



**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:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

Aspectos biológicos de *Cotesia flavipes* Camerom como agente de control biológico del barrenador del tallo *Diatraea saccharalis* Fabricius en el cultivo de caña de azúcar.

**AUTORA:**

Asly Sadith Barco Cabezas

**TUTOR:**

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

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

## RESUMEN

*D. saccharalis* conocido como el barrenador del tallo de la caña de azúcar *S. officinarum* causada daño a lo largo del crecimiento del cultivo. Su ataque es reportado desde la semilla donde produce disminución de la germinación, produce su inviabilidad, y cuando ataca platas de tamaño mediano a grande produce cogollos muertos, además, de producir reducción del crecimiento y tallos quebrados y crecimiento reducido. El daño es ocasionado por la larva de *D. saccharalis* es de acción directa e indirecta ya que se alimentan de los tallos barrenándolos y produce galerías en su interior, impiden el transporte de nutrientes. Cada 1 % de los entrenudos barrenados provoca pérdidas del 1,50 % en la productividad del tallo. Sin embargo, el control biológico mediante el uso del micro parasitoide *C. flavipes* es reportado en todas las partes productoras de caña. Siendo este insecto el control más efectivo y viable. El objetivo de este trabajo es, indicar la biología de *C. flavipes* en el barrenador del tallo *D. saccharalis* y determinar la acción de parasitoidismo de *C. flavipes*. *D. saccharalis* es un insecto que pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto, siendo que el estado larval es el que causa el daño. El mejor para control *D. saccharalis* es el control biológico mediante liberaciones de *C. flavipes* en cultivos de caña de azúcar. Su liberación en campo registra ataques próximos al 70% por la micro avispa *C. flavipes*, Además se hace hincapié que los factores ambientales juegan un papel fundamental a la hora de la liberación y dispersión de los parasitoides de *C. flavipes*

**PALABRAS CLAVES:** Control-biológico, parasitoide, biología.

## SUMMARY

*D. saccharalis* known as the sugarcane stem borer *S. officinarum* caused damage throughout the growth of the crop. Its attack is reported from the seed where it produces a decrease in germination, produces its non-viability, and when it attacks medium to large sized plants it produces dead buds, in addition to producing reduced growth and broken stems and reduced growth. The damage caused by the larva of *D. saccharalis* is of direct and indirect action since they feed on the stems by boring them and producing galleries inside them, preventing the transport of nutrients. Each 1% of the internodes drilled causes losses of 1.50% in stem productivity. However, biological control through the use of the microparasitoid *C. flavipes* is reported in all sugarcane producing parts. This insect being the most effective and viable control. The objective of this work is to indicate the biology of *C. flavipes* in the stem borer *D. saccharalis* and to determine the parasitoid action of *C. flavipes*. *D. saccharalis* is an insect that goes through the stages of egg, larva, pupa and adult, with the larval stage being the one that causes the damage. The best way to control *D. saccharalis* is biological control through releases of *C. flavipes* in sugarcane crops. Its release in the field registers attacks close to 70% by the micro wasp *C. flavipes*. It is also emphasized that environmental factors play a fundamental role in the release and dispersal of *C. flavipes* parasitoids.

**KEY WORDS:** Control-biological, parasitoid, biology

## TABLA 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. Objetivos específicos .....	5
1.5. LINEAS DE INVESTIGACION .....	5
2. DESARROLLO .....	6
2.1. MARCO CONCEPTUAL .....	6
2.1.1 Generalidades .....	6
2.1.2. Biología de <i>D. saccharalis</i> .....	6
2.1.2.1 Huevo .....	6
2.1.2.2 Larva.....	6
2.1.2.3. Pupa .....	7
2.1.2.4. Adulto .....	7
2.1.3 Clasificación taxonómica de <i>D. Saccharalis</i> .....	7
2.1.4 Daños de <i>D. saccharalis</i> en platas de <i>S. officinarum</i> . .....	7
2.2 Biología de <i>C. flavipes</i> .....	8
2.2.1. Taxonomía de <i>C. flavipes</i> .....	8
2.2.2 Comportamiento de búsqueda sobre <i>D. sacchalalis</i> .....	8
2.2.3 Biología de <i>C. flavipes</i> .....	9
2.2.3.1 Incubación de los huevos de <i>C. flavipes</i> .....	9
2.2.3.2 Instares y desarrollo larval de <i>C. flavipes</i> . .....	9
2.2.3.3 Incubación pupa de <i>C. flavipes</i> .....	10
2.2.3.4 Aspectos biológicos del adulto de <i>C. flavipes</i> .....	10
2.2.4 Parasitismo de <i>C. flavipes</i> sobre su hospedero <i>D. saccharalis</i> . .....	10
2.2. METODOLOGÍA.....	11
2.3. RESULTADOS .....	12
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	13
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	14
3.1. CONCLUSIONES .....	14
3.2. RECOMENDACIONES .....	15

04. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	16
4.1. <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	16

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Conocida comúnmente como caña de azúcar *Saccharum officinarum* L., es cultivada en todo el mundo desde hace más de cientos de años. Su alto valor económico hace de este cultivo uno de los pioneros con el 70% de toda la azúcar producida mundialmente. Este cultivo se caracteriza por la acumulación de sacarosa en su tallo en el período de maduración. El producto principal de la caña de azúcar es el azúcar refinado, pero durante su procesamiento se obtienen diversos subproductos que incluyen jugo de caña, panela, bagazo, melaza entre otros (Ali *et al.* 2019).

La caña de azúcar tiende a incrementar sus demandas de producción, considerando las perspectivas macroeconómicas a nivel mundial, debido a que el mercado tiene altos requerimientos de azúcar y melaza para la producción agroindustrial y su demanda se ve reflejada por el incremento en su área plantada (Lagos-Burbano y Castro-Rincón 2019).

En todo el mundo, se producen casi 1900 millones de toneladas de caña de azúcar por año y Brasil es el mayor productor con un volumen de producción de 770 millones de toneladas por año, siendo este país Sudamericano responsable de aproximadamente el 41% de la producción mundial. Argentina, Colombia, Guatemala y México también se encuentran entre los países líderes en la producción de caña de azúcar en Latinoamérica (BIG 2023).

En el Ecuador las provincias de Guayas, Los Ríos, Imbabura, Cañar y Loja son las zonas donde se cultiva la caña de azúcar siendo la provincia del Guayas la que más aporta a la producción nacional. Tres ingenios son los que albergan más de 71 mil hectáreas sembradas produciendo aproximadamente 531 toneladas (CINCAE 2020).

Las grandes plantaciones conllevan un sinnúmero de problemas fitosanitarios que disminuyen los rendimientos de los cultivos. En el caso de la caña de azúcar *Diatrea saccharalis* Fabricius en 1794, también conocido como el barrenador del tallo, es una especie de polilla de la familia Crambridae que se encuentra dispersa por la mayor parte de Sudamérica, Centroamérica, el Caribe y el sur de Estados Unidos, e infesta una variedad grande de plantas (Grimi *et al.* 2018).

El daño es ocasionado por la larva de *D. saccharalis* es de acción directa e indirecta ya que se alimentan de los tallos barrenándolos. Al barrenarlos, produce galerías en su interior que dañan la planta, impiden el transporte de nutrientes y finalmente tumbándola al suelo lo que produce una pudrición de la planta y posterior disminución del rendimiento. Cada 1 % de los entrenudos barrenados provoca pérdidas del 1,50 % en la productividad del tallo, 0,49 % en la productividad del azúcar y del 0,28 % en la productividad del alcohol (Arrigoni 2002, Vélez *et al.* 2020).

Una alternativa de control del barrenador del tallo es el uso de agentes biológico como el parasitoide *Cotesia flavipes* Cameron 1891 (Hym: Braconidae). Esta micro avispa de habito endoparasitoide se registra como el más importante controlador biológico a nivel mundial en el cultivo de caña de azúcar del barrenador del tallo *D. saccharalis*. Este parasitoide posee características biológicas de rápido crecimiento y alta tasa de crecimiento poblacional. Características que son e fundamentales para un control biológico efectivo del barrenador del tallo en varios países a nivel mundial (Hernández 2010, Arboleda y Vargas 2019).

Ante la presencia del barrenador del tallo *D. saccharalis* en las plantaciones de cultivo de caña en el Ecuador que anualmente reportan perdidas en la producción por la acción de barrenar su tallo. Se pretende con este trabajo de revisión bibliográfica indagar en los aspectos biológicos del parasitoide *C. flavipes* como una alternativa de manejo para los cañicultores del territorio nacional de bajo impacto ambiental y de bajo valor económico (Vélez *et al.* 2020).

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de caña en el Ecuador es concentrado en tres grandes ingenios azucareros. Los productores a nivel nacional suman un total de producción de más de 82 mil kg / has en un total de 104 mil hectáreas plantadas principalmente en la provincia del Guayas, Los Ríos, Imbabura, Cañar y Loja (CINCAE 2020, BIG 2023).

Siendo la caña de azúcar un cultivo bianual es cultivado en escala comercial en grandes extensiones. Condiciones que facilita el ataque de organismos plagas que se ven favorecidos por la disponibilidad de alimento estimulando un crecimiento continuo y exponencial. Una de los organismos plagas de mayor incidencia es el barrenador del tallo *D. saccharalis*.

Este insecto, es considerado la principal plaga en este cultivo. Posterior a la incubación del huevo la larva de esta plaga se introduce en el tallo donde crean galerías. Esto también sirven como puerta de entrada para los patógenos, lo que lleva a una reducción del peso del tallo, un menor contenido de sacarosa (Rea-Suarez *et al.* 2018).

La primera opción de control de manejo para *D. saccharalis* es la opción química. Sin embargo, los enemigos naturales son una fuente de control natural gratuita y aliada al productor agrícola. Para el caso del barrenador del tallo la micro avispa *C. flavipes* es una especie parasitoide que ha sido estudiada en diversos países con éxito (Hernández 2010, Aya *et al.* 2017, Arboleda y Vargas 2019, Vélez *et al.* 2020).

Ensayos experimentales refuerzan el parasitismo por *C. flavipes* al barrenador tallo de la caña de azúcar. Liberaciones controladas resulto en una reducción de entrenudos atacados que van del 50% y cercanos al 70% (Silva 2018, Arboleda y Vargas 2019).

*C. flavipes* se presenta como una alternativa de manejo contra *D. saccharalis* de bajo costo, amigable con los otros organismos del sistema agrícola de la caña de azúcar lo que torna de esto una práctica a ser considerada por los productores.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

*D. saccharalis* es considerada la principal plaga del cultivo de la caña de azúcar y la principal medida de control adoptada por los agricultores es la utilización de productos químicos sintéticos. Sin embargo, una medida de control del barrenado de la caña amigable con el ambiente es el control biológico. Por lo que es importante conocer los parasitoides y depredadores de este importante insecto plaga. Los mismos que muchas veces son una medida de control eficaz contra el barrenador de la caña de azúcar.

El control biológico es considerado una herramienta de control de bajo impacto ambiental, social y económica para el control del barrenador del tallo *D. saccharalis*. Usar avispas parasitoides capaces de reducir la población por debajo de los umbrales de acción es posible mediante el uso de la avispa *C. flavipes*, la misma que se encuentra distribuida actualmente en todos los países productores de la caña de azúcar.

El control biológico inoculativo usando a esta avispa parasitoide ha contribuido reduciendo su población de forma constante. Sin embargo, es poco conocida por los agricultores en pequeña escala. La información colectada en este trabajo beneficiará no solo a las personas quienes se dedican a la producción de la caña de azúcar, sino también será de gran ayuda para estudiantes, docentes e incluso profesionales en el área de manejo integrado de esta plaga que estén interesados en el control biológico de los principales insectos plagas del cultivo de la caña en el Ecuador y el mundo como lo es el barrenador del tallo *D. saccharalis*.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo general

- Determinar los aspectos biológicos de *C. flavipes* como agente de control del barrenador del tallo *D. saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar.

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Describir la biología de *C. flavipes* como agente de control del barrenador del tallo *D. saccharalis*.
- Determinar la acción parasítica de *C. flavipes* como agente de control de *D. saccharalis*.

## 1.5. LINEA DE INVESTIGACION

**Dominio:** Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

**Línea:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

**Sublínea:** Agricultura sostenible y sustentable.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.1.1 Generalidades**

El barrenador de la caña de azúcar *D. saccharalis* es una de las plagas más importantes de la caña de azúcar en el mundo y está ampliamente distribuida en las provincias productoras de caña en el Ecuador. Los daños son causados por sus larvas que hacen túneles en los tallos, provocando la muerte de un gran número de brotes, cuando la plantación de caña de azúcar es joven, y una fuerte reducción de la productividad en el cultivo (Dinardo-Miranda et al 2012).

#### **2.1.2. Biología de *D. saccharalis***

La biología del barrenador del tallo *D. saccharalis* está condicionada a la temperatura. La misma que puede acortar o alargar el número de instar y el tiempo de vida de los diferentes estadios por la cual pasa este importante insecto plaga. Sin embargo, aquí se presenta los datos obtenidos por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE 2024).

##### **2.1.2.1 Huevo**

Los huevos de *D. saccharalis* son de formato ovalado y aplanado, cuando recién ovipositados presentan coloración blanco cremoso y cuando la larva está próxima a eclosionar su coloración se tornan rojizas o anaranjada, con una puntuación negra. Su periodo de incubación esta por los cuatro a cinco días dependiendo de la temperatura (Pinto *et al.* 2006).

##### **2.1.2.2 Larva**

La fase larval del barrenador del tallo *D. saccharalis* comprende cinco instares, con una duración total media que oscila entre los 18 a 25 días. Las larvas presentan cabeza de color marrón oscuro y el cuerpo una coloración blanca

cremosa, con innúmeras puntuaciones de color castaño que se extienden por toda la larva (CINCAE 2024).

### **2.1.2.3. Pupa**

La pupa o crisálida del barrenador del tallo de la caña *D. saccharalis* presenta una coloración marrón o castaño oscuro. Su periodo de incubación es de 10 a 14 días, donde al final emerge el adulto (Dinardo-Miranda et al 2012).

### **2.1.2.4. Adulto**

El adulto del barrenador del tallo de la caña *D. saccharalis* es una mariposa pequeña de 20 a 25 mm de expansión alar, de color amarillo pálido, el ala anterior tiene puntos negros en un diseño en forma de V (CINCAE 2024).

## **2.1.3 Clasificación taxonómica de *D. Saccharalis***

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Arthropoda

**Subphylum:** Hexapoda

**Clase:** Insecta

**Orden:** Lepidoptera

**Familia:** Pyralidae

**Género:** *Diatraea*

**Especie:** *D. sacharalis*.

**Nombre común:** Barrenador del tallo de la caña de azúcar.

## **2.1.4 Daños de *D. saccharalis* en platas de *S. officinarum*.**

Los daños de *D. saccharalis* en el cultivo de caña son variados dependiendo de la edad del cultivo de caña atacado. Si ataca desde la semilla, produce disminución de la germinación, cuándo ataca plantas jóvenes produce su inviabilidad, y cuando ataca platas de tamaño mediano a grande produce cogollos

muertos, además, de producir reducción del crecimiento y tallos quebrados y crecimiento reducido (Pinto *et al.* 2006).

El daño es ocasionado por la larva de *D. saccharalis* es de acción directa e indirecta ya que se alimentan de los tallos barrenándolos. Al barrenarlos, produce galerías en su interior que dañan la planta, impiden el transporte de nutrientes y finalmente tumbándola al suelo lo que produce una pudrición de la planta y posterior disminución del rendimiento. Cada 1 % de los entrenudos barrenados provoca pérdidas del 1,50 % en la productividad del tallo, 0,49 % en la productividad del azúcar y del 0,28 % en la productividad del alcohol (Arrigoni 2002, Vélez *et al.* 2020).

## **2.2 Biología de *C. flavipes***

### **2.2.1. Taxonomía de *C. flavipes***

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Arthropoda

**Subphylum:** Hexapoda

**Clase:** Insecta

**Orden:** Hymenoptera

**Familia:** Braconidae

**Género:** *Cotesia*

**Especie:** *C. flavipes*

**Nombre común:** *barrenador del tallo*

### **2.2.2 Comportamiento de búsqueda sobre *D. sacchalalis***

Van Leerdam *et al.* (1985), demostraron que la búsqueda y posterior oviposición de las hembras *C. flavipes* sobre las larvas de *D. sacchalalis* está mediado por una sustancia soluble en agua presente en el excremento fresco de las larvas al barrenar el entrenudo. El excremento larvario provoca una respuesta característica de búsqueda al entrar en contacto con excrementos ya

que las hembras de *C. flavipes* disminuyen la velocidad de locomoción, junto con una intensa palpitación del excremento con sus antenas.

Además, Van Leerdam *et al.* (1985) afirman que se inicia el proceso de oviposición sólo cuando se hace contacto físico con una larva de *D. saccharalis*.

### **2.2.3 Biología de *C. flavipes***

Los estudios más recientes y que serán abordados a continuación sobre los estados de desarrollo de *C. flavipes* sobre el barrenador de la caña *D. saccharalis* fue realizado en laboratorio y a una temperatura de Humedad Relativa (HR) controlados, donde se registró un promedio de 15 días para completar su ciclo de desarrollo. (Astola y Narrea 2019 Oliveira *et al.* 2020).

Según Oliveira *et al.* (2020) una hembra de *C. flavipes* oviposita cerca de 80 huevos sobre *D. saccharalis*.

#### **2.2.3.1 Incubación de los huevos de *C. flavipes*.**

Los huevos de *C. flavipes* una vez depositados de hasta 80 huevos en el interior de *D. saccharalis* registra un periodo de incubación de 2,5 días. Estos huevos, de son traslucidos y de formato ovalado y ligeramente redondos en sus bordes (Oliveira *et al.* 2020).

#### **2.2.3.2 Instares y desarrollo larval de *C. flavipes*.**

Según Astola y Narrea (2019) indicaron que *C. flavipes* presentará tres instares larvales. En su último instar ayudado con sus mandíbulas perforaran desde el interior al exterior el tegumento de *D. saccharalis*. Emergen terminado el tercero instar, independientemente en cualquier lugar del cuerpo.

La larva de *C. flavipes* del I instar es algo aplanada, móvil y translúcida, la del II instar es de formato cilíndrica, color crema y presenta líneas intersegmentarias marcadas. Esta presenta el último segmento en forma de vesícula y es más

estrecha cuando comparada con el primer instar. Finalmente, la larva del III instar se mueve menos, presenta la cápsula cefálica esclerotizada. En esta etapa de desarrollo larval, posterior a la eclosión de la larva y anterior a la pupación registra un tiempo de 9,4 días en promedio (Astola y Narrea 2019).

### **2.2.3.3 Incubación pupa de *C. flavipes*.**

Posterior a la salida del cuerpo del barrenador del tallo, *D. saccharalis* las larvas de *C. flavipes* realiza un cocón blanquecino al inicio que se torna gris oscuro con el paso de los días y al termino de 5,6 días de incubación emergen los adultos tanto de día como en la noche (Astola y Narrea 2019).

### **2.2.3.4 Aspectos biológicos del adulto de *C. flavipes*.**

Los adultos de *C. flavipes*, inicia su emergencia o salida masticando el contorno superior del cocón. Después, de la emergencia camina y si se alimenta su periodo de vida se alarga independientemente del sexo. El macho se aparea apenas emerge y la hembra oviposita apenas copulada. Ambos presentan habito polígamos. El macho copula hasta con 14 hembras. La hembra puede parasitar hasta dos larvas siendo que la última recibe menos oviposiciones (Astola y Narrea 2019).

### **2.2.4 Parasitismo de *C. flavipes* sobre su hospedero *D. saccharalis*.**

Experimentos de campo fueron realizados para conocer la tasa de parasitismo de *C. flavipes* sobre caña de azúcar. Conteniendo 20 larvas del barrenador del tallo *D. saccharalis* separados por 50 m y a 25 m, fueron liberados 12.000 adultos de *C. flavipes*, donde se registró un parasitismo entre el 13 % al 43% aproximadamente. Además, los autores señalan que éxito del parásito está directamente relacionado con la dispersión del parasitoide por lo que enfatizan en mover los puntos de liberación de los parasitoides de *C. flavipes* a 30 metros (Dinardo-Miranda *et al.* 2014).

Otros experimentos de liberaciones de *C. flavipes* al barrenador tallo de la caña de azúcar *D. saccharalis* resulto en una reducción de entrenudos atacados cercanos al 70% (Silva 2018).

En laboratorio Astola y Narrea (2019) encerraron una pareja de *C. flavipes* con cinco larvas *D. saccharalis* donde determinaron que una sola hembra es capaz de ovipositar más de 120 nuevos parasitoides.

En condiciones de laboratorio *C. flavipes* registro un parasitismo de 37% de *D. saccharalis* considerado bajo cuando comparado con otras dos especies de *Diatraea* que superaron el 53% cada una (Mejia 2018)

## **2.2. METODOLOGÍA.**

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

La información conseguida se desarrolló mediante la técnica de lectura crítica, análisis, síntesis y resumen, con el único propósito de responder la investigación específica en los objetivos del proyecto propuesto, que lleva por temática "*Importancia del desarrollo sustentable en la producción agrícola*". Destacando de esta manera su importancia y fundamentos generales para el consentimiento académico y social del lector.

### 2.3. RESULTADOS

El barrenador del tallo *D. sacchalis* es un insecto plaga de la caña de azúcar que pasa por los estados de huevo larva pupa y adulto. Su tiempo de desarrollo está limitado a la temperatura. A mayor temperatura mayor será el número de instares y tiempo para completar su desarrollo.

Los huevos de *D. saccharalis* son de formato ovalado y aplanado, recién ovipositados presentan coloración blanco cremoso y cuando próximos a eclosionar su coloración se tornan rojizas o anaranjada. La fase larval comprende cinco hasta siete instares, con una duración máxima de 25 días. Las larvas presentan cabeza de color marrón oscuro y el cuerpo una coloración blanca cremosa, con innúmeras puntuaciones de color castaño que se extienden por toda la larva.

El estado de pupa presenta una coloración marrón o castaño oscuro y registra un periodo de incubación de 10 a 14. El adulto del barrenador del tallo de la caña *D. saccharalis* es una mariposa pequeña de 20 a 25 mm de expansión alar, de color amarillo pálido

El himenoptero parasitoide *C. flavipes* es quien se presenta como el mayor insecto estudiado para el control del barrenador del tallo *D. saccharalis*.

Experimentos de campo y laboratorio registran parasitismo de *C. flavipes*, en *D. saccharalis* cuando ataca a la caña de azúcar *S. officinarum*. El éxito de su parasitismo esta por un mínimo de 13% y un máximo de 70%. Sin embrago, registran también que las hembras pueden llegar a superar las 120 posturas por hembras de *C. flavipes*.

## 2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los estudios sobre biología de *D. saccharalis* indican que es un insecto de metamorfosis completa pasando por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. El estado larval es el que registra el ataque por *C. flavipes*. A mayor tamaño larval mejor será seleccionado por este parasitoide, ya que una hembra de *C. flavipes* puede ovipositar en una sola vez cerca de 20 veces (Arboleda y Vargas 2019)

El control mediante liberaciones de *C. flavipes* sobre el barrenador de la caña *D. saccharalis* registra un mínimo de 13 y un máximo 70 %. Esto está limitado al factor de dispersión de parasitoide y sobre la tasa de liberación del número de adultos de *C. flavipes* liberados (Dinardo-Miranda *et al.* 2014, Silva 2018, Arboleda y Vargas 2019).

Una hembra de *C. flavipes* puede ovipositar entre 80 y más de 120 huevos dentro de su huésped lo que incrementa su tasa de oviposición y aumenta el porcentaje de control en el cultivo. Sin embargo, se debe tener cuidado en los laboratorios las constantes poblaciones de estos parasitoides. Se debe cuidar la consanguinidad y evitar el exceso de número de hembras de *C. flavipes* versus el número de larvas hospedadoras ya que, si no está bien proporcionadas estas tienen a ovipositar más machos que hembras, estas últimas responsables por el parasitismo en el campo (Dinardo-Miranda *et al.* 2014).

..

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 3.1. CONCLUSIONES

Con respecto a los resultados obtenidos, se realizan las siguientes conclusiones:

- ✓ El barrenador del tallo *D. saccharalis* presenta cuatro estados de desarrollo que son; huevo, larva, pupa y adulto.
- ✓ Los huevos de son de formato ovalado y aplanado, cuando recién ovipositados presentan coloración blanco cremoso tornándose rojizas o anaranjada a medida que maduran. Presentan un periodo de incubación de cuatro a cinco días. La fase larval comprende cinco instares, con una duración total media de 18 a 25 días. La pupa presenta una coloración marrón o castaño oscuro y registra una incubación es de 10 a 14 días. El adulto es una mariposa pequeña de 20 a 25 mm de color amarillo pálido.
- ✓ El control mediante liberaciones de *C. flavipes* sobre el barrenador de la caña *D. saccharalis* se considera satisfactorio cuando alcanza un mínimo del 65% y fue un 5% a más el que registra el control biológico inoculativo actualmente ejecutado por varios autores.
- ✓ Los factores ambientales juegan un papel fundamental a la hora de la liberación y dispersión de los parasitoides de *C. flavipes* por lo que se debe investigar los mejores horarios y cantidad de parasitoides a ser liberados para el control de *D. saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar.

### 3.2. RECOMENDACIONES

En base a la revisión bibliográfica de los aspectos biológicos de *C. flavipes* sobre el hospedero *D. saccharalis* se recomienda lo siguiente.

- ✓ El control biológico mediante liberaciones de *C. flavipes* en cultivos de caña de azúcar es eficiente para el control del barrenador de la caña *D. saccharalis*.
- ✓ El barrenador de la caña *D. saccharalis* registra ataques próximos al 70% por la micro avispa *C. flavipes*, lo que es considerado como bueno para varios investigadores.
- ✓ Los factores ambientales están directamente involucrados y juegan un papel fundamental a la hora de la liberación y dispersión de los parasitoides de *C. flavipes* por lo que se debe investigar los mejores horarios y cantidad de parasitoides a ser liberados para el control de *D. saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar llegue a niveles más alto ya reportados.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aya, V. M., Echeverri, C., Barrera, C., Vargas, G. 2017. *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) as a Biological Control Agent of Sugarcane Stem Borers in Colombia's Cauca River Valley. Florida Entomologist. v, 100. n, 4. p, 826 - 830.
- Astola, M., S. Z., Narrea, C. M. 2019. Biología y comportamiento de *Cotesia flavipes* Cameron (Braconidae) parasitoide de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Crambidae). Ecología Aplicada. v. 18. n, 1. p, 77 - 83.
- Ali, S. E., El Gedaily, R. A., Mocan, A., Farag, M. A., El-Seedi, H. R. 2019. Profiling metabolites and biological activities of sugarcane (*Saccharum officinarum* Linn.) juice and its product molasses via a multiplex metabolomics approach. Molecules, v. 24. n, 5. 934p.
- Arboleda, B.; Vargas, G. 2019. Efficacy of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in reducing *Diatraea tabernella* (Lepidoptera: Crambidae) injury in sugar cane. Florida Entomologist. v, 102. n, 3. p. 520 - 525.
- Arrigoni, E. de B. 2002. Broca da cana-de-açúcar importância econômica e situação atual. In: Arrigoni, E. De B.; Dinardo-Miranda, L.L.; Rosseto, R. Pragas da cana-de-açúcar importância econômica e enfoques atuais. Piracicaba: STAB. p.1 - 4.
- BIG, Atlas. 2018. Los principales países productores de caña de azúcar del mundo. Consultado el 20 de noviembre del 2023. <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-cana-de-azucar>
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador "CINCAE". 2024. *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae). <https://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-plagas/barrenador-del-tallo/>

CINCAE 2020. Informativo –CINCAE. Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador. <https://cincae.org/wp-content/uploads/2021/08/climayproduccion2020.pdf>

Dinardo-Miranda, L. L., Anjos, I. A. D., Costa, V. P. D., Fracasso, J. V. 2012. Resistencia de cultivares de caña de azúcar a *Diatraea saccharalis*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v,47. n. 1, 1 - 7.

Dinardo-Miranda, L. L., Fracasso, J. V., Costa, V. P. D., Lopes, D. O. T. 2014. Dispersal of *Cotesia flavipes* in sugarcane field and implications for parasitoid releases. Bragantia. v, 73. n, 2. p, 163 - 170.

Grimi, D. A., Parody, B., Ramos, M. L., Machado, M., Ocampo, F., Willse, A., Head, G. 2018. Field-evolved resistance to Bt maize in sugarcane borer (*Diatraea saccharalis*) in Argentina. Pest management science. v,74. n, 4. pp, 905 - 913.

Hernandez D. 2010. Estudio de algunos aspectos biológicos de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). Entomotropica. v, 25. p, 69 - 81.

Lagos-Burbano, E., Castro-Rincón, E. 2019. Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. Agronomy Mesoamerican. v, 30. n, 3, pp. 917-934.

Oliveira, B., V., Brito, C. H., Oliveira, R., Lima, R. M., Silva, J. F., Alves, J. C. G., Luna, B. J. 2020. Biological aspects and populational preference of *Cotesia flavipes* between *Diatraea saccharalis* and *Diatraea flavipennella*. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. v,15. n. 4. p, 1 - 8.

Osorio M., P. A. 2018. Preferencia de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) sobre barrenadores *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) de caña para panela. 2018. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia.

- Pinto, A.S., Cano, M.A., Santos, E.M., 2006.- A broca da cana de acucar *Diatraea saccharalis*: 15 - 20 (in) PINTO, A.S. Controle de pragas da cana de açúcar. Biocontrol, Sertãozinho.
- Rea-Suarez, R. Figueredo, L. De, Sousa-Vieira., D. Briceño, R., Díaz, A. Aza, G., George, J. 2018. Interacciones genotipo por ambiente para daño causado por *Diatraea* spp. barrenadores de la caña de azúcar. *Acta Agronómica*, doi: 10.15446/ACAG.V67N2.65881
- Silva, G. M. 2018. USO DE *Cotesia flavipes* (cam.) No controle de *Diatraea saccharalis*, (fabr.) em cana-de-açúcar na zona da mata norte de Pernambuco. Universidad Federal de Paraíba. tesis. 21 p.
- Vélez, E., Castro, R., Chirinos, D., 2020. Biología de *Cotesia flavipes* Cameron sobre el Taladrador del Tallo, *Diatraea saccharalis* Fabricius, en Varios Medios de Cría. *INVESTIGATIO*. n, 13. p. 77 - 88.
- Van Leerdam, M. B.; Smith Jr, J. W.; Fuchs, T. W. 1985. Frass-mediated, host-finding behavior of *Cotesia flavipes*, a braconid parasite of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of the Entomological Society of America*. v, 78. n, 5. p, 647 - 650.