



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Importancia del uso de insecticidas orgánicos a base de Albahaca *Ocimum basilicum* para el control de *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.), en el Ecuador”.

AUTORA:

Katty Michell Cruz Remache.

TUTORA:

Ing. Gabriela Medina Pinoargote, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

RESUMEN

En el presente estudio se detalló lo referente a la importancia del uso de insecticidas orgánicos a base de Albahaca *Ocimum basilicum* para el control de *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.), en el Ecuador, destacándose que los productos orgánicos promueven significativamente el control de plagas en los cultivos, especialmente en hortalizas. Las conclusiones indican que el efecto del insecticida a base de albahaca (*Ocimum basilicum*) para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de sandía es principalmente porque el aceite esencial que posee la hoja de albahaca son los compuestos eugenol y fenólico, componentes que tiene propiedades insecticidas, los cual provocan mecanismos de defensa en las plantas de sandía protegiéndolos del insecto. Entre los beneficios del uso de insecticidas orgánicos para el control de las orugas *Spodoptera* spp, en el cultivo de sandía son las siguientes: Los productos botánicos (insecticidas orgánicos) son una alternativa indispensable en el manejo integrado de plagas como *Spodoptera frugiperda*, ya que, durante millones de años, los ancestros empleaban plantas con efectos alelopáticos para repeler insectos o microorganismos; las alternativas orgánicas, como los bioinsecticidas son alternativas sostenibles, amigables con el ambiente, lo que al controlar *Spodoptera frugiperda* no contaminan el suelo, agua, frutos y evitan causar perjuicios en la salud de los consumidores y *Spodoptera frugiperda* es una de las principales plagas que ataca al cultivo de sandía en el Ecuador, en el cual se ha demostrado que el uso de insecticidas orgánicos a base de albahaca ha controlado el insecto, aplicándolo tres días seguidos en intervalos de 15 días, donde su acción repelente provoca la reducción de los niveles poblacionales de esta plaga.

Palabras claves: insecticidas botánicos, plantas repelentes, plagas, hortalizas.

SUMMARY

In the present study, the importance of the use of organic insecticides based on Basil *Ocimum basilicum* for the control of *Spodoptera* spp. in the cultivation of watermelon (*Citrullus lanatus* T.), in Ecuador, highlighting that organic products significantly promote pest control in crops, especially in vegetables. The conclusions indicate that the effect of the insecticide based on basil (*Ocimum basilicum*) for the control of *Spodoptera frugiperda* in the cultivation of watermelon is mainly because the essential oil that the basil leaf has are the eugenol and phenolic compounds, components that have properties insecticides, which provoke defense mechanisms in watermelon plants, protecting them from the insect. Among the benefits of using organic insecticides to control *Spodoptera* spp caterpillars in watermelon cultivation are the following: Botanical products (organic insecticides) are an essential alternative in the integrated management of pests such as *Spodoptera frugiperda*, since, For millions of years, the ancestors used plants with allelopathic effects to repel insects or microorganisms; organic alternatives, such as bioinsecticides, are sustainable alternatives, friendly to the environment, which by controlling *Spodoptera frugiperda* do not contaminate the soil, water, fruits and avoid causing harm to the health of consumers and *Spodoptera frugiperda* is one of the main pests that attacks the cultivation of watermelon in Ecuador, in which it has been shown that the use of organic basil-based insecticides has controlled the insect, applying it three days in a row at intervals of 15 days, where its repellent action causes the reduction of levels populations of this pest.

Keywords: botanical insecticides, repellent plants, pests, vegetables.

CONTENIDO

RESUMEN.....	ii
SUMMARY	iii
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. OBJETIVOS	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	4
2. DESARROLLO	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1.1. Generalidades del cultivo de sandia	5
2.1.2. Generalidades, síntomas y daños de <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.1.3. Importancia de la albahaca	7
2.1.4. Efectos de los insecticidas botánicos en los cultivos.....	8
2.1.5. Beneficios de los insecticidas botánicos a base de albahaca	11
2.2. MARCO METODOLÓGICO	13
2.3. RESULTADOS.....	13
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	14
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	16
3.1. CONCLUSIONES	16
3.2. RECOMENDACIONES	17
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	18
4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	18
4.2. ANEXOS	22

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La planta de la sandía, *Citrulus lanatus* T. es miembro de la familia de las cucurbitáceas y se descubrió por primera vez en el desierto de Kalahari en África, donde todavía se encuentra creciendo de forma silvestre en la actualidad. A partir del año 3000 a. C., los primeros vestigios de su cultivo se encuentran concretamente en Egipto, desde donde se extendió posteriormente a numerosas regiones abundantes en el mar Mediterráneo. Fue traído a América por los colonos europeos, y desde allí, el cultivo se extendió por todo el continente (Piscoya 2019).

El panorama internacional del cultivo de sandía es muy positivo, pero el productor debe ser más competitivo para posicionarse en mercados donde se prioriza la calidad y seguridad de las frutas. Este entorno especifica la necesidad de realizar un trabajo coordinado entre productores y organismos de investigación para generar y proponer nuevas alternativas de producción sustentable para enfrentar un mercado altamente competitivo (Sarmiento *et al.* 2019).

Uno de los principales problemas fitosanitarios que contribuye a pérdidas de cultivos de hasta un 30 % a nivel mundial son las plagas o enfermedades. Dado que las plantas cultivadas son un componente esencial de la dieta humana y generan importantes divisas para los países que las producen, está claro que el daño de las plagas a los cultivos no solo afecta a la sociedad sino también a la economía. (Piscoya 2019).

Plagas como la oruga *Spodoptera* spp. atacan los cultivos de cucurbitáceas, lo que reduce significativamente su producción, destruye el follaje y daña sustancialmente los resultados de los productores. Es por esto que el uso de productos naturales, biodegradables y que no contaminen el medio ambiente, es la base de la práctica sustentable del uso de insecticidas orgánicos como sustituto de los métodos tradicionales de control de plagas. El uso de estos productos ecológicos tiene el potencial de disminuir los efectos y aumentar la mortalidad de

las larvas durante sus primeras etapas de desarrollo (Ileer *et al.* 2022).

Por lo antes detallado, el presente documento relata todo lo referente a la “Importancia del uso de insecticidas orgánicos a base de Albahaca *Ocimum basilicum* para el control de *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.), en el Ecuador”.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las orugas *Spodoptera* spp. son una de las limitantes de los productores de sandía, debido a que estas larvas provocan daños directos a las plantas por alimentarse de sus hojas, llegando muchas veces a la defoliación total o parcial de la planta, notándose grandes áreas desbastadas en ciertos sitios, lo que genera bajos rendimientos y producción. Debido a esto, se busca encontrar alternativas orgánicas viables para el control de este insecto plaga.

En la actualidad existen un sin número de agricultores que controlan insectos-plagas en sus cultivos con productos químicos altamente tóxicos, que provocan varias enfermedades al mismo consumidor, por el alto grado de toxicidad presentes en estos productos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad muchos productores de sandía (*Citrullus lanatus* T.) controlan diferentes plagas en el cultivo, mediante la aplicación de productos químicos. Este trabajo investigativo busca encontrar una alternativa eficiente, ecológica y de bajo costo para el control de las orugas en sandía, la cual promueve al agricultor a producir sus propias alternativas de control de estas plagas.

En cuanto, la implementación de nuevas alternativas para el control de plagas ayudará a disminuir los costos de producción al agricultor, además esta es una alternativa amigable con el medio ambiente y la salud de los consumidores.

La contaminación por los insecticidas industriales usados en los sembríos

de todo tipo de fruta y vegetales han generado que la producción disminuya debido a la fuerte reacción química de los componentes que queman en la mayoría las raíces de los cultivos disminuyendo el porcentaje de producción generando pérdidas económicas a los agricultores.

En la provincia de Los Ríos existen muchos lugares ricos en nutrientes para la producción generalizada de sandía la que tiene muchos problemas en todas sus etapas, las diversas plagas, sean al inicio o al término del sembrío, al ser la sandía es un fruto tan delicado a la hora de la utilización de funguicidas, herbicidas o insecticidas, lo más recomendable es utilizar insecticidas de origen natural lo que permite que la producción sea mayor a la normalmente esperada durante una cosecha, los insecticidas industriales en ocasiones suelen causar daño en las plantas de sandía como lo puede ser: la quema de la raíz de la planta, sus hojas o así mismo el daño interno de la fruta.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Analizar la importancia del uso de insecticidas orgánicos a base de Albahaca *Ocimum basilicum* para el control de *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.), en el Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir el efecto del insecticida a base de albahaca (*Ocimum basilicum*) para el control de las orugas de *Spodoptera* spp, en el cultivo de sandía.
- Detallar los beneficios del uso de alternativas orgánicas para el control de las orugas *Spodoptera* spp, en el cultivo de sandía.

1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación está dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo enfocada en: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. La temática de la investigación “Importancia del uso de insecticidas orgánicos a base de Albahaca *Ocimum basilicum* para el control de *Spodoptera* spp en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.), en el Ecuador”, es benéfica y/o amigable para el ambiente y para el cultivo de sandía, pues contribuye a controlar los insectos y otras plagas perjudiciales.

Con respecto a las líneas de investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias el presente tema se encuentra en la línea de “Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable”, enmarcado dentro de la sublínea de investigación de la carrera de Agropecuaria correspondiente a “Agricultura sostenible y sustentable”, pues en un cultivo donde el manejo de plagas es el adecuado permitirá mantener niveles de producción que garantizarán un desarrollo productivo que se mantiene a través del tiempo.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Generalidades del cultivo de sandía

La planta de la sandía es miembro de la familia Curcubitaceae del género *Citrillus*, especie *C. lanatus*, tiene sus orígenes aproximados en el continente africano, donde todavía se desarrolla de forma silvestre en la actualidad. Dado que se encuentra entre las cucurbitáceas más importantes del país, es de suma relevancia para la horticultura ecuatoriana. La sandía es una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora. Tiene hojas pecioladas y lobuladas, flores masculinas y femeninas (unisexuales monoicas) de forma amarilla, solitaria, peduncular y axilar y con características de flores entomógamas. (Ileer *et al.* 2022).

“Una de las hortalizas más cultivadas en el mundo es la sandía, *Citrullus lanatus* Thunbs, y China produce la mayor parte a nivel mundial, seguida de Turquía, Estados Unidos, Irán y la República de Corea” (Segovia 2019).

La planta de sandía, *Citrullus lanatus* T., en la costa ecuatoriana tiene un valor agro-socio-económico importante porque es una fuente de ingresos para los agricultores. Además, tiene un mayor contenido de agua y vitaminas y normalmente se consume fresco. Este cultivo, como todos los demás, es vulnerable a plagas y enfermedades que reducen la producción y provocan pérdidas financieras (Burgos 2020).

En Ecuador, la sandía se siembra de mayo a octubre, y se han visto exportaciones entre septiembre y diciembre. El mercado interno de sandías se cosecha principalmente de julio a diciembre porque hay menos posibilidades de problemas de plagas y enfermedades

durante esta época del año debido a la menor incidencia de lluvias durante esta temporada. Guayas tiene una participación del 49 %, es la provincia con mayor superficie cultivada de sandía, seguida de Manabí, que tiene una participación del 44%, y Los Ríos y Galápagos tienen una participación del 3% y el 1%, respectivamente (Loor 2021).

“Dado que su pulpa sin pepitas tiene un 95,7 % de agua, la sandía tiene un valor nutricional significativo como alimento porque ofrece cantidades significativas de vitaminas A y C, así como un alto contenido de agua” (Burgos 2020).

Guayas, Manabí, Los Ríos y Galápagos son las provincias con mayor superficie dedicada al cultivo de sandía. Uno de los principales problemas que enfrentan los productores de sandía en Ecuador es las orugas de *Spodoptera* spp. estas dañan el cultivo de varias maneras, incluso perforándolo y comiendo toda la hoja, el fruto y el tallo (Burgos 2020).

2.1.2. Generalidades, síntomas y daños de *Spodoptera frugiperda*

Cualquier organismo que reduzca la calidad o el rendimiento de un cultivo por encima del umbral económico se denomina plaga agrícola. Un umbral económico es el nivel de población más alto que puede existir sin que la plaga cause daño a la economía. Para evitar que la población en expansión cause suficiente daño económico, se debe utilizar una estrategia de control (Fiel *et al.* 2020).

Plagas polífagas como la *Spodoptera frugiperda*, que afecta a una variedad de cultivos, pueden incluso reducir los rendimientos esperados. Esta es la razón por la que se utilizan grandes cantidades de productos químicos peligrosos para manejar o controlar esta plaga. Este organismo tiene una alternativa clara de control en forma de insecticidas naturales, lo que abre la puerta al uso de bioinsecticidas y biorracionales, para controlar las

poblaciones de orugas (Ileer *et al.* 2022).

Las orugas surgen de los huevos que se ponen sobre las hojas, preferentemente en el envés, en las zonas donde hay muchas especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Las larvas que se alimentan y pupan en el suelo y en las hojas son las que causan el daño. Los adultos solo salen en la noche (Loor 2021).

Las larvas de *Spodoptera* spp. son migratorias y pueden provenir de otros cultivos o malezas, el daño que causan a las plantas de sandía comienza tan pronto como germinan. Debido a que se esconde debajo de la tierra, los terrones y las hojas secas para protegerse durante el día y emerge para alimentarse durante la noche, los agricultores comúnmente se refieren a él como el gusano nocturno. Son capaces de perforar frutos y guías, así como deshojar cultivos ya maduros (Quispe 2020).

Spodoptera spp. al morder la oruga destruye el envés de la hoja mientras protege su epidermis cuando es joven. A medida que la oruga crece sus mandíbulas se hacen más grandes y fuertes pudiendo llegar a alimentarse del brote de crecimiento apical. Los restos de los desechos de las orugas en la planta servirán como evidencia de su presencia (Allen y Thomas 2021).

2.1.3. Importancia de la albahaca

La albahaca es una planta que se cree que se originó en Asia y ahora se cultiva en muchas áreas cálidas y templadas del mundo, particularmente en la región mediterránea. Existen algunas variedades que pueden diferir en cuanto a la cantidad de sus principios activos en cada una; por ejemplo, algunos pueden contener más antocianinas que otros. También se implica el hecho de que se multiplica por semillas o esquejes (Quenta 2020).

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) es una especie hortícola aromática que crece rápidamente tanto en hidroponía como en suelo, tiene dos tolerancias ambientales y se usa como ingrediente en la medicina tradicional, la aromaterapia y la cocina (Nelson 2005). La albahaca es una planta herbácea, que alcanza una altura de 20-60 cm y 1,0 m, con ramas peludas cuadradas o tubulares, triangulares, redondas o irregulares, flores de color púrpura oscuro (Mamani 2021).

“La familia de las Labiadas incluye la especie aromática de la albahaca, que se utiliza en numerosos platos (como guisos, salsas y pastas). Es una planta que sólo se puede cultivar en climas cálidos” (Quenta 2020).

Además de sus obvios beneficios culinarios, la albahaca también se ha utilizado como medicina para una variedad de enfermedades. Debido a la alta concentración de aceites esenciales de la planta, incluidos el cineol y el linalol, tanto en las hojas como en las flores, se ha utilizado como estimulante y antiespasmódico, aconsejado en casos de molestias digestivas y favoreciendo la secreción de leche (Mamani 2021).

Hierba de 30-100 cm de largo, anual o perenne, de base leñosa, y aromática. Tallos que son erectos o ascendentes, de sección cuadrangular, glabros o pubescentes, con pelos retroversos concentrados en dos lados opuestos del tallo, y ocasionalmente con pelos relativamente más largos, erectos y dispersos en los nudos. Ramas fuertes o delicadas, abiertas o cerradas, subleñosas o no, glabras o peludas, erectas o ascendentes, terminando ocasionalmente a la misma altura. (Quenta 2020).

2.1.4. Efectos de los insecticidas botánicos en los cultivos

“Incluso cuando se compara con insecticidas sintéticos o derivados químicamente, el uso de insecticidas naturales puede producir excelentes resultados” (Ileer *et al.* 2022).

Los insectos considerados plagas para los cultivos pueden ser regulados, controlados o eliminados mediante bioinsecticidas, los cuales están elaborados a partir de sustancias naturales. Se pueden obtener por extracción de una planta, de los propios insectos o de minerales. Hay microbios en esta categoría, que se crearon a partir de bacterias, hongos y virus que pueden infectar insectos plaga con enfermedades (Orellana 2019).

Bacillus thuringiensis, que mata gusanos o sus larvas, es uno de los más conocidos. Los elaborados a partir de infusiones, macerados, purines y decocciones son los más utilizados por los agricultores urbanos y periurbanos. En general, se cree que una planta que no haya sido dañada por un insecto puede ser utilizada como componente o insumo en su elaboración (Orellana 2019).

El sistema nervioso, el sistema endocrino o el equilibrio hídrico pueden verse afectados por los diversos modos de acción de los insecticidas botánicos. Los insecticidas botánicos tienen efectos tóxicos, disuasorios y contra la alimentación. Los alcaloides, flavonoides, glucósidos, ésteres, ácidos grasos y aceites esenciales son ejemplos de inhibidores y atrayentes del crecimiento (Fiel *et al.* 2020).

Los insecticidas con ingredientes activos de origen vegetal se conocen como insecticidas botánicos. Estas sustancias han ganado mucho interés como sustitutos prácticos de los insecticidas sintéticos. En comparación con sus homólogos sintéticos, que son tóxicos para los organismos blandos, incluidos los humanos, y muy persistentes en el medio ambiente, los insecticidas botánicos son más eficientes, biodegradables y seguros (Allen y Thomas 2021).

Actualmente, los insecticidas químicos se utilizan mucho, lo que ha llevado a que las plagas desarrollen una resistencia cada vez mayor a ellos, lo que ha provocado problemas graves. Ante esto, se sugiere el uso de insecticidas orgánicos como un nuevo método de control. Estos productos, que se derivan de ingredientes naturales, tienen el potencial de disminuir o incluso eliminar infestaciones de plagas en los cultivos debido a su composición (Burgos 2020).

La necesidad de alternativas a los insecticidas tradicionales se ha vuelto más urgente debido al problema de los fumigantes. Una de esas alternativas que la comunidad científica ha considerado es el uso de productos naturales volátiles derivados de las plantas. Cuando se trata de moléculas con actividad insecticida contra una variedad de plagas de insectos, las plantas aromáticas y medicinales son una fuente rica. Estos metabolitos naturales tienen ventajas sobre los insecticidas sintéticos, incluida la degradación rápida y la baja toxicidad para los mamíferos (Lizana y Riva 2021).

Los insecticidas botánicos están elaborados a partir de compuestos naturales que tienen propiedades que regulan, controlan o eliminan insectos que son considerados plagas para los cultivos. Se pueden sacar de una planta, de los propios insectos o incluso de un mineral. Dentro de esta categoría se encuentran las plantas conocidas como plantas alelopáticas, las cuales fueron creadas como resultado de su capacidad de afectar el desarrollo de un insecto en diferentes etapas o causar su muerte (Allen y Thomas 2021).

Los seres humanos han utilizado numerosos productos químicos que son tóxicos para los seres humanos, los animales, el agua, el suelo y otros organismos en un esfuerzo por controlar una variedad de plagas y enfermedades. Por lo tanto, una alternativa ha sido el uso de productos orgánicos que se pueden utilizar de forma segura en la agricultura sostenible. Un ejemplo de esto es el uso de productos botánicos, que son menos costosos, biodegradables y

seguros para las personas y el medio ambiente a pesar de tener poca residualidad. Sus ingredientes activos son terpenos, alcaloides y compuestos fenólicos con efecto insecticida para diversas plagas agrícolas (Ruiz 2021).

El uso de aceites esenciales, que se definen como aceites volátiles con fuertes componentes aromáticos y que le dan a la planta un olor, sabor o aroma distintivo, ha sido respaldado por numerosos estudios que han ayudado a promover el uso de productos naturales para combatir estas plagas. que están presentes en la agricultura. Más de 17.500 especies diferentes de plantas aromáticas producen estas plantas. Además, los aceites esenciales tienen el potencial de representar una amenaza para las plagas que atacan las plantas agrícolas al matar patógenos dañinos. Adicionalmente, por su toxicidad, son capaces de incidir en el manejo de plagas que se presenten en los cultivos (Lizana y Riva 2021).

2.1.5. Beneficios de los insecticidas botánicos a base de albahaca

“Muchas enfermedades diferentes han sido tratadas con albahaca. La característica más significativa de esta planta es que se ha desarrollado como un insecticida natural a partir de los aceites esenciales que esta contiene” (Varela 2020).

Debido al olor potente y dulce de la albahaca, que ahuyenta a una gran variedad de insectos, es muy común plantar albahaca en huertos y terrazas. Por ello, la albahaca merece una amplia difusión a través de sistemas de producción controlados, hasta su introducción al mercado nacional, y con grandes posibilidades de exportación a mercados internacionales con gran demanda de este importante producto (Varela 2020).

El eugenol, el estragol, el linalool, el cineol y el metileugenol forman el aceite esencial de la planta de albahaca, que es lo que le da a la

planta su aroma distintivo. Entre otras cosas, el compuesto de eugenol tiene propiedades insecticidas, antivirales, gastro-regenerativas, antiácidas y antioxidantes (Varela 2020).

El aceite esencial de albahaca es de color amarillo y tiene un aroma penetrante, picante, refrescante y ligeramente amargo. Sus principios activos son metilchaveol o estrógeno: 65-85%, linalool: 1-25 % y otros principios activos como cineol, eugenol (20%), acetato de linalilo. Saponina. Flavonoides: quercitrina, konjacol, escina. ácido cafeico (Mejía y Pérez 2018).

Se han realizado análisis químicos en los que ha sido posible identificar una serie de sustancias que contiene la albahaca. Entre los componentes que tenemos de estos se encuentran el 45,6 % de monoterpenos, el 35,3 % de sesquiterpenos, el 7,4 % de fenilpropanos, el 2,9 % parcialmente identificados y el 8,8 % no identificados. La albahaca con el mayor contenido de fenilpropanoide tiene el mayor potencial para causar fitotoxicidad. Los compuestos fenólicos involucrados en los mecanismos de defensa son los responsables de la capacidad de las plantas para protegerse de patógenos e insectos (Varela 2020).

Su principal ingrediente activo, el estrógeno (1-alil-4-metoxibenceno), es un potente carcinógeno natural y sustancia genotóxica que puede ser neurotóxica en altas concentraciones; dicha toxicidad se atribuye al derivado. En concreto, este metabolito es el hidroxiestradiol, que a su vez se metaboliza a sulfoxiestradiol e hidroxiestradiol-2',3'-óxido. Estos compuestos pueden causar mutaciones a nivel de ADN en dosis altas y eventualmente conducir al cáncer (Mejía y Pérez 2018).

El procesamiento del extracto de ruda requiere: moler 1 kg. Agregue las hierbas y 1 litro de agua tibia y deje reposar hasta el día siguiente. Luego filtrar y agregar agua hasta alcanzar un volumen

final de 10 litros. Para aplicar en plantas, añadir 20 g de jabón neutro. Sembrada atrae plagas gracias a su fuerte olor, las elimina de los cultivos cercanos y reduce su daño (Barreto 2019).

“Se aplica sobre las hojas a primera hora de la mañana o primera de la tarde mediante bomba de mochila a una dosis de 16 cc por tratamiento diluidos en 2 litros de agua”. (Burgos 2020).

“Debe enfatizarse que el extracto de albahaca es de \$ 8.00, los 10 litros para aplicar regularmente, dando un valor total de \$ 160 por hectárea” (Barreto 2019).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

Para la elaboración de este documento se recopiló información de textos actualizados, revistas, bibliotecas virtuales y artículos académicos que contribuyeron al desarrollo de este documento.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre los principales beneficios de los insecticidas elaborados en base a la planta medicinal albahaca (*Ocimum basilicum*), en el cultivo de sandía.

2.3. RESULTADOS

Los resultados propuestos son:

El cultivo de sandía es una de las hortalizas que poseen mayor cantidad de vitaminas y agua, que se consume en fresco por lo que es apetecida por la población.

El uso de insecticidas botánicos promueve una agricultura sostenible, evitando el uso indiscriminado de insecticidas químicos que causan perjuicios al ambiente, suelo y agua y que sin duda repercute en la salud de los consumidores.

Los insecticidas botánicos benefician a los diversos cultivos que el agricultor ecuatoriano siembra durante todo el año, especialmente hortalizas, debido al riesgo que presentan al ser atacados por plagas diversas que pueden perjudicar parcial o en su totalidad a las plantaciones.

La elaboración de insecticidas orgánicos a base de albahaca beneficia al cultivo de sandía, porque actúa como repelente a diversas plagas, entre la más importante *Spodoptera frugiperda*, en el cual este insecto ataca principalmente al envés de las hojas, causando daño al cultivo lo que afecta en el rendimiento.

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El cultivo de sandía es una de las hortalizas que poseen mayor cantidad de vitaminas y agua y que se consume en fresco por lo que es apetecida por la población, tal como señala Burgos (2020), que, dado a que su pulpa sin pepitas tiene un 95,7 % de agua, la sandía tiene un valor nutricional significativo como alimento porque ofrece cantidades significativas de vitaminas A y C, así como un alto contenido de agua.

El uso de insecticidas botánicos promueve una agricultura sostenible, evitando el uso indiscriminado de insecticidas químicos que causan perjuicios al ambiente, suelo y agua y que sin duda repercute en la salud de los consumidores, tal como indica Ruiz (2021), quien menciona que los seres humanos han utilizado numerosos productos químicos que son tóxicos para los seres humanos, los animales, el agua, el suelo y otros organismos en un esfuerzo por controlar una variedad de plagas y enfermedades. Por lo tanto, una alternativa ha sido el uso de productos orgánicos que se pueden utilizar de forma segura en la agricultura sostenible.

Los insecticidas botánicos benefician a los diversos cultivos que el agricultor ecuatoriano siembra durante todo el año, especialmente hortalizas, debido al riesgo que presentan al ser atacados por plagas diversas que pueden perjudicar parcial o en su totalidad a las plantaciones, porque Allen y Thomas (2021) mencionan que los insecticidas con ingredientes activos de origen vegetal se conocen como

insecticidas botánicos. Estas sustancias han ganado mucho interés como sustitutos prácticos de los insecticidas sintéticos. En comparación con sus homólogos sintéticos, que son tóxicos para los organismos blandos, incluidos los humanos, y muy persistentes en el medio ambiente, los insecticidas botánicos son más eficientes, biodegradables y seguros.

La elaboración de insecticidas orgánicos a base de albahaca beneficia al cultivo de sandía, porque actúa como repelente a diversas plagas, entre la más importante *Spodoptera frugiperda*, en el cual este insecto ataca principalmente al envés de las hojas, causando daño al cultivo lo que afecta en el rendimiento, como señala Varela (2020) que debido al olor potente y dulce de la albahaca esta ahuyenta a una gran variedad de insectos, es muy común plantar albahaca en huertos y terrazas. Por ello, la albahaca merece una amplia difusión a través de sistemas de producción controlados, hasta su introducción al mercado nacional, y con grandes posibilidades de exportación a mercados internacionales con gran demanda de este importante producto.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Entre las conclusiones más importantes se destacan:

- El efecto del insecticida a base de albahaca (*Ocimum basilicum*) para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de sandía es principalmente porque el aceite esencial que posee la hoja de albahaca son los compuestos eugenol y fenólico, componentes que tiene propiedades insecticidas, los cual provocan mecanismos de defensa en las plantas de sandía protegiéndolos del insecto.
- Entre los beneficios del uso de insecticidas orgánicos para el control de las orugas *Spodoptera* spp, en el cultivo de sandía son las siguientes:
 - ✓ Los productos botánicos (insecticidas orgánicos) son una alternativa indispensable en el manejo integrado de plagas como *Spodoptera frugiperda*, ya que, durante millones de años, los ancestros empleaban plantas con efectos alelopáticos para repeler insectos o microorganismos.
 - ✓ Las alternativas orgánicas, como los bioinsecticidas son alternativas sostenibles, amigables con el ambiente, lo que al controlar *Spodoptera frugiperda* no contaminan el suelo, agua, frutos y evitan causar perjuicios en la salud de los consumidores.
 - ✓ *Spodoptera frugiperda* es una de las principales plagas que ataca al cultivo de sandía en el Ecuador, en el cual se ha demostrado que el uso de insecticidas orgánicos a base de albahaca ha controlado el insecto, aplicándolo tres días seguidos en intervalos de 15 días, donde su acción repelente provoca la reducción de los niveles poblacionales de esta plaga.

3.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones propuestas son:

- Fomentar en los agricultores el uso de esta planta con principios alelopáticos en los diferentes cultivos para de esta manera evitar el uso excesivo e indiscriminado de productos químicos para el control de insectos plaga, contribuyendo de esta manera con el medio ambiente y evitando el desequilibrio de la biodiversidad en este agroecosistema.
- Implementar capacitaciones a los agricultores para que conozcan de las principales especies de plantas alelopáticas que pueden utilizar como parte del manejo de insectos plaga de sus cultivos.
- Realizar investigación de campo con estas plantas con principios alelopáticos para evaluar la eficiencia en el control de ciertas plagas que atacan a los principales cultivos de la zona.
- En función de que el costo de elaboración del bioinsecticida a base de albahaca disminuye los costos de producción, es considerada como una alternativa viable para que sea utilizado por los agricultores.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Allen Siezars, O. C., Thomas Vanegas, E. R. 2021. *Evaluación de la capacidad biocida de extractos de chile (Capsicum annum) sobre larvas de Spodoptera exigua (Lepidoptera: Noctuidae)* (Doctoral dissertation, Bluefields Indian & Caribbean University). Disponible en <http://repositorio.bicu.edu.ni/1233/1/Tesis%20Onosma%20-%20Erick%2024.03.2021-%20clasificacion%20632.9.pdf>
- Barreto Campoverde Katy Liz (2019). Evaluación de plantas y extractos repelentes de insectos en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) milagro–guayas (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR). Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BARRETO%20CAMPOVERDE%20KATY%20LIZ.pdf>
- Burgos Ibarra, Alexis Fabián. 2020. Respuesta de insecticidas orgánicos para el control de oruga (*Spodoptera spp.*) en sandía (*Citrullus lanatus T.*), Palenque-Los Ríos. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en <http://181.198.35.98/Archivos/BURGOS%20IBARRA%20ALEXIS%20FABI%20AN.pdf>
- Castresana, Jorge, Rosenbaum, Javier, Gagliano, Elena. 2019. Transición del manejo de plagas convencional hacia el agroecológico mediante la transferencia de técnicas de control integrado de plagas en tomate bajo cubierta en Concordia - Provincia de Entre Ríos, Argentina. *Idesia (Arica)*, 37(3), 17-27. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000300017>
- Fiel, N. M., Rodríguez, V. N., Macías, A. F., Navarro, S. R., Florido, J. E. B. 2020. Bioplaguicidas fúngicos y botánicos en el manejo sustentable de plagas en la agricultura moderna. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 20(39), 20-20. Disponible en <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/436/410>
- Ileer, Víctor, Peralta, Jorge, Palacios, Christian, Burgos, Alexis. 2022.

- Bioinsecticidas elaborados con extractos botánicos utilizados contra *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.) en Los Ríos-Ecuador. *Uniciencia*, 36(1), 659-669. <https://dx.doi.org/10.15359/ru.36-1.42>
- Lizana Maita, E. R., & Riva Inga, S. Y. 2021. Actividad insecticida del aceite esencial *allium sativum* para el tratamiento de plagas en la agricultura: Revisión sistemática. Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102868/Lizana_MER-Riva_ISY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Loor Vargas, J. A. 2021. *Comportamiento agronómico y productivo de híbrido de sandía (Citrullis lanatus L.), en la parroquia Mariscal Sucre, cantón Milagro* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/56101/1/Loor%20Vargas%20Jayron%20Alejandro.pdf>
- Mamani Clemente, S. E. 2021. Evaluación de tres variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en tres soluciones nutritivas en sistema hidropónico de raíz flotante en el municipio de El Alto (Doctoral dissertation). Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26202/T-2916.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mejía Serrano, S. P., & Pérez Vargas, I. P. 2018. Evaluación del efecto larvicida del extracto etanólico de *Ocimum Basilicum* (Albahaca) sobre larvas de cuarto (4) estadio de *Aedes Aegypti* en condiciones de laboratorio. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15651/Mej%c3%adaSerranoSandraPaola2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Orellana Mora, C. M. 2019. *Control de plagas en el cultivo de pepino Cucumis sativus L. en el cantón Yaguachi* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45413/1/Orellana%20Mora%20Carlos%20Manuel.pdf>
- Piscoya Ferreñan, J. E. 2019. Sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas y enfermedades del cultivo de sandía en el distrito de Ferreñafe. Disponible en https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2356/1/TL_PiscoyaFerre%c3%b1anJesus.pdf

- Quenta Carvajal, O. 2020. *Evaluación de dos variedades de albahaca (Ocimum bacilicum L.) en sistema hidropónico recirculante NFT en el municipio de Pucarani-La Paz* (Doctoral dissertation). Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/24910/T-2778.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe Ascuña, W. 2020. Evaluación del rendimiento y la calidad en *Citrullus lanatus* "sandía" utilizando biol, en el caserío Pucalpillo Ucayali 2019. Disponible en http://51.222.120.98/bitstream/unia/210/1/T084_44029705_T.pdf
- Ruiz González, M. A. 2021. Control de plagas y enfermedades en solanáceas y cucurbitáceas. Disponible en https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/70948826/CONTROL_DE_PLAGAS_Y_ENFERMEDADES_EN_CUBIRBITACEAS_Y_SOLANACEAS-libre.pdf?1633162561=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCONTROL_DE_PLAGAS_Y_ENFERMEDADES_EN_SOLA.pdf&Expires=1683347951&Signature=fp1xxnCsoMDJo6t92X76kGm0bIGcLTEGiDI5WH39qIrkKcAvWFcWJLn1e1vZdEVKQBT-9vxAAVWwW0wKoTVMjU7OWbQe3EXRuRZfYPPVjXpMpLQtmINYZJxI4boF8Ef8jrieEsKe1uyzl8fHENSFXpoLhOrMHbMTorw2fbdXP0LLVLTJE4tYr5DiAwZHtkFKuIOL1-ebh8hcD8g8pmHQJ-85psrG6beGFH-WjQaT2eKBxgkbPKIsQsAgXIAYnWHh9ZxFLPJ2lrD6jFafgUMw09zqUs1z1QAfRr3omOu9brqf9-a6GdO7D3MRW7EUihx~JORZQM7CUIEmZ2szval3FA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Sarmiento-Sarmiento, Guido Juan, Pino-Cabana, Daniela, Chacón, Laydy Mitsy Mena-, Medina-Dávila, Héctor Demetrio, & Lipa-Mamani, Luis Miguel. 2019. Aplicación de humus de lombriz y algas marinas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) var. Santa Amelia. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 363-368. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.06>
- Segovia Romani, I. 2019. Fluctuación poblacional de los principales insectos fitófagos en el cultivo de sandía en el valle de Ica. Disponible en <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4254/segovia-romani-isaias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Varela Tapia, J. 2020. Manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de

sandia (*Citrullus lanatus*) mediante extractos biocidas de albahaca y ají. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VARELA%20TAPIA%20JORDAN%20FRANCISCO.pdf>

4.2. ANEXOS