, 2(3), 119-129.
<https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/42/134>
- Leos-Malagon, A. S., Saavedra-Cruz, R. D., & 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://www.redalyc.org/journal/559/55965387014/html/>
- López, R. M. G. (2021). Crecimiento vegetativo de toronjil morado Agastache Mexicana ssp. Mexicana en respuesta al pH y concentración de hierro de la solución nutritiva [Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Facultad de Ciencias Agropecuarias].
<https://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1854/LORGDD04T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Market Data Forecast reports. (2024, Enero 5). Herbal Medicine Market Report
<https://www.marketdataforecast.com/market-reports/herbal-medicine-market>
- Martín, C. V. J. (2007). Consumo de café e infusiones. Distribución y consumo. Universidad Complutense de Madrid. 102-109.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_DYC/DYC_2007_95_102_109.pdf
- Millán-Romero, E., Pacheco-Díaz, W., & 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.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89626049002>
- 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*, 9(10). <https://www.revista.unam.mx/vol.10/num9/art58/int58.htm>
- Palma-Tenango, M., Sánchez-Fernández, R. E., & Soto-Hernández, M. A. (2021). Systematic approach to Agastache mexicana. Research: Biology, Agronomy, Phytochemistry and Bioactivity. *Molecules*, 26(3751), 1-12.
<https://doi.org/10.3390/molecules26123751>
- Pant, A. P., Radovich, T. J. K., Hue, N. V., Paull, R. E., & Arancon, N. Q. (2009). Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(14), 2383–2392. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3732>
- Rodríguez, G. Y. (2014). Uso medicinal y diversidad de especies forestales en el Parque Nacional Viñales [Tesis de doctorado en ciencias forestales. Universidad de Pinal del Río Hermanos Saíz Montes de Oca].
<https://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2203/1/Yoel%20Rodr%C3%ADquez%20Guerra.pdf>
- Ruíz-Espinoza, F. H., Vázquez-Vázquez, C., García-Hernández, J. L., Salazar-Sosa, E., Orona-Castillo, I., Zúñiga-Tarango, R., Murillo-Amador, B., Jerez-Mompies, E., & Beltrán-Morales, F. A. (2009). Comparación del costo energético de dos manejos del suelo para albahaca. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 383-389.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n4/v27n4a13.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (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>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2023). [2012, Agosto 24]. <https://www.siap.gob.mx/>
- Silva-Castellanos, A. P., Magallán- Hernández, F., Vergara-Pineda, S., Ramírez-Segura, O., & Queijeiro-Bolaños, M. (2021). Protocolo de propagación por semilla de *Clinopodium mexicanum*, una planta medicinal nativa de México. *Agrociencia*, 55(5), 433-450. <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/2519>
- Sushma-Kholiya, Arjita-Punetha, Amit-Cha uhan, Venkatesha, K. T., Dipender-Kumar, R. K., Upadhyay, & Padalia, R. C. (2022). Essential oil yield and composition of *Ocimum basilicum* L. at different phenological stages, plant density and post-harvest drying methods. *South African Journal of Botany*, 151(Part A), 919-925. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.11.019>
- Ventura-Martínez, R., Rodríguez, R., González-Trujano, M. E., Ángeles-López, G. E., Déciga-Campos, M., & Gómez, C. (2017). Spasmogenic and spasmolytic activities of *Agastache mexicana* ssp. *mexicana* and *A. mexicana* ssp. *xolocotziana* methanolic extracts on the guinea pig ileum. *Journal of Ethnopharmacology*, 196, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.12.023>
- World Health Organization [WHO]. (2019). WHO Global Report on Traditional and Complementary Medicine World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2019. <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/a5de1ce2-b5c1-4c5d-b529-339bc5c47e24/content>
- Zamani, S., Fathi, M., Ebadi, M. T., & Máthé, Á. (2025). (2025). Global trade of medicinal and aromatic plants. A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 21(2025), 2-19. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101910>