



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SIVICULTURA, PESCA



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 a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Véspidos como agente de control biológico de *Spodoptera frugiperda*
Smith, (1797) en el cultivo de maíz

AUTOR:

Christian Leonidas García Sánchez

TUTOR:

Ing. Agr. Pedro Emilio Cedeño Loja, D.Sc.

BABAHOYO, ECUADOR

2024

RESUMEN

El orden Hymenoptera se compone de 2 subórdenes, 27 superfamilias, 132 familias y un total de 8423 géneros y registra un total próximo a las 16 mil especies existentes descritas. Los principales representantes de este orden son las hormigas, las abejas y las avispas. Se conservar ambientes favorables para la reproducción y anidación de avispas depredadoras de insectos plagas es una alternativa de control amigable y respetuosa con el ambiente. Las avispas son exploradoras y voraces depredadoras de lepidópteros plagas como lo es *S. frugiperda*. El objetivo de esta investigación es Describir los aspectos biológicos de las especies de avispas depredadoras como agente de control de *Spodoptera frugiperda*. Puesto que el uso del control biológico enfocado en véspidos como agente mitigador de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz demostró una eficiencia significativa en la reducción de la población de esta plaga. La información obtenida ha evidenciado una disminución en la densidad de larvas de *S. frugiperda* en parcelas donde se introdujeron véspidos. se ha destacado el potencial impacto positivo del uso de véspidos en términos de sostenibilidad agrícola y conservación del medio ambiente, al reducir la dependencia de los pesticidas químicos y promover la biodiversidad en los agroecosistemas.

Palabra claves: Producción, cogollero del maíz, Hymenopteras, avispas depredadoras.

SUMMARY

The order Hymenoptera is made up of 2 suborders, 27 superfamilies, 132 families and a total of 8423 genera and records a total of close to 16 thousand existing described species. The main representatives of this order are ants, bees and wasps. Preserving favorable environments for the reproduction and nesting of wasps that prey on insect pests is a friendly and environmentally friendly control alternative. Wasps are explorers and voracious predators of lepidopteran pests such as *S. frugiperda*. The objective of this research is to describe the biological aspects of predatory wasp species as a control agent for *Spodoptera frugiperda*. Since the use of biological control focused on vespids as a mitigating agent for *S. frugiperda* in corn cultivation demonstrated significant efficiency in reducing the population of this pest. The information obtained has shown a decrease in the density of *S. frugiperda* larvae in plots where vespids were introduced. The potential positive impact of the use of vespids has been highlighted in terms of agricultural sustainability and environmental conservation, by reducing dependence on chemical pesticides and promoting biodiversity in agroecosystems.

Keywords: Production, corn bollworm, Hymenopteras, predatory wasps.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	5
1.5. LINEA DE INVESTIGACIÓN.....	6
2. MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.1. Producción del cultivo de maíz en Ecuador	7
2.1.1. Taxonomía del cultivo de maíz	7
2.1.2. Morfología del cultivo de maíz	8
2.2. Taxonomía <i>S. frugiperda</i>	8
2.2.1. Descripción biológica de <i>S. frugiperda</i>	9
2.2.2. Daños causados por <i>S. frugiperda</i>	9
2.2.3. Véspidos como control biológico de <i>S. frugiperda</i>	10
2.2.4. Especies de avispas depredadores en <i>S. frugiperda</i>	11
3. MARCO METODOLÓGICO	13
3.1. RESULTADOS.....	13
3.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	14
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16
4.1. CONCLUSIONES.....	16
4.2. RECOMENDACIONES.....	17
5. REFERENCIAS Y ANEXOS.....	18
5.1. REFERENCIAS.....	18

5.2. ANEXOS 22

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El orden Hymenoptera se compone de 2 subórdenes, 27 superfamilias, 132 familias y un total de 8423 géneros y registra un total próximo a las 16 mil especies existentes descritas. Los principales representantes de este orden son las hormigas, las abejas y las avispas. Entre las familias de avispas que más reportan ataque a insectos plagas se encuentra Crabronidae, Pompilidae, y Vespidae, las cuales registran cerca de 18 mil en el mundo (Aguar *et al.* 2013).

La familia Crabronidae es una avispa de formato común que presenta diversidad de colores, su tamaño es variado que va de 5 a 20 mm de longitud y se alimenta de una gran diversidad de insectos plagas. La familia Pompilidae es una avispa delgada de piernas largas y espinosas, las avispas más comunes miden de 15 a 25 mm de longitud pudiendo llegar hasta los 35 mm en especies occidentales. La familia Vespidae, es la avispa popularmente conocida como avispa de papel. Mayormente presenta listas amarillas en su cuerpo y patas casi tan grandes como en Pompilidae, su tamaño es variado presentando especímenes de 6 a 28 mm de longitud y son grandes depredadores principalmente de lepidópteros (Kumar *et al.* 2015).

El lepidóptero *Spodoptera frugiperda* (Smith 1797) perteneciente a la familia Noctuidae del orden Lepidoptera, es la plaga de mayor importancia para el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) a nivel mundial. Los daños causados por este insecto si no es controlado a tiempo puede llegar a la pérdida total de la plata atacada. Su merma en la producción hace que este insecto sea controlado de forma obligatoria y de mayor demanda de atención por parte del productor maicero (Saiful *et al.* 2021, Pehlivan y Atakan 2022).

Entre las formas de control a este insecto plaga en el contexto del Manejo Integrado de Plagas (MIP) en el cultivo del maíz está el uso del control biológico. El mismo que usa a otros insectos para reducir a niveles tolerables el ataque del gusano cogollero *S. frugiperda*. El control biológico ofrece varias ventajas para el

manejo de insectos plagas. Este método de control es un enfoque respetuoso con el medio ambiente ya que utiliza enemigos naturales para reducir o mitigar su daño (Ralph *et al.* 2017, Murgas 2022.).

Conservar ambientes favorables para la reproducción y anidación de avispas depredadoras de insectos plagas es una alternativa de control amigable y respetuosa con el ambiente. Las avispas son exploradoras y voraces depredadoras de lepidópteros plagas como lo es *S. frugiperda*. Por ese motivo, se torna importante saber cuáles son las especies de avispas que atacan al gusano cogollero del maíz con la finalidad de conservarlas cerca del cultivo de maíz.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo del maíz es de gran importancia para la alimentación mundial, siendo usada principalmente para el consumo animal y la transformación a biocombustibles. El Ecuador, es uno de los países tropicales en el que se cultiva este cereal, registrando para el año 2022 un área total 362.473 has cultivadas con un rendimiento de 4,52 toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$) según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO (FAO 2023).

En el Ecuador, se siembra el maíz duro en la región Costa y el maíz suave o blanco en la región Sierra. Estos, presentan caracteriza por diversidad de colores, tamaños, texturas y formas del grano. Lo que ha conllevado a demandas tecnológicas y mayor demanda de investigación con la finalidad de incrementar su producción en las regiones productoras del país (Caviedes *et al.* 2022).

Sin embargo, la producción del cultivo del maíz está limitada al ataque de insectos plagas como lo es el *S. frugiperda*, que es capaz de reducir totalmente la producción si esta no es controlada a tiempo (Saiful *et al.* 2021, Pehlivan y Atakan 2022).

Las avispas depredadoras se tornan una aliada al productor maicero. Estas, eliminan los insectos plagas impidiendo que continúe con su daño, siendo esta una herramienta biológica de control en el MIP en el cultivo del maíz. Consérvalas cercas del cultivo y mantener un cuidado al momento de aplicar productos plaguicidas las torna una fuente de control primario para los lepidópteros plagas como lo es el *S. frugiperda* en el cultivo de maíz.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción de cultivo del maíz en el país se incrementa en el territorio nacional y la Costa ecuatoriana es el sector maicero más importante donde se destaca la provincia de Los Ríos. Sin embargo, la producción se ve afectada por el ataque a causa del insecto plaga *S. frugiperda*. Este insecto es considerado el principal insecto plaga del cultivo. Su daño puede reducir la producción total si no es controlada. La principal forma de control es la utilización de productos químicos, los mismo que causan un efecto negativo al ambiente y al agricultor.

El control biológico es una herramienta alternativa considerada dentro del MIP. El uso de enemigos naturales como los depredadores son una fuente de control eficaz si este es permitido. Por tal razón, este trabajo de revisión bibliográfica pretende indicar una lista de avispas depredadoras de *S. frugiperda* para conocimiento de estudiantes, profesionales y agricultores maiceros con la finalidad que se reconozca 1) su acción benéfica de estas avispas en el cultivo, 2) cuidar los lugares de anidación natural y 3) incentivar a replicar los sitios de anidación con la finalidad de incrementarlos cerca de su cultivo de maíz para tener el control constante y oportuno *S. frugiperda*.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Describir los aspectos biológicos de las especies de avispas depredadoras como agente de control de *Spodoptera frugiperda*.

1.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar la biología de las especies de avispas depredadoras de *S. frugiperda*.
- Compilar la diversidad de especies de avispas depredadoras de *S. frugiperda*.

1.5. LINEA DE INVESTIGACIÓN

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Producción del cultivo de maíz en Ecuador

El maíz es un cultivo muy importante a nivel nacional puesto que cumple un rol inminente en la seguridad alimentaria de la población, como también se destaca por ser uno de los productos destinados a los alimentos balanceados en función de la producción de maíz amarillo duro en un 80% del sector pecuario (Hernández 2019).

Según datos proporcionados por INEC (2022) la producción de maíz duro en 2021, fue de 1,70 millones de toneladas, crecimiento significativo de un 30,23% respecto al año 2020. La provincia de Los Ríos tiene la mayor participación dedicada al rubro agrícola de este cultivo en el cual se estableció una población de 46,02 %, seguido de la producción nacional en la provincia de Manabí con 29.84 %.

No obstante, una limitante que aqueja a los productores de maíz son los altos costos de producción y el ataque de plagas y enfermedades que disminuyen la calidad y productividad del maíz ecuatoriano. La falta de semillas de calidad sembradas durante períodos de sequía y heladas es un problema que se refleja en la Sierra, lo que hace que la producción de maíz sea vulnerable para los agricultores de la región (Zambrano y Caviedes 2022).

2.1.1. Taxonomía del cultivo de maíz

Según Ríos (2021) manifiesta que el maíz establece su taxonomía la siguiente manera:

Reino: Vegetal

Subreino: Embryobionta

División: Angiospermae

Clase: Monocotyledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *mays*

Nombre científico: *Zea mays* L

2.1.2. Morfología del cultivo de maíz

Según Villacis (2021) describe que la morfología se encuentra planteada de la siguiente forma:

- **raíces fibrosas:** ancladas, adventicias y seminales. Suele extenderse en un radio de aproximadamente 1 metro en los lados y 2,20 metros en los lados.
- **El tallo** de la planta del maíz es vertical y puede tener nudos y entrenudos. Esta es la parte que sostiene las hojas, espigas y raíces.
- **Las hojas** suelen estar dispuestas en sépalos elevados, que son cilíndricos en la parte inferior, y sirven para cubrir los entrenudos del tallo, encerrando los pendientes, pero glabros en las puntas.
- **Las flores** femeninas del maíz se ubican en la parte basal de los entrenudos desarrollados en el tallo, desarrollan de 1 a 3 mazorcas con ovarios, de donde se producen los granos durante la polinización.
- **Los granos**, también conocidos como cariopsis, se dividen numéricamente 600-1000 unidades por mazorca dispuestas en filas que se extienden un promedio de 14 líneas

2.2. Taxonomía *S. frugiperda*

La clasificación taxonómica del gusano cogollero *S. frugiperda* según Arellano (2023) se define de la siguiente manera:

- **Reino** Animal
- **Phylum** Arthropoda
- **Clase** Insecta
- **Orden** Lepidoptera
- **Familia** Noctuidaea
- **Género** *Spodoptera*
- **Especie** *frugiperda*
- **Nombre científico** *Spodoptera frugiperda*

2.2.1. Descripción biológica de *S. frugiperda*

S. frugiperda pertenece al grupo de los insectos holometábolos. En este caso se distinguen cuatro estadios diferentes de desarrollo (adulto, huevo, larva y pupa). Las larvas pasan por seis estadios, o estadios, de los cuales los dos primeros son los más importantes en cuanto a medidas de control se refiere. Durante los primeros días de desarrollo de la planta, el daño causado por la larva puede ser de dos tipos: corta la planta cerca del suelo (actuando como un gusano) o se come parcial o totalmente las hojas (oruga defoliadora), lo que puede provocar la muerte de la planta si afecta el meristemo apical (Ávila *et al.* 2023).

Considerando el cambio de temperatura, el ciclo biológico de este insecto es de 30 a 70 días, puesto que el ciclo es más corto a altas temperaturas y varios días más a bajas temperaturas. *S. frugiperda* evidencia una completa metamorfosis y pasa por cuatro etapas de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (Moreira 2020).

2.2.2. Daños causados por *S. frugiperda*

El gusano cogollero es una plaga económicamente importante y se considera una de las plagas más importantes en la producción de maíz ecuatoriano. Puesto que produce infestaciones graves causando graves daños a los cultivos y provocando importantes pérdidas de producción. El daño causado por

S.frugiperda suele ser dentro de un rango del 30% o llegar a aumentar más del 50% de daño al cultivo (Moreira 2020).

S.frugiperda inicia el daño en estado larvario, se introducen al cogollo de la planta de maíz; Posteriormente se manifiesta en las heces que aparecen en las hojas, luego comienzan a realizar daños en las hojas, siguen realizando destrozos en el tallo, mismas que pueden llegar hasta la raíz, visualmente la planta se identifica de forma vertical, mientras que sus hojas comienza a secarse (Chuan 2023).

2.2.3. Véspidos como control biológico de *S. frugiperda*

Una de las características de los depredadores es que suelen ser más grandes que sus presas y comen muchos insectos individuales. Las hembras suelen poner sus huevos cerca de la comida, nunca sobre ella. Los insectos depredadores pueden masticar o chupar. Esto se aplica a los depredadores cuyas mandíbulas matan a sus presas atrapándolas con sus mandíbulas y masticándolas para consumirlas; En tal sentido dentro del grupo de depredadores más eficaces se encuentran las avispas de la familia Vespidae (Hymenoptera) (Constantino 2020).

En el contexto de insectos Hymenópteros, avispas pertenecientes a la familia Vespidae (comúnmente conocidos como véspidos) son considerados de gran importancia como depredadores de organismos nocivos como el gusano cogollero *S. frugiperda* que afectan los cultivos de maíz; La mayoría son insectos grandes (longitud: 1,25-1,5 cm), resistentes y con rayas amarillas, negras y marrón oscuro. En este sentido se idéntico una familia determinada como el género *Polistes* como agente de control biológico, de tal manera estudios empleados en Cuba describieron cuatro especies: *Polistes major* P., *Polistes cubensis* Lep., *Polistes poeyi* Lep. y *Poliste. incertus* Cress (Constantino 2020).

2.2.4. Especies de avispas depredadores en *S. frugiperda*.

Avispas (*Polistes* sp)

Las avispas del género *Polistes* sp. pueden desempeñar un papel en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante la depredación de sus huevos o larvas (Gonzales *et al.* 2019).

No obstante, este tipo de avispas *Polistes* se caracterizan por construir panales arbustos o listones de casa, mezclando fibras vegetales con ellos saliva suelen tener una sola capa de celdas abiertas con tapa, apariencia mínima. Su región de origen es la Europa mediterránea, y en este caso suelen encontrarse con mayor frecuencia en áreas cosmopolitas, aunque también se pueden ver en el campo (Hormiga 2020).

El género *Polistes* tiene variedad de colores y algunas especies introducidas se han convertido en plagas, especialmente en ecosistemas insulares. Principalmente, estas aves se dedican a beber néctar, jugos de frutas y atrapar larvas de *S. frugiperda*, que son alimento para su nido (Carvajal 2020).

Avispa (*Polybia occidentalis scutellaris*)

América Latina es hogar de una gran diversidad de especies de himenópteros, incluidas avispas del género *Polybia*. Este género pertenece a la subfamilia Polistinae y se distribuye desde Centroamérica hasta Sudamérica, principalmente Brasil y Argentina. A nivel taxonómico, corresponde a una de las subfamilias más diversas pertenecientes a la familia Vespidae (suborden Apocrita, orden Hymenoptera), con una distribución global y habitando en muchos hábitats diferentes. Son avispas sociales que se dividen en 4 tribus, 26 familias y aproximadamente 958 especies (Rodríguez-Picado 2022).

Las avispas del género *Polybia* se conocen como avispas del papel en relación a el material que utilizan para hacer sus nidos. Es configurada como una

de la avispa social más común y dominante en el Neotrópico. En el Callejón Interandino se les puede observar en bosques andinos bien conservados (Carvajal 2020).

Por consiguiente, una fuente alimenticia fundamental de estas avispas son las orugas. De tal manera, los gusanos como *S. frugiperda*, cumplen con la metamorfosis completa, en el cual estas avispas atacan principalmente en su estado larval. Afortunadamente, estas avispas sociales comen toneladas de gusanos, ayudando a mantener el equilibrio entre gusano- plantas (Chris 2022).

Avispa alemana (*Vespula germanica*).

Especie perteneciente al orden Hymenoptera (familia Vespidae) y son especies eusociales originarias de Europa, Asia y norte de África cuya distribución nativa abarca una gran variedad de ambientes eco-climáticos (Mattiacci 2019).

Teniendo en cuenta su dieta general y su comportamiento depredador, esta avispa tiene un impacto significativo en diversas actividades productivas rurales y urbanas. Las obreras de estas especies, como muchos otros insectos depredadores, tienen mandíbulas cortantes grandes y eficaces para capturar, someter y manipular presas. Poseen ojos grandes para detectar presas potenciales y capacidad de volar, la dieta extensa de la avispa amarilla varía según las necesidades de la especie y la demanda de energía, durante la construcción del nido o a bajas temperaturas) su alimento consiste en principalmente en carbohidratos; mientras que la ingesta de proteínas es mayor cuando las obreras tienen que alimentar a las larvas y a las crías (Mattiacci 2019).

3. MARCO METODOLÓGICO

El presente documento es la base de componente práctico que se efectuará con la recopilación de todo tipo de información a modo de investigación bibliográfica en las diversas fuentes de información como tesis, artículos científicos, libros y documentaciones disponibles en las plataformas digitales.

La información obtenida será analizada mediante la técnica de lectura, análisis, síntesis y finalmente resumen, con el firme propósito de responder la información específica en los objetivos del proyecto, que lleva por temática “Véspidos como agente de control biológico del gusano cogollero del maíz *S. frugiperda* Smith, (1797)”. Enfatizando de esta manera la importancia y fundamentos generales para el consentimiento académico y social del lector.

3.1. RESULTADOS

Se encontró que el uso de véspidos como agente de control biológico de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz demostró una eficiencia significativa en la reducción de la población de esta plaga. La información obtenida ha evidenciado una disminución en la densidad de larvas de *S. frugiperda* en parcelas donde se introdujeron véspidos.

La revisión exhaustiva de la literatura científica revela que los véspidos pertenecientes a diferentes géneros, como *Polistes sp*, *Polybia sp* y *Vespula germanica*, han demostrado ser eficaces en la supresión de las poblaciones de *S. frugiperda* en diversos sistemas de cultivo de maíz. Estos véspidos actúan ya sea como depredadores de sus huevos o larvas, contribuyendo así a la reducción de las tasas de infestación y los daños en los cultivos.

Asimismo, se ha encontrado evidencia de que la integración de véspidos como parte de un enfoque de manejo integrado de plagas puede resultar en beneficios económicos y ambientales a largo plazo. Al reducir la dependencia de los pesticidas químicos, se promueve la conservación de la biodiversidad y se

minimiza el riesgo de contaminación ambiental y de residuos tóxicos en los alimentos.

En función de los hallazgos anteriormente expuestos, los resultados de esta investigación respaldan la viabilidad y la eficacia del uso de véspidos como agentes de control biológico de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz. Estos hallazgos subrayan la importancia de continuar investigando y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles que favorezcan la conservación de los recursos naturales y la seguridad alimentaria a nivel global.

3.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación documental sobre el uso de véspidos como agente de control biológico de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz ha arrojado luz sobre varios aspectos clave que tienen implicaciones significativas tanto para la agricultura como para la conservación del medio ambiente.

En primer lugar, los resultados de esta revisión confirman la eficacia de los véspidos como agentes de control biológico de *S. frugiperda*. La literatura consultada proporciona evidencia sólida de que diversas especies de véspidos depredadores, ya que son capaces de reducir las poblaciones de esta plaga en los campos de maíz. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar véspidos como una estrategia complementaria o alternativa al uso de pesticidas químicos en el control de plagas.

Sin embargo, es importante destacar que la efectividad de los véspidos como agentes de control biológico puede variar según una serie de factores ambientales y agronómicos. Por ejemplo, se ha observado que la disponibilidad de hábitats adecuados para los véspidos, como áreas con vegetación nativa o refugios naturales, puede influir en su capacidad para establecer poblaciones estables y mantener un control efectivo de las poblaciones de *S. frugiperda*. Además, las condiciones climáticas, la diversidad de la comunidad de insectos y la presencia de otros factores estresantes pueden afectar la eficacia del control biológico.

Otro aspecto relevante es la reducción del uso de pesticidas químicos asociada con el empleo de métodos de control biológico puede contribuir a la preservación de la biodiversidad, la mejora de la calidad del suelo y del agua, y la reducción de la contaminación ambiental. Además, al disminuir la exposición de los agricultores y consumidores a sustancias tóxicas, se promueve la seguridad alimentaria y la salud humana.

Es importante reconocer que, a pesar de los beneficios potenciales del uso de vespídos como agentes de control biológico, existen también desafíos y limitaciones que deben abordarse. Por ejemplo, algunos estudios han señalado la necesidad de investigar más a fondo los efectos secundarios potenciales de los vespídos en su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas y sistemas agrícolas.

Finalmente, los resultados de esta investigación documental respaldan la promoción del uso de vespídos como una herramienta efectiva y sostenible para el control de *S. frugiperda* en los cultivos de maíz. Sin embargo, se requiere un enfoque integrado y multidisciplinario que considere tanto los aspectos biológicos como los socioeconómicos y ambientales para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos asociados con esta estrategia de manejo de plagas.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

La presente investigación enfocada en el uso de véspidos como agente de control biológico de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz proporciona evidencia sólida y perspectivas valiosas para el manejo integrado de plagas en la agricultura.

- La literatura revisada respalda la rentabilidad del uso de véspidos como una estrategia alternativa que minimice al uso de pesticidas químicos promoviendo la protección ambiental y la sostenibilidad agrícola.
- Las avispas del género *Polybia* sp se configuran como una de la avispa depredadoras de mayor impacto por alimentarse de larvas, especialmente de *S. frugiperda*.
- El control biológico con véspidos resalta la importancia de considerar los aspectos ecológicos y agronómicos como una alternativa para implementar estrategias de manejo de plagas en los cultivos de maíz ecológicos.
- Para concluir este estudio se deduce que el uso de véspidos como un medio eficaz y sostenible para controlar *S. frugiperda* en el maíz es un factor clave en la agricultura sostenible.

4.2. RECOMENDACIONES

En contraste a la información presentada se describen las siguientes recomendaciones:

- Se deben implementar investigaciones en cuanto a la ecología y el comportamiento de los véspidos y su interacción con *S. frugiperda* en diferentes condiciones ambientales y agronómicas. Esto incluye estudios que evalúen la eficacia de diferentes especies de véspidos, así como su capacidad para adaptarse a distintos sistemas de cultivo de maíz.
- Establecer programas de monitoreo de las poblaciones de véspidos y *S. frugiperda* en los campos de maíz, para comprender mejor sus dinámicas poblacionales y prevenir posibles brotes de la plaga.
- Fomentar la implementación de estrategias integradas al control de plagas en función de depredadores como los véspidos expuestos en el estudio y adaptándolas a las condiciones locales.

5. REFERENCIAS Y ANEXOS

5.1. REFERENCIAS

- Alban, G. 2022. Generación de tecnologías en el cultivo de maíz en Iberoamérica. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(1): 1-2. Disponible en DOI: <https://dx.doi.org/10.18272/aci.v14i1.2625>
- Aguiar, A; Deanos, A; Engel, M; Forshage, M; Huber, J; Jennings, J; Johnson, N; Lelej, A; Longino, J; Lohrmann, V; Mikó, I; Ohl, M; Rasmussen, C; Taeger, A; Ki Yu, D. 2013. Orden himenópteros. En: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Biodiversidad animal: un esquema de clasificación de nivel superior y estudio de la riqueza taxonómica. 5(1):51 – 62.
- Arias, M. 2021. Control Biológico En Insectos Plagas De Importancia Agrícola. Memorias del II Congreso de Control Biológico Aplicado. 107 p. Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/whitney123,+Memorias+II+Control+Biolo%C3%8C_gico+rev+PC+CCC+(1)+rev+ALR+FINAL.pdf
- Arellano, J. 2023. Determinación de la esperanza de vida del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el agroecosistema de maíz. Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma De Sinaloa. 73 p. Disponible en http://repositorio.uas.edu.mx/xmlui/bitstream/handle/DGB_UAS/517/Determinaci%C3%B3n%20de%20la%20esperanza%20de%20vida%20del%20gusano%20cogollero%20Spodoptera%20frugiperda%20%28J.%20E.%20Smith%29%20en%20el%20agroecosistema%20de%20ma%C3%ADz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ávila, D; Cervantes, F; Rodríguez, G; Gámez, A; García, J; Mendoza, M. 2023. Daño y dinámica poblacional del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en líneas élite de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 34 (3): 1-12. Disponible en <https://dx.doi.org/10.15517/am.2023.53809>
- Carvajal, V. 2020. Algunas avispas interesantes del callejón interandino. Escuela politécnica Nacional. Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21013/1/Algunas%20avispa%200interesantes%20del%20Callej%C3%B3n%20Interandino2a.pdf>
- Caviedes, M; Carvajal, F; Zambrano, J. 2022. Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. Revista ACI Avances en Ciencias e Ingenierías, 14(1): 1-21. DOI: disponible en <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>Licencia

Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

- Chris, A. 2022. Las Avispas Sociales de Norteamérica, Centroamérica, y el Caribe. Owlfly Publishing. Disponible en [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5Eq9EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Avispa+alemana+\(Vespula+germanica\).+&ots=s5cUBibuSI&sig=TfUM0oHnkSJqRXCzWc4Nn8SkI5A#v=onepage&q=Avispa%20alemana%20\(Vespula%20germanica\).&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5Eq9EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Avispa+alemana+(Vespula+germanica).+&ots=s5cUBibuSI&sig=TfUM0oHnkSJqRXCzWc4Nn8SkI5A#v=onepage&q=Avispa%20alemana%20(Vespula%20germanica).&f=false)
- Chuan, F. 2023. Efecto de insecticidas biológicos en el control de Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz, La Guayaba, Jaén, 2022. Tesis Ing. Agr. Universidad Politécnica Amazónica. 63 p. Disponible en https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/207/TESIS_CHUAN_CARHUAJULCA_FLAVIO_CESAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Constantino, L. 2020. Controlar factores biológicos naturales. En P. Benavides Machado & CE Góngora (Eds.), El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano, 36–67 p. Cenicafé. Disponible en https://doi.org/10.38141/10791/0001_3.
- INEC. 2022. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) Boletín técnico. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Bolet%C3%ADn%20t%C3%A9cnico.pdf
- Hernández, J. 2019. Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el Iniap. Ponencia presentada en XXIII Reunión Latinoamericana del Maíz y IV Congreso de Semillas, 30-31 pp. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5457>
- Hormiga, M. 2020. Evolución de la sensibilización alérgica a los dos géneros de avispas más alergénicos en Valladolid. Tesis. Ing. Agr. Universidad de Valladolid. 23 p. Disponible en <https://vadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/47549/TFG-M2142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, J; Rossini, C; Rossini, B. 2019. Depredación de *Polistes* sp. (Hymenoptera: Vespidae) sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en el sur de Santa Fe (Argentina). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 64, 77–82.

- Kumar, P; Kundu, B; Kazmi, S. 2015. Insecta: Hymenoptera: Vespidae. Zoological Survey of India, Fauna of Uttar Pradesh, State Fauna Series. 5(22): 581 - 595.
- Mattiacci, A. 2019. Conducta de recolección de alimento en *Vespula germanica*: implicancias para el control de avispas sociales invasoras en la Patagonia. Tesis Ph.D Ciencias biológicas. Universidad De Buenos Aires. 149 p. Disponible en https://repositorio.inta.gov.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/7537/INTA_CRPatagoniaNorte_EEABariloche_Mattiacci_A_Conducta_De_Recolecti%C3%B3n_De_Alimento_En_Vespula_Germanica.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page33
- Mazumdar, P; Girish, P; Kazmi, S. 2021. Hymenoptera: Vespidae. In: Faunal Diversity of Biogeographic Zones of India. Revista NorthEast. 1(2): 361 - 366.
- Moreira, L. 2020. Determinación del ciclo de vida del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), de maíz en condiciones controladas. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. 72 p. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b10664e0-2a46-475c-8d25-482faa344bcd/content>
- Murgas, A. 2022. Enemigos Naturales de *Dione juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) en Cultivo de *Passiflora edulis* Sims, J. (1818) Centro Regional Universitario de Coclé, Universidad de Panamá. 22(1): 2415- 0940.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2023) Datos estadísticos FAOSTAT. Disponible en <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Pehlivan, S; Atakan, E. 2022. First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 37(2): 139-145.
- Ralph, P., S., Krogmann, L., Mayer, C., Rust, J., Misof, B., Niehuis, O. 2017. Evolutionary history of the Hymenoptera. Current Biology. 27(7):1013-1018.
- Rios, C. 2021. Caracterización morfoagronómica y fisicoquímica de 15 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) con fines de fitomejoramiento. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Machala. 57 p. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16564/1/TTUACA-2021-IA-DE00030.pdf>

- Rodríguez, I; Chavarría, L; Centeno, C. Veneno de avispas de los géneros *Parachartergus* sp. y *Polybia* sp (Vespidae: Polistinae) en Costa Rica: un potencial biológico por explorar. *Tecnología en Marcha*. 35(4):18-27.
- Saiful, Z; Mohd M; Lailatul, J; Wan, K. 2021. First incidence of the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) attacking maize in Malaysia. *Revista BiolInvasions Record*. 10(1):81 - 90.
- Villacis, J. 2021. Evaluación de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Sometido a tres densidades de siembra en la zona de Ventanas, Provincia De Los Ríos. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. 90 p. disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1fc43c98-15b5-48c9-9e4e-806757615869/content>
- Zambrano, J; Caviedes, M. 2022. Estado actual de la producción de maíz en Ecuador. En: *Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana de Maíz*. INIA, Lima, Perú, 23 p. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5886>

5.2. ANEXOS

Anexo 1. Avispa *Polistes* sp. depredando una larva del gusano cogollero.



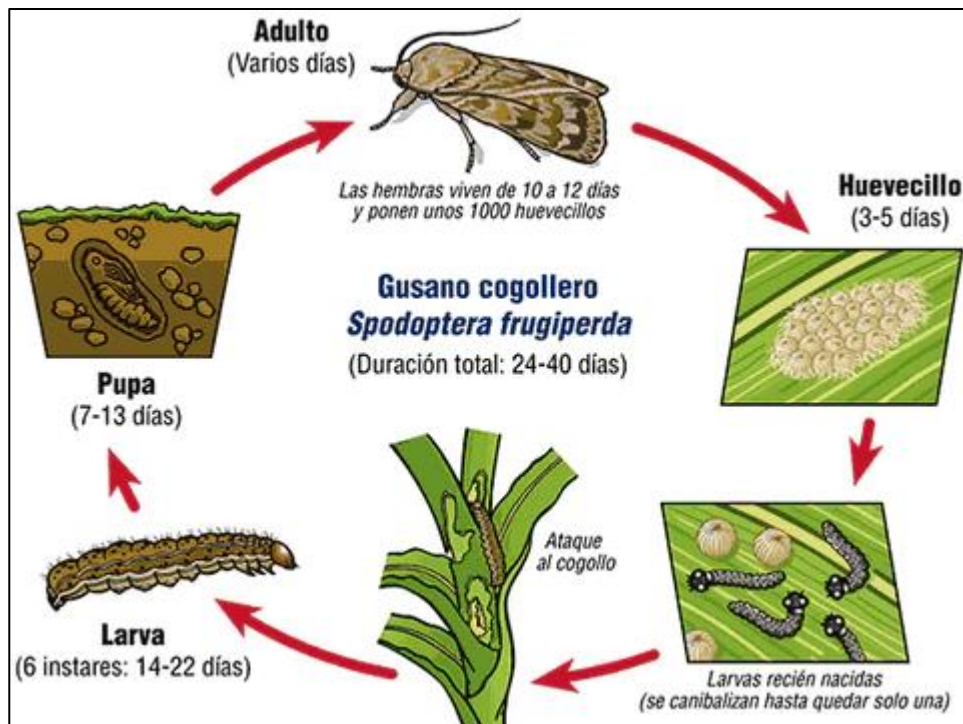
Elaborado por Mattiacci (2019)

Anexo 1. Daños ocasionados por *S.frugiperda*.



Elaborado por Villacis (2021)

Anexo 2. Ciclo biológico de *S. frugiperda*.



Elaborado por Saiful *et al.* (2021)

Anexo 4. *Polivia* depredador de larvas.



Elaborado por Chris (2022).