



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Manejo integrado de los principales *Chrysomelidae* defoliadores en el
cultivo de la Soja.

AUTOR:

Carlos Alberto Montoya Carpio

TUTOR:

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro, M.Sc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El cultivo de soja (*Glycine max* L) es de gran importancia económica y alimentaria, sin embargo, enfrenta amenazas significativas por parte de los defoliadores pertenecientes a la familia Chrysomelidae que al atacar las hojas de las plantas de soja pueden causar una variedad de daños que afectan directamente la salud y el rendimiento de la planta. Estos insectos se alimentan del tejido foliar, dejando tras de sí perforaciones, manchas y áreas despojadas de hojas. Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar el manejo integrado de las principales Chrysomelidae defoliadores en el cultivo de la soja. En función de esto, se revisaron resultados documentados en fuentes científicas, gracias a las cuales se pudo destacar la grave amenaza que representan especies como *Diabrotica speciosa*, *Cerotoma tingomariana*, *Cerotoma trifurcata* y *Cerotoma fascialis* para los cultivos de soja, impactando negativamente en el rendimiento y calidad del grano. Se proponen métodos de control cultural, biológico, etológico y químico para mitigar los daños ocasionados por estos insectos, enfatizando la importancia de aplicarlos con precisión en las etapas críticas del cultivo. Se recurre comúnmente a insecticidas químicos específicos como cipermetrina o deltametrina, cuyas dosis varían según la concentración y severidad de la plaga, debiendo seguir las indicaciones de la etiqueta del producto y aplicarse cuando se alcanza el nivel de daño económico. El estudio busca desarrollar estrategias efectivas y sostenibles para controlar estas plagas, promoviendo la seguridad alimentaria y la rentabilidad económica en el sector agrícola.

Palabras claves: Control biológico, control químico, agricultura sostenible, seguridad alimentaria, soja.

SUMMARY

The soybean crop (*G. max*) is of great economic and food importance, however, it faces significant threats from defoliators belonging to the Chrysomelidae family which, by attacking the leaves of soybean plants, can cause a variety of damages that directly affect plant health and yield. These insects feed on leaf tissue, leaving behind perforations, spots, and denuded areas of leaves. The objective of this work was to characterize the integrated management of the main defoliating Chrysomelidae in soybean. Accordingly, results documented in scientific sources were reviewed, thanks to which it was possible to highlight the serious threat posed by species such as *Diabrotica speciosa*, *Cerotoma tingomariana*, *Cerotoma trifurcata* and *Cerotoma fascialis* to soybean crops, negatively impacting yield and grain quality. Cultural, biological, ethological and chemical control methods are proposed to mitigate the damage caused by these insects, emphasizing the importance of applying them accurately at critical stages of the crop. Specific chemical insecticides such as cypermethrin or deltamethrin are commonly used, whose doses vary according to the concentration and severity of the pest, following the indications on the product label and applied when the level of economic damage is reached. The study seeks to develop effective and sustainable strategies to control these pests, promoting food safety and economic profitability in the agricultural sector.

Key words: biological control, chemical control, sustainable agriculture, food safety, soy.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACION	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Línea de investigación	4
2. DESARROLLO.....	5
2.1 Marco conceptual	5
2.1.1 La soja.....	5
2.1.2 Plagas iniciales en el cultivo de soja	5
2.1.3 Familia Chrysomelidae.....	6
2.1.4 Biología y ciclo de vida de los Chrysomelidae defoliadores	6
2.1.5 Daños causados por Chrysomelidae defoliadores en la soja	7
2.1.5.1 Tipos de daños.....	7
2.1.5.2 Evaluación del daño	8
2.1.5.3 Umbral de daños.....	8
2.2 Chrysomelidae defoliadores en el cultivo de la soja.....	9
2.2.1 <i>Diabrotica speciosa</i>	9
2.2.2 <i>Cerotoma trifurcata</i>	11
2.2.3 <i>Cerotoma tingomariana</i>	13
2.2.4 Método de control.....	14
2.2.5 Umbral económico	14
2.2.6 <i>Cerotoma fascialis</i>	14
2.2.7 Métodos de control de Chrysomelidae defoliadores	16
2.2.7.1 Control cultural	16
2.2.7.2 Control biológico.....	17
2.2.7.3 Uso de microorganismos patógenos	17

2.2.7.3.1 <i>Bacillus thuringiensis</i>	18
2.2.7.3.2 <i>Beauveria bassiana</i>	19
2.2.7.3.3 <i>Metarhizium anisopliae</i>	19
2.2.7.3.4 <i>Nomuraea rileyi</i>	20
2.2.7.3.5 <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Steinernema carpocapsae</i>	20
2.2.8 Control etológico	21
2.2.8.1 Empleo de feromonas y trampas	21
2.2.9 Control químico	21
2.3 Diversidad de métodos de control para manejar los Chrysomelidae defoliadores en la soja	22
2.2 Marco Metodológico.....	23
2.2.1 Método.....	23
2.2.2 Metodología.....	23
2.3 Resultados	24
2.4 Discusión de resultados	24
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
3.1 Conclusiones.....	26
3.2 Recomendaciones.....	27
4. REFERENCIAS Y ANEXOS.....	28
4.1 Referencias bibliográficas	28
4.2 Anexos.....	39

1. CONTEXTUALIZACION

1.1 Introducción

La soja (*Glycine max* L.) representa uno de los cultivos más antiguos conocidos por la humanidad y actualmente destaca como la principal fuente mundial de aceite y proteína vegetal (Vásquez 2022). Los granos de soja contienen aproximadamente entre un 18 % y un 21 % de aceite, así como un contenido de proteína vegetal que oscila entre el 38 % y el 40 % (Maqueira *et al.* 2016). La soja juega un papel importante en la economía agrícola y un rol estratégico en la seguridad alimentaria, gracias a su elevado contenido proteico, que beneficia tanto la alimentación humana como la animal (Oyarvide *et al.* 2022).

Los insectos representan una amenaza considerable para el cultivo de la soja, ya que pueden ocasionar daños significativos tanto en el follaje como en otros órganos vegetales. Entre los insectos que generan mayores preocupaciones se encuentran los Chrysomelidae defoliadores, una familia que incluye numerosas especies capaces de provocar defoliación masiva en las plantas de soja. Estos insectos se alimentan del tejido foliar, debilitando la planta y reduciendo su capacidad fotosintética, lo que se traduce en una disminución en la producción y calidad de los granos (Sierra *et al.* 2022).

La necesidad de controlar los insectos en los cultivos de soja es crucial para garantizar una producción óptima y sostenible. Estudios han demostrado que los daños causados por los insectos pueden disminuir significativamente el rendimiento de la soja, llegando a provocar pérdidas de hasta un 20 % en condiciones severas de infestación. Esta reducción en la producción no solo afecta la rentabilidad de los agricultores, sino que también puede comprometer la seguridad alimentaria a nivel local y global (Franco 2020).

La búsqueda de soluciones efectivas implica comprender las complejidades de las interacciones entre los defoliadores y la soja, así como la influencia de factores ambientales y geográficos. La diversidad de estos insectos y las variaciones en sus comportamientos han llevado a la implementación de enfoques

adaptativos que consideran la especificidad del entorno de cultivo (Antepará y Velásquez 2018).

Ante la presencia de insectos, los agricultores recurren a una variedad de métodos de control para mitigar los daños en los cultivos de soja. Entre los principales enfoques se encuentran el empleo de organismos de control biológico, como enemigos naturales y parasitoides específicos de los Chrysomelidae, y la implementación de prácticas culturales y agronómicas, como la rotación de cultivos, eliminación de malezas y otros métodos combinados de manera adecuada, además el uso de insecticidas químicos, y en general estos métodos de control permiten mantener bajo control las poblaciones de insectos y minimizar los impactos negativos en la producción de soja (Torres 2022).

1.2 Planteamiento del Problema

El cultivo de soja (*G. max*) es de gran importancia económica y alimentaria, sin embargo, enfrenta amenazas significativas por parte de los defoliadores pertenecientes a la familia Chrysomelidae que al atacar las hojas de las plantas de soja pueden causar una variedad de daños que afectan directamente la salud y el rendimiento de la planta. Estos insectos se alimentan del tejido foliar, dejando tras de sí perforaciones, manchas y áreas despojadas de hojas. Los daños más comunes incluyen disminución parcial y total del área foliar (Oyarvide *et al.* 2022).

El porcentaje de área foliar atacada por los Chrysomelidae defoliadores puede variar dependiendo de factores como la especie de insecto, la densidad de población y las condiciones ambientales. En casos extremos, la defoliación puede alcanzar niveles superiores al 30 % o incluso más, lo que representa un riesgo significativo para la producción de soja. Por lo tanto, el control oportuno y efectivo de estos insectos es crucial para prevenir pérdidas económicas y garantizar el éxito del cultivo de soja (Boiça *et al.* 2015).

La presencia de los Chrysomelidae defoliadores representa una problemática significativa para el cultivo de la soja. Estos insectos, al alimentarse de las hojas de las plantas causan desgaste y defoliación, afectando la capacidad

de la planta para realizar la fotosíntesis, lo que repercute en su crecimiento y desarrollo, pues cuando las hojas de la soja están dañadas o se eliminan, se reduce la cantidad de área foliar disponible para captar la luz solar y realizar dicho proceso. Como resultado, la capacidad de la planta para producir energía se ve comprometida, lo que afecta su rendimiento productivo (Boiça *et al.* 2015).

La defoliación excesiva debilita las plantas, reduce su rendimiento y aumenta su susceptibilidad a enfermedades y estrés ambiental. Si no se aplica un método de control adecuado, las consecuencias pueden ser graves, con pérdidas económicas para los agricultores y efectos negativos en la biodiversidad y estabilidad del ecosistema agrícola (Mignoni *et al.* 2021).

Por consiguiente, resulta importante implementar medidas culturales, biológicas y químicas para gestionar la presencia de estos insectos, preservando de esta manera la salud y productividad de los cultivos de soja. Esto asegura tanto la seguridad alimentaria como la estabilidad económica (Ávila *et al.* 2016).

1.3 Justificación

El cultivo de la soja es de gran importancia a nivel mundial debido a su valor económico y su contribución a la seguridad alimentaria, la soja es una fuente clave de proteínas vegetales y aceites esenciales utilizados en una amplia variedad de productos alimenticios, piensos para animales y otros usos industriales.

Los Chrysomelidae defoliadores, al manifestar un apetito voraz por el follaje de los cultivos de soja, representan una amenaza considerable, este comportamiento de alimentación intensiva puede provocar daños extensos en las hojas y estructuras de las plantas, lo que incide directamente en el rendimiento y la calidad de la cosecha.

Estas consecuencias se traducen en pérdidas económicas para los agricultores y comprometen la disponibilidad de alimentos y productos derivados de la soja en el mercado, por consiguiente, el control efectivo de estos insectos se vuelve imperativo, no solo para salvaguardar la rentabilidad de los agricultores,

sino también para prevenir la propagación de enfermedades y garantizar la vitalidad general de los cultivos de soja, se realizan métodos de control, incluyendo medidas preventivas, culturales, biológicas y químicas, con el objetivo de reducir la población de estas plagas de manera efectiva y sostenible.

Un manejo integrado de plagas no solo ayuda a minimizar los daños causados por los Chrysomelidae defoliadores, sino que también reduce la dependencia de los insecticidas químicos y promueve una gestión más equilibrada y respetuosa con el medio ambiente de los agroecosistemas, en última instancia, un buen manejo integrado de plagas en el cultivo de soja contribuye a garantizar la seguridad alimentaria, la sostenibilidad económica y ambiental, y el bienestar de las comunidades agrícolas tanto a nivel local como global (Franco 2020).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Caracterizar el manejo integrado de las principales Chrysomelidae defoliadores en el cultivo de la Soja.

1.4.2 Objetivos específicos

- Detallar el daño causado por los Chrysomelidae defoliadores en cultivo de soja.
- Describir los principales métodos de control de los insectos Chrysomelidae defoliadores del cultivo de soja.

1.5 Línea de investigación

- **Dominio:** Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología.
- **Línea de investigación FACIAG:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.
- **Sub línea de investigación:** Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 La soja

La soja, conocida como soja, es originaria del sureste asiático, especialmente de naciones como China y Corea; este cultivo ha sido reconocido en la antigua China desde hace más de 5 000 años A.C. Era una de las cinco plantas sagradas en esa época, junto con el arroz, maíz y trigo. La soja adquirió mayor relevancia cuando religiones orientales prohibieron el consumo de carne animal, convirtiéndose en un cultivo esencial en el Oriente debido a su capacidad para proporcionar proteínas (Manzaba 2015).

La soja es un cultivo de gran importancia económica y de alto valor nutricional, con valores de proteínas entre el 38 y el 42 %, y aceites entre 18 y 20 %. El consumo de la soja se encuentra en constante ascenso, ya que, de manera creciente, su grano es demandado como materia prima de la elaboración de alimentos concentrados, ya sea para animales o humanos. Este cultivo se encuentra entre los diez más importantes, cultivándose más de 90,2 millones de hectáreas en el mundo, y su producción supera los 345,96 millones de toneladas a nivel global (Sauvu *et al.* 2020).

Este cultivo se destina principalmente a la producción de grano, que luego se convierte en harina proteica utilizada en la fabricación de alimentos balanceados para animales. Además el aceite extraído de la soja es empleado tanto en la alimentación humana como en diversos usos industriales, como la fabricación de margarinas, mantequillas, chocolates, biodiesel etc., (Vásquez 2022).

2.1.2 Plagas iniciales en el cultivo de soja

En los últimos años, la agricultura ha experimentado avances notables, como la implementación de cultivos de cobertura y el empleo de técnicas de manejo agrícola más eficientes. Sin embargo, a pesar de estos avances, se ha registrado un aumento significativo en la presencia de plagas iniciales con hábitos polívoros y

una alta capacidad de adaptación a diferentes cultivos. Esto ha generado una mayor incidencia de daños en los campos agrícolas (Busuulwa 2021).

Por otra parte, las condiciones climáticas adversas, especialmente relacionadas con la sequía, incrementan la presión ejercida por ciertas plagas y dificultan notablemente el control mediante métodos químicos. Frente a este panorama, es imperativo volver a enfocarnos en el manejo integrado de plagas, pues resulta insuficiente y poco efectivo intentar controlarlas mediante estrategias aisladas. Es necesario recurrir a una combinación de enfoques para obtener resultados satisfactorios (Stolle 2020).

2.1.3 Familia Chrysomelidae

Es reconocida por ser una de las más diversas y abundantes entre los insectos herbívoros. Esta diversidad se originó en el período terciario, coincidiendo con la evolución de las angiospermas. Durante este tiempo, los linajes ancestrales de Chrysomelidae encontraron una amplia disponibilidad de alimento, lo que provocó la formación de asociaciones entre plantas hospedantes e insectos, generando una cierta congruencia entre sus filogenias (Busuulwa 2021).

Los crisomélidos exhiben una notable variabilidad en su morfología corporal. Se pueden encontrar especies con formas esféricas, como en *Chrysomelinae*, subcilíndricas, como en *Clytrinae* y *Cryptocephalinae*, y con élitros extendidos formando un escudo como en *Cassidinae*. La longitud de estos insectos también varía ampliamente, desde menos de 1 mm en algunas especies hasta 27 mm en otras (Petitpierre 2016).

2.1.4 Biología y ciclo de vida de los Chrysomelidae defoliadores

Para comprender plenamente el daño que causan los Chrysomelidae defoliadores en la soja, es crucial conocer su biología y ciclo de vida, estos insectos pasan por varias etapas de desarrollo, desde el huevo hasta el adulto, y su ciclo de vida puede variar según la especie y las condiciones ambientales, las hembras depositan sus huevos en las hojas de las plantas hospederas, y una vez que eclosionan, las larvas emergentes comienzan a alimentarse del follaje, a medida

que las larvas crecen, pueden causar daños significativos al consumir grandes cantidades de tejido foliar, lo que debilita las plantas y reduce su capacidad para llevar a cabo la fotosíntesis de manera eficiente (Das *et al.* 2019).

2.1.5 Daños causados por Chrysomelidae defoliadores en la soja

El daño causado por los Chrysomelidae defoliadores puede variar según la especie, el estado fenológico de la planta y las condiciones ambientales. Generalmente, estos insectos se alimentan del tejido foliar de la soja, dejando hojas con perforaciones, bordes desgarrados o completamente despojadas de tejido vegetal. El daño foliar reduce la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis, lo que puede resultar en una disminución en el crecimiento y rendimiento del cultivo (Benítez *et al.* 2017).

Los efectos del daño pueden ser más graves durante etapas críticas del ciclo de vida de la soja, como la germinación, el desarrollo vegetativo temprano y la formación de vainas. En estas etapas, el estrés causado por la defoliación puede afectar negativamente la producción de biomasa, la fijación de nitrógeno y la formación de semillas, lo que resulta en una reducción significativa en el rendimiento final del cultivo (Lutaakome *et al.* 2022).

2.1.5.1 Tipos de daños

Defoliación: los Chrysomelidae defoliadores, como su nombre lo indica, se alimentan del follaje de la planta. La defoliación puede ser parcial o total, y su severidad depende de la densidad de la población de insectos y la etapa de desarrollo del cultivo (Odewole *et al.* 2016).

Pérdida de rendimiento: la defoliación reduce la capacidad fotosintética de la planta, lo que afecta el crecimiento y desarrollo de esta. Esto puede traducirse en una reducción del rendimiento, con pérdidas que pueden llegar hasta el 50 % en casos severos (Odewole *et al.* 2016).

Deterioro de la calidad del grano: la defoliación también puede afectar la calidad del grano. Las plantas defoliadas son más susceptibles a enfermedades y plagas, y el grano puede ser de menor tamaño y peso (Lee *et al.* 2022).

Impacto económico: los daños causados por Chrysomelidae defoliadores pueden tener un impacto económico significativo en los productores de soja. Las pérdidas de rendimiento y la reducción de la calidad del grano se traducen en menores ingresos para los agricultores (Lutaakome *et al.* 2022).

2.1.5.2 Evaluación del daño

La evaluación del daño causado por defoliadores es importante para determinar la necesidad de control y el método más adecuado. Se pueden utilizar diferentes métodos para evaluar el daño, como:

Escala de daño foliar: se utiliza una escala para evaluar el porcentaje de área foliar defoliada.

Recuento de insectos: se realiza un conteo de insectos en una muestra de plantas para determinar la densidad de la población.

Estimación de la pérdida de rendimiento: se utilizan modelos para estimar la pérdida de rendimiento en función del nivel de defoliación (Halerimana *et al.* 2022).

2.1.5.3 Umbral de daños

Los umbrales de daño económico (UDE) representan un elemento fundamental en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), ya que mediante la vigilancia se determina si existe una cantidad de plagas lo suficientemente alta como para justificar la aplicación de medidas de control y así prevenir pérdidas en la producción (Monar Goyes 2012).

Conocer sus umbrales de daño, el nivel de población que causa daño económico, es importante para implementar estrategias de manejo de plagas más

eficientes y sostenibles. Esto permite determinar el momento oportuno para la intervención, seleccionar el método de control más adecuado y optimizar el uso de insecticidas, reduciendo el impacto ambiental y los costos. Además, el conocimiento de los umbrales de daño ayuda a predecir el potencial de daño de nuevas especies invasoras, mejorar la comprensión de la ecología de las poblaciones de Chrysomelidae y desarrollar modelos predictivos para estimar el daño potencial en cultivos específicos (Abalo 2023).

2.2 Chrysomelidae defoliadores en el cultivo de la soja

Los Chrysomelidae, comúnmente conocidos como escarabajos o crisomélidos, son familia de insectos fitófagos que incluye múltiples especies consideradas plagas importantes en cultivos agrícolas. Los géneros más corrientes son *Galerucella*, *Diabrotica* y *Oulema*, cada uno de ellos presenta características particulares causando daños significativos en su desarrollo y rendimiento (Benítez *et al.* 2017).

2.2.1 *Diabrotica speciosa*

Es una de las plagas más importantes de la soja en América del Norte y del Sur. Es un género que comprende varias especies de escarabajos entre las cuales *Diabrotica speciosa* es una de las más conocidas. Aunque su principal hospedero es el maíz, también puede alimentarse de hojas de soja, sobre todo en sus etapas de larva. En la zona de investigación, hay poca información disponible sobre estas especies; no obstante se comprende su importancia económica, ya que se las considera plagas que afectan negativamente el crecimiento y la producción de los cultivos locales (Gutiérrez y Villegas 2022).

Identificación y ciclo de vida: *Diabrotica speciosa* es un escarabajo de tamaño mediano, que mide alrededor de 7-9 mm de longitud. Tienen un cuerpo de color verde metálico con manchas negras características en las alas. El ciclo de vida de este escarabajo comprende diferentes etapas: huevo, larva, pupa y adulto (García *et al.* 2020).

Daños en los cultivos de soja: la alimentación de las larvas en las raíces de la soja puede causar daños significativos, afectando el desarrollo de las plantas e incluso causando la muerte de las plántulas jóvenes. Además, los adultos se alimentan del follaje de la soja, causando defoliación y reduciendo el rendimiento del cultivo. Los daños pueden ser especialmente graves en áreas donde *Diabrotica speciosa* está presente en altas densidades (Eben 2022).

Distribución y hábitat: *Diabrotica speciosa* es nativa de América del Sur y se encuentra comúnmente en países como Ecuador, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. Prefiere áreas con climas cálidos y húmedos, y su presencia puede ser más notable en regiones donde se cultiva extensivamente la soja (Costa *et al.* 2023).

Umbral económico: el umbral económico de una plaga como *Diabrotica speciosa* en los cultivos puede variar según diversos factores, como el tipo de cultivo, las condiciones climáticas y las prácticas agrícolas, en un determinado cultivo de soja, el umbral económico de *Diabrotica speciosa* se establece en una infestación del 10%. Esto significa que, si la población de la plaga supera este nivel, los costos asociados con los daños causados a los cultivos superarán los beneficios económicos de no realizar ningún control. En este escenario, sería económicamente viable implementar medidas de control, como el uso de insecticidas o prácticas de manejo integrado de plagas, para mantener la población de la plaga por debajo del umbral económico y evitar pérdidas significativas en la producción (Gutiérrez y Villegas 2022).

Métodos de control: el manejo integrado de plagas es fundamental para controlar la población de *D. speciosa* en los cultivos de soja. Esto puede incluir medidas culturales, como la rotación de cultivos para interrumpir el ciclo de vida del escarabajo, el uso de variedades de soja resistentes o tolerantes a los insectos. También se pueden implementar métodos biológicos, como la introducción de enemigos naturales de *D. speciosa*, como ciertos parásitos o depredadores *Braconidae* e *Ichneumonidae*, y *Steinernema* y *Heterorhabditis*. Uno de los productos ampliamente utilizados para este fin es el thiamethoxam, un insecticida sistémico que se aplica principalmente como tratamiento de semillas. La dosis

recomendada de thiamethoxam para el control de *Diabrotica speciosa* en cultivos de soja puede variar según las condiciones locales y la presión de la plaga, pero generalmente se encuentra en el rango de 0.3 a 0.5 gramos por kilogramo de semilla tratada (Costa *et al.* 2018).

Las medidas culturales incluyen la rotación de cultivos, la eliminación de malezas y la labranza profunda, el control biológico se basa en la liberación de enemigos naturales y el uso de biopesticidas, el control químico se realiza con insecticidas como Malathion 57 CE (0.5 a 2 litros por hectárea), Dicarbam 85 PM o Sevin 85 PM en dosis de 1 a 2 kilogramos por hectárea, dependiendo del nivel de infestación y la especie de la plaga, Regent 200 SC de 40 a 80 mililitros por cada 100 kilogramos de semillas, Methavin 90 PS o Lannate 90 PS de 0.5 a 1.5 kilogramos por hectárea, dependiendo del tipo de plaga y el grado de infestación) y Iorsban 4E de 1 a 2 litros por hectárea, diluido en agua según las recomendaciones del fabricante (Intagri 2018).

2.2.2 *Cerotoma trifurcata*

La *C. trifurcata*, es una especie de escarabajos es una plaga importante en los cultivos de soja en América del Sur, especialmente en Ecuador, Brasil, Argentina y Paraguay. Al causar graves daños a los cultivos de soja, las etapas larvaria y adulta de esta plaga son cruciales. Las larvas consumen las raíces de las plantas de soja, lo que puede causar problemas con el sistema radicular, deficiencia de nutrientes y agua, y vulnerabilidad a enfermedades y factores estresantes. Las larvas pueden provocar la muerte de las plantas jóvenes si se les infligen daños graves (McCreary *et al.* 2022).

Los adultos de *C. trifurcata* se alimentan de hojas de soja causando daños a través de agujeros y picaduras. La planta puede verse obstaculizada por la defoliación que provocan estos insectos para poder crecer y producir semillas. Además, una defoliación excesiva puede provocar una reducción del rendimiento y debilitamiento de las plantas. Un manejo integrado de plagas es esencial para controlar la afección en cultivos de soja. Esto puede implicar, además de medidas preventivas concretas como la rotación de cultivos y la eliminación de malezas

hospedantes, el uso de insecticidas químicos y biopesticidas, y el control biológico mediante enemigos naturales específicos (Berzitis *et al.* 2019).

Identificación y ciclo de vida: es un escarabajo de la familia *Chrysomelidae*. Los adultos miden alrededor de 6-8 mm de longitud y tienen un cuerpo alargado de color marrón o negro. Las larvas son de color blanco y se desarrollan en el suelo, alimentándose de las raíces de las plantas hospedantes. El ciclo de vida de este insecto comprende etapas de huevo, larva, pupa y adulto (Tiroesele *et al.* 2018).

Daños en los cultivos de soja: las larvas se alimentan de las raíces de las plantas, lo que puede afectar su desarrollo y producción. Los adultos se alimentan del follaje de la soja, causando defoliación y reduciendo el rendimiento del cultivo. Los daños pueden ser especialmente graves en áreas donde *C trifurcata* está presente en altas densidades (Tiroesele *et al.* 2018).

Umbral económico: definir un umbral económico preciso para *C trifurcata* es complejo, pero se han establecido algunos valores orientativos: antes de la floración, 20-30% de defoliación o 2-5 adultos por metro cuadrado; durante la floración y el llenado de vainas, 15-20% de defoliación o 5-10 adultos por metro cuadrado. La decisión de aplicar medidas de control debe basarse en la evaluación de la población de *C. trifurcata* en el campo, considerando las características del cultivo y las condiciones ambientales (Prebisch 2012).

Método de control

Cuando la población de adultos alcanza niveles elevados, se aconseja el uso de cualquiera de los siguientes insecticidas: dicarbam 85 PM o Sevin 85 PM en una concentración de 0,3 a 0,4 %, Regent 200 SC a una dosis de 200 a 250 cc por hectárea, Malathion 57 CE al 0,3%, Methavin 90 PS o Lannate 90 PS al 0,15%, Lorsban 4E al 0,2% (Sarco 2020).

2.2.3 *Cerotoma tingomariana*

C. tingomariana es una de las plagas que puede afectar gravemente el cultivo de soja, resultando en una notable disminución en su rendimiento. Una alternativa para controlar esta plaga es el uso de hongos entomopatógenos como método de control biológico. Esta especie de escarabajo es considerada una de las principales amenazas para el cultivo de soja, ya que puede causar reducciones significativas, con daños que pueden llegar hasta el 40 % en el área foliar y hasta el 45 % en la fijación de nitrógeno (Quiroga *et al.* 2022).

El manejo de esta plaga se lleva a cabo durante los períodos de floración y desarrollo de la planta, a través de la aplicación de tres o cuatro tratamientos con plaguicidas de síntesis química. Sin embargo, estos productos químicos pueden tener efectos negativos tanto en la salud humana como en el medio ambiente. Además, el uso excesivo de estos pesticidas puede llevar al desarrollo de resistencia por parte de la plaga a los mismos (Mejía *et al.* 2020).

Identificación y Ciclo de Vida: *C. tingomariana*, también conocido como el gorgojo del frijol, es un insecto de la familia Chrysomelidae. Se caracteriza por su tamaño pequeño, generalmente de unos pocos milímetros de longitud, y su coloración que puede variar entre marrón y negro. Los adultos tienen una forma ovalada y antenas distintivas. El ciclo de vida de *C. tingomariana* comprende varias etapas: huevo, larva, pupa y adulto. Las hembras colocan sus huevos en el suelo, cerca de las raíces de las plantas hospedadoras, preferiblemente cultivos como la soja y el frijol (Mejía *et al.* 2020).

Daños en los Cultivos de Soja: los daños causados por *C. tingomariana* en los cultivos de soja pueden ser graves. Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas jóvenes, lo que puede afectar el desarrollo adecuado de las raíces y, en consecuencia, reducir el crecimiento y rendimiento de la planta. Además, los adultos se alimentan de las hojas, lo que resulta en defoliación y pérdida de área fotosintética, afectando negativamente la producción de la planta (Quiroga *et al.* 2022).

2.2.4 Método de control

Se sugiere emplear métodos alternativos para gestionar la plaga. En Brasil, se han evaluado aislamientos fúngicos de *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) y *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) contra larvas de segundo estadio de *Cerotoma*, observándose mortalidades entre el 80 y el 100 % en entornos de laboratorio y campo. Uno de los productos comúnmente empleados es el *tiametoxam*, un *neonicotinoide* que se aplica generalmente en forma de tratamiento de semillas o como pulverización foliar. La dosis recomendada de *tiametoxam* para el control de *Cerotoma tingomariana* varía según factores como la concentración del producto, el tipo de formulación y las condiciones de la plaga y el cultivo. Sin embargo, por lo general, se recomienda una dosis de alrededor de 0.5 a 1.0 litro por hectárea (Butt *et al.* 2016).

2.2.5 Umbral económico

Pérdidas del 30 al 100%. Daños en etapa vegetativa y reproductiva. Se ubica preferencialmente en el tercio superior.

Tabla 1. Umbral económico

Manejo de defoliadores	
Estado del cultivo	Umbral de acción /m
Emergencia al 50% de floración	20 larvas \geq y 1.5cm + 30% AFA
½ floración y llenado de grano	10 a 15% AFA + 20 larvas \geq de 1.5cm
Final de llenado a maduración de grano	15 a 20% AFA + 20 larvas \geq de 1,5 cm

Fuente: Tomado de Agrosavia 2020.

2.2.6 *Cerotoma fascialis*

Se está estudiando la especie *Cerotoma fascialis* como una plaga ocasional en los campos de cultivo de soja. Este insecto representa una amenaza para la estructura de las plantas debido a su método de alimentación como defoliador. Los daños en las hojas son evidentes debido a las perforaciones irregulares y de diferentes tamaños, que son causadas por el insecto durante su etapa adulta (Bladimir 2020).

Identificación y ciclo de vida: en su etapa adulta, los escarabajos son de color marrón oscuro a negro, con un cuerpo ovalado de alrededor de 5 a 6 mm de longitud. Las larvas, que son la etapa dañina, son de color blanco amarillento y tienen una cabeza marrón. El ciclo de vida completo, desde el huevo hasta la etapa adulta, puede durar varias semanas, dependiendo de las condiciones ambientales (Torres 2022).

Daños ocasionados en los cultivos de soja: las marcas dejadas por los escarabajos adultos se presentan como pequeños orificios semicirculares, los cuales pueden evolucionar hacia perforaciones más grandes debido a su actividad alimenticia. Cuando se registra un incremento significativo en la población de estos insectos, aproximadamente tres semanas después de la germinación de las semillas o durante la formación inicial de las hojas, es posible que se produzcan daños considerables en el desarrollo inicial de las plántulas (Ruppel 2017).

Distribución y hábitat: esta especie de gorgojo se distribuye ampliamente en áreas donde se cultiva soja, como Estados Unidos, Brasil, Argentina y otros países de América Latina, se adapta fácilmente a diferentes condiciones climáticas y tipos de suelo, lo que le permite habitar en una variedad de entornos agrícolas. Por lo general, se le encuentra en campos de soja durante la temporada de crecimiento de la planta, donde se alimenta de las hojas y los tallos tiernos, causando daños significativos a los cultivos, además, el *Cerotoma fascialis* puede refugiarse en áreas adyacentes a los campos de soja, como setos, malezas y zonas boscosas, durante los periodos de inactividad o cuando las condiciones ambientales no son favorables para su desarrollo (Torres 2022).

Umbral económico: el umbral de daño económico para *Cerotoma fascialis* en cultivos de soja puede variar dependiendo de factores como la etapa de desarrollo del cultivo, las condiciones climáticas y la presencia de otros factores estresantes. En general, se considera que el umbral de daño económico se alcanza cuando la defoliación alcanza alrededor del 20 al 30 % en etapas tempranas de crecimiento y del 10 al 15 % en etapas posteriores (Casmuz *et al.* 2017).

Métodos de control: se pueden emplear diferentes métodos que van desde medidas culturales hasta el uso de productos químicos, una estrategia común es la rotación de cultivos, donde se alternan los cultivos de soja con otros que no son hospederos del insecto, además, el manejo integrado de plagas incluye prácticas como la siembra temprana o tardía para evitar el pico de la población del *Cerotoma fascialis*, en cuanto al control químico, suele ser necesario en casos de infestaciones graves o cuando se supera el umbral de daño económico. La dosis recomendada de *clorpirifos* para el control de *Cerotoma fascialis* varía según factores como la concentración del producto, el tipo de formulación y las condiciones de la plaga y el cultivo. Sin embargo, por lo general, se recomienda una dosis de alrededor de 1.0 a 1.5 litros por hectárea, dependiendo de la intensidad de la infestación y las recomendaciones del fabricante (Mejia y Mesa 2016).

2.2.7 Métodos de control de Chrysomelidae defoliadores

El control de los Chrysomelidae defoliadores en el cultivo de la soja puede llevarse a cabo mediante una combinación de diferentes estrategias, que van desde métodos culturales y biológicos hasta el uso de productos químicos. Estas estrategias pueden implementarse de manera integrada para maximizar su eficacia y reducir los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana (Ploper *et al.* 2015).

2.2.7.1 Control cultural

Incluye practicas agronómicas como la rotación de cultivos, la eliminación de malezas hospederas, el manejo adecuado de residuos de cosecha y la selección de variedades resistentes o tolerantes a los insectos (Zepeda 2018). Algunas de las prácticas culturales más importantes para el control de plagas en la soja incluyen:

Rotación de cultivos: la rotación de cultivos es una práctica efectiva para interrumpir el ciclo de vida de las plagas y reducir su incidencia en los cultivos de soja. Alternar el cultivo de soja con otras especies vegetales puede disminuir la

disponibilidad de hospederos para las plagas específicas de la soja y romper su ciclo de reproducción (Casmuz *et al.* 2017).

Manejo de malezas: el control de malezas es esencial para reducir la competencia por nutrientes, agua y luz solar, así como para eliminar los refugios y sitios de reproducción de las plagas. Mantener los campos de soja libres de malezas ayuda a mejorar la ventilación y la penetración de la luz, lo que puede reducir la incidencia de enfermedades y plagas (Casmuz *et al.* 2017).

Eliminación de residuos de Cultivos: la eliminación adecuada de los residuos de cultivos anteriores puede reducir la población de plagas que se refugian en estos restos vegetales. La labranza o la descomposición de los residuos de cultivos puede ayudar a exponer a las plagas a las condiciones climáticas adversas y a los depredadores naturales (Fernandez *et al.* 2020).

2.2.7.2 Control biológico

Consiste en la introducción o promoción de enemigos naturales de los Chrysomelidae defoliadores, como parasitoides, depredadores y patógenos microbianos. Estos organismos pueden regular las poblaciones de plagas de manera natural, reduciendo la necesidad de utilizar insecticidas químicos (Smagghe *et al.* 2023).

Los mismos autores mencionan que promover la presencia y la diversidad de enemigos naturales, como insectos parasitoides, depredadores y patógenos, puede ayudar a controlar las poblaciones de plagas en el cultivo de soja. Esto se puede lograr mediante la conservación de hábitats naturales, la siembra de plantas hospederas alternativas y la reducción del uso de pesticidas de amplio espectro que puedan dañar a los enemigos naturales.

2.2.7.3 Uso de microorganismos patógenos

Según Viera *et al.* (2020) la aplicación de microorganismos patógenos específicos, como bacterias, hongos o virus, puede ser una estrategia efectiva para controlar las poblaciones de plagas en el cultivo de soja. Estos agentes microbianos

pueden infectar y matar a las plagas sin causar daño al medio ambiente. Estos microorganismos se utilizan como agentes de control biológico que atacarán y debilitarán a las plagas de una manera selectiva y natural, sin causar ningún daño al medio ambiente y a otros organismos no objetivo, las especies de los microorganismos patógenos más utilizadas en el control de plagas en los cultivos de soja incluyen:

2.2.7.3.1 *Bacillus thuringiensis*

Esta bacteria produce toxinas cristalinas, que son proteínas Cry, que son letales para ciertas larvas de insectos, incluidos muchos lepidópteros que pueden ser plagas en los cultivos de soja. Las toxinas Cry se activan en el intestino del insecto, lo que resulta en daño tóxico en el tracto digestivo ocasionando la muerte (Heckel 2020).

Esta bacteria entomopatógena produce una variedad de proteínas con diferentes niveles de toxicidad que han demostrado ser efectivas contra una amplia gama de insectos, nematodos, ácaros, protozoos y células cancerosas humanas. Algunas de estas proteínas se agrupan en cristales paraesporales durante su fase de esporulación, como las proteínas Cry y Cyt, mientras que otras se liberan durante la fase vegetativa de crecimiento, como las toxinas Vip y Sip (Bel *et al.* 2020).

El hallazgo de las toxinas insecticidas *Bacillus thuringiensis* (Bt), junto con el avance de la ingeniería genética en plantas, marcó un hito en el control de plagas. Se han desarrollado y comercializado variedades transgénicas de cultivos como maíz, algodón y soja, diseñados para resistir a alrededor de 30 plagas comunes de insectos. Esta innovación ha tenido un impacto significativo en el medio ambiente y la economía. Sin embargo, con el cultivo continuado de estas variedades, algunas plagas objetivo han comenzado a desarrollar resistencia gradualmente (Xiao y Wu 2019).

2.2.7.3.2 *Beauveria bassiana*

Este hongo entomopatógeno puede infectar y matar a varios insectos, incluso a los que afectan la soja entre los que destacan la familia de los Chrysomelidae. *B. bassiana* infecta al insecto al penetrar su cutícula y crecer dentro del invertebrado, lo que finalmente lleva a la enfermedad del insecto y a la muerte del huésped (Lenteren *et al.* 2019).

B. bassiana se destaca como uno de los hongos patógenos de invertebrados más importantes para el control de plagas agrícolas, veterinarias y forestales. Su aplicación típica implica la dispersión de una gran cantidad de conidios aéreos en formulaciones secas o líquidas, siguiendo un enfoque similar al de los pesticidas químicos. La producción en masa se realiza principalmente a través de la fermentación en estado sólido, generando conidios aéreos hidrófobos que constituyen el componente principal de los *bioinsecticidas* (Mascarin y Jaronski 2016).

B. bassiana comúnmente conocido como un hongo entomopatógeno, pero también se ha encontrado que tiene una relación simbiótica como endófito en la naturaleza. En su papel como entomopatógeno, diferentes cepas de *B. bassiana* se adaptan para infectar a sus huéspedes invertebrados, mientras que como endófitos establecen una relación de simbiosis con las plantas huéspedes. Para cumplir con estas funciones ecológicas, este hongo produce una variedad de enzimas y metabolitos secundarios, todos ellos con importantes funciones biológicas (Amobonye *et al.* 2020).

2.2.7.3.3 *Metarhizium anisopliae*

Otro hongo entomopatógeno que se usa para el control biológico de plagas ocasionado por *Chrysomelidae* y otros insectos en cultivos de soja *M. anisopliae* infecta a varios insectos, incluidos los que comen soja, y puede causar enfermedad y la posterior muerte del huésped. Este hongo provoca infecciones fúngicas con tasas de mortalidad elevadas en las plagas, al tiempo que es respetuoso con el medio ambiente. Estudios recientes han demostrado que la aplicación de este microorganismo puede resultar en una mortalidad de hasta un 80 % debido a su

gran virulencia. Su acción en el ciclo de vida del insecto contribuye significativamente al control de la plaga (Maca *et al.* 2023).

El grupo de hongos del suelo conocido como el género *Metarhizium* es altamente diverso y muestra una variedad de estilos de vida, incluyendo la capacidad de obtener nutrientes de manera saprotrófica, endofítica y patogénica para los insectos. El transcriptoma de estas especies se ajusta para satisfacer las necesidades inmediatas del hongo y aprovechar los recursos disponibles. Esta flexibilidad transcripcional permite la adaptación fisiológica a entornos que ofrecen una variedad dinámica de fuentes de nutrientes (Stone y Bidochka 2020).

2.2.7.3.4 *Nomuraea rileyi*

Este hongo es conocido por ser muy útil en el control de las larvas de mariposas, incluyendo aquellas que pueden causar problemas en los cultivos de soja. Imagina que este hongo es como un guerrero que produce sustancias tóxicas que atacan el sistema digestivo de los insectos, provocando su muerte (Juárez Reyes 2022).

Metarhizium rileyi, un hongo entomopatógeno de la familia *Clavicipitaceae* (*Hypocreales*, *Ascomycota*), se encuentra ampliamente distribuido a nivel mundial. Este hongo afecta principalmente a insectos pertenecientes a familias como *Chrysomelidae*, *Noctuidae*, *Erebidae* y *Nymphalidae*, que son considerados plagas importantes en cultivos como algodón y soja. *M. rileyi* tiene un rango de hospedaje más limitado. Sin embargo, debido a su alta selectividad y efectividad en el control tanto en entornos naturales como agrícolas, este hongo tiene un gran potencial como agente de biocontrol y puede ser desarrollado como bioinsecticidas (Binneck *et al.* 2019).

2.2.7.3.5 *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae*

Estos son nematodos especiales que pueden ayudar a combatir diferentes tipos de insectos, como las larvas de ciertos escarabajos y mariposas que pueden dañar los cultivos de soja. Los nematodos son como pequeños soldados que se introducen en el cuerpo del insecto y liberan bacterias simbiotas que lo eliminan

por completo. Además, la efectividad de estos nematodos entomopatógenos se ha evaluado en condiciones de campo, donde se ha observado una reducción significativa en la población de plagas y una mejora en el rendimiento de los cultivos de soja tratados con estos organismos (Sanda 2020).

Los nematodos entomopatógenos (EPN) son pequeños parásitos que afectan a los insectos y pertenecen a los géneros *Heterorhabditis*, *Neosteinernema* y *Steinernema*. Se utilizan para controlar plagas en la agricultura. Una vez que los juveniles infectantes encuentran a su huésped, ingresan a través de sus aberturas naturales o penetrando la piel. Una vez dentro, liberan bacterias simbióticas que llevan consigo. Las especies de *Steinernema* se asocian con bacterias del género *Xenorhabdus*, mientras que las de *Heterorhabditis* con *Photorhabdus* (Del Valle *et al.* 2017).

2.2.8 Control etológico

2.2.8.1 Empleo de feromonas y trampas

El control etológico emplea estrategias como el uso de cebos, atrayentes de colores específicos y feromonas en trampas, se suelen utilizar trampas de luz, trampas de color, e incluso trampas de cebo de alimento, estas no dejan residuos dañinos, funcionan constantemente, son independientes de las condiciones del cultivo y tienen bajos costos operativos. Sin embargo, su limitación radica en la falta de conocimiento sobre atrayentes efectivos para muchas plagas importantes y en su efecto exclusivo sobre adultos, no sobre larvas, que suelen causar daños significativos, este método aprovecha los comportamientos y hábitos de vida de las plagas, utilizando atrayentes sexuales, alimenticios y visuales en las trampas (Castro *et al.* 2018).

2.2.9 Control químico

Implica el uso de insecticidas específicos para el control de los *Chrysomelidae* defoliadores cuando otras estrategias no son suficientemente efectivas. Este método debe aplicarse con precaución para minimizar los riesgos asociados con la toxicidad para organismos no objetivo, la resistencia de las plagas y la contaminación ambiental. El monitoreo regular de las poblaciones de

Chrysomelidae defoliadores y la implementación de medidas preventivas son fundamentales para un manejo integrado eficaz de estas plagas en el cultivo de la soja (Ploper *et al.* 2015).

Selección de productos químicos: una vez identificadas la presencia de *Chrysomelidae* en los cultivos de soja, se debe seleccionar el producto químico adecuado para el control. Esto implica considerar la efectividad del producto contra la plaga objetivo, así como su seguridad para los cultivos, el medio ambiente y la salud humana. Los insecticidas y herbicidas son los tipos de productos químicos más comúnmente utilizados en el control de plagas en la soja (Pelizza *et al.* 2018).

Los ingredientes activos de los insecticidas utilizados para el control de *Chrysomelidae* defoliadores incluyen *carbaryl*, *fipronil*, *malation*, *methomyl* y *clorpirifos*, entre otros, cada uno con diferentes modos de acción que afectan el sistema nervioso de los insectos. La elección del ingrediente activo y la dosis específica depende de varios factores, como la severidad de la infestación, el cultivo afectado y las regulaciones locales. La época de aplicación se determina según el umbral económico del insecto plaga (Herrera *et al.* 2016).

Aplicación de productos químicos: la aplicación de productos químicos en los cultivos de soja se realiza típicamente mediante pulverización foliar, aunque también se pueden realizar tratamientos de suelo. Es importante seguir las recomendaciones de dosis y frecuencia de aplicación proporcionadas por los fabricantes de los productos químicos, así como cumplir con las regulaciones locales sobre el uso de pesticidas (Fattah *et al.* 2024).

2.3 Diversidad de métodos de control para manejar los *Chrysomelidae* defoliadores en la soja

Los agricultores en Ecuador utilizan una diversidad de métodos de control para manejar los *Chrysomelidae* defoliadores en el cultivo de la soja, entre estos métodos se incluyen prácticas culturales como la rotación de cultivos, que interrumpe el ciclo de vida de los insectos y reduce su población, el monitoreo regular de las poblaciones de plagas es fundamental, y se utilizan trampas de

feromonas y trampas de luz para detectar y evaluar la densidad de los Chrysomelidae defoliadores (Viera *et al.* 2020).

En cuanto al control químico, los agricultores aplican insecticidas específicos cuando las poblaciones superan el umbral económico establecido, utilizando ingredientes activos como carbaryl, fipronil y otros, según las recomendaciones de expertos y las regulaciones locales. Además, se fomenta el control biológico mediante la conservación de enemigos naturales de los Chrysomelidae, como parasitoides y predadores. El manejo integrado de plagas (MIP) se promueve como una estrategia integral que combina estos diferentes métodos de control de manera coordinada y sostenible, adaptados a las condiciones específicas de cada región en Ecuador (Intagri 2020).

2.2 Marco Metodológico

2.2.1 Método

Este trabajo de investigación práctica fue desarrollado mediante la recopilación exhaustiva de información. Se llevó a cabo una minuciosa exploración en diversas fuentes de libre acceso, incluyendo páginas web, artículos científicos, tesis de grado y documentos bibliográficos disponibles en varias plataformas digitales. Es importante destacar que todos los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis detallado, seguido de un proceso de síntesis y resumen.

2.2.2 Metodología

Conforme a las técnicas de investigación, la metodología empleada en este trabajo se clasifica como exploratoria y explicativa. Se considera exploratoria, ya que se centra en documentos de los cuales se extrajo toda la información relevante para el caso de estudio. Asimismo, se clasifica como explicativa, ya que se detalla la relación existente entre las variables de estudio que constituyen parte integral del proyecto.

2.3 Resultados

De acuerdo con lo investigado se ha podido identificar que los principales Chrysomelidae defoliadores en el cultivo de la soja son *D. speciosa*, *Cerotoma tingomariana*, *Cerotoma trifucarta* y *Cerotoma fascialis* y causan importantes daños en diferentes etapas fenológicas del cultivo de soja. Durante la fase inicial de crecimiento, las larvas de estos insectos pueden alimentarse de las plántulas, causando daños en las raíces y reduciendo el establecimiento de la soja en el campo. A medida que el cultivo avanza a la etapa de desarrollo vegetativo, los adultos y larvas continúan su alimentación voraz, defoliando las hojas y afectando la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis y producir alimentos.

Según la investigación realizada, para el control de especies de Chrysomelidae se utilizan métodos de control cultural como la rotación de cultivos, que consiste en alternar los cultivos de soja con otros no hospedadores de los insectos. Esta medida reduce la población de Chrysomelidae en el suelo al privarlas de su fuente de alimento habitual, implica acciones destinadas a conservar la biodiversidad y promover un entorno favorable para los enemigos naturales de los Chrysomelidae.

Estos organismos ayudan a mantener bajo control las poblaciones de insectos plaga de manera natural y sostenible. El control químico es el recurso más empleado cuando otras medidas no son suficientes para controlar las poblaciones de Chrysomelidae y se superan los umbrales de daño económico, consiste en la aplicación de insecticidas selectivos y respetuosos con el medio ambiente para reducir la población de insectos plaga a niveles tolerables, es el método más utilizado y efectivo por los agricultores suele ser el control químico mediante el uso de insecticidas específicos.

2.4 Discusión de resultados

De acuerdo con McCreary *et al.* (2022), el daño infligido por los Chrysomelidae defoliadores en los cultivos de soja constituye una preocupación destacada en todas las fases fenológicas del cultivo, y existen algunas especies que son de importancia económica al afectar estos cultivos, entre las que destacan *Diabrotica speciosa* y *Cerotoma fascialis*. Por otro lado, en concordancia con los

resultados anteriores, Benítez et al. (2017) indica que la defoliación causada por los Chrysomelidae defoliadores representa una amenaza significativa para la producción de soja en el país, dado que afecta directamente la capacidad de la planta para producir nutrientes mediante la fotosíntesis.

En referencia a lo mencionado por Franco (2020) donde menciona que los insectos o plagas defoliadores del cultivo de soja son los *C. fascialis* y *Diabrotica* sp. además que la adopción y aplicación del manejo integrado de estas plagas están influidas por una variedad de factores interrelacionados, estos factores incluyen el nivel educativo de los productores agrícolas, las condiciones económicas y sociales en las que operan, las políticas gubernamentales, la disponibilidad de herramientas para implementar el MIP, los servicios de extensión agrícola, las preferencias del consumidor, entre otros aspectos.

Los resultados indicados por McCreary et al. (2022) el cual indica que el daño causado por los Chrysomelidae defoliadores en el cultivo de la soja es una preocupación significativa en todas las etapas fenológicas del cultivo en diversas regiones del Ecuador, que de igual manera se reporta que ocasionan principalmente una defoliación al alimentarse del follaje de la planta, ocasionando un bajo interés ya que se reduce la capacidad fotosintética de la planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Benítez et al. (2017) se indica que la especie de *C. fascialis* es la de mayor incidencia en los cultivos de soja, en concordancia con Torres (2022) en su estudio, llevado a cabo en la provincia del Guayas, Ecuador, se centra en la evaluación de la presencia y los impactos de *C. fascialis* en los cultivos de soja de esta región. Según indica Gill y O'Neal (2015) existe una diversidad de métodos de control utilizados por los agricultores para manejar los Chrysomelidae defoliadores en el cultivo de la soja, los cuales se comparan con los análisis dado por Torres (2022). Sin embargo, la dependencia excesiva en el uso de insecticidas químicos plantea preocupaciones sobre los posibles efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana, así como el desarrollo de resistencia de las plagas.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

- La investigación resalta la grave amenaza que representan las especies de *Chrysomelidae* defoliadores para los cultivos de soja, mostrando su impacto negativo en el rendimiento y la calidad del grano. Las especies *Diabrotica speciosa*, *Cerotoma tingomariana*, *Cerotoma trifucarta* y *Cerotoma fascialis* son las que mayor incidencia presentan y la defoliación ocasionada por estos insectos no solo reduce la capacidad fotosintética de las plantas, sino que también afecta la calidad del grano.
- El daño causado por los *Chrysomelidae* defoliadores en el cultivo de soja puede ser significativo, especialmente durante las etapas de desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta, estos insectos se alimentan de las hojas de la soja, provocando defoliación y reduciendo la capacidad de fotosíntesis de la planta, se logró observar pérdidas en el rendimiento del cultivo, afectando la producción y la calidad de los granos de soja.
- En cuanto a los métodos de control de los defoliadores, se emplean enfoques culturales, biológicos, etológicos y químicos. En el ámbito cultural, se recomienda la rotación de cultivos, labranza y época de siembra. Para el control etológico, se sugiere el uso de trampas para capturar adultos durante su vuelo. En términos biológicos se utilizan bioinsecticidas como *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana* cuando las poblaciones aumentan. En el control químico se usan insecticidas específicos como cipermetrina o deltametrina, ajustando las dosis según la severidad de la plaga y siguiendo las indicaciones de la etiqueta del producto.

3.2 Recomendaciones

- Realizar evaluaciones y monitoreos constantes al cultivo de soja para determinar el momento adecuado de aplicar algún método de control (umbral económico) y detectar la presencia temprana de Chrysomelidae defoliadores, esto permitirá tomar medidas preventivas o curativas de manera oportuna y reducir el impacto de estas plagas en el rendimiento y la calidad del grano.

Ejecutar el manejo integrado de plagas en los cultivos de soja, combinando diferentes métodos de control como el cultural, biológico, etológico y químico, esto incluye prácticas como la rotación de cultivos, el uso de trampas para capturar adultos, la aplicación de bioinsecticidas y el uso selectivo de insecticidas químicos cuando sea necesario, siguiendo las indicaciones de la etiqueta del producto y respetando los periodos de carencia.

- Promover prácticas agrícolas sostenibles que fomenten la biodiversidad y el equilibrio ecológico en los cultivos de soja, esto puede incluir la implementación de técnicas de manejo del suelo que mejoren la salud de los cultivos, la conservación de hábitats naturales para promover la presencia de enemigos naturales de los Chrysomelidae defoliadores y la adopción de prácticas de agroecológicas que reduzcan la dependencia de pesticidas químicos.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1 Referencias bibliográficas

Abalo, M. 2023. Evaluación de hongos entomopatógenos (Ascomycota: Hypocreales) como potenciales controladores del lepidóptero plaga *Rachiplusia nu* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) del cultivo de soja (*Glycine max*) y su posible aplicación como bioinsecticidas (en línea). Tesis. s.l., Universidad Nacional de La Plata. DOI: <https://doi.org/10.35537/10915/154806>.

Agro Slide. 2024. *Diabrotica speciosa* | Agro Slide Bank (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2024. Disponible en <https://asb.com.ar/insectos/coleopteros/diabrotica-speciosa/>.

Agroproductores. 2020. Plagas: Lepidópteros - Página 3 de 5 - (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2024. Disponible en <https://agroproductores.com/category/plagas-y-enfermedades/plagas/lepidopteros/>.

Agrosavia. 2020. Modelo productivo para el cultivo de maíz y soja en la altillanura colombiana (en línea). s.l., Corporación Colombiana de investigación agropecuaria. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/37678/Ver_Documento_37678.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Amobonye, A; Bhagwat, P; Pandey, A; Singh, S; Pillai, S. 2020. Biotechnological potential of *Beauveria bassiana* as a source of novel biocatalysts and metabolites. *Critical Reviews in Biotechnology* 40(7):1019-1034. DOI: <https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1805403>.

Avila, J; Rodriguez, L; Maldonado, N. 2016. Manejo integrado de plagas de soja en el trópico de México. Mexico, INIFAP.

Barboza, L. 2023. Agricultores retoman el cultivo de soja en Guanacaste con semilla UCR (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2024. Disponible en <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2023/2/20/agricultores-retoman-el-cultivo->

de-soja-en-guanacaste-con-semilla-
ucr/imprimir.html?empotrar=true&ruta=https%3A%2F%2Fwww.ucr.ac.cr%
2Fnoticias%2F2023%2F2%2F20%2Fagricultores-retoman-el-cultivo-de-
soja-en-guanacaste-con-semilla-ucr.

Bel, Y; Ferré, J; Hernández, P. 2020. *Bacillus thuringiensis* Toxins: Functional Characterization and Mechanism of Action (en línea). *Toxins* 12(12):785. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins12120785>.

Benítez, B; López, S; Zaragoza, S. 2017. Sinopsis de los géneros mexicanos de Chrysomelinae (Coleoptera: Chrysomelidae) (en línea). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88(2):335-348. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.026>.

Berzitis, E; Minigan, J; Hallett, R; Newman, J. 2019. Climate and host plant availability impact the future distribution of the bean leaf beetle (*Cerotoma trifurcata*). *Global Change Biology* 20(9):2778-2792. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.12557>.

Binneck, E; Lastra, C; Sosa, D. 2019. Genome Sequence of *Metarhizium rileyi*, a Microbial Control Agent for Lepidoptera (en línea). *Microbiology Resource Announcements* 8(36):e00897-19. DOI: <https://doi.org/10.1128/MRA.00897-19>.

Bladimir, J. 2020. "Efecto de varias alternativas de abonamiento mineral bajo condiciones de riego para optimizar el rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max* L.)". (en línea). . Consultado 24 mar. 2024. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6048>.

Boiça, A; Costa, E; Souza, B; Ribeiro, Z. 2015. Preferência alimentar de adultos de *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae) por folhas e vagens de cultivares de soja (en línea). *Revista de la Facultad de Agronomía* 114(1):8-14. Consultado 28 ene. 2024. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5718193>.

- Busuulwa, A. 2021. Potential of mass trapping as a strategy for managing *Diabrotica balteata* (Coleoptera: Chrysomelidae) in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). (en línea). Consultado 18 mar. 2024. Disponible en <https://repositorio.earth.ac.cr/handle/UEARTH/192>.
- Butt, T; Coates, C; Dubovskiy, I; Ratcliffe, N. 2016. Entomopathogenic Fungi: New Insights into Host-Pathogen Interactions. *Advances in Genetics* 94:307-364. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.adgen.2016.01.006>.
- Carrillo, L. 2019. Cistatinas de cebada: proteínas de defensa contra artrópodos. .
- Casmuz, A; Fadda, L, Vera, M; Jadur, A; Díaz, G; Ramos, L; Tarulli, L; Bayos, N; Fernández, C; Murúa, M; Dami, L, Herrero, M; Daniel, F; Gastaminza, G. 2017. Estrategias para la prevención de la resistencia de insectos en soja Bt: manejo de plagas en el refugio (en línea) (En accepted: 2019-07-25t14:20:03z). Consultado 2 mar. 2024. Disponible en <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/80266>.
- Castro, C; Vera, M; Indacochea, B; Valverde, Y; Ortega, J. 2018. Control etológico de *Thrips* sp. (Insecta: Thysanoptera) y *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus vulgaris* L.) (en línea). *Journal of the Selva Andina Research Society* 9(2):104-112. Consultado 18 mar. 2024. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2072-92942018000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Clarín. 2015. Soja: consejos para controlar dos plagas peligrosas (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2024. Disponible en https://www.clarin.com/agricultura/plagas-picudo-bolillera-dupont-lumiviera-daniel-igarzabal-juan-carlos-morales_0_rkWNJzYvme.html.
- Costa, E; Gomes, E; Reis, L; Foresti, A; Scalon, S; Fernandes, M. 2023. Assessing common bean genotypes for resistance to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Bulletin of Entomological Research* 113(4):546-554. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485323000226>.

- Costa, E; Nogueira, L; de Souza, B; Ribeiro, Z; Louvandini, H; Zukoff, S; Júnior, A. 2018. Characterization of Antibiosis to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Brazilian Maize Landraces. *Journal of Economic Entomology* 111(1):454-462. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/tox350>.
- Das, S; Koner, A; Barik, A. 2019. Biology and life history of *Lema praeusta* (Fab.) (Coleoptera: Chrysomelidae), a biocontrol agent of two Commelinaceae weeds, *Commelina benghalensis* and *Murdannia nudiflora* (en línea). *Bulletin of Entomological Research* 109(4):463-471. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485318000731>.
- Del Valle, E; Frizzo, L; Lax, P; Bonora, J; Palma, L; Bernardi, N; Pietrobon, M; Doucet, M. 2017. Control biológico de larvas de *Diloboderus abderus* (Coleoptera: Scarabaeidae) utilizando *Steinernema rarum* CUL (Nematoda: Steinernematidae) y *Heterorhabditis bacteriophora* SMC (Nematoda: Heterorhabditidae) (en línea). *Crop Protection* 98:184-190. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.04.004>.
- Eben, A. 2022. Ecology and Evolutionary History of Diabrotica Beetles-Overview and Update. *Insects* 13(2):156. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13020156>.
- Fattah, A; Idaryani; Herniwati; Yasin, M; Suriani, S; Salim; Nappu, MB; Mulia, S; Irawan Hannan, MF; Wulanningtyas, HS; Saenong, S; Dewayani, W; Suriyani; Winanda, E; Manwan, SW; Asaad, M; Warda; Nurjanani; Nurhafzah; Gaffar, A; Sunanto; Fadwiwati, AY; Nurdin, M; Dahya; Ella, A. 2024. Performance and morphology of several soybean varieties and responses to pests and diseases in South Sulawesi (en línea). *Heliyon* 10(5): e25507. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25507>.
- Fernandez, R; Alvarez, C; Eggmann Owen, ER; Quiroga, AR. (2020). Efecto del uso de cultivo de cobertura en una secuencia de soja continua en la región semiárida pampeana (en línea). s.l., Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. (info:ar-repo/semantics/artículo) DOI: [https://doi.org/10.19137/semiarida.2020\(02\).37-49](https://doi.org/10.19137/semiarida.2020(02).37-49).

- Franco, R. 2020. Manejo integrado de los principales insectos plaga defoliadores del cultivo de soja (*Glycine max* L.). Tesis de grado. Babahoyo, Universidad Técnica de Babahoyo. 37 p.
- Garcia, A; Godoy, W; Cônsoli, F; Ferreira, C. 2020. Modelling movement and stage-specific habitat preferences of a polyphagous insect pest. *Movement Ecology* 8:13. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40462-020-00198-7>.
- Gill, K; O'Neal, M. 2015. Survey of Soybean Insect Pollinators: Community Identification and Sampling Method Analysis. *Environmental Entomology* 44(3):488-498. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvv001>.
- Gutiérrez, E; Villegas, A. 2022. Determinación morfológica y cariotípica del género *Diabrotica* (Coleoptera, Chrysomelidae), en las localidades de K'ayra y Saylla de la provincia de Cusco (en línea) (En accepted: 2022-08-03t21:35:49z). Consultado 2 mar. 2024. Disponible en <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6626>.
- Halerimana, C; Kyamanywa, S; Olaboro, S; Papanu, P; Nkalubo, ST; Colvin, J; Cheke, RA; Kriticos, DJ; Otim, MH. 2022. Bean Leaf Beetle (*Oothea* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae) Management via Planting Timing and Insecticides. *Insects* 13(8):709. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13080709>.
- Heckel, D. 2020. How do toxins from *Bacillus thuringiensis* kill insects? An evolutionary perspective (en línea). *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 104(2): e21673. DOI: <https://doi.org/10.1002/arch.21673>.
- Herrera, C; Niños, A; Avery, P; Cave, R. 2016. Efecto del Hongo *Isaria fumosorosea* Wize Sobre la Herbivoría por los Adultos del Escarabajo de Margen Amarillo, *Microthea ochroloma* Stål (Coleoptera: Chrysomelidae) (en línea). *CEIBA* 54(2):118-126. Consultado 21 mar. 2024. Disponible en <https://revistas.zamorano.edu/index.php/CEIBA/article/view/1200>.
- Intagri. 2018. Manejo de la Diabrotica en el Cultivo de Maíz | Intagri S.C. (en línea, sitio web). Consultado 21 mar. 2024. Disponible en

<https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo-de-la-diabrotica-en-el-cultivo-de-maiz>.

Juárez, P. 2022. Actividad bioinsecticida del hongo entomopatógeno *Metarhizium rileyi* y de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, contra larvas de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en condiciones de laboratorio (en línea) (En accepted: 2022-01-07t15:32:54z). Consultado 18 mar. 2024. Disponible en <https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/48073>.

Lee, S; Li, C; Davis, J. 2022. Predator-Pest Dynamics of Arthropods Residing in Louisiana Soybean Agroecosystems (en línea). *Insects* 13(2):154. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13020154>.

Lenteren, J; Bueno, V; Luna, M; Colmenarez, Y. 2019. *Biological Control in Latin America and the Caribbean: Its Rich History and Bright Future*. s.l., CABI. 552 p.

Lutaakome, M; Kyamanywa, S; Paparu, P; Olaboro, S; Halirimana, C; Nkalubo, ST; Otim, MH. 2022. Host and Seasonal Effects on the Abundance of Bean Leaf Beetles (*Oothea* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in Northern Uganda (en línea). *Insects* 13(9):848. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13090848>.

Maca, Y; Rodríguez, S; Vela, G; Castellanos, J. 2023. *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin para el control biológico de *Dendroctonus* sp. (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae), en México (en línea). *Latin American Journal of Development* 5(2):475-487. DOI: <https://doi.org/10.46814/lajdv5n2-001>.

Manzaba, S. 2015. Rendimiento y características agronómicas de ocho variedades de soja (*Glycine max* L.) en la zona central del litoral ecuatoriano. (en línea). s.l., Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consultado 27 feb. 2024. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2398>.

- Maqueira, L; Noval, W; Roján, O; Pérez, S; Toledo, D. 2016. Respuesta del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivares de soja *Glycine max.* (L.) Merrill durante la época de frío en la localidad de Los Palacios (en línea). *Cultivos Tropicales* 37(4):98-104. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17255.65447>.
- Mascarin, G; Jaronski, S. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 32(11):177. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>.
- McCreary, C; Smith, J; Bahlai, C; Schaafsma, A; Hallett, R. 2022. Phenology of Bean Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Ontario, Canada and Field Validation of a Degree-Day Model. *Environmental Entomology* 51(1):252-262. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvab106>.
- Mejía, C; Mesa, N. 2016. *Entomología económica y manejo de plagas*. s.l., Universidad Nacional de Colombia. 279 p.
- Mejía, C; Espinel, C; Santos, A; Guevara, J; Grijalba, E; Mejía, C; Espinel, C; Santos, A; Guevara, J; Grijalba, E. 2020. Selección y caracterización de hongos entomopatógenos para el control de *Cerotoma tingomariana* (en línea). *Centro Agrícola* 47(4):32-41. Consultado 22 mar. 2024. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852020000400032&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Mignoni, M; Honorato, A; Kunst, R; Righi, R; Massuquetti, A. 2021. Soybean images dataset for caterpillar and *Diabrotica speciosa* pest detection and classification (en línea). *Data in Brief* 40:107756. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107756>.
- Monar, J. 2012. Determinación del umbral de daño de *rotylechulus reniformis* en tomate (*lycopersicon esculentum* L), pimiento (*capsicum annum* L) y melón (*cucumis melon* L) (en línea). *bachelorThesis*. s.l., Babahoyo: UTB, 2012. . Consultado 24 mar. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/960>.

- Odewole, A; Adebayo, T; Dada, A. 2016. Eficacia de los insecticidas de origen vegetal en el control de los defoliadores de las hojas (*Podagrica uniformis* Jacoby y *Nisotra sjostedti* Jacoby (Coleoptera: Chrysomelidae) de la okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) (en línea). *Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)* 23(4):1-7. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1006-8104\(17\)30001-6](https://doi.org/10.1016/S1006-8104(17)30001-6).
- Oyarvide, H; Arce, T; Loor, W; Quiñonez, G. 2022. La soja en Ecuador: importancia y alternativas para su producción sustentable con rentabilidad económica (en línea). *Revista agroalimentaria* 28(55 (julio-diciembre 2022)):19-38. Consultado 12 ene. 2024. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8879558>.
- Pelizza, S; Schalamuk, S; Simón, M; Stenglein, S; Pacheco, S; Scorsetti, A. 2018. Compatibilidad de insecticidas químicos y hongos entomopatógenos para (en línea). *Revista Argentina de Microbiología* 50(2):189-201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.06.002>.
- Petitpierre, E. 2016. Fauna ibérica : vol. 13 : Coleoptera : Chrysomelidae I (en línea). :1-530. Consultado 18 mar. 2024. Disponible en <https://www.torrossa.com/en/resources/an/3142065>.
- Ploper, L; González, V; Reznikov, S; Hecker, L; De Lisi, V; Henríquez, D; Stegmayer, C; Devani, M. 2015. Evaluación de la eficiencia de fungicidas para el control de las enfermedades foliares de la soja en Tucumán, R. Argentina (en línea). *Revista industrial y agrícola de Tucumán* 92(1):1-15. Consultado 2 mar. 2024. Disponible en
- Quiroga, G; García, L; Grijalba, E; Espinel, C; Otálora, P; Guevara, E; Gómez, M; Barrera, M. 2022. Assessment of a potential bioproduct for controlling *Cerotoma arcuata* tingomariana (coleoptera: Chrysomelidae) (en línea). *Journal of Applied Microbiology* 133(2):1063-1077. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.15630>.

- Reyes, C. 2018. Las plagas iniciales del cultivo de Soja (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2024. Disponible en <https://panorama-agro.com/?p=3237>.
- Ruppel, R. 2017. An Assymmetrical Gynandromorph of *Cerotoma Facialis* (Coleoptera: Celerucidae) (en línea). *The Great Lakes Entomologist* 4(1):1. DOI: <https://doi.org/10.22543/0090-0222.1131>.
- Sanda, N. 2020. Effect of Temperatures on the Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes (*Steinernema carpocapsae* and *Heterorhabditis bacteriophora*) for Biocontrol of *Octodonta nipae* (Maulik). *Nigerian Journal of Entomology* 36:88-95. DOI: <https://doi.org/10.36108/NJE/0202/63.01.01>.
- Sauvu, C; Nápoles, M; Falcón, A; Lamz, A; Ruiz, M; Sauvu, C; Nápoles, M; Falcón, A; Lamz, A; Ruiz, M. 2020. Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (en línea). *Cultivos Tropicales* 41(3). Consultado 2 mar. 2024. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362020000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=pt.
- Sierra, P; Sánchez, T; Rubiano, 2022. Diversidad de la entomofauna asociada a diferentes cultivos en parcelas colindantes en el departamento del Cesar, Colombia (en línea). *Revista chilena de entomología* 48(3):615-627. DOI: <https://doi.org/10.35249/rche.48.3.22.15>.
- Smaghe, F; Spooner, R; Chen, Z; Donovan, M. 2023. Biological control of arthropod pests in protected cropping by employing entomopathogens: Efficiency, production and safety (en línea). *Biological Control* 186:105337. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2023.105337>.
- Stolle, A. 2020. Plagas iniciales en el cultivo de soja (en línea, sitio web). Consultado 26 feb. 2024. Disponible en <https://www.campoagropecuario.com.py/notas/1982/plagas-iniciales-en-el-cultivo-de-soja>.

- Stone, L; Bidochka, M. 2020. The multifunctional lifestyles of *Metarhizium*: evolution and applications. *Applied Microbiology and Biotechnology* 104(23):9935-9945. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10968-3>.
- Tiroesele, B; Skoda, S; Hunt, T; Lee, D; Ullah, M; Molina, J; Foster, JE. 2018. Morphological and Genetic Analysis of Four Color Morphs of Bean Leaf Beetle. *Journal of Insect Science (Online)* 18(2):39. DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey016>.
- Torres, J. 2022. Evaluación de defoliación por *Cerotoma fascialis* mediante dos métodos de muestreos en dos variedades de soja A (*Glycine max*) Salitre - Guayas. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.5102>.
- Vallejos, R. 2023. Acciones para el control de la rosa mosqueta - Neuquén Informa (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2024. Disponible en <https://www.neuqueninforma.gob.ar/acciones-para-el-control-de-la-rosa-mosqueta/>.
- Vásquez, C. 2022. Importancia de la soja (*Glycine max*) en la industria alimentaria (en línea) (En accepted: 2022-07-22t13:20:42z). . Consultado 12 ene. 2024. Disponible en <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10397>.
- Viera, W; Tello, C; Martínez, A; Navia, D; Medina, L; Delgado, A; Perdomo, C; Pincay, A; Báez, F; Vásquez, W; Jackson, T. 2020. Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador (en línea). *Journal of the Selva Andina Biosphere* 8(2):128-149. Consultado 30 ago. 2023. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2308-38592020000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Xiao, Y; Wu, K. 2019. Recent progress on the interaction between insects and *Bacillus thuringiensis* crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 374(1767):20180316. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0316>.

Zambrano, G. 2018. Evaluación de extractos vegetales y dosis de aplicación para control de *Empoasca* sp., (lorito verde) y *Diabrotica spaciata* (mariquita) en el cultivo de *Vigna unguiculata* (fréjol caupi) (en línea). bachelorThesis. s.l., JIPIJAPA-UNESUM. Consultado 21 mar. 2024. Disponible en <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1274>.

Zepeda, I. 2018. Manejo sustentable de plagas agrícolas en México (en línea). *Agricultura, sociedad y desarrollo* 15(1):99-108. Consultado 18 mar. 2024. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1870-54722018000100099&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

4.2 Anexos

	
<p>Chrysomelidae defoliadores de la soja Fuente: (Clarín 2015).</p>	<p>Productores de soja Fuente:(Barboza Barquero 2023).</p>
	
<p>Cultivo de soja Fuente : (Reyes 2018)</p>	<p>Diabrotica Speciosa Fuente: (Agro Slide 2024)</p>

	
<p>Control biológico Fuente: (Agroproductores 2020)</p>	<p>Plagas en cultivo de soja Fuente: (Carrillo 2019)</p>
	
<p>Control químico Fuente: (Vallejos 2023)</p>	<p>Rotacion de cultivo Fuente : (Intagri 2020)</p>