



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“Identificación del potencial biocida de la albahaca morada (*Ocimum
tenuiflorum*) para la desinfección de frutas y hortalizas”.

AUTORA:

Emma Dolores Cruz Atan

TUTORA:

Ing. Sheyling Alexis Segobia Muñoz, MSc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

La albahaca morada, conocida científicamente como (*Ocimum tenuiflorum*), presenta una composición química altamente compleja, completa de nutrientes y diversos compuestos biológicamente activos. La aplicación de extractos de albahaca morada o sus aceites esenciales en la superficie de frutas y verduras ha mostrado efectividad en la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* La creciente preocupación por la seguridad alimentaria y la salud pública ha puesto de relieve la necesidad de desarrollar métodos eficaces y naturales para la desinfección de frutas y hortalizas. La desinfección de los biocidas naturales suele oscilar entre el 70 % al 90 %, dado que provienen de fuentes naturales que pueden limitar su potencia para erradicar todo tipo de microorganismos con la misma eficacia que los biocidas no naturales. Para desinfectar los alimentos algunos países que han adoptado el uso de biocidas naturales incluyen España, Italia, Francia, Estados Unidos, México, Brasil, entre otros. Esta alternativa es más respetuosa con el medio ambiente y sostenible.

Palabras claves: albahaca morada, frutas, biocida, aceites esenciales, microorganismos.

SUMMARY

Purple basil, known scientifically as (*Ocimum tenuiflorum*), has a highly complex chemical composition, complete with nutrients and various biologically active compounds. The application of purple basil extracts or its essential oils on the surface of fruits and vegetables has shown effectiveness in inhibiting the growth of pathogenic bacteria such as *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* Growing concerns about food safety and public health have highlighted the need to develop effective and natural methods for disinfecting fruits and vegetables. The disinfection of natural biocides usually ranges between 70 % to 90 %, given that they come from natural sources that can limit their potency to eradicate all types of microorganisms with the same effectiveness as non-natural biocides. To disinfect food, some countries that have adopted the use of natural biocides include Spain, Italy, France, the United States, Mexico, Brazil, among others. This alternative is more environmentally friendly and sustainable.

Keywords: Purple basil, fruits, biocide, essential oils, microorganisms.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Línea de investigación	4
2. DESARROLLO	5
2.1 Marco conceptual	5
2.1.1 Origen de la albahaca.....	5
2.1.2 Morfología y taxonomía de la albahaca	5
2.1.3 Composición química de la albahaca	6
2.1.4 Composición nutricional de la albahaca.....	6
2.1.5 Descripción de la albahaca morada.....	6
2.1.6 Compuestos bioactivos de la albahaca morada.....	7
2.1.7 Aceites esenciales.....	7
2.1.8 Métodos de extracción de aceites esenciales y aplicación.....	7
2.1.9 Definición de biocidas.....	9
2.1.10 Importancia de la desinfección en la producción de alimentos.....	9
2.1.11 Actividad Antimicrobiana de la albahaca morada.....	10
2.1.12 Usos y aplicaciones de la albahaca morada en la industria alimentaria	10
2.1.13 Potencial de la albahaca morada como biocida en la industria alimentaria	10
2.1.14 Efectividad de la albahaca morada versus biocidas convencionales	11
2.1.15 Evaluación de eficacia en diferentes tipos de frutas y hortalizas bajo condiciones de almacenamiento y manejo.....	11
2.1.16 Impacto ambiental y sanitario de los biocidas sintéticos vs naturales	12
2.2 Marco metodológico	13

2.2.1	Tipo de investigación	13
2.3	Resultados	14
2.4	Discusión de resultados.....	19
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
3.1	Conclusiones	21
3.2	Recomendaciones	22
4.	REFERENCIAS Y ANEXOS	23
4.1	Referencias bibliográficas.....	23
4.2	Anexos	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la albahaca.....	5
Tabla 2. Composición Nutricional (100 g) de hoja fresca, hoja seca y semilla	6
Tabla 3. Potencial biocida de la albahaca morada en frutas y hortalizas	14
Tabla 4. Compuestos bioactivos de la albahaca morada	14
Tabla 5. Usos y aplicaciones de la albahaca morada	15
Tabla 6. Acción biocida de la albahaca morada en manzanas.....	15
Tabla 7. Acción biocida de desinfectantes comunes en manzanas.....	15
Tabla 8. Acción biocida de la albahaca morada en uvas	15
Tabla 9. Acción biocida de desinfectantes comunes en uvas	16
Tabla 10. Acción biocida de la albahaca morada en fresas	16
Tabla 11. Acción biocida de desinfectantes comunes en fresas	16
Tabla 12. Acción biocida de la albahaca morada en lechugas.....	17
Tabla 13. Acción biocida de desinfectantes comunes en lechugas.....	17
Tabla 14. Acción biocida de la albahaca morada en tomates	17
Tabla 15. Acción biocida de desinfectantes comunes en tomates	18
Tabla 16. Acción biocida de la albahaca morada en zanahorias.....	18
Tabla 17. Acción biocida de desinfectantes comunes en zanahorias.....	18

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cultivo de albahaca morada.....	28
Ilustración 2. Extracción por destilación de vapor.....	28
Ilustración 3. Extracción por prensado	29
Ilustración 4. Aceite de albahaca morada.....	29
Ilustración 5. Extracción por maceración	30

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 Introducción

Según Rodríguez (2022) la albahaca, científicamente conocida como (*Ocimum basilicum* L.), proviene de la India, aunque su cultivo en Egipto y Europa data de hace siglos, donde se utilizaba en rituales, ofrendas, embalsamamiento y también con fines culinarios y medicinales. Se cree que fue una de las primeras plantas traídas por los españoles a los países americanos.

La albahaca morada es una hierba anual con tallos erectos y ramificados, que crece exuberantemente y alcanza una altura de entre 30 y 50 cm. Sus hojas, son lisas, oblongas, opuestas, con pecíolos, de forma ovada, lanceolada y ligeramente dentada. Las flores se agrupan en espigas, mostrando un tono verde intenso con pequeñas flores blanco-azuladas agrupadas en racimos terminales alargados (Dueñas *et al.*, 2020)

La albahaca morada, conocida científicamente como (*Ocimum tenuiflorum*), presenta una composición química altamente compleja, completa de nutrientes y diversos compuestos biológicamente activos. Entre estos se destacan los flavonoides, pigmentos orgánicos presentes en sus hojas y flores, los cuales han sido ampliamente investigados por sus propiedades antioxidantes y bactericidas, siendo uno de los grupos de productos naturales más estudiados en este aspecto (Jiménez, 2022).

Para García *et al.* (2020) la aplicación de extractos de albahaca morada o sus aceites esenciales en la superficie de frutas y verduras ha mostrado efectividad en la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, que son comunes en alimentos contaminados y pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos. Este enfoque de desinfección utilizando ingredientes naturales como la albahaca morada es particularmente atractivo para aquellos que buscan alternativas más saludables y respetuosas con el medio ambiente en la producción y preparación de alimentos.

1.2 Planteamiento del problema

La creciente preocupación por la seguridad alimentaria y la salud pública ha puesto de relieve la necesidad de desarrollar métodos eficaces y naturales para la desinfección de frutas y hortalizas. Los métodos tradicionales de desinfección, como el uso de productos químicos sintéticos, presentan diversos inconvenientes, entre ellos la presencia de residuos tóxicos, el desarrollo de resistencia en los microorganismos y el impacto ambiental negativo. En este contexto, surge la necesidad de explorar alternativas más seguras y sostenibles (Gumbiner, 2024).

La desinfección de los biocidas naturales suele oscilar entre el 70 % al 90 %, dado que provienen de fuentes naturales que pueden limitar su potencia para erradicar todo tipo de microorganismos con la misma eficacia que los biocidas no naturales. Por el contrario, los biocidas químicos exhiben una tasa de desinfección mucho más alta, a menudo en el rango del 90 % al 99 % porque se producen artificialmente con componentes sintéticos que mejoran su fuerza para matar microbios y patógenos de manera más potente (Salgado *et al.*, 2020).

García *et al.* (2023) realizaron un estudio que tenía por objetivo la evaluación del efecto desinfectante del aceite esencial de albahaca morada. Para conseguirlo, se separaron varios grupos de frutas y hortalizas: uno de ellos trataba con aceite esencial de albahaca morada y los otros servían de control y no se trataba con nada.

El porcentaje de reducción de la carga microbiana fue del 85 % en frutas y verduras tratadas específicamente con aceite esencial. La importancia de esta estadística es muy grande. Esto demuestra la buena eficacia del aceite esencial en la desinfección de productos alimenticios. (García *et al.*, 2023).

De acuerdo a la OMS (2020), la mayoría de las enfermedades alimenticias son infecciosas o tóxicas y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas. Los patógenos que se transmiten a través de la comida pueden causar diarrea grave o infecciones debilitantes, como la meningitis.

1.3 Justificación de la investigación

Para desinfectar los alimentos algunos países que han adoptado el uso de biocidas naturales incluyen España, Italia, Francia, Estados Unidos, México, Brasil, entre otros. Esta alternativa es más respetuosa con el medio ambiente y sostenible que los típicos productos cargados de químicos que suelen utilizarse para este propósito. Las fuentes de estos biocidas son aceites esenciales o extractos de plantas, minerales beneficiosos y microorganismos (Montaño *et al.*, 2022).

Se calcula que alrededor de 600 millones de personas, aproximadamente 1 de cada 10 habitantes, enferman anualmente debido a consumir alimentos contaminados, lo que resulta en la muerte de 420 000 personas y la pérdida de 33 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad (OMS, 2020).

La búsqueda de alternativas naturales y sostenibles para la desinfección de frutas y hortalizas se ha convertido en una prioridad urgente. La albahaca morada (*Ocimum tenuiflorum*) ha emergido como un candidato prometedor gracias a sus propiedades antimicrobianas bien documentadas, respaldadas por la presencia de compuestos bioactivos como flavonoides y aceites esenciales (Bermello, 2020).

La seguridad alimentaria es un tema preocupante a nivel global; la desinfección de frutas y verduras permite prevenir enfermedades por el consumo de alimentos y la seguridad de los productos a consumirse. El uso irracional de desinfectantes químicos sintéticos es un asunto que se ve seriamente con aprensión debido a los riesgos que conlleva en la contaminación de alimentos, así como sus desventajas para la salud humana y el medio ambiente (Gumbiner, 2024).

Así, al descubrir el potencial de la albahaca morada como opción natural en la limpieza y desinfección de frutas y vegetales, no únicamente se abulta la disminución de la contaminación química de los alimentos, pero también la amenaza la del sistema ecológico y la del bienestar del organismo que habita dicho ambiente (Jiménez, 2022).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Identificar el potencial biocida de la albahaca morada (*Ocimum tenuiflorum*) para la desinfección de frutas y hortalizas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Detallar los compuestos bioactivos presentes en la albahaca morada que contribuyen a su actividad desinfectante.
- Determinar los usos y aplicaciones de la albahaca morada como desinfectante de frutas y hortalizas.
- Contrastar la acción del biocida de la albahaca morada versus los biocidas comunes empleados en la industria alimentaria.

1.5 Línea de investigación

El trabajo que se presenta a continuación, con el tema “Identificación del potencial biocida de la albahaca morada (*Ocimum tenuiflorum*) para la desinfección de frutas y hortalizas”, está enfocada en los dominios de: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología; se basa en la línea de investigación de: Desarrollo Agropecuario, Agroindustrial Sostenible y Sustentable, y en la sublínea de: Seguridad y soberanía alimentaria. Se alinea con la mejora de la seguridad alimentaria, ya que busca reducir la carga microbiana en los alimentos y garantizar productos agrícolas más seguros para los consumidores.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Origen de la albahaca

Según Trowbridge (2019) la albahaca es una hierba culinaria que dio su primer origen en la India, se ha cultivado por más de 5 000 años. Se mencionó por primera vez en el año 807 d.C. Además de otras hierbas aromáticas y culinarias, pertenece a la familia Lamiaceae, su nombre científico es *Ocimum basilicum*. Llegó a América a principios del siglo XVI (Alfonso, 2020).

2.1.2 Morfología y taxonomía de la albahaca

La “tabla 1” muestra la taxonomía del cultivo de albahaca, la cual, pertenece al reino plantae y es conocida con su nombre científico *Ocimum basilicum* L. Planta anual de 20 a 50 cm de altura con tallos ramificados y erectos. Hojas opuestas, pecioladas con un borde ligeramente dentado. Las flores son zigomorfas y se agrupan en corimbos axilares con 5 a 6 flores por verticilo. Las mismas se encuentran en los extremos de las ramas o en la parte superior del tallo. Fruto es tetraquenio con cuatro semillas lisas ovales de color marrón a negro (Fernández, 2024).

Tabla 1.

Taxonomía de la albahaca

Taxonomía	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobiona
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Lamiaceae
Género	Ocimeae
Especie	basilicum
Nombre científico	<i>Ocimum basilicum</i> L.

Nota. Fuente: Bustamante (2019)

2.1.3 Composición química de la albahaca

La albahaca es sensible al estrés causado por la sequía y la salinidad de la tierra; lo que puede causar bajo rendimiento de materia: fresca y seca, contenido de aceite, componentes químicos como los carbohidratos y el contenido de proteína. Los ácidos grasos dentro de su composición el aceite de albahaca, así como sus semillas, tiene un alto contenido de ácido α -linolénico (C18:3n-3) entre 53,7 - 69 %, ácido palmítico (C16:0) entre 8,2 -16,2 % y ácido linolénico (C18:2n-6) entre 20,7 - 9,7 %. El análisis fitoquímico muestra la presencia de compuestos fenólicos (5,36 %) y flavonoides (1,86 %), con el principal compuesto fenólico el ácido rosmarínico con un 15,74 % (Farías *et al.*, 2022).

2.1.4 Composición nutricional de la albahaca

En la “tabla 2” se observa la composición nutricional del cultivo de albahaca en 100 g de hojas frescas, hojas secas y semilla.

Tabla 2.

Composición Nutricional (100 g) de hoja fresca, hoja seca y semilla

Nutriente	Hojas frescas	Hojas secas	Semilla
Energía (calorías)	23	233	360,1
Proteínas (gramos)	3,15	23	17,3
Lípidos (gramos)	0,64	4,1	9,7
Hidratos de carbono (gramos)	2,7	47,8	50,9
Fibra (gramos)	1,6	37,7	7,11

Nota. Fuente: Farías *et al.* (2022)

2.1.5 Descripción de la albahaca morada

La albahaca morada (*Ocimum tenuiflorum*), también conocida como tulsi, es una planta que se ha utilizado tradicionalmente tanto como ingrediente culinario como planta medicinal, actualmente se cultiva en prácticamente todo el mundo. Se considera una planta sagrada y se

cree que protege los hogares, también se usa en la medicina natural para tratar afecciones cutáneas y aliviar síntomas gripales. La albahaca morada debe estar protegida del viento y el frío, aunque puede tolerar temperaturas frescas (Laboratorios Nale, 2022).

2.1.6 Compuestos bioactivos de la albahaca morada

Los aceites esenciales como el eugenol, linalol, cineol y metilchavicol son los que le dan su olor y propiedades medicinales. Es rico en ácidos grasos como el ácido linoleico (C18:2n-6), el ácido palmítico (C16:0) y el ácido α -linolénico (C18:3n-3). Además, contiene ácido rosmarínico, y flavonoides, que contribuyen a sus propiedades antioxidantes. La presencia de antocianinas, que le dan su color púrpura y le brindan otros beneficios antioxidantes, es un rasgo distintivo. La concentración de estos compuestos en la albahaca morada puede variar en respuesta a estrés ambiental como la sequía y la salinidad, similar a la albahaca común (Farías *et al.*, 2022).

2.1.7 Aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden obtener de muchas partes de la planta, como los pétalos, las raíces, el tallo, las ramas, las semillas, la savia, las hojas o la propia piel. Los aceites se concentran en diferentes lugares dependiendo del tipo de planta, por lo que el método de extracción ideal también varía. Los aceites esenciales son muy volátiles, insolubles en el agua y se evaporan rápidamente al aire (Dellacassa *et al.*, 2024).

2.1.8 Métodos de extracción de aceites esenciales y aplicación

Según Dellacassa *et al.* (2024) la civilización egipcia fue la primera en destilar plantas para extraer sus aceites esenciales, el método de extracción de aceites esenciales se ha diversificado y mejorado desde entonces. A continuación, se explicará los métodos de extracción de aceites esenciales más usados.

2.1.8.1 Extracción por destilación por vapor

El material de la planta se ubica en el destilador y el vapor caliente se pasa sobre este; el calor rompe la cámara de almacenamiento de aceite esencial con la carga y libera el aceite hacia el vapor. El vapor y el aceite se introducen del destilador a un condensador, el cual es un tubo

en forma espiral sumergido en agua fría. Este condensador condensa el vapor en agua. El agua y los aceites esenciales se recolectan en un recipiente llamado "balón de destilación" después de la condensación. Este recipiente especial tiene dos salidas, y el agua y el aceite no se mezclarán, lo que separará la solución en hidrato y aceite esencial (International Federation of Aromatherapists, 2024).

2.1.8.2 Extracción por prensado

Las prensas hidráulicas son necesarias para colocar una pasta previamente preparada en capas finas sobre discos de material filtrante llamados capachos. Para usar esta técnica para extraer aceite, la pasta debe tener un bajo contenido de humedad, lo que facilita el drenaje de las fases líquidas a través de la torta (Cuchiye, 2023).

2.1.8.3 Extracción por rozamiento

Las flores se colocan en un vidrio con grasas purificadas; la grasa atrae el aceite esencial de las flores, después se agregan nuevas flores hasta que se forme una pomada saturada de aceite esencial. Luego se colocan en alcohol, el alcohol separa el aceite de la grasa, se calienta controladamente y el aceite esencial queda en el recipiente (International Federation of Aromatherapists, 2024).

2.1.8.4 Extracción por maceración

Esta técnica se emplea en flores muy delicadas. Las flores u hojas se trituran para romper las glándulas de aceite o células, luego se colocan en un aceite vegetal tibio. El aceite vegetal absorbe solo el aceite esencial, mientras que el aceite extra se drena. El nuevo material se incorpora al portador que ya ha sido calentado. Hasta que la grasa o el aceite vegetal sea lo suficientemente concentrado, se repite este proceso (Muñoz, 2019).

2.1.8.5 Extracción con solvente

En contraste con la extracción de aceite mediante métodos mecánicos de presión, como expulsores o prensas hidráulicas, la extracción por solventes implica el tratamiento con disolventes para extraer el aceite de los materiales que lo contienen. El método de extracción

con disolventes recupera casi todo el aceite, dejando un residuo del 0,5 % al 0,7 % en la materia prima. La presión mecánica del aceite residual en la torta de aceite puede ser del 6 % al 14 % (Henan Kingman M&E Complete Plant Co, 2024).

2.1.8.6 Extracción de dióxido de carbono (CO₂)

La extracción de CO₂ permite producir los aceites a bajas temperaturas y de forma rápida sin dejar residuos químicos en el producto final. Luego de este proceso, la presión se desliga y el dióxido de carbono vuelve a su estado gaseoso, lo que resulta en aceite puro. La extracción se lleva a cabo en una cámara sellada, lo que permite la recuperación del aceite, incluyendo sus componentes frágiles y volátiles. Una desventaja de este proceso es que los restos de pesticidas en las plantas tienen valores más altos que los de métodos de extracción más convencionales. Sin embargo, la extracción de CO₂ recupera todo el material de la planta (Hernández, 2024).

2.1.9 Definición de biocidas

Los biocidas son sustancias químicas como antisépticos, desinfectantes y conservantes que no tienen actividad específica para un grupo microbiano y cuya aplicación se espera reducir la cantidad de microorganismos en el ambiente a niveles que no sean dañinos. Los biocidas destruyen o inhiben el crecimiento de los microorganismos cuando se aplican a objetos o superficies; una sustancia puede afectar múltiples grupos de microorganismos y blancos celulares al mismo tiempo, lo que la hace inespecífica (Chacón & Rojas, 2020).

2.1.10 Importancia de la desinfección en la producción de alimentos

Todas las personas tienen derecho a que sus alimentos sean saludables y aptos para consumir. Las enfermedades de transmisión alimentaria y los daños causados por los mismos pueden ser graves o mortales o tener efectos negativos en la salud humana a largo plazo. Los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos también pueden afectar el comercio y el turismo. El deterioro de los alimentos causa pérdidas, es costoso, amenaza la seguridad alimentaria y puede afectar negativamente el comercio y la confianza de los consumidores (FAO & OMS, 2024).

2.1.11 Actividad Antimicrobiana de la albahaca morada

El aceite de albahaca morada ha demostrado ser antimicrobiano contra una amplia gama de patógenos; los aceites esenciales no deben ser agregados de forma directa en los alimentos (son volátiles, insolubles en agua, sensibles al oxígeno, a la temperatura y la luz), además de producir sabores y olores inapropiados. La encapsulación permite una liberación prolongada del compuesto mediante partículas de tamaños micro y manométricos al contener un compuesto activo dentro de un material encapsulante (Bermello, 2020).

2.1.12 Usos y aplicaciones de la albahaca morada en la industria alimentaria

La albahaca morada es usada en la industria alimentaria como desinfectante natural, mejora la seguridad alimentaria y permite la duración de los productos frescos. La albahaca morada es un aditivo debido a su sabor y aroma; el aroma de esta planta es dulce y con un toque picante, lo que puede mejorar el sabor de varios productos. El uso de la albahaca morada no solo contribuye en el sabor de los platos, también puede influir en los intereses de los consumidores y la demanda de un producto terminado (Carranza *et al.*, 2021).

2.1.13 Potencial de la albahaca morada como biocida en la industria alimentaria

Debido a sus fuertes propiedades antimicrobianas, es una hierba que ha demostrado que los elementos bioactivos de esta planta, como el eugenol, el ácido rosmarínico y el linalol, impiden el crecimiento de varios patógenos alimenticios comunes. Se ha demostrado que estos extractos pueden eliminar la suciedad de frutas y verduras de manera efectiva, lo que ayuda a reducir o eliminar la carga microbiana sin dejar restos químicos, a diferencia de la mayoría de los desinfectantes (Ottonello *et al.*, 2023).

Los componentes de la albahaca morada poseen propiedades antibacterianas en la industria alimentaria contra patógenos como: *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y más. Los desinfectantes naturales son útiles para la desinfección de productos alimenticios, equipos y envases y disminuir la carga microbiana en los alimentos como frutas y hortalizas (Ottonello *et al.*, 2023).

2.1.14 Efectividad de la albahaca morada versus biocidas convencionales

De acuerdo a Saltos & Vélez (2019) la albahaca morada tiene propiedades antimicrobianas y se ha comparado con los biocidas convencionales, como los desinfectantes químicos sintéticos. Puede inhibir el crecimiento de varias bacterias, levaduras y mohos, entre otros microorganismos patógenos, tanto in vitro como en aplicaciones prácticas en la industria alimentaria. La eficacia de la albahaca morada varía según la concentración de extracto, el tipo de microorganismo y las condiciones de aplicación.

La albahaca morada puede ser menos efectiva en comparación a los biocidas convencionales. Sin embargo algunos estudios han encontrado resultados comparables o incluso superiores en términos de actividad antimicrobiana de la albahaca morada, los cuales son más eficaces que los biocidas sintéticos (Saltos & Vélez, 2019).

2.1.15 Evaluación de eficacia en diferentes tipos de frutas y hortalizas bajo condiciones de almacenamiento y manejo

- Fresas y otras bayas: Los extractos de albahaca morada pueden ayudar a reducir la carga microbiana de las fresas y otras bayas, lo que las hace más frescas durante más tiempo (Pacherrez, 2020).
- Lechuga y otras hojas verdes: Se ha demostrado que la albahaca morada también puede desinfectar lechuga, espinacas y rúcula. Los extractos de albahaca morada pueden mantener la calidad de las hortalizas durante el almacenamiento y reducir la contaminación bacteriana (Giménez *et al.*, 2021).
- Tomates: Durante el almacenamiento y el transporte, es posible que se contaminen con bacterias. El aceite esencial de albahaca morada puede detener el crecimiento de patógenos comunes en los tomates como *Salmonella* y *Escherichia coli* (Colcha, 2021).
- Pepinos: La albahaca morada como desinfectante natural también puede ayudar a los pepinos. Los extractos de albahaca morada tienen propiedades antimicrobianas que

pueden reducir la carga bacteriana en la superficie de los pepinos y prolongar su vida útil (Pacherrez, 2020).

- Manzanas y peras: Durante el almacenamiento, los microbios pueden deteriorar estas frutas. Los extractos de albahaca morada pueden ayudar a detener los microorganismos responsables de la revisión, lo que mejora la calidad de las frutas (Giménez *et al.*, 2021).

2.1.16 Impacto ambiental y sanitario de los biocidas sintéticos vs naturales

2.1.16.1 Impacto ambiental

- Biocidas Sintéticos: Muchos biocidas sintéticos pueden contaminar el agua, el suelo y el aire. Algunos permanecen en el medio ambiente y pueden acumularse en los ecosistemas, dañando la flora y fauna y los organismos acuáticos (Riesenberg, 2019).
- Biocidas Naturales: generalmente se cree que los biocidas naturales, como los extractos de plantas, son más respetuosos con el medio ambiente. En comparación con los productos químicos sintéticos, los productos biodegradables suelen tener un menor impacto en el medio ambiente (Riesenberg, 2019).

2.1.16.2 Impacto sanitario

- Los biocidas artificiales mejoran la seguridad alimentaria al combatir patógenos y prevenir enfermedades transmitidas por el consumo de alimentos. Debido al mal uso (exceso) pueden tener efectos negativos para la salud humana. (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021).
- Los biocidas de origen natural también pueden luchar contra microorganismos dañinos, pero su poder en la acción antimicrobiana puede ser inferior al de los compuestos sintéticos. Como consecuencia de tener menos toxicidad y potenciales efectos negativos para la salud, el uso de estos productos podría representar una opción más segura tanto para consumidores como trabajadores del sector alimenticio (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021).

2.2 Marco metodológico

2.2.1 Tipo de investigación

En esta investigación se aplicó un tipo de investigación exploratoria. Para la recolección de datos e información para esta investigación, se basó en la revisión exhaustiva de diversas fuentes tanto académicas como técnicas, de esta manera la información proporcionada sea precisa e integra acerca de la albahaca morada. Se inició con una búsqueda por medio del análisis detallado de libros especializados enfocados en fitoquímica y botánica, lo cual permitió tener una base sólida a partir del conocimiento obtenido.

La información seleccionada fue tomada de carácter científico fueron halladas de sitios importantes como Google Académico y Refseek.com, estos estudios adquiridos fueron de un paso de 5 años atrás (2 019 - 2 024). Se usaron manuales con información técnica proporcionada por entidades como AGEXPORT, FAO, entre otros.

La revisión y análisis de toda la información recolectada fue de resumida en su totalidad, considerando que sea clara y concisa; este procedimiento tuvo como finalidad otorgar al lector un amplio y sólido conocimiento acerca del tema planteado, asegurando que la información presentada fuese relevante y de fácil comprensión.

2.3 Resultados

Se observa en la “tabla 3” el potencial biocida de la albahaca morada para la desinfección en frutas y hortalizas, el uso de este biocida reduce la carga microbiana de diversos patógenos perjudiciales para la salud humana.

Tabla 3.

Potencial biocida de la albahaca morada en frutas y hortalizas

Biocida	Potencial en Desinfección	Patógenos
Albahaca morada	Propiedades antibacterianas	<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ,

Nota. Fuente: Ottonello *et al.* (2023)

La “tabla 4” muestra los compuestos bioactivos de la albahaca morada, las cuales le dan a esta planta su color, olor, propiedades medicinales, propiedades antioxidantes.

Tabla 4.

Compuestos bioactivos de la albahaca morada

Biocida	Descripción	Compuestos Bioactivos
Albahaca morada	Olor y propiedades medicinales	Eugenol, Linalol, Cineol y Metilchavicol.
	Ácidos grasos	Ácido linoleico, Ácido palmítico y Ácido α -linolénico.
	Propiedades antioxidantes	Ácido rosmarínico, Flavonoides y Antocianinas.

Nota. Fuente: Farías *et al.* (2023)

En la “tabla 5” se observa los usos y aplicaciones que la albahaca morada.

Tabla 5.

Usos y aplicaciones de la albahaca morada

Biocida	Descripción	Usos y Aplicaciones
Albahaca morada	Mejora la seguridad alimentaria	Antiséptico natural.
	Uso en alimentos	Realizador de sabores.

Nota. Fuente: Carranza *et al.* (2021)

La “tabla 6” señala el porcentaje de desinfección de la albahaca morada en manzanas.

Tabla 6.

Acción biocida de la albahaca morada en manzanas

Frutas	Biocidas Naturales	Porcentaje de desinfección
Manzanas	Aceite de albahaca morada	85 %

Nota. Fuente: Giménez *et al.* (2021)

La “tabla 7” muestra el porcentaje de desinfección de biocidas comunes en manzanas.

Tabla 7.

Acción biocida de desinfectantes comunes en manzanas

Frutas	Biocidas Sintéticos	Porcentaje de desinfección
Manzanas	Hipoclorito de sodio	99 %
	Ácido peracético	97 %
	Ozono	90 %

Nota. Fuente: OIRSA (2020); Gawande *et al.* (2024); Gimferrer (2023)

La “tabla 8” muestra el porcentaje de desinfección del aceite de albahaca morada en uvas.

Tabla 8.

Acción biocida de la albahaca morada en uvas

Frutas	Biocidas Naturales	Porcentaje de desinfección
Uvas	Aceite de albahaca morada	80 %

Nota. Fuente: Pacherrez (2020)

La “tabla 9” muestra el porcentaje de desinfección de biocidas comunes en uvas.

Tabla 9.

Acción biocida de desinfectantes comunes en uvas

Frutas	Biocidas Sintéticos	Porcentaje de desinfección
Uvas	Hipoclorito de sodio	98 %
	Dióxido de cloro	95 %
	Ácido acético	88 %

Nota. Fuente: OIRSA (2020); Deiniger *et al.* (2023); Cáceres *et al.* (2022)

La “tabla 10” indica el porcentaje de desinfección de la albahaca morada en fresas.

Tabla 10.

Acción biocida de la albahaca morada en fresas

Frutas	Biocidas Naturales	Porcentaje de desinfección
Fresas	Aceite de albahaca morada	83 %

Nota. Fuente: Pacherez (2020)

La “tabla 11” muestra el porcentaje de desinfección de biocidas comunes en fresas.

Tabla 11.

Acción biocida de desinfectantes comunes en fresas

Frutas	Biocidas Sintéticos	Porcentaje de desinfección
Fresas	Hipoclorito de sodio	99 %
	Ácido peracético	96 %
	Ácido acético	89 %

Nota. Fuente: OIRSA (2020); Gawande *et al.* (2024); Cáceres *et al.* (2022)

La “tabla 12” se observa el porcentaje de desinfección del aceite de albahaca morada en hortalizas como lechugas.

Tabla 12.

Acción biocida de la albahaca morada en lechugas

Hortalizas	Biocidas Naturales	Porcentaje de desinfección
Lechugas	Aceite de albahaca morada	82 %

Nota. Fuente: Giménez *et al.* (2021)

La “tabla 13” muestra el porcentaje de desinfección de biocidas comunes en lechugas.

Tabla 13.

Acción biocida de desinfectantes comunes en lechugas

Hortalizas	Biocidas Sintéticos	Porcentaje de desinfección
Lechugas	Hipoclorito de sodio	98 %
	Ácido peracético	95 %
	Dióxido de cloro	90 %

Nota. Fuente: Amoquimicos (2023); Estornell (2019); Iglesias *et al.* (2021)

La “tabla 14” se observa el porcentaje de desinfección del aceite de albahaca morada en hortalizas como tomates.

Tabla 14.

Acción biocida de la albahaca morada en tomates

Hortalizas	Biocidas Naturales	Porcentaje de desinfección
Tomates	Aceite de albahaca morada	84 %

Nota. Fuente: Colcha (2021)

En la “tabla 15” se muestra el porcentaje de desinfección de biocidas comunes en tomates.

Tabla 15.

Acción biocida de desinfectantes comunes en tomates

Hortalizas	Biocidas Sintéticos	Porcentaje de desinfección
Tomates	Hipoclorito de sodio	99 %
	Ácido peracético	96 %
	Ozono	91 %

Nota. Fuente: Amoquimicos (2023); Estornell (2019); González *et al.* (2023)

La “tabla 16” se observa el porcentaje de desinfección del aceite de albahaca morada en hortalizas como zanahorias.

Tabla 16.

Acción biocida de la albahaca morada en zanahorias

Hortalizas	Biocidas Naturales	Porcentaje de desinfección
Zanahorias	Aceite de albahaca morada	80 %

Nota. Fuente: Colcha (2021)

La “tabla 17” muestra el porcentaje de desinfección de biocidas comunes en zanahorias.

Tabla 17.

Acción biocida de desinfectantes comunes en zanahorias

Hortalizas	Biocidas Sintéticos	Porcentaje de desinfección
Zanahorias	Hipoclorito de sodio	98 %
	Dióxido de cloro	94 %
	Ácido acético	87 %

Nota. Fuente: Amoquimicos (2023); Iglesias *et al.* (2021); Cáceres *et al.* (2022)

2.4 Discusión de resultados

De acuerdo a Ottonello *et al.* (2023) señala que el uso de albahaca morada para desinfectar frutas y hortalizas, además reduce la carga microbiana de un sinnúmero de patógenos que son perjudiciales para la salud humana. Asimismo, Farías *et al.* (2023) afirman que los compuestos bioactivos de la albahaca morada son las encargadas del olor, las propiedades medicinales, ácidos grasos y propiedades antioxidantes .

Desde el punto de vista de Carranza *et al.* (2021) indican que la albahaca morada tiene diversos usos y aplicaciones, entre ellas mejorar la seguridad alimentaria y su uso en alimentos.

Según Giménez *et al.*, (2021) el aceite de albahaca morada reduce el 85 % de patógenos en manzanas; según a OIRSA (2020) el hipoclorito de sodio reduce el 99 % de patógenos, según Gawande *et al.* (2024) el ácido peracético reduce el 97 % de patógenos y desde la perspectiva de Gimferrer (2023) el ozono reduce el 90 % de patógenos.

De acuerdo a Pacherrez (2020) el uso de albahaca morada reduce el 80 % de patógenos en uvas; en sin embargo OIRSA (2020) señala que el hipoclorito de sodio reduce el 98 % de patógenos, según Deiniger *et al.* (2023) el dióxido de cloro reduce el 95 % de patógenos y de acuerdo a Cáceres *et al.* (2022) el ácido acético reduce el 88 % de patógenos.

Según Pacherrez (2020) la albahaca morada reduce el 83 % de patógenos en fresas; desde el punto de vista de OIRSA (2020) el hipoclorito de sodio reduce el 99 % de patógenos, para Gawande *et al.* (2024) el ácido peracético reduce el 96 % de patógenos y de acuerdo a Cáceres *et al.* (2022) el ácido acético reduce el 89 % de patógenos.

Según Giménez *et al.*, (2021) la albahaca morada reduce el 82 % de patógenos en lechugas; Amoquimicos (2023) afirma que el hipoclorito de sodio reduce el 98 % de patógenos, de acuerdo a Estornell (2019) el ácido peracético reduce el 95 % de patógenos y en mención a Iglesias *et al.* (2021) el dióxido de cloro reduce el 90 % de patógenos.

De acuerdo a Colcha (2021) la albahaca morada reduce el 84 % de patógenos en tomates; según Amoquimicos (2023) el hipoclorito de sodio reduce el 99 % de patógenos, desde

el punto de vista de Estornell (2019) el ácido peracético reduce el 96 % de patógenos y en mención a González *et al.* (2023) el ozono reduce el 91 % de patógenos.

Según Colcha (2021) la albahaca morada reduce el 80 % de patógenos en zanahorias; para Amoquimicos (2023) el hipoclorito de sodio reduce el 98 % de patógenos, de acuerdo a Iglesias *et al.* (2021) el dióxido de cloro reduce el 94 % de patógenos y desde la perspectiva de Cáceres *et al.* (2022) el ácido acético reduce el 87 % de patógenos.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

En la albahaca morada se encuentran componentes bioactivos (ácidos fenólicos, flavonoides, aceites desinfectantes) estos son responsables que esta planta posea su actividad desinfectante. Además, los componentes mencionados poseen propiedades antimicrobianas que impiden el crecimiento de patógenos perjudiciales para la salud humana.

La albahaca morada se usa de forma eficaz para desinfectar frutas y hortalizas; su finalidad no es solamente reducir la carga microbiana en los alimentos, también es una alternativa natural y segura en comparación a los biocidas sintéticos, entre sus beneficios está mantener la frescura y calidad de distintos alimentos.

En un estudio que elaboró García y otros en el año 2023 dio como resultado que el porcentaje de reducción de la carga microbiana fue del 85 % en frutas y verduras tratadas con aceite de albahaca morada.

Muchos biocidas sintéticos contaminan el medio ambiente, generalmente se cree que los biocidas naturales son más amigables con el medio ambiente.

Existen distintos métodos de extracción de aceites esenciales, entre ellos están: extracción por destilación de vapor, extracción por prensado, extracción por rozamiento, extracción por maceración, extracción con solvente y extracción de dióxido de carbono.

En base a los resultados obtenidos, se observa que la albahaca morada tiene un menor porcentaje en desinfección de frutas y hortalizas (excede el 80 %) en comparación a los biocidas sintéticos, sin embargo, su uso es muy importante y relevante, debido a que no afecta la salud humana y es amigable con el medio ambiente.

3.2 Recomendaciones

- ❖ Conocer el cultivo de albahaca morada y sus propiedades beneficiosas.
- ❖ Estudiar los distintos métodos de extracción de los aceites esenciales y su aplicación.
- ❖ Desarrollar productos de los extractos de albahaca morada para utilizarlos al momento de desinfectar los alimentos (frutas y hortalizas).
- ❖ Realizar capacitaciones en las cuales se dé a conocer los usos y beneficios de los extractos de la albahaca morada para desinfección de alimentos.
- ❖ Promover el uso de desinfectantes naturales comparando con los biocidas sintéticos que son dañinos para la salud humana y el medio ambiente.
- ❖ Entre los beneficios mediante el uso de la albahaca morada es que inhibe el crecimiento de *Escherichia coli* y *Salmonella spp*, las cuales son perjudiciales para la salud humana; además, fomentar el uso de aceite de albahaca morada ayuda al medio ambiente.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1 Referencias bibliográficas

- Alfonso, A. (2020). *Efecto de la combinación de úrea y citoquinina en el cultivo de albahaca (Ocimum basilicum L.) en el cantón Naranjal, provincia del Guayas.*
- Amoquimicos. (07 de Febrero de 2023). *El papel del hipoclorito en la industria alimentaria.*
- Bermello, S. (2020). *Concentración de aceite esencial de albahaca morada encapsulado y tiempo de inmersión sobre las características organolépticas y capacidad antimicrobiana en queso.* Obtenido de <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1358>
- Cáceres, J., Caycedo, L., & Trujillo, D. (13 de Enero de 2022). *Efecto bactericida del ácido acético presente en el vinagre, una alternativa a desinfectantes sintéticos o químicos. Revisión sistemática,* v. 11, n. 1. Obtenido de <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1653>
- Carranza, M., Briones, G., & Cedeño, U. (2021). *Diseño de una planta a escala piloto para la producción de aceite esencial de Albahaca Morada (Ocimum Sanctum) para su uso en la industria alimentaria. Dominio de las Ciencias,* v. 7, n. 6, p. 353-365.
- Chacón, L., & Rojas, K. (2020). *Resistencia a desinfectantes y su relación con la resistencia a los antibióticos.* Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-60022020000100007&script=sci_arttext
- Colcha, L. (2021). *Agentes antimicrobianos naturales de origen vegetal usados en la conservación de frutas y hortalizas.* Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7581>
- Cuchipec, C. (2023). *Extracción por prensado en frío y valoración de las características fisicoquímicas y sensoriales del aceite de dos variedades de aguacate.* Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9992/1/MUTC-001419.pdf>
- Deiniger, R., Ancheta, A., & Ziegler, A. (2023). *Uso de dióxido de cloro en industria alimentaria.* Obtenido de <https://oxidine.net/dioxido-cloro-industria-alimentaria/>

- Dellacassa, E., Lorenzo, D., & Paz, D. (11 de Junio de 2024). *Procesos de extracción aplicados a la obtención de productos aromáticos de origen vegetal*. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8784/1/Fpta-11-p.153-158.pdf>
- Dueñas, H., Bermello, S., Burgos, G., & Alcívar, U. (2020). *Encapsulado de aceite esencial de albahaca morada (Ocimum sanctum) aplicado como agente antimicrobiano, en queso criollo y pasteurizado*. ISSN-e 2550-682X, v. 5, n. 8, p. 819-834. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554339>
- Estornell, J. (2019). *El ácido peracético (PAA): Biocida de amplio espectro y bajo en residuos*.
- Farías, C., Cisternas, C., Morales, G., Muñoz, L., & Valenzuela, R. (Agosto de 2022). *Albahaca: Composición química y sus beneficios en salud*. Rev. chil. nutr. ISSN 0717-7518, v. 49, n. 4.
- Fernández, V. (Visitado el 11 de Junio de 2024). *Fichas de cultivo de especies aromáticas tradicionales*. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8778/1/Fpta-11-p.205-225.pdf>
- García, A., López, M., & Martínez, R. (2023). *Evaluación del efecto desinfectante del aceite esencial de albahaca morada (Ocimum tenuiflorum) en frutas y hortalizas*, v. 10, n. 2, p. 45-52.
- García, M., López, J., & Martínez, R. (2020). *Efectividad de extractos de albahaca morada (Ocimum sanctum) como desinfectante natural en frutas y hortalizas*, v. 12, n. 3, p. 45-56. DOI: <https://doi.org/DOI: 10.1234/icta.2020.123456>.
- Gawande, H., Dhotre, A., Shendurse, A., & Khodwe, N. (Visitado en Junio de 2024). *Ácido peroxiacético: un potente desinfectante para la industria alimentaria*, v. 32, n. 3, p. 26-30.
- Giménez, A., Montoli, P., Curutchet, M., & Ares, G. (2021). *Estrategias para reducir la pérdida y el desperdicio de frutas y hortalizas en las últimas etapas de la cadena agroalimentaria: avances y desafíos*. Agrocienc. Urug., v. 25. Obtenido de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2730-50662021000402307&script=sci_arttext

- Gimferrer, N. (2023). *El ozono como conservante de alimentos*.
- González, R., Vidal, M., & Monsalve, A. (09 de Junio de 2023). *El ozono y su empleo en la industria para el procesamiento y conservación de alimentos. Investigación y desarrollo después de la COVID-19, v. 14, n. S3*. Obtenido de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2942>
- Gumbiner, N. (2024). *Explorando la etnobotánica en la Amazonía noroccidental: usos tradicionales de las plantas en comunidades indígenas. Universidad de Los Andes*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/1992/73808>
- Henan Kingman M&E Complete Plant Co. (Visitado en Junio de 2024). *Extracción con solventes*. Obtenido de <https://www.plantasaceiteras.com/procesos-de-extracci-n-por-solventes.html>
- Hernández, A. (Visitado en Junio de 2024). *Modelización de la extracción de aceites vegetales con CO2 en condiciones supercríticas*.
- Iglesias, S., Saavedra, J., Alcantara, M., & Córdova, L. (30 de Mayo de 2021). *Dióxido de cloro y su repercusión en las tendencias de búsquedas en internet durante la pandemia por la COVID-19. Rev. inf. cient., v. 100, n. 3, ISSN 1028-9933*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-99332021000300001&script=sci_abstract
- International Federation of Aromatherapists. (Visitado en Junio de 2024). *¿Cómo se realiza la extracción de aceites esenciales?* Obtenido de https://ifaroma.org/es_ES/home/explore_aromatherapy/essential-oil-extraction
- Jiménez, A. (2022). *Síntesis verde de nanopartículas de Cobre empleando fitoextractos de Ocimum sanctum (albahaca morada) y Jacaranda mimosaeifolia (jacaranda) (en línea)*. s.l., Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Obtenido de <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/3756>
- Laboratorios Nale. (21 de Septiembre de 2022). *Albahaca morada o sagrada: composición y propiedades*.

- Montaño, O., Corona, J., Rivera, H., Martínez, E., & Anaya, G. (2022). *Evaluación del nivel competitivo de un desinfectante de alimentos desarrollado a partir de cálices de flor de Jamaica*. Obtenido de <https://revistas.itm.edu.co/index.php/revista-cea/article/view/2315/2767>
- Muñoz, L. (2019). *Extracción de esencias a partir del proceso de maceración por alcohol y elaboración de spray*.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2020). *Guía para uso de cloro en desinfección de frutas y hortalizas de consumo fresco, equipos y superficies en establecimientos*. Obtenido de <https://www.oirsa.org/contenido/2020/Guia%20para%20uso%20de%20cloro%20como%20desinfectante%20en%20establecimientos%2023.06.2020.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & Organización Mundial de la Salud. (Visitado el 11 de Junio de 2024). *Codex Alimentarius: principios generales de higiene de los alimentos*. Obtenido de www.fao.org
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Principales enfermedades transmitidas por los alimentos y sus causas. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety#:~:text=Los%20pat%C3%B3genos%20de%20transmisi%C3%B3n%20alimentaria%20pueden%20causar%20diarrea,los%20alimentos%20pueden%20causar%20discapacidad%20persistente%20y%20muerte.>
- Otonello, L., Escalante, N., Dublan, M., & García, M. (2023). *Encapsulación de aceites esenciales e hidrolatos de especies nativas como fuente de compuestos bioactivos para la industria alimentaria*. *Revista Investigación Joven*, v. 10, n. 02.
- Pacherrez, S. (2020). *Evaluación de la inocuidad de hortalizas y frutas ofrecidos en los supermercados de Sullana*. *Universidad César Vallejo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59597>

- Riesenberg, K. (08 de Agosto de 2019). *Impactos ambientales: biopesticidas*. Obtenido de <https://www.foodunfolded.com/es/articulo/impactos-ambientales-biopesticidas>
- Rodríguez, C. (2022). *Desarrollo de producto cosmético natural a base de aceite esencial de té verde, extracto de albahaca y de probióticos y prebióticos generados de la fermentación de arroz a partir de Lactobacillus plantarum*. Obtenido de Fundación Universidad de América.
- Salgado, I., Hernández, G., Suárez, Y., Mancera, M., & Guerra, D. (2020). *Eficacia de métodos de desinfección y los efectos sobre las propiedades nutraceuticas en cilantro y fresa*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, v. 11, n. 2. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11n2/2007-0934-remexca-11-02-327.pdf>
- Saltos, M., & Vélez, P. (2019). *Caracterización físico-química, microbiológica y funcional de los extractos de la especie albahaca morada (Ocimum sanctum)*. *Revista Ingeniería, Tecnología e Investigación*, v. 2, n. 4, ISSN: 2737-6249. Obtenido de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/13/28>
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (Septiembre de 2021). *Desinfectantes y antisépticos*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_desinfectantes_y_antisepticos_septiembre_2021_0.pdf
- Trowbridge, P. (13 de Agosto de 2019). *La historia de la albahaca*. Obtenido de <https://www.thespruceeats.com/the-history-of-basil-1807566#:~:text=Origins%20of%20Basil&text=There%20are%20some%20indications%20that,of%20China%20at%20that%20time>.

4.2 Anexos

Ilustración 1.

Cultivo de albahaca morada



Nota. Fuente: EcuRed (2024)

Ilustración 2.

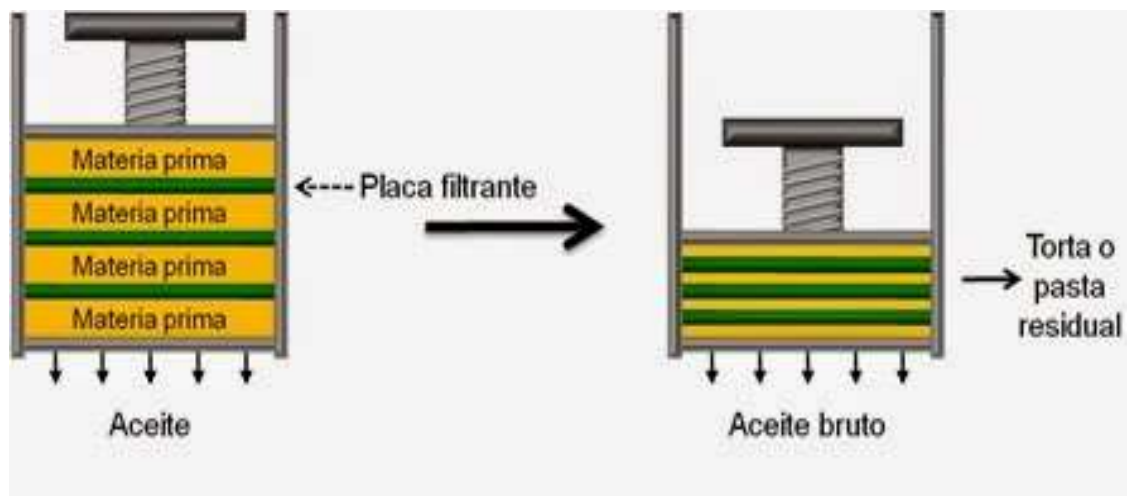
Extracción por destilación de vapor



Nota. Fuente: Tradición Silvestre (2018)

Ilustración 3.

Extracción por prensado



Nota. Fuente: Anónimo (2014)

Ilustración 4.

Aceite de albahaca morada



Nota. Fuente: Etsy (2024)

Ilustración 5.

Extracción por maceración



Nota. Fuente: López Lesther (2024)