



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**INGENIERÍA EN AGRONOMÍA PARA LA
PRODUCCIÓN SUSTENTABLE**

TESIS

**Efecto de un bioproducto a base de *Salvia officinalis* L. sobre el
crecimiento y desarrollo de lechuga**

Para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo para la Producción Sustentable

PRESENTA:

MARIO CORDERO PORTILLO

Directora

Dra. Iridiam Hernández Soto

Codirector

Dr. Manasés González Cortázar

Asesores:

Dra. Mariana Saucedo García

Dr. Rubén Jiménez Alvarado

Dr. Antonio de Jesús Cenobio Galindo

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo., febrero de 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias

Institute of Agricultural Sciences

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales

Academic Areas of Agricultural and Forest Sciences

Tulancingo de Bravo, Hidalgo., a 27 de febrero de 2026

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado al pasante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía Para La Producción Sustentable, **Mario Cordero Portillo**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado “**Efecto de un bioproducto a base de *Salvia officinalis* L. sobre el crecimiento y desarrollo de lechuga**”, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

PRESIDENTE Dra. Mariana Saucedo García
SECRETARIO Dr. Antonio de Jesus Cenobio Galindo
VOCAL 1 Dra. Iridiam Hernández Soto
VOCAL 2 Dr. Manasés González Cortazar
VOCAL 3 Dr. Rubén Jiménez Alvarado

Mariana S.G.




Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente
“Amor, Orden y Progreso”

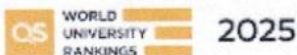


Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos
Coordinador de la Licenciatura en
Ingeniería en Agronomía Para La Producción Sustentable



Avenida Universidad #133, Col. San Miguel Huatengo,
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo,
México. C.P. 43775.
Teléfono: 7717172001 Ext. 42173
profe_5566@uaeh.edu.mx

“Amor, Orden y Progreso”



Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi directora de tesis, la Dra. Iridiam Hernández Soto, por su apoyo, tiempo y dedicación en la realización de esta investigación, por compartirme parte de su conocimiento y guiarme a lo largo de este tiempo.

Mi gratitud se extiende a mi codirector y asesores de tesis el Dr. Manasés González Cortázar, la Dra. Mariana Saucedo García, el Dr. Rubén Jiménez Alvarado y el Dr. Antonio de Jesús Cenobio Galindo.

A mis padres y hermanos, porque gracias a ellos yo pude continuar con mis estudios, por darme su apoyo incondicionalmente, por ser mi motivación de seguir adelante y no dejar que me rindiera. Gracias a mi hermana, por no dejar de confiar en mí y darme la motivación que necesitaba para poder continuar, gracias por ser mi ejemplo a seguir.

Agradezco a mis amigos y en especial a Jessi, ya que gracias a su compañía, apoyo, paciencia, tiempo, dedicación y motivación hizo que me diera la confianza de poder expresarme sin miedo, gracias por todos los momentos vividos.

Y por último agradecer a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y al Instituto de Ciencias Agropecuarias, por contribuir de manera fundamental a mi formación académica y profesional.

Índice general

Resumen	1
Palabras claves.....	2
1. Introducción	3
2. Antecedentes	5
3. Marco teórico	7
3.1 Cultivo de lechuga	7
3.2 Manejo agronómico	8
3.3 Principales plagas	9
3.4 Principales enfermedades	11
3.5 Bioproductos.....	13
3.6 Salvia morada como bioinsumo.....	14
3.7 Obtención de un bioproducto a partir de salvia morada	15
4. Justificación.....	16
5. Hipótesis.....	16
6. Objetivo general	16
6.1 Objetivos específicos	16
7. Materiales y métodos	17
7.1 Establecimiento y manejo de la lechuga.....	17
7.2 Material vegetal y obtención de bioproducto	18
7.3 Aplicación de los tratamientos.....	19
7.4 Parámetros agronómicos.....	20
7.5 Análisis estadístico	21
8. Resultados y discusiones.....	22
9. Conclusión y perspectivas del proyecto	26
10. Referencias	28

Índice de tablas

Tabla 1. Bioinsumos naturales utilizados en lechuga y sus efectos	5
Tabla 2. Principales plagas en el cultivo de lechuga	10
Tabla 3. Enfermedades más comunes en lechuga	12
Tabla 4 Descripción de los tratamientos aplicados.....	19

Índice de figuras

Figura 1. Variedades botánicas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	7
Figura 2. Morfología de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	8
Figura 3. Etapas fenológicas de la lechuga	9
Figura 4. Requerimientos para el cultivo de lechuga	9
Figura 5. Chicharrita (a), Pulgón de la lechuga (b), Trips (c), Mosca blanca (d), Mosca minadora (e).....	11
Figura 6. Pudrición gris (a), Mildiu (b), Oídio (c), Pudrición blanca (d), Virus de la mancha (e), Vena ancha (f)	13
Figura 7. Clasificación de los bioproductos	14
Figura 8. Descripción de bioactivos y su función de la salvia	15
Figura 9. Salvia morada (<i>Salvia officinalis</i> L.)	15
Figura 10. Lugar experimental	18
Figura 11. Proceso de infusión del extracto (a), extracto de salvia morada (b)	19
Figura 12. Plántula de lechuga en los diferentes tratamientos (a,b), Fumigadora ocupada para la aplicación de tratamientos (c), Aplicación de tratamientos (d), Adherente ocupado Inex-A (e), Aplicación de tratamientos (f)	20
Figura 13. Altura de la lechuga (a), Diámetro de la lechuga (b), Número de hojas de la lechuga (c), Peso de la lechuga (d), Raíz de la lechuga (e)	21
Figura 14. A) Altura de la planta; B) Diámetro del tallo.....	23
Figura 15. A) Número de hojas; B) Longitud de raíz; C) Peso fresco	25

Resumen

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas de hoja más importantes a nivel mundial por su alto consumo y valor nutricional; sin embargo, su producción convencional depende en gran medida del uso de fertilizantes y pesticidas químicos, lo que genera impactos negativos en el ambiente y la salud humana. Ante esta problemática, el uso de bioinsumos de origen vegetal surge como una alternativa sustentable dentro de las buenas prácticas agrícolas. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de un bioproducto a base de *Salvia officinalis* L. sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga. El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos: un testigo absoluto (T0), un testigo comercial (Bayfolan®) y tres concentraciones del bioproducto de salvia (20, 40 y 80 mL L⁻¹). El bioproducto se obtuvo mediante infusión de hojas secas de *Salvia officinalis* L. y se aplicó de forma foliar semanalmente durante nueve semanas. Se evaluaron parámetros agronómicos como altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, peso fresco y longitud de raíz. Los datos se analizaron mediante ANOVA y la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$). Los resultados indicaron que la altura de la planta, el número de hojas y el peso fresco no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos; sin embargo, se observaron tendencias positivas respecto al control. El tratamiento con extracto de *Salvia officinalis* L. a 80 mL L⁻¹ promovió el mayor incremento en altura de planta (109 %) y número de hojas (113 %), mientras que la concentración de 20 mL L⁻¹ destacó en la longitud de raíz (130 %) y el peso fresco (127 %), evidenciando un efecto favorable a dosis moderadas. En contraste, el fertilizante químico (Bayfolan®) incrementó significativamente el diámetro del tallo (143 %), atribuible a su aporte directo de macro y micronutrientes. Asimismo, se observó un efecto de hormesis, donde concentraciones elevadas del extracto vegetal tendieron a reducir el crecimiento radicular y la biomasa. En conjunto, los resultados sugieren que el extracto de *Salvia officinalis* L. actúa principalmente como estimulante del crecimiento vegetal, mientras que Bayfolan® favorece el desarrollo estructural del tallo. En conclusión, el extracto de *Salvia officinalis* L. mostró potencial como bioproducto vegetal en el cultivo de lechuga, especialmente a concentraciones moderadas, favoreciendo el desarrollo radicular y el incremento en el peso fresco. Su uso representa una alternativa ecológica viable para reducir

la dependencia de insumos químicos, siempre que se optimicen las dosis de aplicación según los objetivos productivos.

Palabras claves

Extractos botánicos, fitotóxico, hormesis, respuesta fisiológica, sostenibilidad

1. Introducción

Lactuca sativa L., conocida comúnmente como lechuga, es una planta herbácea anual perteneciente a la familia *Asteraceae*. Se cultiva principalmente por sus hojas comestibles, que presentan diversas formas y texturas según la variedad (Křístková et al., 2008). En 2024 la producción nacional de lechuga en México fue de aproximadamente 512,431.40 toneladas (SIAP, 2025). La lechuga es una hortaliza de bajo contenido calórico y alto contenido de agua (94–95%). Es rica en vitaminas A, C y K, minerales como potasio y fibra dietética. Además, sus hojas contienen compuestos bioactivos como flavonoides, fenoles y carotenoides (luteína y zeaxantina), con propiedades antioxidantes que favorecen la salud ocular, digestiva y cardiovascular (Shi et al., 2022). La lechuga es un cultivo delicado en su manipulación y manejo agronómico, muy sensible a los excesos de agua y fertilizantes (INIA, 2017). En la agricultura convencional, los cultivos de *Lactuca sativa* L. recibe grandes cantidades de pesticidas para cumplir con las estrictas especificaciones industriales y los requisitos del mercado, los cuales se utilizan para garantizar productos atractivos y de alto rendimiento. La reducción de pesticidas es un desafío importante para los productores (INRAE, 2020). Una alternativa que tiene cada vez mayor participación en el esquema de manejo de los cultivos es el uso de bioinsumos (biofertilizantes, bioestimuladores y bioplaguicidas), ya que representan opciones económicamente atractivas y ecológicamente aceptables (Mamani & Filippone, 2018).

Un bioinsumo es un producto basado en compuestos y/o extractos de microorganismos o plantas, microorganismos vivos, capaces de mejorar la productividad (o rendimiento), calidad y/o sanidad al aplicarlos sobre cultivos vegetales, sin generar impactos negativos en el agroecosistema (Mamani & Filippone, 2018). En este contexto, la salvia morada (*Salvia officinalis* L.) es una planta medicinal y aromática, perteneciente a la familia *Lamiaceae* (Farruggia et al., 2024). *Salvia officinalis* L. contiene alcaloides, carbohidratos, ácidos grasos, derivados glucosídicos, compuestos fenólicos, poliacetilenos, esteroides, terpenos/terpenoides y ceras que ayudan a los cultivos agrícolas de forma ecológica (Ghorbani & Esmaeilzadeh, 2017).

Existen algunos trabajos donde han evaluado el extracto de *S. officinalis* L., por ejemplo: (Şanlı & Ok, 2024) evaluaron el efecto de salvia (*Salvia officinalis* L.), orégano (*Origanum*

onites L.), romero (*Rosmarinus officinalis* L.), eneldo (*Anethum graveolens* L.), comino (*Cuminum cyminum* L.), hinojo (*Foeniculum vulgare var. dulce* L.) y la hierba turca para encurtir (*Echinophora tenuifolia* L. subsp. *sibthorpiana* (Guss.)) en el crecimiento de la patata (*Solanum tuberosum*), rendimiento y calidad de los tubérculos; los resultados fueron que después de las aplicaciones aumentaron el rendimiento comercializable de tubérculos aproximadamente en un 38% (Şanlı & Ok, 2024). (Kursa et al., 2024) y colaboradores evaluaron el impacto de extractos vegetales de cáñamo (*Cannabis sativa* L.), salvia (*Salvia officinalis* L.) y hojas de tansy (*Tanacetum vulgare*) sobre la fitotoxicidad y parámetros fisiológicos y biométricos seleccionados de plántulas de trigo (*Triticum aestivum*); los resultados mostraron un efecto inhibitor en el desarrollo de patógenos fúngicos, aumento del peso fresco y seco de las plántulas de raíces y un efecto positivo en el contenido de clorofila en las plántulas (Kursa et al., 2024). Por lo anterior, se consideró relevante evaluar el potencial que tiene la *Salvia officinalis* L. como bioinsumo orgánico en la producción de *Lactuca sativa* L. y así conocer su posible potencial en las buenas prácticas agrícolas.

2. Antecedentes

Los bioinsumos orgánicos surgen como alternativas para mitigar el uso de pesticidas en la agricultura, para así disminuir el impacto ambiental. El uso de estos bioinsumos responde a la solución de problemas como el cambio climático, erosión, pérdida de biodiversidad e incluso daños a la salud humana. En la Tabla 1 se muestran algunos bioinsumos naturales que son utilizados en el cultivo de lechuga, cabe mencionar que en la actualidad no existen muchos trabajos donde *Salvia officinalis* L. sea usada como bioproducto orgánico en la producción de *Lactuca sativa* L.

Los bioinsumos se clasifican principalmente en tres categorías, de acuerdo con su modo de acción: biofertilizantes, los cuales aportan nutrientes y contribuyen a mejorar la fertilidad biológica del suelo; bioestimulantes, que potencian los procesos fisiológicos de la planta, favoreciendo la absorción de nutrientes y aumentando la tolerancia al estrés; y biocontroladores, que emplean organismos vivos o sus derivados para el control específico de plagas y enfermedades (Mamani & Filippone, 2018).

En el cultivo de lechuga, se han evaluado diversas fuentes de origen orgánico, que abarcan desde enmiendas sólidas hasta extractos botánicos, cuyos efectos se presentan en la (Tabla 1).

Tabla 1. Bioinsumos naturales utilizados en lechuga y sus efectos

Tipo de bioinsumo	de Compuestos	Resultados	Referencia
<i>Fertilizantes orgánicos</i>	Harina de frutas/verduras	Favoreció el crecimiento y aumentó fenoles y antioxidantes en <i>Lactuca sativa</i> L.	(Cavalheiro et al., 2020).
<i>Biocontrolador microbiano</i>	<i>Bacillus spp.</i> , <i>Trichoderma spp.</i>	Reducción de enfermedades como podredumbre blanca, aumento de sanidad de <i>Lactuca sativa</i> L.	(Vásconez et al., 2020).

<i>Extracto vegetal / Aceite esencial</i>	Aceite esencial y extractos de <i>Salvia officinalis</i> L.	Reducción de podredumbre por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , potencial antifúngico	(Pansera et al., 2013).
<i>Bioestimulante de origen orgánico</i>	Extractos de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) y cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	Aumento en concentración de P, Fe y Zn en hojas; sin efecto significativo en altura ni número de hojas	(Moreno et al., 2024).
<i>Fertilizantes orgánicos</i>	Vermicompost (pulpa de café, estiércol ovino)	Conservó mayores contenidos de compuestos fenólicos, flavonoides y actividad antioxidante en <i>Lactuca sativa</i> L.	(Aquino et al., 2025)

Fuente: Elaboración propia

3. Marco teórico

3.1 Cultivo de lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es el cultivo más importante del grupo de hortalizas de hoja, se caracteriza por una considerable variación morfológica y genética (Křístková et al., 2008). Pertenece a la familia dicotiledónea más grande del reino vegetal, la Asteraceae, conocida anteriormente como Compositae; presenta una gran diversidad, dado principalmente por los diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. Esto ha llevado a diversos autores a distinguir variedades botánicas en la especie en el que se diferencian cinco variedades botánicas (Fig. 1). La lechuga es una planta anual, que posee una raíz pivotante, relativamente gruesa en la corona que se adelgaza gradualmente en profundidad. Las hojas sésiles están distribuidas en forma de espiral, en una roseta alrededor de un tallo. El desarrollo de la roseta puede continuar durante el periodo vegetativo (Fig. 2) (INIA, 2017).

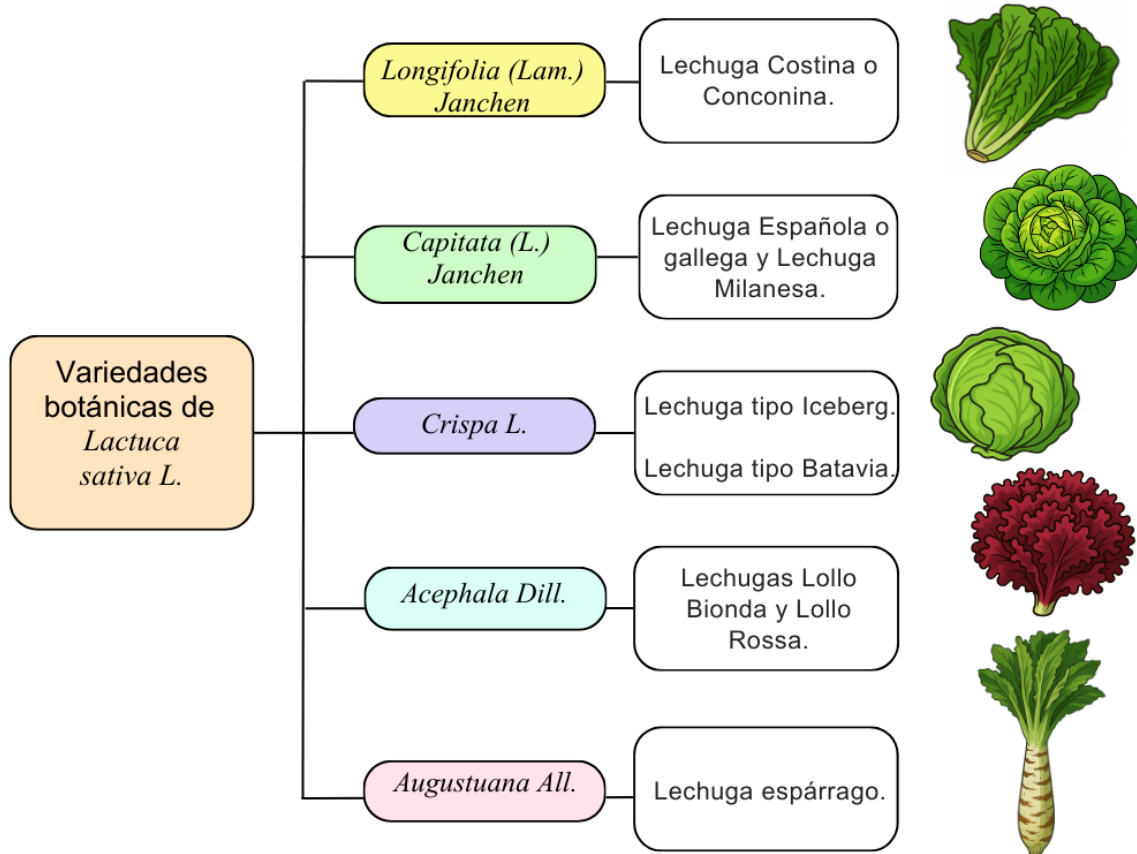


Figura 1. Variedades botánicas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Fuente: Elaboración propia, creada con Canva.

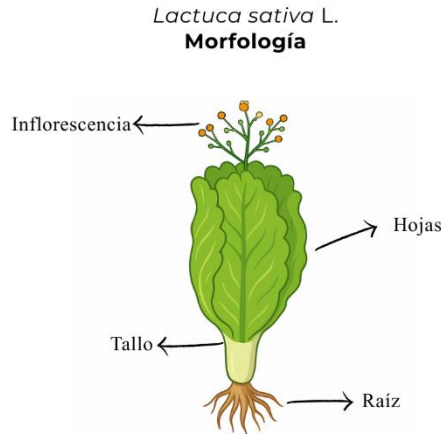


Figura 2. *Morfología de lechuga (Lactuca sativa L.)*

Fuente: Elaboración propia, creada con Canva.

3.2 Manejo agronómico

La lechuga es un cultivo hortícola que puede ser producido en variados sistemas de producción, al aire libre, o bajo invernadero, el cual estará influenciado por el clima y/o época del año en que se produce (Fig. 3). Para una mayor producción de *Lactuca sativa* L. es necesario el uso de almácigos. Este sistema tiene varias ventajas como: adelanto de producción, ahorro de semillas, obtención de plantas uniformes, buena distribución de plantas en terreno, facilita el manejo agronómico en primeras etapas de desarrollo y asegura la población en terreno (INIA, 2017). Preparación del suelo: Para crear un ambiente favorable para el establecimiento y el crecimiento del cultivo, se deben sembrar directamente o trasplantar desde la almaciguera producido previamente; la elección del método va a depender del tipo de semilla de que se trate (INIA, 2017). Trasplante: El trasplante tendrá relación directa con la variedad establecida. Fertilización: Su formulación obedece a las características del suelo. El cultivo de lechuga requiere suficiente agua para reponer la humedad perdida por evapotranspiración por lo que es necesario un sistema de riego eficiente (Fig. 4) (INIA, 2017).

Tiempo de cultivo de Lechuga



Figura 3. Etapas fenológicas de la lechuga

Fuente: Elaboración propia, creada con Canva.



Figura 4. Requerimientos para el cultivo de lechuga

Fuente: Elaboración propia, creada con Canva.

3.3 Principales plagas

El cultivo de *Lactuca sativa* L. es afectado por una serie de plagas que merman su producción del cultivo. A continuación, se muestran las principales plagas en el cultivo de lechuga (Tabla 2).

Tabla 2. Principales plagas en el cultivo de lechuga

Plaga	Nombre científico	Signos	Referencia
<i>Chicharrita</i>	<i>Dalbulus maidis</i>	Transmisión de microorganismos como virus y fitoplasmas.	(SENASICA, 2024).
<i>Mosca blanca</i>	<i>Aleyrodidae</i>	Causa un daño severo como plaga y vector de virus.	(SENASICA, 2020).
<i>Trips</i>	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Oxidación de las hojas y transmisión de virus.	(Estay, 2018)
<i>Mosca minadora</i>	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	La larva se alimenta del mesófilo de la hoja formando galerías.	(Estay, 2018)
<i>Pulgón</i>	<i>Nasonovia ribisnigri</i>	Contaminación e infección, transmitiendo diversos virus y atacando la planta.	(Estay, 2018)

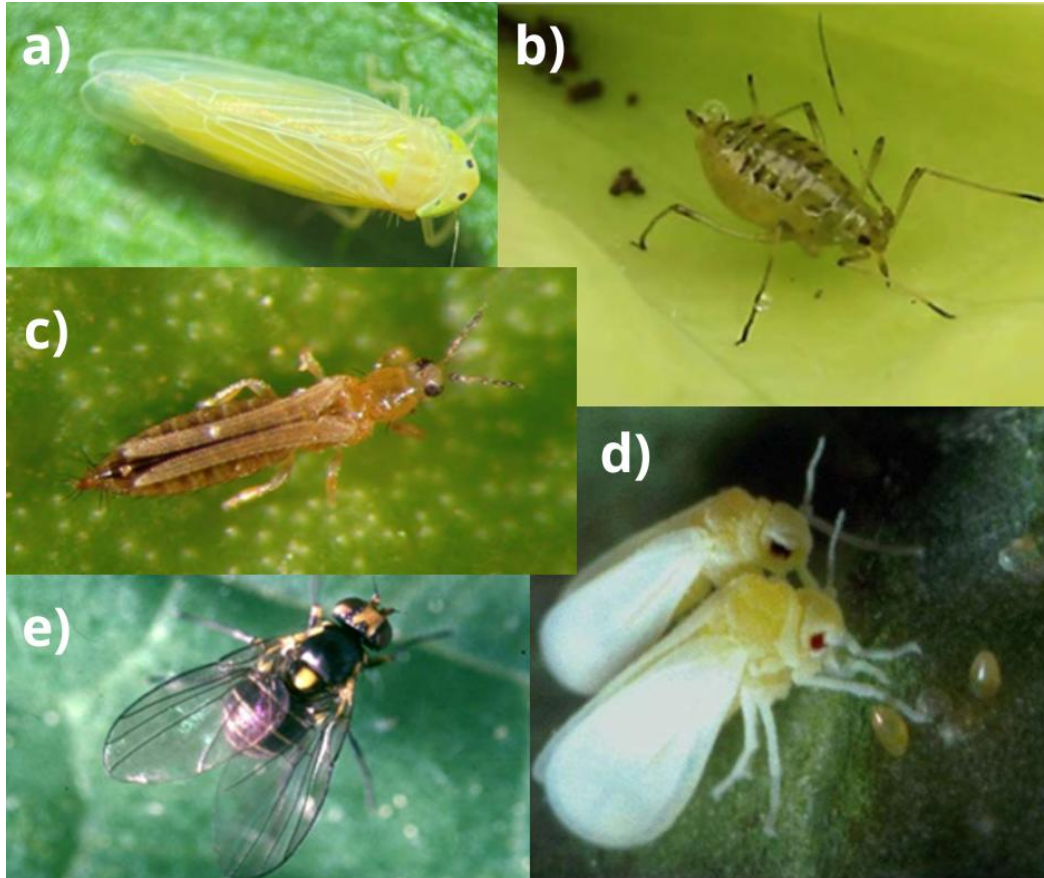


Figura 5. Chicharrita (a), Pulgón de la lechuga (b), Trips (c), Mosca blanca (d), Mosca minadora (e)

Fuente: Elaboración propia con datos e imágenes de BOLETÍN INIA – INDAP (2018, 2024).

3.4 Principales enfermedades

El cultivo de *Lactuca sativa* L. es afectada por una serie de enfermedades que merman su producción. Para que ocurra una enfermedad es necesario que existan en forma simultánea tres factores fundamentales: un hospedero susceptible, un medio ambiente favorable y un agente causal, si alguno de estos factores no está presente, no ocurrirá la enfermedad. Entre los agentes causales se pueden mencionar hongos, bacterias, virus y nemátodos, Cada enfermedad produce síntomas que en algunos casos son fáciles de reconocer, pero que en otros casos pueden ser confundidos con otros daños, como por ejemplo deficiencias nutricionales. En la Tabla 3 y Figura 6 se muestran las enfermedades más comunes en el cultivo de *Lactuca sativa* L.

Tabla 3. Enfermedades más comunes en lechuga

Enfermedad	Patogeno	Signos de la enfermedad	Referencia
<i>Pudrición gris</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Lesiones acuosas en las hojas o en la base del tallo.	(Estay, 2018)
<i>Mildiu</i>	<i>Bremia lactucae</i>	Manchas cloróticas en la superficie de las hojas.	(Sepúlveda, 2016)
<i>Oídio</i>	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	El micelio cubre las hojas y dificulta la fotosíntesis y respiración del tejido vegetal.	(Vargas & Pertierra, 2020)
<i>Pudrición blanca</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Presencia de micelio y esclerocios de color blanco, los que luego se tornan de color negro.	(Estay, 2018)
<i>Virus de la mancha nechotica</i>	Impatiens necrotic spot virus (INSV)	Producción de anillos oscuros que pueden observarse en las hojas y el folíolo central.	(Madariaga, 2017)
<i>Vena ancha</i>	Virus Mirafiori	Clorosis en las zonas adyacentes a las nervaduras, malformación de las hojas.	(Sepúlveda, 2016)



Figura 6. Pudrición gris (a), Mildiu (b), Oídio (c), Pudrición blanca (d), Virus de la mancha (e), Vena ancha (f)

Fuente: Elaboración propia con datos e imágenes de BOLETÍN INIA – INDAP (2016, 2020).

3.5 Bioproductos

La ocupación de bioproductos en la agricultura surge como alternativa del uso excesivo de pesticidas y fertilizantes químicos que han degradado y provocado una menor fertilidad del suelo, su aprovechamiento ha sido impulsado por sus efectos como biofertilizantes y bioestimulantes ya que promueven la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes que permiten el desarrollo de una agricultura rentable y ecológica. Los bioproductos funcionan a través de microorganismos benéficos y compuestos bioactivos como alcaloides, flavonoides, terpenos y ácidos orgánicos, los cuales regulan hormonas vegetales, estimulando la formación de raíces y hojas además de la activación de mecanismos de defensa frente a plagas y enfermedades (Iglesias et al., 2025). En la Figura 7 se muestra la clasificación de los bioproductos según su uso y su origen.

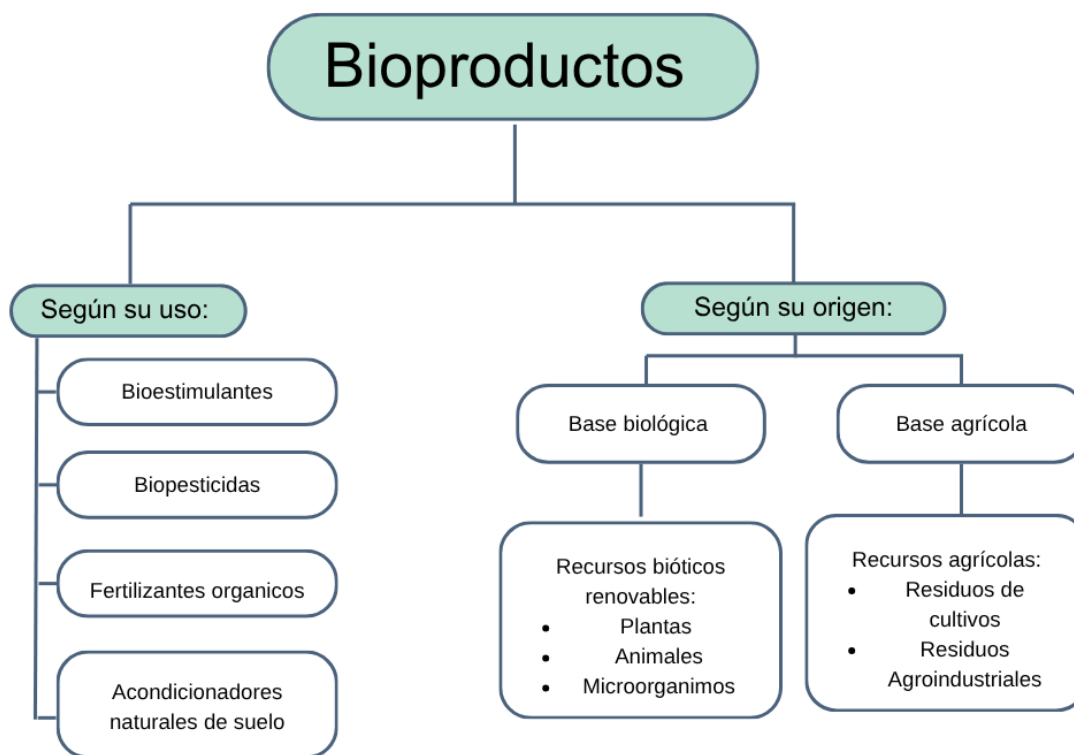


Figura 7. Clasificación de los bioproductos

Fuente: Adaptado de Iglesias et al. (2025).

3.6 Salvia morada como bioinsumo

Salvia officinalis L. es un arbusto redondo de la familia de *Lamiaceae*, de hoja perenne, tupida, de hasta 60 cm de altura con tallos leñosos y hojas peludas con flores de color azul violáceo, rosa o blanco; contiene una variedad de compuestos bioactivos con potencial como un bioproducto agrícola (Ghorbani & Esmailizadeh, 2017). En la Figura 8 se describe cómo actúan los bioactivos de *S. officinalis* L.

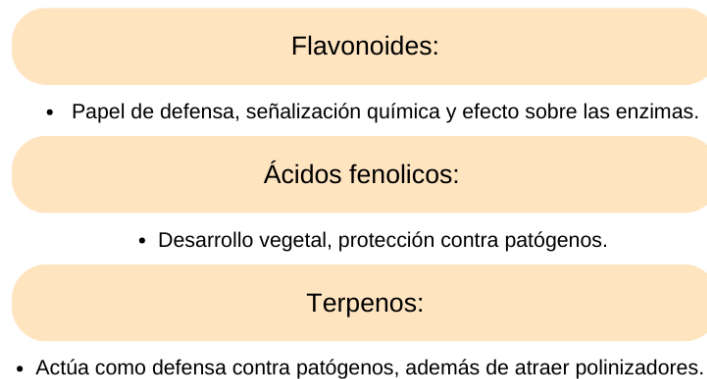


Figura 8. Descripción de bioactivos y su función de la salvia

Fuente: Adaptado de Ghorbani & Esmaelizadeh, (2017).

3.7 Obtención de un bioproducto a partir de salvia morada

En la actualidad, se utilizan varias técnicas para la elaboración de diversos productos a base de *Salvia officinalis* L. (Fig. 9). Las técnicas se eligen en función del perfil deseado de los compuestos bioactivos en un extracto. La infusión de hojas de *S. officinalis* L. (té) es una preparación tradicional ampliamente utilizada; aunque su elaboración casera es sencilla, los estudios científicos aplican procedimientos controlados que varían en proporciones y tiempos de extracción. Según diferentes autores, se emplean entre 1 y 5 gramos de hojas secas y de 100 a 200 mililitros de agua hirviendo, con tiempos de infusión de 5 a 30 minutos antes de ser filtrado; estas variaciones permiten optimizar la obtención de los compuestos bioactivos presentes en la planta (Jakovljević et al., 2019).



Figura 9. Salvia morada (*Salvia officinalis* L.)

Fuente: CONABIO

4. Justificación

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las verduras más consumidas en todo el mundo, es baja en calorías, grasas y sodio, también es una buena fuente de otros compuestos bioactivos beneficiosos para la salud, por lo que es una verdura ampliamente cultivada y consumida en todo el mundo (Kim et al., 2016). Sin embargo, al ser una de las hortalizas más producidas se ha implementado el uso irracional de pesticidas químicos que han causado estragos en los humanos y otras formas de vida y efectos secundarios no deseados para el medio ambiente (Aktar et al., 2009). Actualmente se buscan alternativas ecológicas para poder producir cultivos sin afectar el medio ambiente. Los bioproductos están siendo una alternativa ecológica para poder producir diversos cultivos agrícolas. Por ello, esta investigación busca evaluar el efecto de un bioproducto a base de salvia en el cultivo de lechuga, con la finalidad de validar su eficacia como una alternativa sustentable en la producción hortícola.

5. Hipótesis

La aplicación de un bioproducto a base de salvia morada (*Salvia officinalis* L.) actúa de forma eficaz en crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), reflejado en parámetros agronómicos como la altura, peso, número de hojas, diámetro del tallo y tamaño de la raíz de la planta.

6. Objetivo general

Evaluar el efecto de un bioproducto a base de salvia morada (*Salvia officinalis* L.) sobre el crecimiento y desarrollo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), con el fin de validar su uso como una alternativa ecológica para la producción de este cultivo.

6.1 Objetivos específicos

- Elaborar un bioproducto a base de salvia morada (*Salvia officinalis* L.) mediante un proceso de extracción vegetal, con el propósito de obtener un insumo natural que pueda ser evaluado como alternativa ecológica frente a productos químicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).
- Evaluar el efecto de un bioproducto a base de salvia morada (*Salvia officinalis* L.) sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.).

7. Materiales y métodos

7.1 Establecimiento y manejo de la lechuga

El experimento se llevó a cabo en la comunidad de San Nicolás Tecomatlán (Fig. 10), municipio de Ajacuba, Hidalgo (20° 10' 54" Norte, 99° 2' 14" Oeste y altitud 2,197 m). La región presenta un clima semiseco templado y subhúmedo con lluvias en verano, una temperatura de 12 - 18 °C y una precipitación de 500 - 700 mm, una humedad relativa de 86% en septiembre y 56% en abril (INEGI, 2010). El material vegetal consistió en semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Parris Island, Fue sembrada en charolas de germinación con una mezcla de sustrato en proporción 50% de peat moss y 50% de perlita. Una vez que las plántulas llegaron a una altura de 10 cm y desarrollaron una buena cantidad de raíces en el cepellón (35 días después de la siembra), se trasplantaron directamente al suelo en camas de 80 cm de ancho por 150 cm de largo, con una densidad de 30 plantas por m². El riego fue manual con diferentes niveles de riego en cada fase de crecimiento tomando en cuenta el ambiente y desarrollo del cultivo; el riego por planta fue de 20 a 40 mL en la germinación hasta la emergencia, de 40 a 80 mL en el crecimiento vegetativo inicial, de 100 a 250 mL durante la formación de la cabeza y de 100 a 150 mL durante la maduración hasta la cosecha (FAO, 2012). Las labores culturales incluyeron preparación de suelo, deshierbe manual, poda de hojas viejas conforme el crecimiento y desarrollo del cultivo.



Figura 10. Lugar experimental

Fuente: Google Earth

7.2 Material vegetal y obtención de bioproducto

El material vegetal que se utilizó para el bioproducto fue salvia morada (*Salvia officinalis* L.), la cual se compró en el mercado Benito Juárez ubicado en Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Para obtener el bioproducto, se aseguró de que el material se encontrará completamente seco; el extracto se obtuvo por medio de la infusión por ebullición (Fig. 11 a), de 100 g de salvia morada seca en 1 litro de agua purificada (proporción 10 g de planta por 100 mL de agua) durante 15 minutos; Una vez obtenida la infusión, se dejó reposar hasta alcanzar la temperatura ambiente, posteriormente se filtró y se almacenó en una botella transparente, a temperatura ambiente. (Fig. 11 b) (SADER, 2023).



Figura 11. Proceso de infusión del extracto (a), extracto de salvia morada (b)

7.3 Aplicación de los tratamientos

El experimento fue completamente al azar con cinco tratamientos que se describen a continuación en la Tabla 4. Cada tratamiento tuvo diez repeticiones (Fig. 12 a,b). La aplicación de los tratamientos se realizó mediante aplicación foliar con ayuda de una fumigadora (Fig. 12 c,d), empleando la concentración antes mencionada más 2 mL L⁻¹ de adherente Inex-A (Fig. 12 e), se aplicó 25 mL de cada solución por planta (Fig. 12 f), se realizó una vez por semana durante nueve semanas comenzando desde que la planta empezó a emerger. Cabe destacar que la infusión se preparó una única vez y se utilizó durante las nueve semanas del experimento. (FAO 2019).

Tabla 4 Descripción de los tratamientos aplicados

TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN	DOSIS (ML L ⁻¹)
T0	Testigo (sin bioproducto ni fertilizante químico)	0
T1	Fertilizante químico (Bayfolan® Forte)	2
T2	Bioproducto de salvia morada	20
T3	Bioproducto de salvia morada	40
T4	Bioproducto de salvia morada	80

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Plántula de lechuga en los diferentes tratamientos (a,b), Fumigadora ocupada para la aplicación de tratamientos (c), Aplicación de tratamientos (d), Adherente ocupado Inex-A (e), Aplicación de tratamientos (f)

7.4 Parámetros agronómicos

Para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados en el cultivo de lechuga, se midieron variables de crecimiento, desarrollo vegetativo; la altura de la planta (cm) se determinó utilizando un flexómetro (Fig. 13 a); La altura de la planta se consideró como la distancia desde el nivel del suelo (base de la planta) hasta el ápice del brote apical (el punto más alto de la planta) ya que es uno de los parámetros morfológicos más utilizados como indicador de calidad en diferentes áreas de la agricultura (Dias et al., 2016). El diámetro del tallo (mm) se midió con un vernier digital (Fig. 13 b) las mediciones de diámetro se realizaron a 10 cm por encima de la superficie del suelo es un parámetro utilizado para predecir la supervivencia en el campo (Saijo et al., 2019). El número de hojas se contó manualmente (Fig. 13 c) y cada una se marcó posteriormente para que no fuera contada de nuevo durante la siguiente observación se tomó en cuenta este parámetro ya que se asocia a un aumento de la actividad fotosintética, mejorando el rendimiento y el vigor después del trasplante (Saijo et al., 2019). El peso se determinó utilizando una báscula digital gramera (Fig. 13 d) usando la parte de la raíz y del brote (hojas) ya que es un buen indicador del volumen de la planta (Lin et al., 2022). La longitud de la raíz (Fig. 13 e) se midió a los 79 días después de la siembra. Una vez

cosechadas las plantas se les removió la tierra sumergiéndolas en un recipiente con agua, la medición fue con ayuda de un flexómetro desde la punta de la raíz primaria hasta la base del hipocótilo (Worku et al., 2016).



Figura 13. Altura de la lechuga (a), Diámetro de la lechuga (b), Número de hojas de la lechuga (c), Peso de la lechuga (d), Raíz de la lechuga (e)

7.5 Análisis estadístico

Para analizar las variables agronómicas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de diferencias mínimas significativas LSD- Fisher ($\alpha = 0.05$). Todos los procedimientos estadísticos se realizaron utilizando el software Infostat 2020.

8. Resultados y discusiones

Los resultados de la altura de la planta no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha \leq 0,05$) (Fig. 14A). Sin embargo, el tratamiento con la mayor elevación fue aquel que incrementó la altura de la planta en un 109 % (109 %) con respecto al control fue el extracto con concentración de 80 mL L⁻¹ (Ex80), seguido por extracto de concentración de 40 mL L⁻¹ (Ex40) (108 %), Bayfolan® (107 %) y extracto con concentración de 20 mL L⁻¹ (Ex20) (102 %). Con respecto al diámetro del tallo (Fig. 14B); los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha \leq 0,05$). Bayfolan® mostró el mayor diámetro 143 % con respecto al control, seguido de Ex20 (120 %), Ex80 (116 %) y Ex40 (102 %). En esta variable, Bayfolan® tuvo un diámetro del tallo 23 % superior a Ex20, sugiriendo una mayor desarrollo en la base del tallo.

La altura de la planta y el grosor del tallo dependen en gran medida de la cantidad de biomasa que la planta es capaz de formar y de la acción de sus hormonas internas. Las auxinas, especialmente el ácido indolacético (AIA), son responsables de estimular las células de alargamiento del tallo, lo que favorece que la planta crezca en altura. En contraste, las citocininas participan en la división celular y en la formación de nuevos tejidos, promoviendo así el aumento del diámetro del tallo y la generación de hojas nuevas (Taiz & Zeiger, 2002). La interacción adecuada entre estas hormonas es fundamental para que la planta produzca más biomasa y para que su estructura se desarrolle de manera equilibrada y eficiente. El Bayfolan® es un fertilizante foliar rico en nutrientes (N, P, K + Microelementos como: Azufre, Boro, Calcio, Cobre, Cobalto, Fierro, Manganeso, Molibdeno, Magnesio, Zinc, Ácido indol acético) diseñado para la nutrición y aliviar el estrés de la planta (Bayer, 2025), el extracto de salvia contiene mezclas de compuestos bioactivos (fenoles, aceites esenciales, metabolitos secundarios) que activan las hormonas internas, actúan como inductores y mejoran las defensas/absorción lo que puede traducirse en mayor elongación celular (altura) (Soltanbeigi et al., 2021). En cambio, el Bayfolan® logró un mayor engrosamiento del tallo porque aporta nutrientes esenciales (N, K, Ca y B) que intervienen directamente en la formación y fortalecimiento de los tejidos del tallo, estos minerales favorecen la división celular, la lignificación y el desarrollo estructural, lo cual aumenta el diámetro. El extracto de *Salvia officinalis* L. actúa principalmente como potenciador hormonal, promoviendo más

el alargamiento celular que el engrosamiento. Por esta razón, el extracto de *S. officinalis* L. favorece la altura, pero Bayfolan® resulta más efectivo para incrementar el grosor del tallo (Sukmawan & Riniarti, 2022).

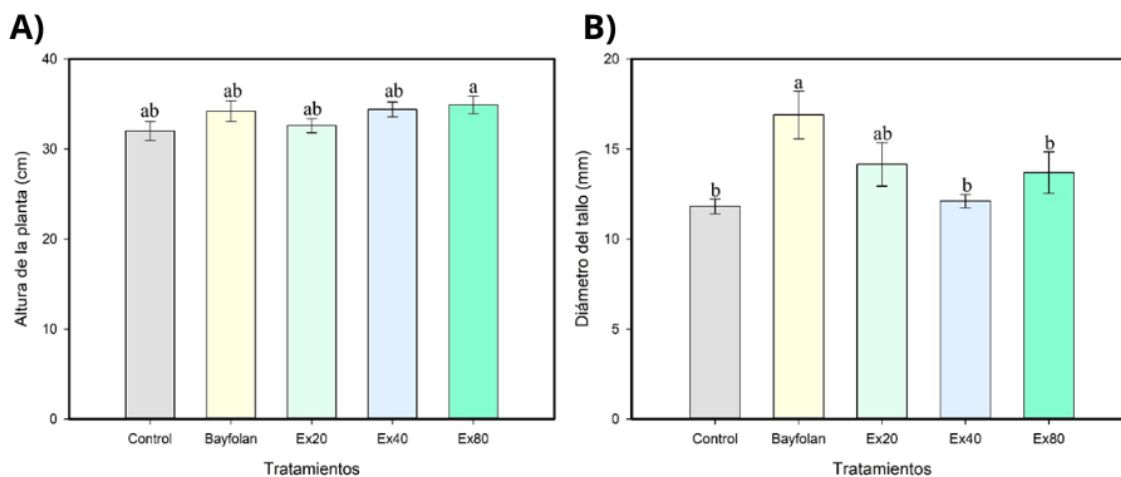


Figura 14. A) *Altura de la planta*; B) *Diámetro del tallo*. Control (T0: Testigo: sin aplicación de bioproducto, ni fertilizante químico); Bayfolan® Forte (T1: Fertilizante químico, Ingrediente activo: N, P, K + Microelementos) 2 mL; Ex20 (T2: Bioproducto de salvia morada 20 mL); Ex40 (T3: Bioproducto de salvia morada 40 mL); Ex80 (T4: Bioproducto de salvia morada 80 mL). Las letras diferentes en las barras indican diferencias significativas según la prueba de diferencias mínimas significativas de Fisher ($\alpha \leq 0,05$); $n = 10$ error estándar.

Los resultados para el número de hojas (Fig. 15A); no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha \leq 0,05$). Las plantas tratadas con Ex80 registraron un 113 % más hojas que el control, seguido de Ex20 (108%), Bayfolan® (106 %) y Ex40 (104 %). Ex80 superó a Ex20 un 5 %. En cuanto al tamaño de la raíz (Fig. 15B) mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha \leq 0,05$); Las plantas tratadas con Ex20 tuvo un 130 % mayor tamaño respecto al control, seguido de Ex80 y Ex40 que obtuvieron un mismo resultado de (104 %) y Bayfolan® con un 99 %. Ex20 supero al Ex80 y Ex40 con un 26%. Los resultados para el peso fresco (Fig. 15C); no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha \leq 0,05$); Ex20 obtuvo un peso de 127 % con respecto al control, seguido de Ex40 (126 %), Ex80 (120 %) y Bayfolan® (118 %) todos respecto al control. En este caso, Ex20 superó a Ex40 en 1 %.

Los extractos vegetales potencian el crecimiento vegetativo y radicular, la aplicación de fertilizantes químicos incrementa la clorofila de las hojas la cual es esencial para la construcción de clorofilas y citocromos, y son cruciales para la fotosíntesis y la respiración, en conjunto, estos mecanismos explican las tendencias observadas en la aplicación de los tratamientos (Al et al., 2024). El Bayfolan®, al aportar nitrógeno, promueve la síntesis de auxinas y citoquininas que estimulan la división celular y la formación de nuevos órganos, lo cual incrementa el número de hojas, asimismo, el nitrógeno favorece la formación de clorofila y la actividad fotosintética, permitiendo que la planta genere más carbohidratos que posteriormente se transportan hacia la raíz, incrementando su longitud y masa. Este incremento en la producción de carbohidratos y en la actividad fotosintética no solo favorece el desarrollo foliar y radicular, sino que también se refleja directamente en un mayor peso fresco y seco de las plantas, debido a la acumulación de biomasa estructural y reservas. Por su parte, el extracto de salvia actúa mediante compuestos fenólicos y terpenoides con actividad tipo regulador de crecimiento, los cuales pueden potenciar el enraizamiento, la formación de hojas y el peso fresco. Sin embargo, existe la hormesis que a altas concentraciones de extracto estos compuestos actúan de forma distinta, reduciendo tanto el número de hojas como la longitud de la raíz y también afectando el peso de la planta; lo que sucedió con el Ex20 que obtuvo una mayor peso fresco y longitud de raíz en comparación al Ex80 que es mayor dosis (Fig. 15B y 15C). De este modo, la aplicación de Bayfolan® y *Salvia officinalis* L. estimulan simultáneamente el desarrollo foliar y radicular, mientras que las dosis elevadas de extracto inhiben ambos procesos (An et al., 2005).

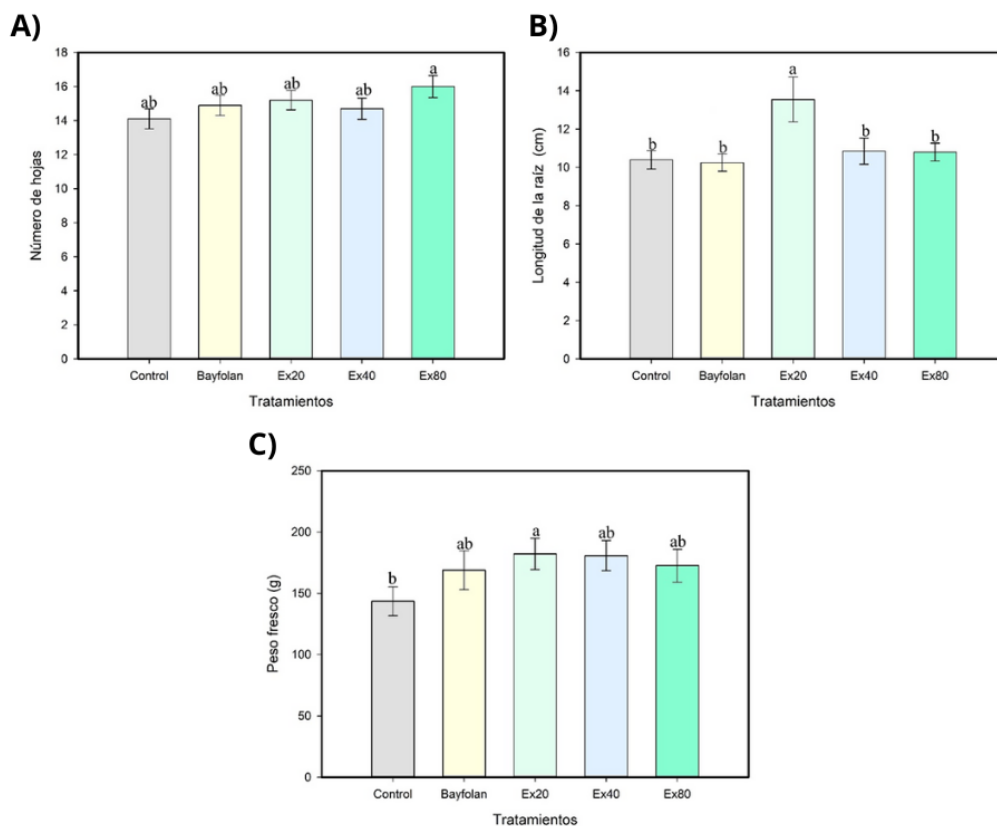


Figura 15. A) Número de hojas; B) Longitud de raíz; C) Peso fresco. Control (T0: Testigo: sin aplicación de bioproducto, ni fertilizante químico); Bayfolan® Forte (T1: Fertilizante químico, Ingrediente activo: N, P, K + Microelementos) 2 mL; Ex20 (T2: Bioproducto de salvia morada 20 mL); Ex40 (T3: Bioproducto de salvia morada 40 mL); Ex80 (T4: Bioproducto de salvia morada 80 mL). Las letras diferentes en las barras indican diferencias significativas según la prueba de diferencias mínimas significativas de Fisher ($\alpha \leq 0,05$); $n = 10$ error estándar

9. Conclusión y perspectivas del proyecto

Con base a los resultados obtenidos indican que el extracto de *Salvia officinalis* L. y el fertilizante químico foliar (Bayfolan®) influyeron de manera diferente en las variables de crecimiento evaluadas. En la altura de la planta y el número de hojas no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, el tratamiento Ex80 mostró una tendencia positiva con respecto al control, lo que sugiere un efecto estimulante asociado a la elongación celular. El diámetro del tallo si presentó diferencias, destacando el Bayfolan® como el tratamiento con mayor incremento, atribuible a su aporte de macro y micronutrientes que favorecen el fortalecimiento estructural del tallo. En cuanto al desarrollo radicular y el peso fresco, el tratamiento Ex20 presentó los mayores valores, lo que indica que a concentraciones moderadas del extracto de salvia favorece el enraizamiento y el aumento del peso en fresco. Asimismo, se observó un efecto de hormesis, es decir, a dosis bajas del extracto se favoreció el crecimiento, mientras que las dosis más altas redujeron estos parámetros. La hormesis se refiere a este fenómeno donde dosis bajas estimulan la respuesta biológica, mientras que dosis más altas generan un efecto contrario. En general, se concluye que el extracto de *Salvia officinalis* L. actúa principalmente como un estimulante hormonal que favorece la elongación celular, el desarrollo radicular y la acumulación de biomasa en dosis moderadas, mientras que Bayfolan® resulta más eficiente para incrementar el diámetro del tallo debido a su composición nutricional. Ambos tratamientos pueden considerarse alternativas viables para estimular el crecimiento vegetal, siempre y cuando se ajusten adecuadamente las dosis y los objetivos productivos para lograr tener unas buenas prácticas agrícolas.

Como perspectivas del proyecto, se recomienda profundizar en la evaluación de extractos vegetales de *Salvia officinalis* L. con diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación, con el fin de determinar la dosis óptima que maximice el efecto de crecimiento sin generar efectos inhibitorios. Asimismo, sería pertinente analizar la composición fitoquímica del extracto para identificar los compuestos responsables de la respuesta fisiológica observada. En futuras investigaciones podrían incorporar evaluaciones a mayor escala, así como el análisis de variables productivas y de calidad, para validar su aplicación en sistemas agrícolas comerciales. De igual forma, se sugiere estudiar el efecto combinado de extractos vegetales

con fertilizantes químicos, como Bayfolan®, para determinar posibles efectos que optimicen el crecimiento vegetal y reduzcan el uso de insumos sintéticos. Finalmente, se recomienda evaluar el impacto del uso de extractos vegetales sobre la salud del suelo y la sostenibilidad del sistema productivo, contribuyendo al desarrollo de prácticas agrícolas más eficientes y ambientalmente responsables.

10.Referencias

- Aktar, M. W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticide use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- Al-Majdi, M. H. K., Alabojaml, N. H. N., & Mehdi, D. H. (2024). Effect of seaweed extract and nitrogen fertilizer on the growth and yield traits of pea (*Pisum sativum* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56(5), 2119–2126. <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.5.34>
- An, M., Pratley, J. E., Haig, T., & Liu, D. L. (2005). Whole-range assessment: A simple method for analysing allelopathic dose–response data. *Nonlinearity in Biology, Toxicology, Medicine*, 3(2), 245–259. <https://doi.org/10.2201/nonlin.003.02.006>
- Aquino-Bolaños, E. N., Salzar-Benito, S. I., Santos-Basurto, M. A., Lara-Capistrán, L., Moreno Cortés, M. L., & Alba-Jiménez, J. E. (2025). Use of organic fertilizers to preserve the quality of *Lactuca sativa* L. during post-harvest storage. *Revista Terra Latinoamericana*, 43. <https://doi.org/10.28940/terralatinoamericana.v43i.2050>
- Bayer México. (2025). Ficha técnica de Bayfolan®® Forte: fertilizante foliar con N, P, K, micronutrientes, vitaminas y fitohormonas [Documento técnico]. Bayer.
- Cavalheiro, T. R. T., Silva, J. P., Souza, R. H. F., & dos Santos, E. J. (2020). The impact of organic fertilizer produced with vegetable residues in lettuce cultivation. *Sustainability*, 13(1), 128. <https://doi.org/10.3390/su13010128>
- Dias, J. P. T., Souza, E. R., Monaco, K. A., Lima, G. P. P., Sampaio, A. C., & Ono, E. O. (2016). Regulator growth vegetative and photosynthetic parameters in seedling fig. *Journal of Agriculture and Life Sciences*, 3(2). https://jalsnet.com/journals/Vol_3_No_2_December_2016/2.pdf
- Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. Recuperado el 25 de septiembre de 2025, de https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

DGSV-CNRF. (2020). Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) [Ficha técnica]. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural–SENASICA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano_cogollero_en_ma_z_y_a_rroz.pdf

DGSV-CNRF. (2020). Mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) [Ficha técnica]. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural–SENASICA. <https://www.gob.mx/senasic>

Estay, P. (2018). Mosca minadora de la lechuga [Ficha técnica]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/490d3493-c856-4d94-b26c-d58ca43ac470/content>

Estay, P. (2018). Pudrición blanca [Ficha técnica]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/5c502e22-6783-4d45-b4aa-6f169865cd96/content>

Estay, P. (2018). Pudrición gris en lechuga [Ficha técnica]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/fd1ad037-171f-4b36-8e59-81208bc2a7f7/content>

Estay, P. (2018). Pulgón de la lechuga [Ficha técnica]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/66725>

Estay, P. (2018). Trips de California [Ficha técnica]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/2ffd26b2-939b-4850-bcf5-260fe5603cad/content>

FAO. (2012). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Manual on pesticide application equipment. <https://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/guidelines-operations/pesticides-application-guidelines/en/>

Farruggia, D., Di Miceli, G., Licata, M., Leto, C., Salamone, F., & Novak, J. (2024). La aplicación foliar de varios bioestimulantes produce una respuesta contrastante sobre el rendimiento, el aceite esencial y las propiedades químicas de la salvia cultivada orgánicamente (*Salvia officinalis* L.). *Frontiers in Plant Science*, 15, 1397489. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1397489>

Ghorbani, A., & Esmailizadeh, M. (2017). *Pharmacological properties of Salvia officinalis and its components*. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(4), 433–440. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014>

Gobierno de México. (2024). Medidas de manejo para *Dalbulus maidis* (Serie “Medidas de manejo”, No. 9, 1.^a ed.) [Documento PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/979013/3._Medidas_de_manejo_chicharrita_ma_z_V4.pdf

Iglesias Barreto, G. A., Reyes Delgado, Y., & Rodríguez Rico, I. L. (2025). Bioproductos agrícolas: fundamentos para su producción. *Revista Centro Azúcar*, 52, e1099. <https://www.scielo.sld.cu/pdf/caz/v52/2223-4861-caz-52-e1099.pdf>

INRAE. (2020). Efficacy of pest and pathogen control, yield and quality of winter lettuce crops managed with reduced pesticide applications. *European Journal of Agronomy*. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.07.003>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Compendio de información geográfica municipal: Ajacuba, Hidalgo. https://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13005.pdf

Jakovljević, M., Jokić, S., Molnar, M., Jašić, M., Babić, J., Jukić, H., & Banjari, I. (2019). Bioactive profile of various *Salvia officinalis* L. preparations. *Plants*, 8(3), 55. <https://doi.org/10.3390/plants8030055>

Jažo, Z., Glumac, M., Paštar, V., Bektić, S., Radan, M., & Carev, I. (2023). Chemical composition and biological activity of *Salvia officinalis* L. essential oil. *Plants*, 12(9), 1794. <https://doi.org/10.3390/plants12091794>

- Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B., & Waterland, N. L. (2016). Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 19–34. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>
- Křístková, E., Doležalová, I., Lebeda, A., Vinter, V., & Novotná, A. (2008). Descripción de los caracteres morfológicos de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) recursos genéticos. *Ciencias Hortícolas*, 35(3), 113–129. <https://doi.org/10.17221/4/2008-HORTSCI>
- Kursa, W., Jamiołkowska, A., Skwaryło-Bednarz, B., Kowalska, G., & Gałązka, A. (2024). Impact of selected plant extracts on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Agriculture*, 14(6), 959. <https://doi.org/10.3390/agriculture14060959>
- Lin, Z., Fu, R., Ren, G., Zhong, R., Ying, Y., & Lin, T. (2022). Automatic monitoring of lettuce fresh weight by multimodal fusion based deep learning. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.980581>
- Madariaga, M. (2017). Virus en lechuga (TSWV e INSV) [Ficha técnica]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/16ff2fc9-81b9-43d2-b894-65a55c5e675d/content>
- Mamani de Marchese, A., & Filippone, M. P. (2018). Bioinsumos: Componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 38(1), 9–21. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2018000100001
- Moreno-Guerrero, D. E. (2024). Extractos vegetales en el crecimiento y concentración nutrimental de hojas de lechuga (*Lactuca sativa*). *Biotecnia*, 26(1), 1–8. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-14562024000100111&script=sci_arttext
- Pansera, M. R., Pauletti, M., Fedrigo, C., Sartori, V., & Ribeiro, R. T. S. (2013). Utilización de aceite esencial y extractos vegetales de *Salvia officinalis* L. *Investigación Aplicada y Agrotecnología*, 6(2), 83–88. <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/2248>
- Saavedra del Río, G., Corradini, F., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, P., & Sepúlveda, P. (2017). Manual de producción de lechuga (Boletín INIA N.º 374). Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Saijo, S., Sudradjat, Y., Sudirman, Y., & Hidayat, Y. (2019). Potential growth, production and nutrition content of *Indigofera zollingeriana*. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 21(2), 92–98.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Estrategia de acompañamiento técnico: Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. 10. Elaboración de extractos vegetales. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737322/10_Extractos_vegetales.pdf

Sepúlveda, P. (2016). *Bremia lactucae* en lechuga (Ficha Técnica INIA N.º 13). Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Sepúlveda, P. R. (2016). Enfermedad de la vena ancha en lechuga (Ficha Técnica INIA N.º 24). Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Shi, M., Gu, J., Wu, H., et al. (2022). *Phytochemicals*, nutrition and health benefits of lettuce. *Antioxidants*, 11(6), 1158. <https://doi.org/10.3390/antiox11061158>

Soltanbeigi, A., Yıldız, M., Diraman, H., et al. (2021). Growth responses of *Salvia officinalis* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7327–7335. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.034>

Sukmawan, Y., & Riniarti, D. (2022). Effectiveness of various foliar fertilizer on oil palm seedlings. *Journal of Tropical Crop Science*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.29244/jtcs.9.01.1-7>

Şanlı, A., & Ok, F. Z. (2024). Impact of foliar-applied essential oils on potato. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 12(s4). <https://doi.org/10.24925/turjaf.v12is4.2832-2839.7318>

Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology* (3rd ed.). Sinauer Associates.

Tapia Naranjo, A., Romero Brito, O., Vázquez Romero, C., et al. (2015). Manual técnico para la producción de hortalizas. INIFAP.

Vargas, S., & Pertierra, L. (2020). Manejo agroecológico y control de oídio en lechuga. INIA Remehue N.º 116.

Vásconez, R. D. A., & Vásconez, R. D. A. (2020). Evaluación de *Bacillus spp.* Acta Agronómica, 69(3), 1–10.

Worku, A., Ayalew, D., & Tadesse, T. (2016). Germination and early seedling growth of wheat. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 6(5), 14–20.