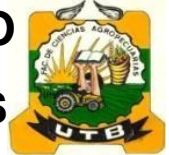




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Alternativa de bactericida y fungicida a partir del extracto de Guaviduca
(*Piper Carpunya*) para cultivos de hortalizas.

AUTOR:

Bryan Raúl Zambrano Álava

TUTOR:

Abg. Franklin Montecé Mosquera, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El objetivo general del trabajo fue investigar el uso del extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) como una alternativa de bactericida y fungicida a partir del extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) para cultivos de hortalizas. Este estudio radica en una revisión bibliográfica de información científica relevante de los últimos años. Los resultados indican el modo de obtención del extracto de Guaviduca que comienza con la recogida de hojas maduras y se procede a lo largo de múltiples fases: limpieza, secado, trituración, maceración, filtrado, concentración y envasado. Este proceso tan riguroso elimina la presencia de impurezas en el extracto obtenido y lo que garantiza su aplicación agrícola. Asimismo, el extracto tiene múltiples aplicaciones y efecto en el cultivo de hortalizas como el aumento de la producción agrícola y en la calidad de la cosecha, un factor esencial para los agricultores; su capacidad como biocontrolador de plagas requiere una menor aplicación de productos agroquímicos y promueve así una agricultura más sostenible, con una mejora de la nutrición de los suelos, produciendo un efecto positivo en su estructura y fertilidad, y propiciando un medio de cultivo adecuado para el crecimiento vegetal, se recomienda establecer investigaciones con el propósito de obtener dosis más acertada y la frecuencia adecuada de la aplicación del extracto de Guaviduca en diversos tipos de hortalizas.

Palabras claves: Antioxidantes, antibacterianos, compuestos bioactivos.

SUMMARY

The general objective of the work is to investigate the use of Guaviduca (Piper Carpunya) extract as an alternative bactericide and fungicide from Guaviduca (Piper Carpunya) extract for vegetable crops. This study is based on a bibliographic review of relevant scientific information of the last years. The results indicate how the Guaviduca extract is obtained starting with the collection of ripe leaves and proceeding through multiple stages: cleaning, drying, crushing, maceration, filtering, concentration and packaging. This rigorous process eliminates the presence of impurities in the extract obtained and guarantees its agricultural application. In addition, the extract has multiple applications and effects in vegetable cultivation, such as increasing agricultural production and crop quality, an essential factor for farmers; Its capacity as a pest biocontroller requires less application of agrochemicals and thus promotes a more sustainable agriculture, with an improvement in soil nutrition, producing a positive effect on its structure and fertility, and providing a suitable growing environment for plant growth, it is recommended to establish research for the purpose of obtaining more accurate dosage and adequate frequency of application of Guaviduca extract in various types of vegetables.

Key words: Antioxidants, antibacterials, bioactive compounds.

ÍNDICE

RESUMEN	II
SUMMARY	III
ÍNDICE	IV
INDICE DE TABLAS	VI
1. CONTEXTUALIZACION	1
1.1. Problema de la investigación	1
1.2. Justificación de la investigación	2
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Línea de investigación.....	3
2. DESARROLLO	4
2.1. Marco conceptual	4
2.1.1. Guaviduca	4
2.1.2. Usos Tradicionales y Potencial Agrícola.....	4
2.1.3. Proceso de extracción.....	5
2.1.3.1. Métodos y proceso de extracción de Guaviduca	5
2.1.4. Aplicaciones de Guaviduca.....	7
2.1.5. Actividad Bactericida de Piper Carpunya	7

2.1.6.	Propiedades Antifúngicas de Piper carpunya.....	8
2.1.7.	Características de Piper Carpunya.....	9
2.1.8.	Proceso de extracción de la Guaviduca (Piper Carpunya).	9
2.1.9.	Aplicaciones del extracto de Guaviduca (Piper Carpunya).....	10
2.1.10.	Efectos del extracto de Guaviduca (Piper Carpunya).....	11
2.2.	Metodología.....	12
2.3.	Resultados.....	12
2.4.	Discusión.....	13
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
3.1.	Conclusiones.....	15
3.2.	Recomendaciones.....	16
4.	REFERENCIAS Y ANEXOS.....	17
4.1.	Referencias bibliográficas.....	17
4.2.	Anexos.....	21

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de Guaviduca (Piper carpunya).....	9
Tabla 2: Proceso de extracción de la Guaviduca (Piper carpunya).....	9
Tabla 3: Aplicaciones del extracto de Guaviduca (Piper carpunya) en el cultivo de hortalizas.	10
Tabla 4: Estudiar el efecto del extracto de Guaviduca (Piper carpunya) en el cultivo de hortalizas.....	11

1. CONTEXTUALIZACION

El uso de bactericidas y fungicidas químicos ha sido durante mucho tiempo un pilar en la agricultura para proteger los cultivos de enfermedades. Sin embargo, el uso excesivo de estos químicos ha generado preocupaciones sobre la resistencia microbiana, la contaminación ambiental y los residuos en los alimentos (Gonzalo, 2021).

En ese contexto, la búsqueda de alternativas naturales y sostenibles para el control de enfermedades se ha vuelto cada vez más importante. Las plantas han sido fuente de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas durante siglos, y la investigación actual se centra en descifrar su potencial como agentes de control de enfermedades en la agricultura (Pérez, 2019).

La Guaviduca es una planta nativa de Sudamérica, conocida por sus usos tradicionales en la medicina herbal. Estudios previos han sugerido propiedades antimicrobianas en sus extractos, por tales razones se enfoca este estudio en evaluar las propiedades bactericidas y fungicidas de la Guaviduca (*Piper Carpunya*) (Azüero et al., 2016).

Las enfermedades de las hortalizas representan un problema significativo para la agricultura, causando pérdidas de producción y calidad. El uso de bactericidas y fungicidas sintéticos ha sido la principal estrategia para el control de estas enfermedades, sin embargo, su uso excesivo ha generado preocupación por su impacto ambiental y la resistencia de los patógenos (Espinoza, 2022)

1.1. **Problema de la investigación**

En el cultivo de hortalizas la agricultura moderna tiene un serio problema con las enfermedades fúngicas y bacterianas que los afectan, y que disminuyen la cantidad y calidad de los cultivos, pero que también incrementan los costes de la producción por el alto uso de productos químicos sintéticos. La situación de los agricultores es bastante mala, ya que la eficacia de las soluciones convencionales se pierde con el tiempo, y al mismo tiempo la

resistencia que han desarrollado los patógenos es un problema crítico que afecta esta problemática.

Según Espinoza (2022) las enfermedades de las hortalizas representan un problema significativo para la agricultura, causando pérdidas de producción y calidad. El uso de bactericidas y fungicidas sintéticos ha sido la principal estrategia para el control de estas enfermedades, sin embargo, su uso excesivo ha generado preocupación por su impacto ambiental y la resistencia de los patógenos.

El uso de pesticidas y fungicidas sintéticos ha generado daños medioambientales como la contaminación de suelo y agua, y disminuido la biodiversidad. Estos productos químicos son negativos para la salud humana, ya que afectan la salud de los trabajadores del campo que están en contacto constante con estos productos. En muchas zonas de producción, la falta de regulaciones y la falta de educación en el manejo de estos productos agrava el problema y hace que los riesgos asociados sean más elevados. A parte de que los productos químicos que se utilizan en la agricultura tienen un precio muy elevado para los pequeños agricultores, que son los que más lo utilizan, pero que normalmente son los que tienen menos recursos (Gonzalo, 2021).

1.2. Justificación de la investigación

La justificación de esta investigación radica en la necesidad de una estrategia de control de bacterias y hongos en cultivos de hortalizas, basada en el uso de extractos de *Guaviduca* (*Piper Carpunya*) y se argumenta en varias razones: En primer lugar, la resistencia creciente de los patógenos a causa de los agroquímicos sintéticos que supone una grave amenaza para la efectividad a largo plazo de los métodos de control de enfermedades utilizados hasta ahora. No solamente esta resistencia sino menor productividad y contaminación de los cultivos por mayores dosis de agroquímicos que utilizan los agricultores para el control de plagas y enfermedades,

sobrepasando las dosis permitidas por las entidades gubernamentales, solo por no perder sus cultivos.

Por otro lado, la contaminación ambiental que se produce con el uso excesivo de agroquímicos en la cual se pierde la biodiversidad, se erosiona el suelo y se contamina las fuentes de agua, el uso del extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) podría mitigar los daños a los ecosistemas al ser prácticas de control más sostenible y naturales.

Finalmente, el uso de extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) es una alternativa sostenible por su disponibilidad como materia prima, además que no tiene una explotación comercial lo que conlleva a una fuente disponible, siendo económicamente viable para la elaboración de biopesticidas.

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Investigar el uso del extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) como agente bactericida y fungicida para el control de enfermedades en cultivos de hortalizas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Detallar las características y proceso de extracción de la Guaviduca (*Piper Carpunya*).
- Establecer las aplicaciones del extracto de Guaviduca (*Piper carpunya*).
- Estudiar el efecto del extracto de Guaviduca (*Piper carpunya*).

1.4. Línea de investigación

Las líneas de investigación están enfocadas en el dominio de los recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial, sostenible y sustentable.

Sublínea: Procesos Agroindustriales.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Guaviduca

La Guaviduca, de nombre científico *Piper Carpunya*, pertenece al grupo de las asteráceas, tiene su origen en el continente americano, con una distribución sobre todo en Brasil, Colombia y Ecuador. El color de las hojas es verde y el de las flores un amarillo fuerte (*Guaviduca*, 2020).

El género Piper también conocida como Guaviduca, es una planta arbustiva, que puede llegar a medir los 2-6 mts de altura, se distribuye por los Andes y la Amazonía. En la zona sur del Ecuador, se utilizan sus hojas para curar afecciones de la piel, el zumo y la infusión de estas mismas hojas con propiedades antifúngicas, antisépticas, estimulantes y relajantes que sirven para diversas cosas. Es una planta útil para combatir cefaleas y jaquecas, cólicos menstruales, diarreas y úlcera gástrica (Pozo, 2019).

2.1.2. Usos Tradicionales y Potencial Agrícola

En algunas comunidades locales, las partes de las plantas, como hojas y tallos, forman parte de la medicina tradicional de la zona para el tratamiento de varias enfermedades; precisamente, informa sobre el potencial de *Piper carpunya* como fuente de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas y antifúngicas. La información analizada sugiere que diferentes extractos de la planta, *Piper carpunya*, podrían ser útiles para la lucha contra enfermedades que afectan a diferentes hortalizas y para su aplicación en lucha biológica en la agricultura (Zárate *et al.*, 2021).

Las sustancias fenólicas en esta planta desempeñan un rol metabólicamente importante en el crecimiento y reproducción de la planta, actuando como agentes de defensa, la influencia de algunas de ellas, y muchas han sido incrementadas en condiciones de estrés, como pueden ser los rayos ultravioletas, infecciones, y demás. Entre las sustancias citadas, destacan los

flavonoides y de entre los flavonoides las catequinas, compuestos que pueden llegar a constituir un 30% del peso seco de la planta (Zárate *et al.*, 2021).

En cualquier caso, es importante considerar el parámetro de la eficacia del extracto de Guaviduca, la cual puede estar condicionada por diversos factores como la situación de la concentración, el patógeno que se desea, controlar así como las condiciones ambientales, siendo necesaria más investigación para poder evaluar y confirmar la eficacia del extracto de Guaviduca en el control de enfermedades de cultivos de hortalizas y para poder afirmar que los extractos de *Piper carpunya* pueden presentar efectos muy positivos de reducción de enfermedades en cultivos de hortalizas aplicados como corresponde (Enríquez & Pérez, 2020).

Sus prometedores usos como sustituto a los fungicidas y bactericidas artificiales en la agricultura. La utilización de extractos naturales como el de *Piper carpunya* podría constituir una posible vía para reducir la dependencia de productos químicos y desarrollar prácticas agrícolas mucho más ecológicas (Enríquez & Pérez, 2020).

2.1.3. Proceso de extracción

Se trata de una operación unitaria de transferencia de materia que consiste en la disolución de uno o varios de los componentes de una mezcla (ya sea líquida o formando parte de un sólido) en otro disolvente, selectivo por esos componentes. Si la materia que se desea extraer está en forma sólida, se denominará extracción sólido-líquido. Si la materia que se desea extraer se encuentra disuelta, se llamará extracción líquido-líquido (GOPII, 2020).

2.1.3.1. Métodos y proceso de extracción de Guaviduca

Algunos métodos de extracción incluyen, extracción seca y extracción húmeda. En la extracción seca se utiliza la planta de Guaviduca en forma seca, en la que se muele o tritura para formar un polvo fino. Luego este polvo se somete a un proceso de extracción utilizando un disolvente adecuado, como alcohol o agua, para extraer compuestos deseados (Enríquez & Pérez, 2020).

En la extracción húmeda se utiliza la planta de Guaviduca de forma fresca, se lava y se corta en trozo pequeños. Los trozos se sumergen en un cartucho, con agua o alcohol, y se deja reposar durante un periodo de tiempo determinado para permitir que los compuestos se extraigan en el cartucho (*Operaciones Básicas en el Laboratorio de Química. Extracción. Fundamento de la Técnica*, s. f.)

Este proceso consiste en separar selectivamente los compuestos bioactivos de la Guaviduca y obtener un extracto que contenga estas sustancias beneficiosas, la cual dichos compuestos pueden tener propiedades antioxidantes y otros efectos terapéuticos (Enríquez & Pérez, 2020).

Guayas y Lazo (2020) afirman que, con diversas técnicas de extracción, se pretende extraer los componentes orgánicos activos total o parcialmente de una materia animal o vegetal, a partir del uso de un disolvente adecuado.

Estos procesos dinámicos, están formados por 3 etapas como son la difusión del disolvente en el interior de la célula, la solubilización de los diferentes componentes activos en su disolvente y por último la difusión del disolvente y los metabolitos al exterior de la célula.

Algunos de sus beneficios:

- La Guaviduca se ha utilizado habitualmente en la medicina popular para aliviar cólicos menstruales, inflamaciones y cólicos estomacales.
- Se ha investigado su efecto antiulceroso en ratas.
- Algunos estudios han demostrado que la Guaviduca tiene propiedades antioxidantes y polifenólicas.
- La Guaviduca se utiliza en la preparación de una bebida tradicional en la comunidad Shuar de la Amazonía ecuatoriana.

Utilizar Guaviduca podría ofrecer una alternativa natural y posiblemente más sostenible a los productos químicos sintéticos utilizados actualmente en la agricultura (Enríquez & Pérez, 2020).

2.1.4. Aplicaciones de Guaviduca

- **Aceites esenciales:** la Guaviduca también se ha estudiado por sus aceites esenciales. Estos aceites pueden contener compuestos con propiedades antibacterianas y antifúngicas (Espinoza & Pincay, 2022).
- La Guaviduca posee antioxidantes, debido a que tiene compuestos polifenólicos. Los polifenoles de la Guaviduca tienen la capacidad de ser antioxidantes o de iniciar el proceso de anti oxidación. Estos procesos permiten evitar daños en las células hasta llegar al origen de la ruta de producción ya que eliminan los radicales libres del organismo humano, hecho que se traduce en la contribución al mantenimiento de la salud.
- La Guaviduca tiene un efecto preclínico anti úlcera en estudios con ratas, por lo que se podría decir que la Guaviduca es reconocida como anti úlcera. Después de haber realizado el estudio referente al efecto antimicrobiano de la Guaviduca, parece ser que la Guaviduca tiene un efecto antimicrobiano prometedor, pero sin llegar a la medida de la seguridad (Enríquez & Pérez, 2020).

2.1.5. Actividad Bactericida de Piper Carpunya

- **Compuestos Bioactivos:** en el caso de *Piper Carpunya*, se conocen importantes cantidades de estos compuestos bioactivos, seno-alcaloides, terpenoides, flavonoides y compuestos fenólicos, donde destaca su capacidad antimicrobiana.
- Estudios In Vitro: la acción de los extractos de *Piper Carpunya* permite observar acción frente a varias de las especies bacterianas patógenas; por ejemplo, tienen actividad en especies como *E. Coli*, *Staphylococcus Aureus*.

- **Mecanismo de Acción:** si bien no está descrito con claridad de qué manera actúa la planta como agente bactericida, parece que lo hace mediante interferir en la pared celular de la bacteria, la inhibición de algunas enzimas o la modificación de algunos de los procesos metabólicos que son esenciales para las bacterias.
- **Enfermedades Bacterianas:** los extractos de Guaviduca permiten luchar contra enfermedades bacterianas que afectan a los vegetales, y así reducir enfermedades como la bacteriosis, las manchas bacterianas y la marchitez bacteriana (Gonzales *et al.*, 2021).

2.1.6. Propiedades Antifúngicas de *Piper carpunya*

Investigaciones han demostrado que extractos de *Piper Carpunya* tienen actividad contra diversos hongos fitopatógenos. Algunas especies de hongos contra las cuales se ha observado actividad incluyen *Aspergillus Niger*, *Fusarium Oxysporum*, entre otros (Echavarría *et al.*, 2016).

El mecanismo exacto por el cual *Piper carpunya* actúa como agente fungicida es el que podría estar relacionado con la inhibición de la germinación de esporas, la interferencia con el crecimiento micelial, o la alteración de procesos metabólicos esenciales para los hongos (Enríquez & Pérez, 2020).

La actividad antifúngica que presentan los extractos de *Piper Carpunya*, así como sus efectos positivos en el cultivo de las plantas, hace que estos extractos sean una alternativa a los fungicidas sintéticos que tienen aplicaciones en la agricultura. Con esto, prácticas agrícolas más sostenibles y menos contaminantes, más respetuosas con el medio ambiente. En estos momentos se estudia su potencial para el control de enfermedades fúngicas como la fusariosis, la antracnosis y otras micosis que afectan cultivos económicamente importantes, como tomate, pimiento y otros vegetales (Echavarría *et al.*, 2016).

2.1.7. Características de *Piper Carpunya*

En la “tabla 1” se observa las características de *Piper Carpunya*, que es una planta de la familia de las Piperáceas, autóctona de las zonas tropicales del continente sudamericano, especialmente de los bosques húmedos. Los principios activos son los alcaloides, terpenoides, aceites esenciales y flavonoides.

Tabla 1

Características de Guaviduca (Piper Carpunya).

Características	Descripción	Referencia
Nombre científico	<i>Piper Carpunya</i>	(Valarezo <i>et al.</i> , 2021)
Familia	Piperaceae	(Valarezo <i>et al.</i> , 2021)
Distribución	Regiones tropicales de América del Sur.	(Vélez & Carriel, 2018)
Hábitat	Se desarrolla en los bosques húmedos tropicales.	(Azüero <i>et al.</i> , 2016)
Compuestos activos	Alcaloides, flavonoides, terpenoides y aceites esenciales.	(Quintana, 2012)
Propiedades	Antiinflamatorias, analgésicas, antimicrobianas, y antioxidantes.	(Cárdenas <i>et al.</i> , 2016)

Fuente: Elaboración propia.

En la “tabla 2” se puede observar las operaciones para la extracción de la Guaviduca (*Piper Carpunya*) la cual comienza con la recolección, lavado y secado de las hojas, seguidos de trituración y maceración. El extracto resultante se filtra, se concentra mediante evaporación y se almacena en condiciones controladas para asegurar su calidad y conservación.

2.1.8. Proceso de extracción de la Guaviduca (*Piper Carpunya*).

Tabla 2

Proceso de extracción de la Guaviduca (Piper Carpunya).

Etapa	Proceso
Recolección	Se procede a la recogida de las hojas frescas de Guaviduca maduras.
Lavado	Limpieza de las hojas, con el fin de retirar toda impureza o residuo de tierra.
Secado	Una vez limpias, se dejan secar las hojas en un lugar sombrío y bien ventilado.
Molienda	Previamente a la extracción se pulverizan las hojas secas, de manera que se elimine la humedad y permita su disolución.
Extracción	Una vez trituradas las hojas, se procede a su extracción aplicando la maceración.
Filtración	Tras la extracción filtramos el extracto a fin de eliminar grumos y otras impurezas.
Concentración	Posteriormente se elimina el disolvente mediante evaporación.
Almacenamiento	Almacenamos el extracto obtenido en condiciones adecuadas: temperatura controlada, en envases de vidrio oscuro y hermético.

Fuente: Cayambe (2023).

2.1.9. Aplicaciones del extracto de Guaviduca (Piper Carpunya)

En la “tabla 3” se muestra las aplicaciones del extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) en los cultivos de hortalizas donde se reconoce que es un buen controlador de enfermedades, un reconstituyente de la salud de las plantas, factor de resistencia de los patógenos, que aumenta el rendimiento y la calidad de las cosechas, que actúa como un buen control biológico de plagas con el cual se garantiza un cultivo sano.

Tabla 3

Aplicaciones del extracto de Guaviduca (Piper Carpunya) en el cultivo de hortalizas.

Aplicación	Referencias
Control de Enfermedades	(Ana <i>et al.</i> , 2016)
Mejora de la Salud de las Plantas	(Medina <i>et al.</i> , 2019)
Aumento del Rendimiento	(Vistin & Donoso, 2014)
Biocontroladores	(Navarrete <i>et al.</i> , 2017)
Impacto en la Nutrición del Suelo	(Vistin & Donoso, 2014)

Fuente: Elaboración propia.

2.1.10. Efectos del extracto de Guaviduca (Piper Carpunya)

En la “tabla 4” se puede observar los efectos del extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) en el cultivo de hortalizas tiene una efectividad importante en la reducción de enfermedades causadas por bacterias y hongos, favorece la mejora de la salud de las plantas aumentando su resistencia a los patógenos y promoviendo un crecimiento vigoroso. Además, incrementa tanto la cantidad como la calidad de la producción de la cosecha.

Tabla 4

Estudiar el efecto del extracto de Guaviduca (Piper Carpunya) en el cultivo de hortalizas.

Aplicación	Efecto	Referencias
Control de Enfermedades	El extracto disminuye efectivamente enfermedades de bacterias y hongos.	(Ana <i>et al.</i> , 2016)
Mejora de la Salud de las Plantas	El extracto da vigor a las plantas, ayudando a mejorar su resistencia a enfermedades.	(Medina <i>et al.</i> , 2019)

Aumento del Rendimiento	Los compuestos activos incrementan el volumen de la producción y la calidad de las cosechas.	(Vistin & Donoso, 2014)
Biocontroladores	Actúa eficazmente en el control de plagas, lo cual hace innecesario el uso de pesticidas químicos.	(Navarrete <i>et al.</i> , 2017)
Impacto en la Nutrición del Suelo	Mejora el valor del suelo y fomenta un ambiente limpio.	(Vistin & Donoso, 2014)

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Metodología

Este enfoque se basa en una revisión bibliográfica de información científica relevante y verificable sobre el tema en revistas de alto impacto durante los últimos años, utilizando artículos de: Elsevier, BBC, PubMed, SciELO, Dialnet, ScienceDirect y gestores bibliográficos como Mendeley y Zotero.

2.3. Resultados

Resultados del objetivo específico 1

Piper Carpunya, perteneciente a la familia *Piperaceae* y distribuida en los bosques húmedos tropicales de América del Sur, es una planta notable por sus compuestos activos, como alcaloides, flavonoides, terpenoides y aceites esenciales, que poseen diversas propiedades terapéuticas. El proceso de extracción, comienza con la recolección y limpieza de las hojas, seguido de su secado y molienda, y culminando con la maceración, filtración, concentración y almacenamiento en condiciones controladas que incluyen mantener una temperatura adecuada para evitar la degradación de los compuestos activos, generalmente en un ambiente fresco. Además, el extracto se almacena en recipientes de vidrio oscuro para protegerlo de la luz, que podría alterar su composición química, y los envases deben estar herméticamente sellados para prevenir la oxidación y la contaminación por humedad o aire.

Resultados del objetivo específico 2

Entre las aplicaciones del extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) en los cultivos de hortalizas tenemos el uso de biocontroladores y estrategias de manejo del suelo puede mejorar significativamente la salud de las plantas y controlar enfermedades. Además, estas prácticas contribuyen al aumento del rendimiento de los cultivos y tienen un impacto positivo en la nutrición del suelo. En conjunto, indican que un enfoque integrado en el control de enfermedades y la mejora del suelo puede optimizar la producción agrícola y promover la sostenibilidad.

Resultados del objetivo específico 3

Los efectos del uso de extractos naturales como el extracto de Guaviduca (*Piper Carpunya*) tienen un impacto positivo integral en la agricultura. La capacidad de estos extractos para reducir enfermedades causadas por bacterias y hongos ayuda a mantener las plantas saludables, mientras que también promueven su vigor y resistencia a otras enfermedades. Esto, a su vez, se traduce en un aumento en el rendimiento y la calidad de las cosechas. Los biocontroladores no solo controlan eficazmente las plagas, sino que también eliminan la necesidad de pesticidas químicos, contribuyendo a un entorno más sostenible. Además, estos métodos mejoran la nutrición del suelo, lo que favorece un ambiente agrícola más saludable y productivo en general.

2.4. Discusión

Las propiedades de Guaviduca (*Piper Carpunya*) hacen que tenga un gran interés agrícola, dado que presenta diferentes compuestos activos, como alcaloides, flavonoides, terpenoides, aceites esenciales, entre otros, y que están relacionados con propiedades antibacterianas y antioxidantes, provenientes de bosques de Sudamérica, es una especie perteneciente a la familia de *Piperaceae*, lo cual destaca la importancia de los compuestos

activos como metabolitos secundarios y aceites esenciales con posibles aplicaciones en agricultura. En comparación con el estudio de Koul *et al.* (2019), las especies del género Piper son reconocidas por su alto contenido de metabolitos secundarios, que han demostrado tener efectos antimicrobianos y antioxidantes potentes, lo cual apoya la idea de que Guaviduca podría ser una fuente valiosa de estos compuestos en la agricultura.

El modo de extracción es llevado a cabo de una manera rigurosa para obtener un extracto puro que no contenga impurezas y sea adecuado para ser utilizado en aplicaciones agrícolas. Estos procedimientos se articulan a partir de las etapas de recolección, lavado, secado, molienda, maceración, filtración, concentración, y almacenamiento en unas condiciones determinadas. En comparación con Jiao *et al.* (2020) resaltan que un control adecuado durante las etapas de extracción, como la maceración y la filtración, es clave para evitar la degradación de los compuestos activos, lo que corrobora la necesidad de un proceso de extracción cuidadoso.

Los resultados obtenidos demuestran que el extracto de Guaviduca tiene diversas aplicaciones y efectos beneficiosos en el cultivo de hortalizas, como el control de enfermedades, la mejora de la salud de las plantas, el aumento de la producción, control biológico de plagas o el efecto positivo en la nutrición del suelo, además que son ricos en compuestos bioactivos que mejoran notablemente la salud y el rendimiento de las plantas, lo cual coincidiría con el potencial de estos extractos. De manera similar, estudios como el de Isman (2019) y Regnault *et al.* (2018) enfatizan el potencial de los extractos botánicos en el manejo de plagas y enfermedades en la agricultura, destacando su eficacia y seguridad en comparación con los productos químicos sintéticos.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

El estudio del extracto de Guaviduca (*Piper carpunya*) expone su relevante potencial en agricultura sobre todo para el cultivo de hortalizas. Para empezar, las características de Guaviduca perteneciente a la familia *Piperaceae* procedente de los bosques tropicales húmedos de Sudamérica, constituyen fundamentales a fin de percibir su utilización.

Guaviduca en su composición tiene diversos compuestos activos, como flavonoides, terpenoides, alcaloides y aceites esenciales que dan lugar a propiedades antioxidantes y antibacterianas, esenciales y claves para resolver su empleo en agricultura.

La extracción del extracto de Guaviduca es un trabajo laborioso que comienza con la recolección de las hojas maduras y continúa por unas fases de limpieza, secado, molido, maceración, filtración, concentración y envasado que aseguran la pureza y un extracto libre de impurezas, haciéndolo apto para la aplicación agraria.

Los resultados del estudio concluyen que el extracto de Guaviduca tiene unas cuantas aplicaciones positivas en el cultivo de hortalizas. Cumple una función muy significativa como fungicida, reduciendo drásticamente la aparición de enfermedades bacterianas y micóticas. Justamente, mejora la salud de la planta: la robustece, incrementa la resistencia de la planta a las patologías y a su vez se traducen en plantas vigorosas y saludables.

La aplicación del extracto de Guaviduca impacta en un aumento de la producción agrícola de la calidad, que es un factor crítico para los que hacen agricultura. Su capacidad para actuar como controlador biológico de plagas disminuye la necesidad de pesticidas químicos ayudando que la agricultura sea más limpia y sostenible.

3.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones planteadas se recomienda:

- Introducir el extracto de Guaviduca como un componente fundamental en los programas agropecuarios de manejo integrado de plagas para disminuir la pérdida de dependencia de los plaguicidas químicos y fomentar medidas agrícolas sostenibles.
- Establecer investigaciones con el propósito de obtener dosis más acertada y la frecuencia adecuada de la aplicación del extracto de Guaviduca en diversos tipos de hortalizas.
- Utilizar técnicas sostenibles de extractos de Guaviduca que nos permitan mantener/ preservar la planta en su ambiente y que además permitan reducir el impacto ecológico.
- Desarrollar instrumentos de seguimiento y de comprobación de la eficacia que tiene el extracto sobre la disminución de enfermedades y de plagas, la mejora del rendimiento y la calidad de los productos de la explotación agrícola.
- Entender la combinación del extracto de Guaviduca con otras técnicas de cultivo ecológico, como el abonado por compostaje o el uso de abonos orgánicos, a fin de incrementar la salud del suelo y favorecer un equilibrio en el hábitat agrícola.
- Observar la posibilidad de elaborar productos comercializables con base en el extracto de Guaviduca, abaratando el acceso y la manipulación del producto por parte de los productores y, por ende, logrando una extensión y una aplicación mayores y de calidad.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

Alternativas_pap_v_final_16_enero_19.pdf. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2024, de https://ipen.org/sites/default/files/documents/alternativas_pap_v_final_16_enero_19.pdf

Ana, E., Haydelba, D., Nubia-Lisbeth, M.-L., Carmita, J., Luisa, R.-A., & Ricardo, B. (2016). Evaluation of antioxidant capacity and secondary metabolites of sixteen medicinal plants extracts. *CIENCIA UNEMI*, 9(20), Article 20.

Arevalo, D. L. V. (2020). *Actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de plantas del género Piper frente a Pseudomonas aeruginosa y Chromobacterium violaceum*.

Azuero, A., Jaramillo, C. J., Martin, D. S., & Regnault, H. D. (2016). Análisis del efecto antimicrobiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en Ecuador / Analysis of antimicrobial effect of twelve medicinal plants of ancient use in Ecuador. *CIENCIA UNEMI*, 9(20), Article 20. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp11-18p>

Azuero, A., Jaramillo Jaramillo, C., San Martin, D., & D'Armas Regnault, H. (2016). Análisis del efecto antimicrobiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en Ecuador / Analysis of antimicrobial effect of twelve medicinal plants of ancient use in Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 11-18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5774769>

Cárdenas, C., Pozo, W., Roque, E. A. A., Cárdenas-tello, C. D., Pozo-rivera, W. E., Almirall, E. R., Roque, A. Q., Martí, J., & Río, P. del. (2016). FITOQUÍMICA DE EXTRACTOS DE *Ocotea quixos* (canela amazónica) Y *Piper carpunya* (guaviduca, pinku), POTENCIALES FUNGOCONTROLADORES. *Qualitas*, 11(junio), Article junio.

Cayambe Lema, M. M. (2023). *Extracción y caracterización del aceite esencial de la Guaviduca (Piper carpunya), su efecto bactericida y fungicida* [bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10538>

- Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W., & Cuca, L. E. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 97-106. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-99652008000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Echavarría, A., Regnault, H. D., Lisbeth, N., Matute, L., Jaramillo, C., Astudillo, L. R. de, & Benitez, R. (2016). Evaluación de la capacidad antioxidante y metabolitos secundarios de extractos de dieciséis plantas medicinales / Evaluation of antioxidant capacity and secondary metabolites of sixteen medicinal plants extracts. *CIENCIA UNEMI*, 9(20), Article 20. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp29-35p>
- Efectos sobre la salud y el medio ambiente | ISTAS*. (s. f.). Recuperado 5 de junio de 2024, de <https://istas.net/istas/riesgo-quimico/efectos-sobre-la-salud-y-el-medio-ambiente>
- Enríquez, M., & Pérez, M. (2020). Comportamiento antioxidante y polifenólicos de la Guaviduca (*Piper carpunia* L) EN EXTRACCION HUMEDA Y SECA. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 27-2, 11. <https://doi.org/10.31243/aci.v27i1.926>
- Espinoza, H., & Pincay, G. (2022). *Elación del extracto de piper carpunya y momordica charantia sobre la inhibición de patógenos in vitro y el tipo de interacción* [Magister en agroindustria, Escuela Superior POLITÉCNICA Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1681/1/TTMAI30D.pdf>
- Espinoza Vaca, H. A., & Pincay Aguirre, G. E. (2022). *Relación del extracto de Piper carpunya y Momordica charantia sobre la inhibición de patógenos in vitro y el tipo de interacción* [masterThesis, Calceta: ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1681>

- Gonzales, K. G., S, M. E. S., & R, C. M. F. (2021). Actividad antibacteriana de aceites esenciales de *Minthostachys mollis* Griseb. «Muña» y *Piper carpunya* Ruíz & Pav. «Pinku». *Ciencia e Investigación*, 24(2), Article 2. <https://doi.org/10.15381/ci.v24i2.22522>
- Gonzalo, M. (2021, julio 25). Efectos de pesticidas para la salud según la OMS -canal SALUD. *Blog Salud MAPFRE*. <https://www.salud.mapfre.es/cuerpo-y-mente/habitos-saludables/consecuencias-pesticidas-para-la-salud/>
- Guaviduca: Planta Medicinal Con Beneficios Para La Salud | IDUN Medicina Estética*. (2020, octubre 1). <https://idunmedicinaestetica.es/guaviduca-planta-medicinal/>
- Guayas Guamán, J. P., & Lazo Burga, P. I. (2020). *Evaluación in vitro de la actividad antibacteriana de los extractos etanólicos de Uncaria tomentosa; Piper aduncun; Artemisa absinthium frente a Escherichia coli ATCC 25922* [bachelorThesis]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34035>
- Guía de Operaciones, Procesos e Instalaciones Industriales*. (s. f.). Recuperado 8 de junio de 2024, de <https://www4.ujaen.es/~ecastro/proyecto/operaciones/materia/extraccion.html>
- Lopez, L., & Cardenas, C. (2017). *Extracto de Guaviduca tiene diversas aplicaciones y efectos beneficiosos en el cultivo de hortalizas* [Pregrado (Ingeniero agropecuario), Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13582/1/T-IASA%20I-005361.pdf>
- Medina, M., D'armas, H., Jaramillo, C., & Martin, D. S. (2019). Analysis of the fungal content of some vegetable species grown in Ecuador Resumen. *FACSalud*, 3(4), Article 4.
- Navarrete, K. B., Jaramillo, C. J., Martín, D. S., & D'Armas, H. (2017). Estudio de la calidad bacteriológica de doce plantas medicinales de uso común en Ecuador. *FACSALUD-UNEMI*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol1iss1.2017pp12-17p>

Operaciones Básicas en el Laboratorio de Química. Extracción. Fundamento de la Técnica. (s. f.).

Recuperado 8 de junio de 2024, de https://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/extraccio_fona.html

Quintana, K. (2012). *Evaluación de la actividad gastroprotectora de los extractos de achillea (Achillea millefolium L.) y guaviduca (Piper carpunya Ruiz & Pav.) en ratas (Rattus norvegicus) con lesiones gástricas inducidas.* undefined-undefined.

Salamanca, S., & Galiano, M. (2016). *Actividad antimicrobiana de cuatro especies del género Piper y elucidación estructural de sus aceites esenciales* [Tesis de pregrado (Químico Farmacéutico), Universidad Nacional Mayor de san Marcos]. <https://core.ac.uk/download/pdf/323344952.pdf>

Santiago, I. (2003). Contaminación por agentes químicos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 26, 181-190. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1137-66272003000200011&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Valarezo, E., Rivera, J. X., coronel, E., Barzallo, M. A., Calva, J., Cartuche, L., & Meneses, M. A. (2021). Study of volatile secondary metabolites present in piper carpunya leaves and in the traditional Ecuadorian beverage guaviduca. *Plants*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/plants10020338>

Vélez, M., & Carriel, B. (2018). Estudio de la planta Guaviduca (Piper Carpunya) y su introducción en la Gastronomía. *Universidad de Guayaquil*, undefined-undefined.

Vistin, J. L. R., & Donoso, C. (2014). Validación de la actividad Gastroprotectora de Polypodium Calaguala, Buddleja Globosa y Piper carpunya ruiz & PAV en ratones con lesiones gástricas inducidas. *Facultad de Ciencias, Bachelor*, undefined-undefined.

Zárate-Martínez, W., González-Morales, S., Ramírez-Godina, F., Robledo-Olivo, A., & Juárez-Maldonado, A. (2021). Efecto de los ácidos fenólicos en el sistema antioxidante de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)1. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 854-868.

4.2. Anexos



Anexo 1: Planta de Guaviduca.



Anexo 2: Maceración con disolvente.



Anexo 3: Cultivo de hortalizas.



Anexo 4: Aplicación de extractos de Guaviduca en hortalizas.