UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

“EFECTO BIOCIDA DEL EXTRACTO DE BARBASCO (*Lonchocarpus* spp.) PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) MEDIANTE REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS”

AUTOR

Jairo Wilson Huatatoca Alvarado

DIRECTOR DEL PROYECTO

MSC. Patricio Fabián Naranjo Delgado

PASTAZA – ECUADOR

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe Jairo Wilson Huatatoca Alvarado con C.I. 1501047672, hace constar que es autor del Trabajo de Integración Curricular titulado: Efecto biocida del extracto de barbasco (*Lonchocarpus* spp.) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante revisiones bibliográficas, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, MSc. Patricio Fabián Naranjo Delgado. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 22 días del mes de marzo del 2021.



Jairo Huatatoca

CI: 1501047672

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: Efecto biocida del extracto de barbasco (*Lonchocarpus* spp.) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugíperda*) mediante revisiones bibliográficas.



Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMIREZ

Dr. C. Valle Ramírez Segundo Benedicto PhD

Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
BELGICA DOLORES YAGUACHE CAMACHO

Msc. Yaguache Camacho Bélgica Dolores

Miembro del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
VERONICA ISOLINA MASSON FIALLOS

Msc. Masson Fiallos Verónica Isolina

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 97-SAU-UEA-2021

Puyo, 26 de marzo de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Huatatoca Alvarado Jairo Wilson con C.I. 1501047672, con el Tema: **"Efecto biocida del extracto de barbasco (*Lonchocarpus* spp.) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante revisiones bibliográficas."**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Director de la investigación Ing. Naranjo Delgado Patricio Fabian, MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, informe generado con fecha 26 de marzo de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme la vida, por ser la luz que guía mi camino y fuerza para cumplir con la meta y anhelo deseado, con la Universidad Estatal Amazónica por abrirme su puerta y darme la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa Institución y al departamento de Ciencias de la Tierra por ser un pilar fundamental del desarrollo pedagógicos y éticos para mi formación profesional.

Al Ing. Patricio Fabián Naranjo Delgado., MSC director de este trabajo de titulación quién con esfuerzo y dedicación brindó sus conocimientos adquiridos, su motivación ha sido fundamental para mi formación como estudiantes, por haber tenido paciencia para guiarme durante el desarrollo de mi proyecto de titulación, por constancia su apoyo incondicional para la culminación de la investigación.

A mis padres, hermanos/as, quienes fueron el principal motor de motivación, familiares y de más personas que de una u otra manera brindaron su apoyo para la finalización de esta meta. Y para finalizar, agradezco a todos mis profesores por brindarme sus conocimientos y compañeros de clase por el compañerismo, apoyo moral y gracias a todos por su cooperación hasta alcanzar la cima de mis sueños.

JAIRO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitir haber llegado a este momento importante de mi formación profesional pasando muchos obstáculos durante mi trayectoria estudiantil. A mi padre Segundo Huatatoca, mi madre Antonia Alvarado, hermanos/as, por ser el pilar fundamental importante por demostrarme siempre su amor y cariño incondicional sin importar las adversidades de mi vida, por sus consejos, valores y apoyo constantemente para luchar y ser una persona de bien para servir a la sociedad.

A mis compañeros de clase, profesores que fueron parte de mi formación profesional y a todas las personas que han contribuido para este logro.

JAIRO

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objeto revisar el efecto biocida del extracto de barbasco (*Lonchocarpus* spp.) en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante revisiones bibliográficas. Este estudio fue no experimental exploratorio documental. Se realizaron revisiones bibliográficas, que permitieron encontrar diversas investigaciones relacionadas al gusano cogollero y al extracto de barbasco para el control de esta plaga. Para ello, se revisaron las bases de datos de Scopus, Science Direct, Scielo, Google Académico, libros, tesis de pregrado y posgrado, las variables de los objetivos a considerar fueron: morfología, biología, daños, partes del vegetal, componentes químicos y eficacia. Este insecto presenta metamorfosis completa y pasa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto. Son de hábitos nocturnos y el daño ocasiona en el estadio larval. Las larvas afectan la calidad del cultivo, provocando baja productividad y pérdidas de rendimiento, que en algunas ocasiones al ser cuantificadas resultan en la pérdida económica total de la superficie sembrada para los agricultores. El barbasco presenta componentes químicos como rotenonas, saponinas, alcaloides y glucósidos. Las rotenonas han sido utilizadas como insecticidas y las saponinas suelen ser capaces de alterar la permeabilidad de las membranas celulares del gusano cogollero. Se reporta que la dosis adecuada del extracto de barbasco para el control del gusano cogollero fue la de 150 mL por litro de agua, realizando aplicaciones a la planta a los 30, 60 y 90 días desde su siembra.

Palabras clave: Gusano cogollero, biocida, barbasco, control.

ABSTRACT

This research aimed to review the biocidal effect of mullein extract (*Lonchocarpus* spp.) In the control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) through bibliographic reviews. This study was a non-experimental exploratory documentary. Bibliographic reviews were carried out, which allowed finding various investigations related to the fall armyworm and the mullein extract for the control of this pest. For this, the databases of Scopus, Science Direct, Scielo, Google Scholar, books, undergraduate and graduate theses were reviewed, the variables of the objectives to be considered were: morphology, biology, damage, parts of the plant, chemical components and effectiveness. This insect undergoes complete metamorphosis and goes through the egg, larva, pupal and adult stages. They are nocturnal and damage occurs in the larval stage. The larvae affect the quality of the crop, causing low productivity and yield losses, which sometimes when quantified result in the total economic loss of the planted area for farmers. Mullein has chemical components such as rotenones, saponins, alkaloids and glycosides. Rotenones have been used as insecticides and saponins are often capable of altering the permeability of fall armyworm cell membranes. It is reported that the adequate dose of mullein extract for the control of fall armyworm was 150 mL per liter of water, making applications to the plant at 30, 60 and 90 days after sowing.

Key Words: fall armyworm, biocide, mullein, control.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA……...i

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS..... ii

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN..... iii

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO iv

AGRADECIMIENTO..... v

DEDICATORIA vi

RESUMEN..... vii

ABSTRACT..... viii

ÍNDICE DE TABLAS xii

ÍNDICE DE FIGURAS..... xii

Capítulo 1: Introducción..... 1

1.2 Planteamiento del problema..... 2

1.2. Objetivos 2

1.3 Justificación..... 3

Capítulo 2: Fundamentación teórica..... 5

2.1. Concepto del gusano cogollero 5

2.2 Clasificación taxonómica del gusano cogollero..... 5

2.3. Importancia 6

2.4. Morfología del gusano cogollero 6

2.5. Biología y ciclo biológico del gusano cogollero 7

2.6. Huevo 8

2.7. Larva 8

2.8. Pupa 8

2.9. Adulto 8

2.2.1 Daños que ocasiona a las plantas 8

2.2.2 Plantas con actividad insecticida 10

2.2.3 Barbasco 10

2.2.4 Clasificación taxonómica del barbasco 11

2.2.5 Características de la planta de barbasco. 11

2.2.6 Métodos de propagación 11

2.2.7 Manejo de la planta 12

2.2.8 Clima y suelo 12

2.2.9 Cosecha 12

2.2.10 Rendimiento del barbasco 12

2.2.11 Plaga que ataca al barbasco 13

2.2.12 Componentes químicos de la raíz 13

2.2.13 Toxicología de la raíz de barbasco 14

2.2.14 Usos del barbasco 15

2.2.15 Estabilidad del producto de rotenona 15

3.1 Tipo de investigación 16

3.2 Método de investigación 16

3.2.1. Estrategia de búsqueda 17

3.2.1.2. Criterios de exclusión. 17

3.2.1.3 Manejo de la información. 18

Capítulo 4: Resultados 19

4.2.4 Descripción de las propiedades biocidas del barbasco (*Lonchocarpus* spp.) para el control del gusano cogollero. 22

4.3 Identificación de los resultados de eficacia de *Lonchocarpus* spp. en el control del gusano cogollero *S. frugiperda.* 22

CAPITULO V ..... **¡Error! Marcador no definido.**

CONCLUSIONES 24

RECOMENDACIONES 25

REFERENCIAS 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 La clasificación taxonómica del gusano cogollero. 5

Tabla 2 Clasificación taxonómica del barbasco..... 11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El gusano cogollero durante su vida pasa por diferentes fases..... 7

Capítulo 1: Introducción

Entre los principales problemas de la agricultura mundial, se encuentra el manejo de plagas y su control, lo que se realiza de dos maneras a través de plaguicidas sintéticos o utilizando para tal fin plaguicidas que se encuentran en la naturaleza, tales como otros insectos, plantas o extractos desarrollados de materia prima vegetal o animal. El manejo de plaguicidas es de gran importancia en la producción agrícola puesto que permite obtener mayores rendimientos en las cosechas a los agricultores, sin embargo, en muchas ocasiones el abuso o uso inadecuado de plaguicidas sintéticos ocasiona consecuencias negativas para el agro ecosistema y la salud de las personas. Bajo estos antecedentes estudiantes de distintas instituciones educativas de nivel superior, profesionales del agro, y agricultores siempre se encuentran en busca de métodos alternativos para controlar plagas de los cultivos, entre ellas la provocada por la aparición del gusano cogollero (Alvarado y Núñez, 2016).

Al utilizar extractos de plantas con propiedades químicas, como la rotenona que en la antigüedad era utilizada como insecticida, y que por ser de origen vegetal es un producto de carácter degradable, se puede aprovechar con la finalidad de realizar control biológico en cultivos con un escaso impacto a la contaminación ambiental y en consecuencia a la salud de las poblaciones (Alvarado y Núñez, 2016).

En Ecuador, una parte importante de pobladores y comunidades rurales hacen uso de diferentes tipos de plantas que contribuyen para su alimentación, medicina y para la dotación de alimentos, de estas plantas se obtienen diferentes productos existiendo un grupo de vegetales de las que se obtienen venenos, tintes y otros productos como insecticidas para los cultivos (Torres et al., 2013). Dentro de las plantas utilizadas en comunidades se encuentra el barbasco (*Lonchocarpus* spp.), la misma que es utilizada dentro de la medicina tradicional y ancestral, dado que sus compuestos de hojas tallos y raíces son ricos en rotenonas, saponinas, alcaloides y glucósidos, que se utiliza como veneno para paralizar peces, sin que resulte tóxico para el ser humano (Luzuriaga et al., 2019).

Siendo la rotenona en la antigüedad utilizada como un insecticida natural, es importante poder revisar y analizar si este compuesto presente en el barbasco en cantidades considerables se puede utilizar como un insecticida potente, de corto poder residual, baja toxicidad para el hombre y los animales de sangre caliente para el manejo de plagas como la del gusano cogollero. El gusano

cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) es un insecto nativo de las regiones tropicales y subtropicales del continente americano, es la larva de una mariposa nocturna que impacta plantaciones de arroz, maíz, sorgo, hortalizas, algodón, caña de azúcar, entre las principales, la larva puede comer en exceso, tiene facilidad para adaptarse a cambios climáticos y puede causar severos daños a los cultivos, perjudicando principalmente a pequeños agricultores (Lezaun, 2014).

Este trabajo busca establecer la viabilidad de la utilización del extracto de barbasco como insecticida del gusano cogollero, en base a la recopilación de información, considerando la eficacia del barbasco, bajo costo, escaso impacto ambiental y utilización de la planta por un grupo considerable de comunidades en el oriente ecuatoriano.

1.2 Planteamiento del problema

El barbasco es una planta con propiedades interesantes para ser utilizada como insecticida, debido a la cantidad de sustancias químicas que tiene en su estructura vegetal, el presente trabajo busca establecer a través del análisis bibliográfico su viabilidad para el control del gusano cogollero, considerando que el ataque de plagas es una preocupación constante dentro de la agricultura, especialmente cuando las pérdidas económicas pueden afectar cuantitativamente un agricultor. La larva de *S. frugiperda* conocida como gusano cogollero, genera daños irreversibles a los cultivos, causando pérdidas a agricultores.

El conocimiento de productos alternativos para el control de plagas contribuirá a que los agricultores tengan opciones para aplicar a sus cultivos cuando una plaga como el gusano cogollero ataca su siembra, reduciendo el uso de insecticidas químicos que a la larga provocan una resistencia en las plagas, lo que incide en un uso mayor de insecticidas sintéticos cada vez más fuertes y nocivos al ambiente.

1.2. Objetivos

1.2.1. **Objetivo general**

- ✓ Analizar el efecto biocida del extracto de barbasco *(Lonchocarpus* spp.) en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante revisiones bibliográficas.

1.2.2. **Objetivo específico**

- Describir las características morfológicas, biológicas y daños del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* ocasionados a los cultivos.
- Describir las propiedades biocidas del barbasco (*Lonchocarpus* spp.) para el control del gusano cogollero.
- Identificar resultados de eficacia de *Lonchocarpus* spp. en el control del gusano cogollero.

1.3 Justificación

En 2019, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019) generó un plan de acción a nivel mundial para el control del gusano cogollero, en el maíz, considerando que los daños que genera, amenazan la seguridad alimentaria puesto que afectan la producción de alimentos y ponen en riesgo las inversiones agrícolas de millones de pequeños agricultores en el mundo puesto que inciden en sus medios de subsistencia, ésta plaga originaria de América se ha expandido rápidamente a continentes como África y Asia. El plan de acción que buscaba implementarse hasta 2022, busca movilizar recursos y conocimientos especializados a través de promover investigaciones en el tema, desalentando el uso generalizado de plaguicidas sintéticos considerados muy peligrosos.

En 2017, el Ecuador a través de los titulares del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, reporta la pérdida de 82 281,00 hectáreas afectadas por el gusano cogollero y otras enfermedades, los agricultores reportaban haber invertido más de dos mil dólares en químicos para combatir la plaga en pequeñas plantaciones sin resultados, siendo la provincia de Los Ríos una de las zonas más afectadas (El Comercio, 2017).

Los costos de manejo del gusano cogollero, pueden escalar rápidamente y convertirse en un problema para agricultores con siembras de cualquier tamaño, las pérdidas pueden ser cuantiosas debido a las siguientes razones, la hembra de mariposa que engendra la larva del gusano cogollero puedo poner hasta 1000 huevos en su ciclo de vida, la larva suele ser resistente a algunos tipos de insecticida y la cantidad de alimento que consumen las larvas hace que se adapten rápidamente al consumo de otros cultivos, un porcentaje importante de agricultores asegura haber perdido más del 30% de su cultivo cuando se ve atacado por esta plaga.

Bajo estos antecedentes, resulta importante analizar y establecer otros estudios que puedan aportar a combatir la plaga del gusano cogollero, haciendo uso del conocimiento de plantas y sus aplicaciones como en el caso del barbasco.

Capítulo 2: Fundamentación teórica

2.1. Concepto del gusano cogollero

Según la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) el gusano cogollero es la larva de la mariposa *Spodoptera frugiperda*, que ataca principalmente cultivo de maíz, sorgo, arroz, caña de azúcar, su tasa de reproducción del gusano cogollero es de varias generaciones por año. Se presentan desde la primera etapa del cultivo, como trozador que se alimenta de las hojas, tallos y cogollos en todo desarrollo de la planta se observan como raspados, agujeros en las hojas y cada día van aumentando (AGRO BAYER, 2020) se conoce que las larvas más pequeñas son el principal defoliador de hojas dejando intacta la capa epidérmica del haz, a partir de la etapa intermedio comienza alimentarse del cogollo, en cuanto a la última etapa comienza terminar toda la parte foliar dejando solo los tallos de la planta (Hernández y Trevor, 2020). Además, es una plaga polífaga que tiene un amplio rango de hospederos cultivados y silvestres además los adultos son de actividad nocturna. En plantas el gusano más desarrolladas sus daños producen un debilitamiento general y el crecimiento no es igual al de una planta sana (Mogollón, 2015). El gusano cogollero *S. frugiperda* provoca muchos problemas a cultivos, esta plaga es muy difícil de controlar, ya que, en muy poco tiempo el gusano nacido de los huevos convertido en larva se metía dentro del cogollo y quedaba muy protegido de los tratamientos insecticidas (Ingarzábal, 2017).

2.2 Clasificación taxonómica del gusano cogollero

Tabla 1

La clasificación taxonómica del gusano cogollero.

Reino	Animal
Plylum	Artrópodos
Subplylum	Mandibulita
Clase	Insecta
Subclase	Endopterigota
División	Pterigota
Orden	Lepidóptera

Suborden	Frenate
Super familia	Noctuidae
Familia	Noctuidae
Subfamilia	Amphlpyrinae
Tribu	Prodeniu
Género	*Spodoptera*
Especie	*S. frugiperda*

Fuente: Chango-Amaguaña (2012).

2.3. Importancia

El gusano cogollero es considerado una de las plagas que causa daño al cultivo de maíz. En el Ecuador se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde el 13 hasta 60 %. Los daños más que ocasionaron corresponden en lugares tropicales y subtropicales. Además de maíz este insecto afecta como sorgo, arroz, pastos (Sánchez, 2017). Debido a esto, las plagas consideradas ocasionales han pasado a ser primarias y por ende han provocado pérdidas importantes del maíz es afectado por una amplia diversidad de insecto primarias y secundarias (Hernández et al., 2019). Para la necesidad de satisfacer la creciente demanda por alimentos es necesario generar estrategias que permitan mejorar la productividad del sector agroalimentario es necesario controlar las plagas a nivel mundial (Bahena, 2020).

2.4. Morfología del gusano cogollero

Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 2016) la morfología de los diferentes estadios del gusano cogollero son:

Huevo: Los huevos se depositan en masas entre 50 - 300 huevos, la hembra puede llegar a poner entre 900 y 1000 huevos en su ciclo de vida.

Larva: La larva del gusano cogollero dura entre 2 y 3 semanas y pasa por los siguientes estadios:

Estadio 1: Son recién emergidas tiene cabeza más grande que el resto de su cuerpo, además (vellosidades) en todo su cuerpo son muy visibles.

Estadio 2: Cambia de su estadio, lucen totalmente hialinas y desprende las setas se hacen más notorios.

Estadio 3: Se empieza a desarrollar una coloración rojiza todo su cuerpo.

Estadio 4: la larva presenta tubérculos incoloros de igual forma su cabeza presenta una tonalidad clara.

Estadio 5: Toma un color café oscuro, al tiempo que sus setas son muy pocos visibles, en esta etapa desarrollan un punto en cada segmento abdominal.

Estadio 6: Tiene una apariencia robusta, con una tonalidad brillante y rojiza en el primer segmento del tórax.

Pupa: La pupa se puede encontrar suelta o en el suelo, esta tiene un color café y una duración de 9 a 13 días.

Adulto: El adulto macho tiene alas de colores grisáceos, marrones y blancos, mientras que la hembra es de mayor tamaño que el macho y su coloración es similar a la de los machos en tonalidades más obscuras.

2.5. Biología y ciclo biológico del gusano cogollero

Según la FAO (2017), las hembras adultas del gusano cogollero viven de 10 hasta 21 días, la fase de huevo se desarrolla entre 2 a 5 días, la fase de larva se completa entre los 14 a 22 días entre los diferentes instares, y la de fase de pupa que se encuentra enterrada en el suelo dura entre 8 y 30 días.



El gusano cogollero durante su vida pasa por diferentes fases. Fuente: FAO (2017).

2.6. Huevo

Las hembras depositan los huevos durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varios grupos cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo que sirven como protección contra algunos enemigos naturales o factores ambientales adversos (Reyes, 2015). Individualmente son de forma globosa con estría radiales, de color rosado pálido que se toma gris a medida que se aproxima la eclosión (Álvarez y Cool, 2015).

2.7. Larva

Las larvas al nacer se alimentan del coreon, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo. Las larvas pasan por 6 a 7 estadios siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control de los dos primeros, A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve (Reyes, 2015). Su color varía según el alimento, pero en general son oscuras con tres rayas pálidas y longitudinales (Álvarez y Cool, 2015).

2.8. Pupa

Esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge el adulto o mariposa (Reyes, 2015). Son de color caoba y miden de 14 a 16 milímetros de longitud con un extremo abdominal terminado en 2 espinas en forma de U invertida (Álvarez y Cool, 2015).

2.9. Adulto

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraído por la luz, es de coloración gris oscura, las hembras tienen halas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos llamativos en las alas delanteras y halas traseras son blancas, en reposo doblan sus alas sobre el cuerpo formando un ángulo agudo (Salcedo, 2018).

2.2.1 Daños que ocasiona a las plantas

Los insectos que atacan a la caña de azúcar de acuerdo con el daño que ocasionar, se puede agrupar en barrenador del tallo y semilla de gusano cogollero de esta manera baja su producción económica (Bustillo, 2011). La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura

(FAO) lanzó una luchar contra esta plaga que tiene una rápida propagación del gusano, que amenaza la seguridad alimentaria de muchos agricultores contra sus cultivos (Hernández y Trevor, 2020).

El cogollero del maíz provoca raspaduras en follaje tiernos de la planta, lo cual va causando daños al cogollo y al desplegarse el follaje se detectan perforaciones en la lámina, se puede observar los excrementos de la plaga en forma de aserrín, también el ataca en la etapa de floración del cultivo de maíz (Farmagro, 2018). Las plantas de maíz son más susceptibles al ataque del gusano cogollero durante su desarrollo vegetativo, en esta etapa de debe monitorear la presencia de plagas y aplicar medidas de controles (Hernández y Trevor, 2020).

Este insecto, baja la calidad del cultivo y su productividad. Las pérdidas de rendimiento a veces pueden llegar al 100 por ciento, por lo que, afectando dramáticamente la vida de los agricultores, consumidores y la seguridad alimentaria de los países pertinentes, que se consume en varias formas, pero principalmente como granos secos cosechados molidos en harina para hacer diferentes tipos de comidas (FAO, 2020).

El gusano cogollero come, sobre todo, las hojas de los cultivos, en ocasiones también infestaciones en las mazorcas, tallos, mazorcas que no consumen los seres humanos; en etapas de crecimiento pueden no causar grandes pérdidas de rendimiento. Se debe determinar y recomendar el umbral económico o de actuación en cada etapa de crecimiento del maíz y para cada tipo de insecticidas y técnica de aplicación, dependiendo la zona y el manejo del cultivo (FAO, 2017). Los tipos de daños causados por el gusano son cortadores por encima del cotiledón, defoliadores afectado el estado vegetativo del cultivo, cogolleros, perforadores o barrenadores y espigas en la mitad aparece el gusano, también se monitorea tomando en cuenta las condiciones ambientales y se realiza frecuencia cada 7 días, dependiendo la temperatura alta se debe monitorear cada 3 a 4 días de forma técnica y no al azar (Acuña, 2020).

Se descubren los daños causados en la planta hojas, tallos, raíz, flor o fruto los residuos que dejan las plagas cerca del lugar donde se alimentaron, en forma de gránulos, material parecido al serrín o excrementos oscuros húmedos. También podemos observar que las plantas están poco desarrolladas y no crecen adecuadamente, que tienen hojas deformes o dañadas, se ven amarillas o de un color verde ligero, o simplemente que se ven marchitas y caídas (Futurcrop, 2018).

2.2.2 Plantas con actividad insecticida

En Ecuador, las plantas de barbasco tóxicas han formado parte de los sistemas de subsistencia básicos de las comunidades rurales que se obtienen venenos para pescar, cazar, se usan como insecticidas y herbicidas, para eliminar insectos y otros artrópodos como pulgas, niguas, cucarachas, garrapatas, chinches y moscas (Torres et al., 2013).

Las plantas biosidas son aquellas que producen sustancias químicas naturales de raíz, tallos, hojas, flores, semillas, idóneas para contrarrestar, neutralizar y ejercer un control sobre cualquier microorganismo considerado nocivo para un cultivo. Es importante que no tiene mucho impacto en el medio ambiental y el suelo (Morales, 2018).

2.2.3 Barbasco

El Barbasco es una planta que crece y que se siembra en ceja de selva y en suelos muy pobres, requiere de climas tropicales, esta planta posee un alto potencial industrial y medicinal, cuyas raíces contienen una fuerte concentración de una sustancia química tóxica rotenona y es utilizada para la elaboración de Insecticidas Naturales Orgánicos Biodegradable. Está sustancia, obtenida del barbasco, goza de gran demanda en el mercado, tanto local como internacional. Es un pesticida que sirve para controlar una variedad de plagas y erradicar todo tipo de insectos en cultivos alimenticios e industriales (Flores, 2019). Estas referencias motivan la búsqueda de métodos alternativos seguros y eficaces como las plantas con propiedades biosidas entre las que se encuentra el extracto de barbasco naturales de plaguicidas botánicos con diversas propiedades biológicas, aparición de insecticidas sintéticos alejó a la rotenona de la actividad agrícola como insecticida, hasta ser casi olvidada por las nuevas generaciones de agricultores, a pesar de que la rotenona es un producto de exportación cuyo uso está regulado por organismos internacionales encargados de supervisar la toxicidad de los insecticida (Gómez, Rivera y Paredes, 2014). Los barbascos o también llamadas plantas ictiotóxicas, corresponden a conjuntos de plantas de diversas familias botánicas, de hábitos arbóreos, arbustivos, hierbas, lianas, que contienen sustancias dentro de sus raíces, corteza, hojas, tallos, frutos, que tienen efectos paralizantes (Dujak y Marchi, 2010).

2.2.4 Clasificación taxonómica del barbasco

Tabla 2

Clasificación taxonómica del barbasco

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboidaeae
Tribu	Millettieae
Género	*Lonchocarpus* spp.

Fuente: Reyes, (2017).

2.2.5 Características de la planta de barbasco.

Los agricultores nativos y colonos cultivan esta planta en chacras pequeñas en las partes secas entre mayo a octubre. El barbasco es una especie amazónica nativa que se desarrolla en la selva baja hasta los 1 200 msnm, cuya raíz produce un excelente pesticida orgánico llamado rotenona. La principal fuente de la rotenona es la raíz del barbasco, que es un cultivo continuo su cosecha a los 3 años llegan a producir 7 500,00 kg/ha con una densidad de 10 000,00 plantas por ha. Las plantas alcanzan alturas de 2,5 metros cuyas raíces se explotan después de los 3 o 4 años (Sanchez, 2018).

2.2.6 Métodos de propagación

La forma de propagarla es por medio de estacas de 30 metros de largo las que se deben cortar lo más cerca posible del tronco y si fuera posible con vestigios de raíces sembrándolas horizontalmente con una profundidad. Como la cosecha recién se puede extraer a los 3 o 4 años,

el cultivo se asocia con yuca, piña, arroz o plátano. El distanciamiento entre planta es de 1,5 metros, la siembra se puede realizar entre septiembre a octubre (Basurto, 2020).

2.2.7 Manejo de la planta

Es importante tener el terreno lo más limpio posible, lo cual se puede mejorar mediante los cultivos intercalados que se siembra en la chacra. Los aporques deben ser hechos con mucho cuidado, para que permita enriquecer el contenido de rotenona en sus raíces. Se debe procurar que el suelo esté bien mullido y que la tierra cubra las raíces para evitar roturación estar expuesta mucho al sol y a las erosiones del suelo que pueden causar daños a la planta de barbasco (Basurt, 2020).

2.2.8 Clima y suelo

Los mejores contenidos de rotenona se obtienen en zonas tropicales y subtropicales, donde se encuentra plantas de barbasco en estado silvestre llueve casi todo el año en un clima cálido y húmedo. El barbasco se desarrolla en estados silvestres con unas temperaturas medias anuales de 23ºC a 26ºC, con precipitaciones anuales de 2000 mm al año, esta planta requiere de campos abiertos por lo que se puede considerar un promedio anual de 1 500 a 2 000 horas/ luz. En cuanto a suelos, los ideales son aquellos tipos ácidos con buen drenaje, algo suelto, tipo arenoso con un alto contenido en materia orgánica, un pH entre los 4,5 a 7 (Moncerrate & Vergara, 2013).

2.2.9 Cosecha

La cosecha es las raíces del barbasco, en algunas comunidades nativos de la Amazonia aprovechan también los tallos y su raíz de 3 a 4 años en su etapa de madurez, estas plantas alcanzan más de 2,5 a 5 metros de altura (excepcionalmente de 2 años) y sus guías terminales comienzan a volverse trepadoras, se puede cosechar todo el año, es mejor hacer en los meses mayo y agosto por menor lluvia son favorables para su secado y almacenado bajo techos con ventilación adecuadas, se utilizando redes para su amare se menciona a (Sánchez, 2018).

2.2.10 Rendimiento del barbasco

Aprovechando al máximo sus raíces, que consiste en escarbar con pala, azadón u otra herramienta el suelo para extraerla su raíz en su etapa de madurez, cuando ésta planta tiene de tres a cinco años, ya que después el rendimiento disminuye porque la rotenona comienza a translocarse hacia las

diferentes partes de la planta, por lo cual hay mayor concentracion en su raiz, al menor contenido está en los tallos y hojas (Quispe, 2015).

2.2.11 Plaga que ataca al barbasco

Se observa que las enfermedades que afectan hojas nuevas y recién maduras de barbasco, la roya causada por *Dicheirinia archeri*, también los insectos como las hormigas cortadoras de hojas, y la hormiga basurera que causan daños incontrolables a la planta de barbasco. Como enfermedades se han detectado al hongo *Meliosa* sp., de color negro que ataca a la hoja, produce manchas redondeados de color pardo muy claro que es un insecto social que producen la defoliación total o parcial de las plantas que atacan dejando restos vegetales acumulados al pie de las plantas (FAO, 2010).

2.2.12 Componentes químicos de la raíz

La composición química del barbasco (rotenonas, saponinas, alcaloides y glucósidos), es heterogénea, la literatura menciona que las saponinas de los barbascos tienen la propiedad de alterar la permeabilidad de las membranas celulares (Murakami, 2019).

La rotenona actúa, sobre el insecto inhibiendo el transporte de electrones de la mitocondria, así como también de la mitocondria aislada y esto se une con la rotenona como un componente de la cadena. La forma bioquímica del insecticida se manifiesta por la disminución del oxígeno que usa y causa la depresión de la respiración y taquicardia y posterior muerte del insecto, contiene entre 12 % al 15 % de rotenona (Silva, 2015).

Las saponinas son metabolitos secundarios que se encuentran en las plantas superiores , en forma de glúcidos como un sistema de defesa contra los microorganismos patógeno se inhibiendo el crecimiento de bacterias y hongos, se realiza en soluciones acuosa se agita para formar espumas, estos no resisten a cambios bruscos de pH con valores ácido y básicos que pueden causar ruptura en el enlace, la temperatura que puede resistir esta entre 150°C a 400°C la cual inicia la carbonización molecular, las saponinas presentan propiedades antifúngica y antiinflamatorio de (López y Luna, 2020).

Los alcaloides son sustancias orgánicas nitrogenadas, con propiedades básicas, de origen vegetal en su mayoría y acción fisiológica enérgica (medicinal o venenosa), como la morfina, la cafeína o

la nicotina. Los alcaloides poseen una complejidad molecular que causa algunos potentes efectos fisiológicos; en su mayor parte son venenos vegetales muy activos, y pequeñas dosis producen grandes efectos en el organismo de acuerdo (Bernilla, 2009).

Mejía (2012), informó que de las raíces del barbasco se extraen principalmente la rotenona, la deguelia, trefosina y el toxicarlo, de éstas la más importante y toxica es la rotenona. Cuando se trata la raíz molida por medio de un solvente orgánico como tetracloruro de carbono, al hacerlo concentrar por evaporación se obtiene la rotenona cristalizada, al separar la rotenona y evaporar el resto de solvente queda un residuo resinoso que contiene alta proporción de deguelina y toxicarlo que la rotenona no es alcaloide, es muy susceptible contra el efecto de los rayos de luz, las soluciones de rotenona expuestas a la luz directa, pasan de incoloras a color amarillo hasta rojo y pierden gradualmente su toxicidad para los insectos. Barreto (2018) aseguró que a veces se forman precipitados de color amarillo, que consisten en dihidrorotenona y rotenona, substancias sin efecto de insecticida afirma que da conocer que la rotenona es uno de los plaguicidas, insecticidas y piscicida más utilizados en el mundo. La OMS clasifica a la rotenona en el grupo II como plaguicidas moderadamente peligrosos que contiene una dosis letal moderada. Las saponinas son metabolitos secundarios, que se encuentran distribuidas en las plantas superiores, en forma de glúcidos como un sistema de defensa contra microorganismo patógeno y plagas (López y Lina, 2020).

2.2.13 Toxicología de la raíz de barbasco

La acción insecticida rotenona sobre los insectos parece implicar la inhibición del transporte de hecho de la unión de la rotenona con un componente de la cadena. La forma bioquímica de la acción insecticida se manifiesta por la disminución del oxígeno consumido por los insectos, depresión de la respiración y taquicardia que finalmente conduce a la parálisis y muerte (Calle, 2018).

Se caracteriza por ser de color claro, solido, cristalino y soluble, en el agua y otros solventes orgánicos. El producto, actúa por contacto e ingestión, afectando al sistema nervioso del parásito, impidiendo su desarrollo e inhibiendo la respiración celular, hasta causarle parálisis y muerte. Como éste insecticida, es biodegradable, puede utilizarse hasta pocos días antes de la cosecha. La acción de insecticida rotenona sobre los insectos implica en el trasporte debido a la tensión de

vapor que tiene el producto resulta volátil y fácilmente degradar en el ambiente por eso usó el producto (Masaquiza, 2015).

2.2.14 Usos del barbasco

La rotenona es un insecticida y pesticida natural, obtenido mediante una extracción por solventes a partir de las raíces del barbasco, es un insecticida natural selectivo por contacto, no sistémico con propiedades acaricidas y parasiticidas. Está considerado como un insecticida botánico y cuyo uso general es como pesticida para plagas (Gómez & Rivera, 2011).

El barbasco *Lonchocarpus* spp., es una planta trepadora que se siembra en las chacras amazónicas para usarla como tratamiento de la sarna, los empeines, la tiña y otras enfermedades cutáneas. Estas se utilizan para especies, pesca, efectos tóxicos en los peces y en los humanos, valor científico, industria farmacéutica que es veneno en cualquier sustancia líquida, sólida o gaseosa que produce una enfermedad o lesión, que altera la función del sistema digestivo o reproductor cuando entra en contacto con los seres vivos, provocando la muerte (Cartay, 2016).

Uso en la agricultura (ataque de insectos y enfermedades, tales como gusano de tierra, polilla minadora, gorgojos de leguminosas, hormigas, mosca minadora, mosca blanca, en la ganadería y animales menores, para la fabricación de antiparásitos externos como: pulgas, piojos, garrapatas, chinches y ectoparásitos que atacan al ganado vacuno, equino, ovino, animales domésticos y mascotas, en la apicultura, para controlar la enfermedad parasitaria de las abejas melíferas cuyo agente etiológico es el ácaro, también de esta planta se cura la sarna y se alivian las llagas (Flores, 2019).

2.2.15 Estabilidad del producto de rotenona

Para que la rotenona sea un producto estable, las raíces del barbasco deben ser extraídas del suelo con un manejo adecuado, en algunos casos se utiliza productos para mantener la hidrogenación de la planta, es importante manejar con cuidado el barbasco puesto que la rotenona suele ser tóxica y resistente a la degradación oxidativa (Masaquizá, 2015).

Capítulo 3: Metodología de la investigación

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo no experimental, exploratoria y documental sobre el efecto biocida del extracto de barbasco (*Lonchocarpus* spp.) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugíperda*) mediante revisiones bibliográficas.

3.2 Método de investigación

Para este estudio se utilizó el método exploratorio documental. Para ello se realizó una búsqueda sistemática, de fuentes de información primaria y secundaria. Las fuentes de información primaria fueron: artículos de investigación contenidos en revistas científicas, libros productos de una investigación y las fuentes de información secundaria: repositorios de tesis.

Las variables para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos fueron:

En el objetivo número uno se incluyen caracteres morfológicos, biológicos y los daños que ocasiona *S. frugiperda.*

Las variables a considera fueron:

Morfológicas: Tamaño (mm o cm), Apariencia (color)

Biológicas: Ciclo de vida (días), estadio de huevo (días), estadio de larva (días), estadio de pupa (días) y estadio adulto (días).

Daños: Porcentaje de perdidas, país.

En el objetivo número dos se incluyen las propiedades biocidas del barbasco *Lonchocarpus* spp. Las variables para este objetivo fueron:

Parte del vegetal: Raíz, tallo u hojas.

Compontes químicos: Porcentaje (%)

En el objetivo número tres se incluyen los resultados de eficacia de *Lonchocarpus* spp. en el control de *S. frugiperda.* Las variables para este objetivo fueron:

Eficacia: Dosis, estadio del insecto evaluado (huevo, larva, pupa o adulto), Mortalidad (%),

3.2.1. Estrategia de búsqueda

3.2.1.1. Criterios de inclusión en la búsqueda de la información.

En la presente investigación se analizó una revisión bibliográfica de este estudio de controles de gusano cogollero, se utilizó sitios de internet como páginas de Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura, revistas científicas y buscadores como Google académico.

1) Palabras claves: *Lonchocarpu*s spp, barbasco, control, *Spodoptera frugiperda*,
2) Año de publicación: estudios de los últimos 5 años.
3) Número de estudios: se seleccionaron, fuentes de información dando preferencia a aquellas de tipo técnico, científico, reportajes, por ello se utilizaron tesis, artículos científicos, sitio web entre otros, libros en formato pdf disponibles en red, se publiquen en español principalmente o en inglés.
4) Selección de datos: los datos seleccionados eran aquellos que permitieran cumplir con los objetivos del trabajo, referentes al gusano cogollero su biología, morfología, y otras características. Aquellos datos relacionados al impacto del gusano cogollero en los cultivos, Datos sobre el barbasco, características y aplicaciones y estudios de resultados cuyas variables mostraran la eficiencia del barbasco como insecticida y fueran trabajos con réplicas realizadas o estudios cuyas réplicas se pudieran hacer en condiciones similares a las del país.

3.2.1.2. Criterios de exclusión.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

1) Información que no tenga relación con el tema de revisión bibliográfico.
2) Estudios previos al año 2016
3) Información que no tenga una fuente oficial confiable.

3.2.1.3 Manejo de la información.

La información se sistematizó en párrafos y tablas las cuales se estructuraron en función de las variables propuestas por cada objetivo.

Capítulo 4: Resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis sobre el efecto biocida del extracto de barbasco en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) de acuerdo a los objetivos propuestos.

4.1. Descripción de las características morfológicas, biológicas y daños del gusano cogollero *S. frugiperda* ocasionados a los cultivos.

4.1.1. Características morfológicas

Según el INIAP (1999), el gusano cogollero es la larva de la mariposa nocturna que ataca principalmente a cultivos. La mariposa que genera el gusano cogollero es una polilla de entre 35-40 mm de envergadura alar y 17-20 mm de largo de cuerpo, con alas en forma de triángulos, de color gris, marrón y blanco, los machos suelen ser más claros y más pequeños que las hembras, el primer par de alas son obscuras (gris o marrón) con manchas blancas, el segundo par de alas suelen ser de color blanco, crema claro, o transparente. Este tipo de polillas es de hábito nocturno y no se sienten atraídas por la luz, los adultos suelen migrar. Los huevos se caracterizan por un color verdoso al encontrarse recién puestos, se encuentran en grupos de 50 a 300 y siempre se los encuentra cubiertos con pelos del abdomen de las mariposas, tienen forma hemisférica y tamaño entre 0,34 y 0,5 mm de diámetro y en la medida que van madurando van tomando una tonalidad más obscura y marrón negruzca, a mayor temperatura los huevos eclosionan en menor tiempo las temperaturas de eclosión a 25°C es de 3 días, mientras que el periodo de eclosión a 15°C en promedio es de 5 días. Las larvas son de color verde cuando son jóvenes y a lo largo de los estadios toman una coloración café, son caníbales y la duración en el cogollo y maduración se encuentra influenciada por la temperatura, en estado de larvas pueden consumir un promedio total de 179,7 cm de superficie foliar, dejando de alimentarse antes de alcanzar el último estadio larval. Las pupas se entierran entre 3 y 5 cm de profundidad dentro del suelo formando una cámara pupal, en la cual permanecen por 7-13 días, antes de emerger como adulto presentan una coloración entre café y rojiza obscura.

Los adultos son de hábitos nocturnos y son más activos durante las noches cálidas y húmedas (Barrera, 2013). La producción total por hembra es entre 900 y 1000 huevos llegando incluso a los 1500 huevos (Tejada-Reyes et al., 2016). La duración del ciclo de vida es influenciada por varios

factores como temperatura y humedad, la duración del estadio de huevo es de 3 a 5 días, de larva entre 14 y 22 días, como pupa entre 7 y 13 días y los adultos duran un tiempo entre 10 a 12 días la longevidad de los adultos está relacionada a la alimentación. El conocimiento del ciclo de vida es de vital importancia para el manejo de estrategias de control, así como el monitoreo de diferentes etapas en las que el insecto puede dañar los cultivos, por lo que estos conocimientos resultan de utilidad al momento de generar una respuesta rápida y efectiva ante el daño.

4.1.2. Daños de *Spodoptera frugiperda.*

Los daños de la *Spodoptera frugiperda* en los cultivos se ven relacionados con el estadio larval, en sus primeros instares se alimentan de hojas jóvenes, hojas espirales, mazorcas, cáscaras y espigas; causando daños sustanciales a los cultivos que ocasionalmente resultan en una pérdida total de rendimiento, mientras que las larvas más grandes pueden dañar completamente la base del tallo de las plántulas de maíz (Hernández et al., 2020). Por ello, la importancia de reconocer los diferentes procesos biológicos por los que atraviesa el insecto, puesto que un control adecuado se va a encontrar relacionado al reconocimiento de los daños que pueden ocasionar en las etapas de crecimiento. Por otra parte, las variaciones de las pérdidas de los agricultores van a estar relacionadas a la falta de control oportuno de la plaga en el cultivo, manejo inadecuado de insecticidas, resistencia a productos sintéticos, escasos conocimientos de los agricultores sobre la plaga y sus alternativas de control, entre las más importantes. Las larvas del gusano cogollero dentro de un cultivo de arroz, pueden causar daños considerables, puesto que las larvas consumen la epidermis de la hoja (Pérez, 2019). El daño económico de esta plaga generalmente es importante a grandes escalas de producción de cultivos, una infestación no controlada del gusano cogollero puede ocasionar una reducción del rendimiento de 13 a 60 %, debido a la pérdida de área foliar y a un retraso o inhibición en la emisión de las inflorescencias (PROAIN, 2020); se determinaron en un mismo lugar y para una misma fecha de evaluación, cultivos con plantas de 14 hojas presentaron un 2 % de incidencia mientras que las plantas de ocho o menos hojas tienen un 96 % de ataque (Casmus, 2010).

Las larvas del gusano cogollero, causan destrozos en las hojas, que son muy evidentes cuando éstas se despliegan. Después de la eclosión comienzan a alimentarse raspando la epidermis foliar y más tarde pasan al cogollo donde comen de manera voraz. Cuando el tiempo es caliente y seco, las larvas completamente desarrolladas, que han caído al suelo antes de convertirse en pupas,

empiezan a alimentarse al tallo tierno (Ortega, 1987); mientras que, la larva de primer estadio consume el tejido foliar sin llegar a perforarlo, es decir, deja intacta una capa epidérmica de la hoja. A partir del segundo o tercer estadio la alimentación de las larvas en el cogollo se manifiesta con una hilera de perforaciones en las hojas (Martínez, Montaño, Padilla y Jarquín, 2019), como las larvas pequeñas y medianas pueden raspar la epidermis de las hojas y causar defoliaciones leves, mientras que los últimos estadios pueden cortar plantas pequeñas y causar defoliaciones de leves a severas. También pueden alimentarse de tallos o espigas según el ciclo del cultivo. La etapa más susceptible, en la que puede tener más pérdidas el cultivo, son los primeros 55 días después de la siembra. Cuando la planta es joven las larvas provocan raspadura y cortes completos al follaje, tallos, granos que después se verán como áreas traslucidas o huecas, también se pueden apreciar hojas perforadas y cogollos (Crystal chemical, 2019).

Brasil reporta pérdidas mayores del 50 % por el ataque al maíz del gusano cogollero, bajando la producción económica del país. En Argentina se expone que cultivos de maíz, arroz, sorgo, caña de azúcar fueron atacados por esta plaga con una pérdida de 32 % de la producción, esto incide en la búsqueda de estrategias alternativas (Tabla 3).

Tabla 3.

Daños ocasionados por Spodoptera frugiperda.

CULTIVOS	PERDIDAS (%)	País	Fuente
Maíz	Mayores al50 %	Brasil	(Burter et al., 2017)
Maíz, Sorgo, Arroz, Caña de azúcar	32 %	Argentina	(Casmuz, 2010)
Maíz	100 %	Brasil	(Hellwig, 2015)
Maíz	60 %	México	(Hernández, 2018)
Maíz	60 %	Ecuador	(Romero, 2018)
Maíz	20 %	África	(FAO, 2018)

En el cultivo de maíz en Brasil realizo una combinación de semilla transgénica y convencional para generar un cultivo resistente a la plaga del gusano cogollero, sin embargo, no lograron mejores

resultados. En México se reportan pérdidas del 60% en tejido jóvenes de la plata de maíz, a pesar de aplicar método de control químico. En Ecuador, la plaga reporta un comportamiento similar que en México.

4.2.4 Descripción de las propiedades biocidas del barbasco (*Lonchocarpus* spp.) para el control del gusano cogollero.

El género Lonchocarpus tiene como antecedente la presencia de flavonoides, siendo el más popular la rotenona; compuesto con fuerte actividad fitosanitaria y uno de los plaguicidas botánicos de mayor importancia en el mercado mundial (González et al., 2011).

En un estudio realizado por Torres, Orea, Brito y Cordero (2013) detectaron la presencia de flavonoides prácticamente en todos los extractos evaluados correspondientes a raíz y hoja de barbasco.

La rotenona actúa, sobre el insecto inhibiendo el transporte de electrones de la mitocondria, así como también de la mitocondria aislada y esto se une con la rotenona como un componente de la cadena del insecticida se manifiesta por la disminución del oxígeno y causa la depresión de la respiración y taquicardia y posterior muerte del insecto, contiene entre 12 % al 15 % de rotenona (Silva, 2015)

Fuertes et al., (2010), plantearon una investigación que buscaba establecer especies biocidas que mostraran efectos plaguicidas a insectos como *Aphis gossypii, Anthonomus vestitus, Dysdercus peruvianus, Heliothis virescens, Bemisia tabaci* y *Pectinophora gossypiella*, que afectan al algodón se determinó efectividad biocida de *Lonchocarpus*.

4.3 Identificación de los resultados de eficacia de *Lonchocarpus* spp. en el control del gusano cogollero *S. frugiperda.*

Varios autores han informado sobre la actividad insecticida de extractos acuosos de etanol obtenidos a partir de la raíz de barbasco *Lonchocarpus* spp., para el control de plagas que ataca a cultivos, (Mariños et al., 2004).

En 2004, se realizaron ensayos para valorar la capacidad biocida procesando raíces frescas de barbasco, sobre 7000 larvas de tercer y cuarto estadio de *Anopheles benarrochi*, vector primario de malaria, se midieron 5 dosis de polvo de la raíz que contenía como principio activo rotenona,

diluidas en agua destilada, diferentes proporciones, encontrándose la efectividad del polvo de raíz de barbasco como potencial biocida. A las 12 horas postratamiento, las dosis de 6,25 y 3,1 g/L, mostraron 98 y 89 % de mortalidad larvaria con agua destilada. A las 24 horas la mortalidad alcanzó el 99 y 94 % usando agua destilada (Mariños et al., 2004).

Mazo (2018), al analizar el efecto tóxico de diferentes concentraciones de barbasco en la mosca doméstica durante la época de pupa y el tiempo de emergencia de la adultez del insecto, probando que el tratamiento 5 al 10 % de concentración de barbasco, mostró diferencias significativas con valores de mortalidad del 86 % y 70 % de larvas y adultos de mosca doméstica.

En un estudio realizado por Torres et al. (2013) al inocular al agua de criadero, una dosis de 25 g/L, se observó una mortalidad superior al 50 % de larvas de *Anopheles* sp. en la primera hora post tratamiento y un 71,42 % en la segunda hora post aplicación aplicando durante 24.

Lizarazo (2008), al evaluar el efecto insecticida y anti alimentario de extractos vegetales de barbasco, carbonero y hierba mora sobre larvas de gusano cogollero criadas en maíz dentro de laboratorio, con extractos vegetales y usando como solventes agua, etanol y diclorometanol, los cuales se aplicaron sobre las larvas, se pudo evidenciar una mortalidad del 100 % con el barbasco y el diclorometano en diferentes dosis, en un tiempo de 12 días después de la aplicación.

Mamani (2015), estudio el gusano cogollero en su primer estadio larval aplicando extracto de plantas de barbasco cada 6, 12 y 24 h/d, temperatura de 20,6 °C, observando que al penetrar la cutícula del insecto y con múltiples mecanismos de acción se ocasionó la muerte de larvas, el trabajo realizado con 10 tratamientos con diferentes dosis mostró que los tratamientos T5, T6, resultaron ser los más efectivos por contener principios activos de la planta.

En 2017, se analiza el efecto biocida de la aplicación del extracto de barbasco, en temperaturas promedio de 24 a 26 °C, para el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz amarillo duro, y los resultados obtenidos muestran que el tratamiento a una concentración de 150 mL/L tiene un mayor efecto biocida, controlando el 70,15 % de los ataques del gusano cogollero, el análisis determinó que la etapa más adecuada para la aplicación del extracto biocida es a los 60 días de la instalación del cultivo, y el efecto residual del biocida es menor a 30 días (Sánchez, 2018).

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones:

- El *S. frugiperda* es una de las principales plagas del cultivo de maíz que pasa por cuatro estadios durante su ciclo de vida: huevo, larva, pupa y adulto. Las larvas en sus últimos instares ocasionan los mayores daños que pueden ocasionar el 100% de pérdidas.
- En la raíz y el follaje del barbasco *Lonchocarpus* spp. se pueden encontrar una cantidad interesante de rotenona, deguelina, trefosina, toxicarol, flavoniodes, coumarinas, lactonas, alcaloides, saponinas, fenoles y taninos, carbohidratos reductores, aminoácidos y aminas libres.
- Se reporta que la dosis adecuada del extracto de barbasco para el control del gusano cogollero fue la de 150 mL por litro de agua, realizando aplicaciones a la planta a los 30, 60 y 90 días desde su siembra.

5.2: Recomendaciones:

- Realizar investigaciones experimentales en cuanto al uso del extracto de barbasco *(Lonchocarpus* spp.) en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).
- Realizar estudios en condiciones de laboratorio o campo, sobre el efecto de la mezcla de extracto de barbasco a partir de la raíz, tallo, hojas en el control del gusano cogollero y otras plagas de interés económico.

REFERENCIAS

Acuña, L. A. (21 de mayo 2020). Gusano cogollero, una plaga que afecta nuestros cultivos de inviernos. Recuperado de Rainbow: https://www.rainbowagroconosur.com/bo/detalle-de-gusano-cogollero-una-plaga-que-afecta-nuestros-cultivos-de-invierno-197

AGROBAYER. (2020). Maíz. Agro Bayer Ecuador. Recuperado de https://agro.bayer.ec/cultivos/maiz?whg_rsrc=www.cropscience.bayer.ec

Agroterra. (25 de noviembre de 2008). Barbasco. Recuperado de https://www.agroterra.com/foro/foros/agricultura-ecologica-agricultura-integrada-sostenible-f22/barbasco-lonchocarpus-nicou-t9659.html

Aldana-llanos, L., Salinas-Sánchez, D.O., Valdés-Estrada, M. E., Gutiérrez-Ochoa, M., & Valladares-Cisneros, M. G. (2010). Evaluación bioinsecticida de extractos de *Bursera copallifera* (D.C.) Bullock y *Bursera grandifolia* (Schltdl.) Engl. En gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Poli botánica, (29), 149-158.

Alvarado-Huaylupo, H. V., y Núñez-Zambrano, M. E. (2016). Diseñó de una planta para la producción de rotenona a partir de barbasco (*Lonchocarpus*). Tesis para optar el título profesional de ingeniero químico. Callao-Perú. Recuperado de http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1786/Heidy_Tesis_T%C3%ADtuloprofesional_2016.pdf?sequen

Álvarez-Cedeño, L. M., y Cool-loor, M. J. (2015). Aplicación de tres insecticidas orgánicos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) Chone- Manabí-Ecuador: Recuperado de https://repositorio.uleam.edu.ec/

Bahena, F. (2020). Manejo Agroecológico del Gusano Cogollero del Maíz en México. Técnicos de INTAGRI, 10

Bareto-Serrano, B. (2018). Evaluación del efecto de bioinsecticida de tres extractos orgánicos para el control de pulgón (*Brevicoryne brassicae* l.) en el cultivo, distrito de Chuquibambilla - provincia de Grau. Recuperado de

http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/695/T_0413.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Basurto-Rodríguez, L. (2020). Todo sobre el cube o barbasco. La página virtual de Alnicolsa del Perú. Recuperado de http://taninos.tripod.com/cube.htm

Calle-Chuinda, M. A. (2018). "Utilización de barbasco (*Lonchocarpus* spp., para el control del piojo (*Grilicola porcelli*), en cuyes, en el cantón Tiwintza provincia de Morona Santiago. Recuperado de https://1library.co/document/yngpgxjz-utilizacion-barbasco-lonchocarpus-ggrilicola-porcelli-tiwintza-provincia-santiago.html

Cartay, R. (2016) Enciclopedia amazónica en línea. El Barbasco. Recuperado de https://delamazonas.com/flora/plantas-venenosas/barbasco/

Chango, L. (2012). Control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda)* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis para optar al título profesional de ingeniero agrónomo. Perú.

CIAT. (2016). Identificación de Estadios. Centro Internacional de Agricultura Tropical CGIAR, pp 1 -54.

Chango-Amaguaña, L. I. (2012). Control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Ambato-Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3174/1/Tesis-33agr.pdf

Diaz, B., (2010). Aplicación de dos biocidas; "barbasco", Tesis para optar el grado académico de magister en ciencias con mención en ecología y desarrollo sostenible. Loreto-Perú. Recuperado de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/2957

Dujak, M., y Marchi, (2010). Plantas utilizadas como barbasco por algunas comunidades indígenas del Paraguay. Departamento de Biología, Herbario FACEN, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Revista Steviana pp31-44

Fajardo-Vélez, A. E., Morán-Bajaña, J. T., Centanaro-Quiroz, P. H., Cartagena-Faytong, M. I., Cruz-Romero, C. E., & Andrade-Alvarado, P. J. (2019). Efecto biocida del fruto del barbasco (*Lonchocarpus nicou*) en el control del caracol (*Pomacea canaliculata)* en el

arroz en Naranjal-Ecuador. Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación, 3(20), 1–4.

FAO, (2020). The global action for fall armyworm control. Action framework 2020–2022. Rome, Italy, pp 50.

FAO. (2017). *Ciclo biologico del gusano cogollero del maiz (America Latina).* Obtenido de organizaciones de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura: http://www.fao.org/3/a-i7424s.pdf

FAO. (2017). Preguntas sobre el Gusano Cogollero del Maíz. Recuperado de http://www.fao.org/3/i7471s/i7471s.pdf

FAO. (2019). Gusano cogollero del maíz. Recuperado de http://www.fao.org/fall-armyworm/es/

Fernández, A. (23 de agosto 2013). El Barbasco. Obtenido de Correo del Caronia: el http://www.correodelcaroni.com/index.php/opinion/item/718-el-barbasco.

Flores., S. G.E. (2019). Prevalencia y los factores asociados al intento de suicidio con barbasco. Tesis para optar el grado académico de Maestra en Salud Publica con Mención en Planificación y Gestión en Salud. Tarapoto- Perú. Recuperado de http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3577

Futorcrop. (27 de marzo 2018). La identificación de las plagas por daños en los cultivos. Recuperado de https://futurcrop.com/es/blog/post/la-identificacion-de-las-plagas-por-los-danos-en-los-cultivos.

García, C., González, M., & Cortez, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. Universidad Autónoma Indígena de México. México: revista@.

Gerrero, R. J. (17 de Diciembre de 2014). *Controla el gusano cogollero del maíz*.

Gómez, W. Rivera, S., y Paredes, W. (2014). Efectividad del uso del barbasco *Lonchocarpus* spp. Versus del tametrina, en el control vectorial del aedes agypti, en el Alto Huallaga 2008 - 2009". Angora revista científica, 1(2),17-24.

González, S., Pino, O., Herrera, R., Valenciaga, N., Fortes, D., Sánchez, Y. (2011). Potencialidades de los polvos de *Lonchocarpus punctatus* en el control de *Sitophilus zeamais*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 45(1), 89-94.

Hernández, L., & Trevor, W. (2020). El gusano cogollero del maíz, una plaga que viaja por el mundo. *INECOL*.

Hernández-Barrón, J., Santana-Espinoza, S., Nieves-Martínez, M. A., Flores-Gallardo, F., y Jurado-Medina, G. (2018). Aplicación de insecticidas biológicos para el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en maíz. Memoria de la XXX Semana Internacional de Facultad Agronomía Zootécnica. FAZ-UJED. México.

Hernandez-Trejo, A., Estrada-Drouaillet, B., Rodríguez-Herrera, R., García-Giron, J. M., Patiño-Arellano, S. A., & Osorio-Hernández, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (Zea mays L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* , 803-813.

INDECOPI,(Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual,). (2015). Barbasco. *Comision Nacional contra la Biopirateria.* Boletin biopat, Perú: Recuperado de https://repositorio.indecopi.gob.pe/handle/11724/4359

Lezaun, J. (2014). Oruga militar o Gusano cogollero un problema para los cultivos de maíz y sorgo. *CropLife* .Recuperado de https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero

Lizarzaburo, G. (14 de diciembre 2020). Veneno natural contra los gusanos. El expreso. Recuperado de https://www.expreso.ec/actualidad/economia/veneno-natural-gusanos-95251.html

López-Ron, T. E., y Luna-Gracia, M. E. (2020). Evaluación de la presencia de saponinas y rotenonas en las semillas de barbasco, *Bonellia sprucei*.Guayaquil-Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51070/1/BCIEQ-T-0569%20L%c3%b3pez%20Ron%20Tatiana%20Lilibeth%3b%20Luna%20Garc%c3%ada%20Mishell%20Elizabeth.pdf

Luzuriag-Quichimbo, C., Blanco-Salas, J., Ceró-Martínez, C., Alías-Gallego, J. C., & Ruiz-Téllez, T. (2019). Plants. *Promising Potential of Lonchocarpus utilis against*, *9* (1), 33; https://doi.org/10.3390/plants9010033

Mamani-López, J, L. (2015). Preparados de plantas biocida en el manejo de "gusano cogollero" (*Spodoptera frugiperda*. J.E. Smith) en cultivo de maíz (*Zea mays* l.) confite. Arequipa, 2013. Recuperado de http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/400/M21607.pdf?sequence=1

Mariño, C., Castro, J., & Nongrados, D. (2004) Efecto biosida del «barbasco» *Lonchocarpus utilis* (Smith, 1930) como regulador de larvas de mosquitos Revista Peruana de Biología 11(1), 87-94. ISSN 1727-9933

Masaquiza, M.D.A.(2015). Guia de atencion medica a pacientes intoxcados con barbasco en el hospital Jose Maria Velasco Ibarra. Tesis previo a la obtencion del titulo medico cirujano. AmbatoEcuador.Recuperadodehttp://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/492/1/TUAMED033-2015.pdf

Mejía, A. (2012). Efecto biocida de la raíz pulverizada del barbasco (*Lonchocarpus* spp.) Tesis para optar el título de: Ingeniero Zootecnista, Perú. Recuperado de http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/794

Monserrate, M. T., & Vergara, V. P. (2013). Caracterización e identificación morfológica del eco tipo de plantas de barbasco (*Lonchocarpus* spp.) Existentes en las zonas de ventanas. Tesis para obtención de título agronómico caluma y encendía Guaranda-Ecuador.

Mora, J. (2020). Manejo agroecológico del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (*zea mays l*.) ventanas - los ríos. Tesis de titulación presentada como requisito para la obtención del título de ingeniero agrónomo, Los Ríos-Ecuador. Recuperado de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORA%20ARECHUA%20JONATHAN%20ALFONSO_compressed.pdf

MRI. (2019). Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz y bases para su manejo y control en sistemas de producción. Revista Argentina AAPRESID.

Ortiz, F. (2010). Especialidades Agroquímicas. 21.

Patiño, V. M. (2014). Medicinales, estimulantes, venenosa insecticidas. Obtenido de Biblioteca Luis ángel Arango http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/pad/pad3a.htm

Pérez, J. (2019). Efecto del barbasco (*Lonchocarpus* spp.*)* en el control de la *Hypsipyla grandella* Zéller en plantaciones juveniles de caoba (Swietenia macrophylla King) en la región de San Martín. Tesis Título Profesional Ingeniería ambiental de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Facultad de Ecología, Lima-Perú. Recuperado de http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3344?show=full

Pérez, Tesen, E., Neira de perelaes, M., & Calderon Arias, C. (2019). Alternativas ecológicas en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz amarillo duro. Scientia Agropecuaria, 10(4), 541- 550.

Quispe, N. (2015). "Evaluación del barbasco (*Lonchocarpus s*pp.) Al 10%, 15% Y 20% como antipulgas en perros domésticos en la clínica veterinaria animal vet's en la ciudad del puyo. Tesis de grado previo a la obtención del título de médico veterinario zootecnista. Latacunga-Ecuador. Recuperado de http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3303

Reyes, C. (2015). Gusano cogollero - *Spodoptera frugiperda*. Recuperado de https://panorama-agro.com/?p=505

Sánchez, w. (2018). Efecto biosida del extracto de barbasco (*Lonchocarpus utilis a.c.sm*) para control del cogollero *(Spodoptera frugiperda*) de maíz amarillo duro. Tesis para optar al título profesional de ingeniero agrónomo. En el centro investigación producción santo tomas – Pichirhua. Recuperado de http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/128

Torres-Morocho, D, M., Orea-Izarga, U., Brito-Vallina, M, L., & Cordero-Machado, E. (2013). Estudio de la extracción del follaje de Barbasco (*Lonchocarpus* spp.) como fuente biocida (en condiciones de la Amazonía en Ecuador). Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 22(4) 41-49.

Vásquez, J., Zeddam, & Tresierra. (2010). Control biológico del "cogollero del *maíz (Spodoptera frugiperda)*. Folia Amazónica, Perú.