



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL**

**"CONTROL DE BARRENADOR *Diatraea saccharalis* EN
CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE EL USO DE *Billaea claripalpis*
Y *Cotesia flavipes* , EL TRIUNFO, GUAYAS".**

ING. EDGAR ROMARIO QUINTEROS FREIRE

GUAYAQUIL, ECUADOR

2022

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Director **CERTIFICO QUE:** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada: **CONTROL DEL BARRENADOR *Diatraea saccharalis* EN CAÑA DE AZUCAR MEDIANTE EL USO DE *Billaea claripalpis* Y *Cotesia flavipes*. EL TRIUNFO, GUAYAS**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. EDGAR ROMARIO QUINTEROS FREIRE**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

ING. CÉSAR MORÁN CASTRO Ph. D.

Guayaquil, 20 de mayo del 2022

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD
AGRARIA DEL ECUADOR

TEMA

**"CONTROL DE BARRENADOR *Diatraea saccharalis* EN
CAÑA DE AZUCAR MEDIANTE EL USO DE *Billaea claripalpis*
Y *Cotesia flavipes* , EL TRIUNFO, GUAYAS "**

AUTOR

ING. EDGAR ROMARIO QUINTEROS FREIRE

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Paulo Centanaro Quiroz, M. Sc

PRESIDENTE

Ing. César Morán Castro, PhD

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Allan Alvarado Aguayo, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Mariela Carrera Maridueña PhD

EXAMINADOR SUPLENTE

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer principalmente a Dios por haberme dado salud, por dotarme de la capacidad e inteligencia, por permitirme poner todo de mí y así poder terminar mis estudios superiores.

El autor de este trabajo investigativo expresa su agradecimiento a la Universidad Agraria del Ecuador por darme la oportunidad de poder estudiar la carrera de Maestría en Sanidad Vegetal, así mismo a los docentes y compañeros de clases que brindaron sus conocimientos y su apoyo.

Al Ing. Cesar Moran Castro Ph.D tutor en este trabajo de investigación, por su asesoramiento y apoyo brindado durante el desarrollo de mi Tesis.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios porque haberme dado la fortaleza de cumplir una nueva etapa de mi vida, por permitirme tener vida, salud y siempre andar conmigo guiándome en mi camino.

Con gran emoción y felicidad dedico este trabajo de investigación a cada uno de mis seres queridos por ser parte fundamental para conseguir las metas que me propuesto alcanzar. Es para mí de gran importancia poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

Quiero agradecer A mi padre Antonio Quinteros y a mi madre Mirian Freire y a mis hermanos que siempre está presente conmigo en las buenas y malas, por enseñarme el respeto, amor, comprensión y brindarme la educación durante esta larga y hermosa carrera.

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

Ing. Edgar Romario Quinteros Freire

C. I. 0920896552

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en los canteros del Sr. Antonio Quinteros localizado en la parroquia Manuel J. Calle perteneciente al Cantón El Triunfo, provincia del Guayas. El estudio tiene la finalidad de determinar el control del barrenador *D. saccharalis* en caña de azúcar mediante el uso de *B. claripalpis* y *C. flavipes*. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y ocho repeticiones, para la prueba de significancia se utilizó Tukey al nivel del 5% de probabilidades. A los 30 días después de la liberación de los parasitoides se analizaron los resultados del % de intensidad de infestación (%I.I.) y el % de parasitismo, obteniéndose diferencias altamente significativas entre los tratamientos 1 (*B. claripalpis*) 2 (*C. flavipes*) con relación al testigo. Lo que demuestra que el parasitismo causado por estos dos organismos es muy eficaz, logrando controlar a la plaga y por ende los daños que este provoca sobre la caña de azúcar. Con respecto al costo/beneficio resultante de las liberaciones de los parasitoides larvales, indican una recuperación de 11 dólares por cada dólar invertido para el caso de *B. claripalpis* y una recuperación de 19 dólares por cada dólar invertido al liberar *C. flavipes*., niveles de recuperación que indican la gran importancia que tienen estos controladores biológicos para el manejo de *D. saccharalis* en caña de azúcar. Adicionalmente se está ayudando a mantener el equilibrio biológico dentro de ese ecosistema al no emplear insecticidas.

Palabras claves: Parasitismo, % Intensidad de Infestación, *C. flavipes*, *B. claripalpis*, costo/beneficio, *D. saccharalis*, caña de azúcar, equilibrio biológico.

SUMMARY

This research work was carried out in the sugar cane fields of Mr. Antonio located in the parish Manuel J. Calle, Canton El Triunfo, province of Guayas. The purpose of the study was to determine the control of the sugarcane borer *D. saccharalis* by using *B. claripalpis* and *C. flavipes*. A completely randomized block design with three treatments and eight replicates was used, for the significance test Tukey was used at the 5% probability level. Thirty days after the release of the parasitoids, the results of the % intensity of infestation (%I.I.) and % parasitism were analyzed, obtaining highly significant differences between treatments 1 (*B. claripalpis*) and 2 (*C. flavipes*) in relation to the control. This shows that the parasitism caused by these two organisms is very effective, managing to control the pest and therefore the damage it causes on sugarcane. With respect to the cost/benefit resulting from the release of the larval parasitoids, they indicate a recovery of 11 dollars for each dollar invested in the case of *B. claripalpis* and a recovery of 19 dollars for each dollar invested in the release of *C. flavipes*, levels of recovery that indicate the great importance of these biological controllers for the management of *D. saccharalis* in sugar cane. In addition, it is helping to maintain the biological balance within this ecosystem by not using insecticides.

Key words: Parasitism, % Infestation Intensity, *C. flavipes*, *B. claripalpis*, cost/benefit, *D. saccharalis*, sugarcane, biological balance.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| CERTIFICACIÓN | II |
| TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN..... | III |
| AGRADECIMIENTO..... | IV |
| DEDICATORIA..... | V |
| RESPONSABILIDAD | VI |
| RESUMEN | VII |
| SUMMARY | VIII |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | IX |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| Caracterización del problema..... | 14 |
| Planteamiento de la situación problemática | 15 |
| Justificación e Importancia del Estudio | 16 |
| Delimitación del Problema..... | 17 |
| Formulación del Problema | 17 |
| Objetivo general | 17 |
| Objetivos específicos | 17 |
| Hipótesis o Idea a Defender | 17 |
| Aporte Técnico o Conceptual | 18 |
| CAPITULO 1 | 19 |
| MARCO TEÓRICO..... | 19 |
| 1.1. Estado del Arte | 19 |
| 1.2. Bases Científicas y Teóricas..... | 21 |
| 1.2.1 Importancia del cultivo de caña de azúcar | 21 |
| 1.2.2. Características botánicas del cultivo | 22 |
| 1.2.2.1. <i>Sistema radicular</i> | 22 |
| 1.2.2.2. <i>Tallo principal</i> | 23 |
| 1.2.2.3. <i>Hojas</i> | 23 |
| 1.2.2.4. <i>Floración</i> | 24 |
| 1.2.2.5 <i>Requerimientos edafoclimáticos del cultivo</i> | 24 |
| 1.2.3. Requerimientos climáticos del cultivo..... | 24 |
| 1.2.3.1. <i>Temperatura</i> | 24 |
| 1.2.3.2. <i>Humedad</i> | 25 |

| | |
|--|----|
| 1.2.3.3. Radiación solar..... | 25 |
| 1.2.3.4. Vientos | 25 |
| 1.2.4. Requerimientos edáficos del cultivo | 25 |
| 1.2.5. Requerimientos nutricionales del cultivo | 26 |
| 1.2.6. Taxonomía | 26 |
| 1.2.7. Origen..... | 26 |
| 1.2.8. Morfología | 27 |
| 1.2.9. Importancia económica del cultivo | 28 |
| 1.2.10. Mecanismos biológicos | 29 |
| 1.2.10.1. <i>Billaea "Paratheresia" claripalpis</i> | 29 |
| 1.2.10.2. <i>Cotesia flavipes</i> | 30 |
| 1.2.11. Insecto Plaga..... | 32 |
| 1.2.11.1. <i>Diatraea saccharalis</i> | 32 |
| 1.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL..... | 34 |
| CAPITULO 2 | 35 |
| 2.1 Métodos | 36 |
| 2.1.1. Modalidad y Tipo de investigación | 36 |
| 2.2 Variables | 36 |
| 2.2.1. Variable independiente..... | 36 |
| 2.2.2. Variable dependiente..... | 36 |
| 2.2.2.1 Porcentaje de infestación e Intensidad de Infestación | 36 |
| 2.2.2.2 Numero de larvas de <i>Diatraea saccharalis</i> sanas y parasitadas. | 37 |
| 2.2.2.3 Porcentaje de parasitismo causado por <i>B. claripalpis</i> y <i>C. flavipes</i> | 37 |
| 2.2.2.4 Beneficio/tratamiento..... | 37 |
| 2.3 Técnicas de Recolección de Datos | 37 |
| 2.3.1. Recursos | 37 |
| 2.3.2. Métodos y técnicas..... | 38 |
| 2.3.2.1. Manejo del experimento | 38 |
| 2.3.2.2. Selección de plantas | 38 |
| 2.3.2.3. Control de plagas | 38 |
| 2.3.2.4 Control de malezas..... | 38 |
| 2.3.2.5. Riego..... | 38 |
| 2.3.2.6. Fertilización | 38 |
| 2.4 Estadística descriptiva e inferencial. | 38 |

| | |
|--|----|
| 2.5. Diseño experimental..... | 39 |
| RESULTADOS | 40 |
| Estimar la presencia de daño que causa <i>Diatraea saccharalis</i> , en caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>). | 40 |
| Evaluar la capacidad de parasitismo que realiza <i>Billaea claripalpis</i> y <i>Cotesia flavipes</i> , sobre la población de <i>Diatraea saccharalis</i> | 41 |
| Realizar un análisis de beneficio costo de la aplicación de mecanismos biológicos. | 42 |
| DISCUSIÓN | 44 |
| CONCLUSIONES..... | 45 |
| RECOMENDACIONES | 46 |
| BIBLIOGRAFÍA | 47 |
| ANEXOS | 55 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Combinaciones de tratamientos | 39 |
| Tabla 2. Porcentaje de infestación e Intensidad de infestación por tratamiento en el control de <i>D. saccharalis</i> en caña de azúcar a los 30 días después de la liberación de controladores biológicos..... | 40 |
| Tabla 3. Nivel de parasitismo inicial y a los 30 días posterior al control de <i>D. saccharalis</i> en caña de azúcar | 42 |
| Tabla 4. Azúcar recuperada por la disminución del % de Intensidad de Infestación causada por la liberación de <i>B. claripalpis</i> y <i>C. flavipes</i> | 43 |
| Tabla 5. Análisis de la varianza, daños causados por <i>D. saccharalis</i> y porcentaje de parasitismo causado por <i>B claripalpis</i> y <i>C flavipes</i> | 61 |
| Tabla 6. Datos registrados, antes de la liberación de los parasitoides..... | 64 |
| Tabla 7. Datos registrados a los 30 días después de la liberación de los parasitoides | 64 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Número de larvas vivas de <i>D saccharalis</i> , registradas antes y a los 30 después de las liberaciones de <i>B. claripalpis</i> y <i>C. flavipes</i> , 2021..... | 41 |
| Figura 2. Visita técnica del Dr. Cesar Morán tutor de tesis a los predios del Sr. Quinteros, donde se realizó el presente trabajo de tesis. 2021-2022..... | 55 |
| Figura 3. Instalación del experimento, colocación de latillas para identificación. . | 55 |
| Figura 4. Equipo de trabajo para realizar las liberaciones de los parasitoides. | 56 |
| Figura 5. Evaluación del porcentaje de infestación (% I.) e intensidad de infestacion (% I.I.) de los daños causado por el barrenador del tallo de <i>D. saccharalis</i> | 56 |
| Figura 6. Cocones de <i>Cotesia flavipes</i> | 57 |
| Figura 7. Pesado de puparios de <i>Cotesia flavipes</i> (0.5 g/parcela). | 57 |
| Figura 8. Acondicionamiento de puparios de <i>C flavipes</i> , en vasitos plásticos y tapados con pedazos de papel higienico, antes de la liberación en campo | 58 |
| Figura 9. Liberación de adultos recién eclosionados de <i>Cotesia flavipes</i> , en campo. | 58 |
| Figura 10. Recolección de adultos de <i>B. claripalpis</i> en tubos de ensayos, para ser liberados en campo, en una cantidad de 4 parejas por parcela. | 59 |
| Figura 11. Larva de <i>D. saccharalis</i> parasitada por <i>B. claripalpis</i> (a) y pupario de <i>B claripalpis</i> extraído de una larva del barrenador del tallo (b). | 59 |
| Figura 12. Evaluacion de larvas de <i>D. saccharalis</i> recolectadas en campo, para determnr el parasitismo real causado por <i>B claripalpis</i> y <i>C. flavipes</i> | 60 |

Introducción

Mediante este trabajo de investigación se busca brindar un aporte dirigido a los cañicultores que pueda ser empleado para la erradicación *Diatraea saccharalis*, conocido como insecto barrenador del tallo de la caña el cual es considerado una plaga de alta importancia en cuanto al control se refiere generando pérdidas económicas en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), el daño que se ocasiona en el cultivo es cuando se encuentra en estado larval. En el primer estadio la larva se alimenta del parénquima de la hoja, atacando la lámina foliar, mientras que en el segundo estadio se alimenta de la nervadura de la hoja, para posteriormente en los dos últimos estadios introducirse en el tallo ocasionando la muerte del punto de crecimiento. Se considera al control biológico de carácter natural e inducido como uno de los métodos más efectivos en cuanto a la erradicación de esta plaga se refiere, liberando enemigos naturales de la plaga.

En los centros de investigación financiados por los ingenios azucareros, se han desarrollado varios programas de crías y liberación de insectos parasitoides larvales y de huevo que controlan la plaga reportada en el país y que está localizada en las zonas de producción de caña del Ecuador. Debido a los daños que ocasiona en el cultivo y por ende al rendimiento industrial, se ha considerado a esta plaga de potencial importancia (Agroactivo, 2020).

El cultivo de *Saccharum officinarum* L., es de gran importancia nacional debido a que se obtienen diversos productos de alto consumo, resaltando entre ellos el azúcar que es un potencial endulzante natural extraído del procesamiento del tallo. Por otro lado, la caña de azúcar también es empleado para la obtención de subproductos tales como panela de gran importancia en la elaboración de licores y a su vez forma parte de la dieta de ciertos animales. Gracias a los avances tecnológicos y eco amigables se han desarrollado nuevas técnicas que permiten la obtención de cartón, papel y de alcohol destinado a la producción de combustibles renovables partir de la caña de azúcar, entre otros (Barcia, 2015).

La producción de azúcar en el Ecuador es de 12'160.000 sacos al año. El principal sector de producción de la caña de azúcar es el sector azucarero, en donde se encuentran asentados los principales ingenios azucareros del país tales

como el Ingenio Azucarero Valdez, Ingenio La Troncal, Ingenio San Carlos, Ingenio Isabel María, entre otros (Banco Central del Ecuador, 2019).

El cultivo de caña de azúcar aporta el lugar propicio para el desarrollo y transformación de las plagas perjudiciales, las cuales al momento de su desarrollo generan menor porcentaje de producción desencadenando pérdidas económicas, poniendo en riesgo el sector. Las plagas provenientes del cultivo de caña pueden llegar a ocasionar daños en todo el sector agrícola, debido a que estas se pueden transmitir por el viento. Cabe recalcar, que si es posible el control de la infestación mediante organismos benéficos que ayudan a la disminución de las poblaciones de plagas (Mendoza & Gualle, 2015).

Según (Mendoza, 2016), La *Diatraea* es un insecto plaga que ocasiona diferentes daños en el cultivo de caña, tales como enraizamiento aéreo, pérdidas de peso, entrenudos débiles y cañas en mal estado. Tiene la capacidad de realizar agujeros en la caña permitiendo la proliferación de distintos tipos de hongos lo que genera la obtención de jugo de mala calidad, proceso de fermentación peyorativo y potenciales problemas de contaminación

(Mejia, 2018) indica, que el uso de parasitoides es una práctica que se realiza de manera constante para el control de plagas como *Diatraea spp* que alteran a los cultivos, insectos que perforan los tallos de la caña, dejando pérdidas de hasta del 100% si las condiciones son propicias. Por tal motivo, se ha incentivado el uso de *C. flavipes* (avispa) que son parasitoides usados como atraentes que atacan a los insectos plaga y que posteriormente los engendra con sustancias de forma sistémica.

Caracterización del problema

Trichograma sp y *Telenomus sp* son considerados como los enemigos naturales de las plagas que se destacan dentro del grupo de parasitoides de huevos, además *Ipobracon sp*, *Cotesia flavipes* (avispitas) son parasitoides larvales de gran importancia. *Billaea clarispalpis* (mosca) y el hongo *Nomurea rilleyi*, presentan acción efectiva como control biológico para la erradicación de *Diatraea sp*. (Arias de López, 2016).

La *Diatraea* es una especie conocida como barrenador del tallo que está asentada desde la región sureña de los Estados Unidos hasta Argentina. Mediante la investigación desarrollada a cuatro variedades de caña se determinó una variación de 1 % de intensidad de acuerdo a la infestación de la plaga, reportando un porcentaje de merma del 0.4 al 1.1 % de peso, es decir de 0.3 a 1.4 kg de azúcar por cada tonelada (CINCAE, 2015).

Planteamiento de la situación problemática

La *Diatraea* perteneciente al grupo de los insectos barrenadores, es considerada la plaga que mayor impacto económico genera en el sector cañicultor del Ecuador, debido a que está distribuida de manera extensa, produciendo daños directos a los cultivos donde se establece, generando orificios en el tallo, alterando las características fisicoquímicas del cultivo tales como ° Brix, Pol y pureza, consecuentemente ocasiona disminución del porcentaje de sacarosa al momento de la extracción, incrementando el porcentaje de material extraño en el jugo que se extrae. Cabe recalcar, que si el daño ocasionado por el barrenador del tallo ocurre cuando la planta de caña está joven y el crecimiento de los brotes son laterales, al momento de completar la madurez de las plantas, se obtendrá la presencia de los “cogollos muertos” (CINCAE, 2017a).

La existencia de insectos plagas en el cultivo de caña es uno de los principales problemas que afectan al sector cañicultor, debido a que estos ocasionan la disminución de la producción y bajo contenido de sacarosa en el tallo de la planta.

El sector cañicultor es uno de los sectores agrícolas que genera un gran índice de empleo y por ende ingreso para un alto porcentaje de familias rurales y ciudadinas que trabajan en las distintas actividades relacionadas al cultivo de caña de forma indirecta y directa, desde el momento de la siembra, manejo, control de plantaciones y posterior procesamiento de la materia prima.

En el cantón El Triunfo perteneciente a la provincia del Guayas, Ecuador, la *Diatraea saccharalis* F. (Barrenador del tallo), es una de las plagas que genera el mayor daño en los cultivos de caña, a pesar de que se conocen varios tipos de controladores biológicos existentes en el lugar, lo que la convierte un insecto plaga

de alta consideración. Esto es debido a la falta de investigaciones que indiquen cómo enfrentarla.

En virtud de lo expuesto anteriormente, es Por esta razón se cree necesario la ejecución de un análisis comparativo de *Billaea (Paratheresia) claripalpis* y *Cotesia flavipes* para el control de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

Justificación e Importancia del Estudio

Las plantaciones de caña de azúcar son atacadas por insectos plagas que ocasionan potenciales daños en el cultivo. Los daños ocasionados están relacionados a diversos factores como temperatura, clima, humedad relativa, etc., las cuales brindan las condiciones necesarias para la proliferación de organismos plafas (Morales, 2018).

La importancia del estudio radica en la necesidad de introducir otras opciones de parasitoides que puedan controlar al barrenador del tallo en el sector cañicultor del cantón El Triunfo perteneciente a la provincia Del Guayas.

De acuerdo a las características de la presente investigación, esta plaga fue controlada de forma natural, aportando a la disminución del impacto ambiental, debido a que se evitó el uso de productos químicos.

Los cañicultores tendrán una alternativa eficaz para el control de la plaga del barrenador del tallo, incrementando la calidad de la caña y por ende su porcentaje de producción, lo que generará un mayor número de ingresos debido a la disminución de la merma de caña.

La ineficiencia de varios controles realizados, han ocasionado que la plaga del barrenador del tallo se convierta en una de las que más daño ocasiona en el cultivo de caña, debido al efecto negativo que ejerce en el rendimiento y calidad de la planta al momento de ser procesada. Por ello, se han realizado investigaciones que incentiven el uso de alternativas ecológicas como el empleo de parasitoides que contribuyen a la regulación de la población del insecto plaga barrenador del tallo.

Delimitación del Problema

Este trabajo de investigación se evaluará la implementación de un control de *Diatraea saccharalis* barrenador en caña de azúcar mediante el uso de *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes*. El Triunfo, Guayas, con duración de 6 meses aproximadamente. Desde la elaboración del proyecto hasta su culminación.

Formulación del Problema

¿Cuál fue la eficacia de control biológico mediante el uso de *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes* para el control de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)?

Objetivo general

“Determinar el control del barrenador *Diatraea saccharalis* en caña de azúcar mediante el uso de *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes*. El Triunfo, Guayas”.

Objetivos específicos

- Estimar la presencia de daño que causa *Diatraea saccharalis*, en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).
- Evaluar la capacidad de parasitismo que realiza *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes*, sobre la población de *Diatraea saccharalis*.
- Realizar un análisis de beneficio costo de la aplicación de mecanismos biológicos en los primeros 6 meses del cultivo.

Hipótesis o Idea a Defender

El uso de parasitoides *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes* permitió controlar la presencia de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

Aporte Técnico o Conceptual

Con la presente investigación se intenta proporcionar información sobre una de las alternativas más prometedoras para el sector cañicultor con la finalidad de que se utilicen una alternativa amigable con el medio ambiente mediante el uso de los controladores biológicos *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes*, con la finalidad de disminuir el porcentaje de *Diatraea saccharalis* en las plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), Actualmente el costo de manejo del insecto plaga es muy alto debido al uso indiscriminado de insecticidas de síntesis química, la investigación pretende determinar un mejor control con el fin de reducir los altos costos de producción.

Aplicación Practica

El control de insectos plaga y enfermedades representa un rubro importante en los costos de producción agrícola, por lo que debemos desarrollar estrategias que minimicen tales costos que representan un factor importante en la economía del país. Se ha detallado que existentes diferentes alternativas para su control. Uno de ellos es la liberación de moscas de la familia *Tachinidae* *Billaea claripalpis* y *Metagonistylum minense*, que parasitan a los barrenadores en el periodo de larva y posteriormente se alimentan de ellos para reducir poblaciones de la plaga.

Por lo que esta investigación busca establecer mediante el análisis comparativo de *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes* en el control de *Diatraea saccharalis* en el sector cañicultor, con la finalidad de que los controladores biológicos de las plagas no simbolicen un rubro relevante en los costos de producción y consecuentemente disminuir el deterioro del medio ambiente, de la salud de los trabajadores ocasionado por el uso indiscriminado de pesticidas. Con la finalidad de que nuestros agricultores cuenten con la posibilidad de nuevas alternativas que favorezcan a la investigación.

Los resultados de la presente investigación se expondrán como una alternativa para que los cañicultores, estudiantes, profesionales y la comunidad en general puedan obtener una guía o ayuda en la investigación académica sobre la misma.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Estado del Arte

La caña de azúcar (**Saccharum officinarum L.**) proviene del sureste asiático (región subtropical y tropical) (León, 1987, citado por Peña, 1997). En los años 327 a.C. fue considerado un cultivo de gran importancia en el subcontinente indio. Luego fue introducido en Egipto en 647 d.C. y en España en 755 d.C. con el pasar de los años la caña de azúcar ha sido expandida en todas las regiones subtropicales y tropicales a nivel mundial (SAGARPA, 2015).

Polonio (2014) , realizó una investigación utilizando algunas especies de mosca (**Billaea (Paratheresia) claripalpis**) y avispa (**Cotesia flavipes**), en condiciones de laboratorio, reportando datos alentadores en la respuesta de los biocontroladores sobre el control de **Diatraea saccharalis**. Con porcentajes de 73% en **Billaea (Paratheresia) claripalpis** y 75% en **Cotesia flavipes**.

En la investigación realizada por Cenicaña (2016), en la zona agrícola del río Cauca, se evaluó el control de **Diatraea saccharalis** mediante el empleo de **Cotesia flavipes** como parasitoide, reportando valores del de 68 a 92% del rango de parasitismo. El estudio realizado en campo con el uso de la avispa parasitoide con la finalidad de controlar de forma biológica la plaga. Evidenciando que **Cotesia flavipes** controló un 65 % de los insectos plagas presentes, permitiendo la recuperación de la plantación.

Hernandez (2015) ,expone que el empleo de controladores biológicos reduce en gran medida el impacto económico ocasionado por la infestación de plagas, por lo cual, realizaron la aplicación de **Cotesia flavipes** como parasitismo de **Diatraea saccharalis**. En su investigación indica que los daños causados por la plagan llegan hasta un 47% en condiciones de laboratorio. En virtud de los resultados reportados, se indica que el nivel de parasitismo fue del 70% reduciendo la presencia de **Diatraea saccharalis** y de igual manera de otros insectos dañinos para los cultivos.

Mejia (2018), desarrolló un control biológico mediante el empleo de parasitoides como las avispas (*Cotesia flavipes*) sobre diferentes especies del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) en los cañaverales. Como parte de la metodología empleada se liberó a la avispa adulta en los campos abiertos paneleros. Posteriormente se observó que la avispa formó colonias, y atacó a *D. saccharalis*, *D. rosa* y *D. buskella*. De acuerdo a los resultados obtenidos, se identificó que los tres tratamientos evaluados resultaron ser iguales estadísticamente, debido a que no se presentaron diferencias significativas entre ellos, evidenciando la efectividad del control biológico empleado referente a la inhibición del crecimiento de variedades de *Diatraea saccharalis*.

En una investigación enfocada en la determinación del nivel de parasitismo de *Billaea claripalpis* en larvas de *D. saccharalis* en el valle de Virú realizada por Chafloque, Cruz, & Ruiz (2021), se reportó que, luego de la liberación de 40 y 50 parejas de la mosca se obtiene un parasitismo de 57.6 y 57.9% respectivamente, mientras que en las zonas desérticas con liberaciones de 60 y 80 moscas se reportaron parasitismos de 32.0 y 37.7%.

Chafloque (2019), señala que el nivel de daño de los insectos plagas disminuye a medida que aumenta el parasitismo de los mismo. Fundamentado en los resultados obtenidos en su investigación, reportando una infestación de 8.9, 9.3, 16.58, 14.83 %, mientras que de parasitismo de 30.48, 29.2, 25.0 y 25.03 % respectivamente.

En el artículo científico publicado por Mendoza & Gualle (2020), realizado por el CINCAE, para determinar las pérdidas causadas por el barrenador del tallo en la hacienda Isabel María del ingenio San Carlos. Se estimó que por cada 1% I.I., se pierde 0.17 kg de peso de la caña y 0.56 kilogramos de azúcar por tonelada de caña (KATC) y un de azúcares reductores en 0.0048 %.

La estimación de la recuperación productiva (azúcar y alcohol) por la disminución del porcentaje del índice de intensidad de infestación en cada chacra causada por *C. flavipes* para el control del barrenador del tallo *D. saccharalis*. Se obtuvo una recuperación promedio de 140 Kg. de azúcar por cada tonelada de caña

equivalentes a 99.64 dólares y 118 litros de alcohol por tonelada de caña con un costo de 72.97 dólares. (Haywood, et al. 2021)

1.2. Bases Científicas y Teóricas

1.2.1 Importancia del cultivo de caña de azúcar

El cultivo de caña de azúcar es un pasto de origen tropical perteneciente a la familia del maíz y del sorgo por lo que también se lo considera una gramínea. Es de alto valor económico, debido al alto porcentaje de sacarosa que contiene su tallo, permitiendo la obtención de azúcar mediante un proceso de cristalización (Díaz y Portocarrero, 2015).

La sacarosa es sintetizada mediante el proceso de fotosíntesis el cual se completa gracias a la energía solar. En el Ecuador, el cultivo de la caña de azúcar es el de mayor importancia para la extracción de sacarosa y posterior producción de azúcar. De acuerdo a las distintas variedades de usos, también se obtienen subproductos que son aprovechados, tales como la producción de alcohol para la elaboración de ron, productos destinados a las farmacéuticas y como combustible alternativo. Como desecho en la producción de azúcar se obtiene el bagazo se utiliza para la producción energía eléctrica, abono natural o para fabricar tablas prensadas utilizadas en carpintería (Díaz y Portocarrero, 2018).

Los productos derivados de la caña de azúcar son considerados de gran valor nutricional y energético, ya que forman parte de la dieta diaria de las personas, por lo que el cultivo de caña es de vital importancia para los ingenios productores de azúcar, ya que su economía está intrínsecamente relacionada a este (Cortéz, 2017).

Se reporta que existen aproximadamente 110 Has, están cultivadas de caña de azúcar en el Ecuador, mientras que 74 mil ha son destinadas para el procesamiento de sacarosa. Debido a la gran relevancia del cultivo, es considerado una gran fuente de empleos para el país, formando parte del crecimiento del mismo y brindando mejor calidad de vida a las familias de los trabajadores de este sector. De acuerdo a datos publicados se detallan los ingenios existentes en el país:

Ingenio azucarero Valdez, Ingenio San Carlos, Monterrey, Ecudos, Lancem e Isabel María (Burgos, 2015).

1.2.2. Características botánicas del cultivo

El cultivo de caña de azúcar es un pasto de origen tropical perteneciente a la familia del maíz y del sorgo por lo que también se lo considera una gramínea. Es de alto valor económico, debido al alto porcentaje de sacarosa que contiene su tallo, permitiendo la obtención de azúcar mediante un proceso de cristalización (Díaz y Portocarrero, 2015).

La sacarosa es sintetizada mediante el proceso de fotosíntesis el cual se completa gracias a la energía solar. En el Ecuador, el cultivo de la caña de azúcar es el de mayor importancia para la extracción de sacarosa y posterior producción de azúcar. De acuerdo a las distintas variedades de usos, también se obtienen subproductos que son aprovechados, tales como la producción de alcohol para la elaboración de ron, productos destinados a las farmacéuticas y como combustible alternativo. Como desecho en la producción de azúcar se obtiene el bagazo se utiliza para la producción energía eléctrica, abono natural o para fabricar tablas prensadas utilizadas en carpintería (Díaz y Portocarrero, 2018).

1.2.2.1. Sistema radicular

El sistema radicular de las plantas de la caña de azúcar se dispone como raíces de plántulas posterior a la germinación de la semilla a su vez como raíces adventicias derivadas del nudo de la planta (Rae et al., 2017).

De una planta nueva que se reproduce mediante esquejes, se indica que se da el crecimiento de dos diferentes clases de raíces tales como las raíces de tallo y las raíces de esquejes. Las raíces permanentes o también denominadas raíces del tallo inicialmente son blancas de aspecto más carnoso y presentan menor ramificación. Posteriormente se arruga la epidermis, cambia a una coloración más oscura y da un aspecto de secarse, pero siguen vivas. Mientras que las raíces de presentan una vida corta ya que solo están presentes de 2 a 3 meses es decir al inicio del ciclo del cultivo. Son de aspecto delgado, están ramificadas y son superficiales.

De acuerdo a la literatura se reportan tres tipos de raíces:

a) raíces superficiales: ramificadas y absorbentes

b) raíces de fijación o apoyo: más profundas

c) raíces de cordón: pueden llegar a medir hasta seis metros.

La importancia y la proporción de las raíces va a estar influenciada por tres factores diferentes tales como la variedad, el suelo y la humedad (Amaya y col., 2016).

1.2.2.2. Tallo principal

El tallo es considerado la parte fundamental de la planta debido a que es de gran importancia para el sector azucarero, siendo empleado para el proceso industrial de obtención de sacarosa contenida en los nudos y entrenudos. El tallo tiene una posición erecta y circular, que tiene yemas ubicadas de manera alterna en los entrenudos cubiertos por la vaina foliar, tiene una longitud de 1,50 a 4,00 metros, un diámetro de grosor 1,5 cm a 3,5 cm. El tallo de la caña de azúcar puede llegar a pesar entre 300 gramos y llegar hasta los 6kg dependiendo del grado de sacarosa que este contenga. La coloración va a ser variada de acuerdo a la exposición que esté presente al sol, así como también a los nutrientes que tenga disponible y a la variedad que pertenezca. (Fauconnier y Bassereau, 2018).

1.2.2.3. Hojas

Las hojas están dispuestas a la altura de los nudos de los tallos de la caña de azúcar, son de característica forma alargada, unidos por una sola articulación, compuesta por la vaina y el limbo (James, 2016).

Presentan una vaina es tubular, envolvente que esta ensanchada en la base, la parte exterior de la hoja no cuenta con nervio central y es pubescente. El limbo es tendido, tiene un nervio central en relieve sobre la cara externa (inferior) y los bordes a veces ligeramente dentados. El limbo durante el crecimiento aumenta su para posteriormente disminuir en el lapso de la floración (Fauconnier y Bassereau, 2015).

1.2.2.4. Floración

Mediante la floración inducida, el desarrollo del patrón de los meristemas apicales presenta una modificación que lo transforma en un raquis con ramificaciones que contiene un gran número de (Rae et al., 2018).

Al momento de iniciar la floración, se entiende que culmina el crecimiento de la planta dando lugar al inicio a la fase de desarrollo fisiológico. Los cañicultores en ciertas ocasiones inducen a que no lleguen a la floración de manera temprana para lograr obtener mejor porcentaje de producción (Fauconnier y Bassereau, 1975).

1.2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

El rendimiento del cultivo de la caña de azúcar va a estar relacionado intrínsecamente a las condiciones edafoclimáticas a las que está expuesta, es por ello que es necesario realizar un estudio del sector en donde se va a cultivar (De Souza, 2014, Domínguez, 2018, Inman-Bamber, 2015, Hunsigi, 2016).

En un sector que cuente con una intensa radiación solar y de clima calurosa se obtendrá un mejor desarrollo del cultivo. Debido a que las condiciones climáticas como la temperatura, la insolación y la humedad tiene un impacto directo en el rendimiento y crecimiento de las plantas, sin embargo, es necesario mencionar que este tipo de cultivo se puede adaptar a distintas situaciones climáticas (Humbert, 2014).

El cultivo de caña presenta un excelente desarrollo en una altitud de 550 y 1600 msnm, aunque se ha demostrado que a una mayor altitud si se puede establecer el cultivo, pero con un rendimiento menor (Gómez y Miranda, 2018).

1.2.3. Requerimientos climáticos del cultivo

1.2.3.1. Temperatura

En temperaturas de 21 y 30 °C se han obtenido mejores resultados de rendimiento. Cuando existe variación de la temperatura entre el día y la noche con diferencias de temperatura de 8 ° C, se favorece la formación de cristales de azúcar

denominados como sacarosa, materia fundamental para que se dé se forme una miel de alta calidad (Gómez y Miranda, 2018).

Mientras más tiempo este expuesto el cultivo a temperaturas bajas, se producirá una disminución de del rendimiento y por ende un menor porcentaje de producción (MAG, 2015).

1.2.3.2. Humedad

A menor humedad existirá un desarrollo anticipado de la planta, por lo que la humedad relativa elevada es indispensable para que se genere un adecuado nivel de crecimiento vegetativo de la caña de azúcar.

1.2.3.3. Radiación solar

El cultivo de caña requiere de la radiación solar para su óptimo desarrollo, llegando a transformar hasta el 2 % de la energía indecente adquirida en 10 biomasa. Para la obtención de mejores resultados, se recomienda cultivar en sectores que cuenten con una excelente iluminación. Por lo cual se concluye que mientras haya más radiación solar, será más eficiente la fotosíntesis y por ende producción y la acumulación de azúcares será mayor.

1.2.3.4. Vientos

Gómez y Miranda (2015), señalan que ráfagas de viento muy enérgicos se altera el cultivo de cañas por el volcamiento de las plantas. Cuando la severidad de los vientos aumenta y se conviertan en vientos pueden arrancar la planta completamente, impactando el sistema foliar y radicular.

1.2.4. Requerimientos edáficos del cultivo

Los suelos donde se asientan los cultivos de caña de azúcar deben contar con un régimen hídrico adecuado y por ende un excelente drenaje, además deben ser profundos, sueltos y fértiles con rangos de pH de 4 hasta 8.3. No es aconsejable establecer cultivos de caña en suelos franco-limosos y limosos. En cuanto al pH se adapta bien a suelos (Chaves, 2016).

1.2.5. Requerimientos nutricionales del cultivo

El cultivo de la caña de azúcar se puede adaptar a suelos marginales y a cambios de fertilidad, aunque es necesario mencionar que el rendimiento no será el esperado por los productores (Chaves, 2018).

Velasco-Velasco (2019), indican que el cultivo de la caña de azúcar extrae de manera efectiva los nutrientes del suelo por lo que se requiere de dosis altas de fertilizaciones de macro y micronutrientes para cubrir su alto requerimiento nutricional, debido a alto potencial de fabricación de biomasa.

1.2.6. Taxonomía

Adala (2016), detalla la clasificación taxonómica de la caña de azúcar a continuación:

Reino: Vegetal

Tipo: Fanerógamas

Subtipo: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumales

Familia: Poáceas

Tribu: Andropogoneas

Género: *Saccharum*

Especie: *Spontaneum* y *robustum* (*silvestre*) , *edule*, *barberi*, *sinense* y *officinarum*(*doméstica*)."

1.2.7. Origen

No se detallan indicios concretos relacionados al origen de esta gramínea, aunque diversos textos indican que proviene de Asia, sin embargo, se lo considera uno de los cultivos más antiguos, en el que se ha reportado hallazgos desde el oriente al occidente, mediterráneo, indico y atlántico (Ávila, 2016).

Otras literaturas señalan a Nueva Guinea como su lugar de origen donde se lo conocía como césped, en el cual algunos cañicultores extrajeron el cultivo para distribuirlo en otras zonas y obtener más ingresos económicos. La India es considerado uno de los primeros países productores de azúcar, donde se estableció en sus inicios el cultivo, para luego reportarse en China y otros países de la región (Alimento, 2019).

Estudios confirman que el cultivo de caña llegó al continente americano, con sus bonanzas, gracias a la invasión coloquial (Rich, 2017).

El cultivo de caña de azúcar fue empleado para el desarrollo de jugos, y otros productos en China y en la India, donde solo se conocía la existencia de dos variedades de caña, sin embargo, al momento de su distribución estas se entrecruzaron y dieron origen a otros tipos de variedades de caña de azúcar que posteriormente han sido distribuidas a nivel mundial. (MAG, 2016).

1.2.8. Morfología

La caña de azúcar perteneciente al género de las gramíneas, es una planta monocotiledónea. Se ha reportado la existencia de diversas especies que presentan un comportamiento, adaptabilidad y rendimiento diferente entre sí. La planta de caña está constituida principalmente con un largo tallo, una raíz de base múltiple, hojas y flor (Agroriente, 2018).

La raíz presenta una base múltiple fibrosa, que está conformada por unas raicillas del mismo espesor. El sistema radicular que más destaca es el adventicio

El tallo tiene una forma cilíndrica con un diámetro de 5 a 6 cm, una longitud de 2 a 5 metros. Contiene 14% de sacarosa, el cual varía de acuerdo al proceso al que es sometido (InfoAgro, 2017).

Presentan una vaina es tubular, envolvente que esta ensanchada en la base, la parte exterior de la hoja no cuenta con nervio central y es pubescente. El limbo es tendido, tiene un nervio central en relieve sobre la cara externa (inferior) y los bordes a veces ligeramente dentados. El limbo durante el crecimiento aumenta su para posteriormente disminuir en el lapso de la floración (Osorio, 2019).

El desarrollo de la plantación de caña de azúcar está definido en 4 etapas. Entre ellas encontramos la fase de desarrollo, fase de brotación y establecimiento del cultivo, fase del macollamiento hasta alcanzar la brotación, el desarrollo vegetativo y crecimiento de tallos y finalmente la fase de la maduración, denominada fase de síntesis y acumulación de azúcares (Castillo, 2019).

1.2.9. Importancia económica del cultivo

El cultivo de *Saccharum officinarum* L., es de gran importancia nacional debido a que se obtienen diversos productos de alto consumo, resaltando entre ellos el azúcar que es un potencial endulzante natural extraído del procesamiento del tallo. Por otro lado, la caña de azúcar también es empleado para la obtención de subproductos tales como panela de gran importancia en la elaboración de licores y a su vez forma parte de la dieta de ciertos animales. Gracias a los avances tecnológicos y eco amigables se han desarrollado nuevas técnicas que permiten la obtención de cartón, papel y de alcohol destinado a la producción de combustibles renovables partir de la caña de azúcar, entre otros (Barcia, 2015).

El sector cañicultor es uno de los sectores agrícolas que genera un gran índice de empleo y por ende ingreso para un alto porcentaje de familias rurales y ciudadinas que trabajan en las distintas actividades relacionadas al cultivo de caña de forma indirecta y directa, desde el momento de la siembra, manejo, control de plantaciones y posterior procesamiento de la materia prima.

Los países que tienen mayor producción de caña de azúcar son: Colombia, Perú, Nicaragua, Guatemala y Ecuador (Vega, 2017).

Este cultivo depende de las condiciones adecuadas para el incremento de producción como tipos de suelos, cepas, variedades, clima, y BPA, tales condiciones hay que tener respuesta en el incremento de la producción de caña. Se requiere generar proyectos investigativos con respecto al rendimiento de caña para la mejora económica de las empresas azucareras del país, corrigiendo errores, y cumpliendo metas propuestas (Viñas, 2015)

El cultivo es muy exigente para su desarrollo requiere profundidad radicular, entre otras características. Tal razón, los suelos utilizados para este cultivo deben cumplir condiciones como ser profundos, fértiles, aireados y posean estructura elevada para contener el agua. Los lugares para las plantaciones no siempre cumplen estas características, por lo tanto, se requiere usar los medios para convertir el lugar adecuado para la implementación del cultivo (Duarte, 2015).

1.2.10. Mecanismos biológicos

1.2.10.1. *Billaea "Paratheresia" claripalpis*

- **Taxonomía**

De acuerdo a lo expuesto por Miranda (2018) , se detalla la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Díptera
Familia: Tachinidae
Género: *Billaea*
Especie: *claripalpis*

- **Biología**

Mediante lo señalado por Peralta Miranda (2018), se determina que el adulto presenta una longitud de 8 a 10 mm. La colocación de larvas de la hembra se da cerca del túnel del hospedero, llegando a producir aproximadamente 375 larvas. Cuando las larvas son pequeñas ingresan al túnel donde se aloja la larva hospedera y posteriormente la penetra. Se detalla que el estado larval dentro del hospedero es de 10 a 11 días aproximadamente (Cruz, 2017).

- **Modo de acción**

Las moscas adultas cuando son liberadas en el campo, se dirigen a buscar los agujeros realizados por las larvas de *Diatraea* y ovopositan las larvas pequeñas en el interior de los orificios las cuales se direccionan al interior para parasitarlas y desarrollarse dentro de ellas. Luego se convierten en pupas dando lugar a una nueva generación de adultos de las moscas parasitoides, impidiendo la formación de adultos de *Diatraea* (Agroactivo, 2020)

Para un correcto control biológico, Agroactivo (2020), recomienda las siguientes dosis:

➤ **Inicio de Liberación de parasitoides:** los parasitoides deben de tener una edad de 2 a 3 meses.

➤ **Adultos o Pupas/Ha:** la liberación de adultos apropiada es de 25 a 50 parejas de adultos/Ha.

➤ **Número Mínimo de Liberaciones:** el procedimiento detallado anteriormente se lo debe repetir 1 vez por trimestre.

Este insecto fue denominado inicialmente por Van Der Wulp, como ***Sarcophaga claripalpis***, luego de que realizó varias observaciones de muestras en las excursiones que solía realizar. Con el pasar del tiempo, y con distintas investigaciones realizadas, Townsend, la clasificó dentro del género ***Paratheresia***, procedente de una ejemplar encontrado en la zona del río Ushpayuco en Perú. Finalmente ha sido identificada como ***Paratheresia claripalpis*** (Morales, 2018).

Paratheresia claripalpis es utilizado en el sector cañicultor como controlador biológico ***Diatraea sp.***, y además ser empleado en cualquier tipo de cultivo donde exista este tipo de amenaza. Las moscas que se encuentran en estado adulto buscan en los agujeros de los tallos hechos por el insecto plaga, deponiendo larvas para introducirse y extender el control del insecto (Calle, 2017).

El parasitoide ***Paratheresia claripalpis*** es una mosca de tamaño macroscópico, de coloración negro. Son vivíparas. Tienen gran incidencia en el control de daños producidos por ***Diatraea spp.***; sin embargo, se encuentran en distintas localidades y el hospedero va a depender de las estaciones del año. Se requiere de una temperatura de 26 a 28 °C, en un lapso de 30 y 42 días para el cumplimiento de su ciclo biológico. La etapa de huevo a larva estará definida de 9 a 10 días, para luego transformarse en pupa en 7 a 10 días y llegar a la adultez en un periodo de 18 a 42 días alcanzando un ciclo total de los 30 a 42 días (Molina, 2019).

1.2.10.2. *Cotesia flavipes*

- **Taxonomía**

Vélez *et al.* (2020), detalla la taxonomía de *Cotesia flavipes* a continuación:

Reino: *Animalia*

Clase: *Insecta*

Orden: *Hymenoptera*

Familia: *Braconidae*

Género: *Cotesia*

Especie: *flavipes*

- **Características**

De acuerdo a lo mencionado por Vélez *et al.* (2020), el insecto benéfico denominado ***Cotesia flavipes*** es un parasitoide que cuenta con un alto potencial con respecto al control de barrenadores de tallos.

Varios estudios señalan que con la presencia de un hospedero que haya sido parasitado por ***Cotesia flavipes*** da lugar a la obtención de 30 a 110 adultos aproximadamente de esta avispa, motivo por el cual puede ser producido en gran cantidad de manera eficiente. Este endoparásito tiene una coloración negra con patas amarillas y castañas pálidas. El hembra mide 2.78 mm siendo más grande que el macho el cual tiene un tamaño de 2.5 mm, quien tiene las antenas más largas que las hembras.

- **Modo de acción:**

Botia Muñoz (2019), revela que la hembra en estado adulto luego de haber copulado, se establece en los agujeros realizados por el barrenador hasta encontrar la larva y la oviposita. Dentro de larva del barrenador la hembra introduce un gran número de huevos y a los diez a doce días posteriores, salen alrededor de 70 larvas del hospedero. Gracias a la presión de humedad entre la planta y el suelo, las larvas salen de tallo entre las 6 y 10 de la mañana generando una de las más grandes oportunidades a la avispa para que oviposite a su huésped (CINCAE, 2017).

La avispa ***Cotesia flavipes***, se encuentra dentro del género Hymenoptera, considerado un insecto parasitoide de larvas de barrenador del tallo (***Diatraea***

saccharalis), que es una plaga de gran importancia económica en el cultivo de caña, siendo considerado como un agente de control biológico (Mariscal, 2017).

Mohamed (2015), indica "Esta avispa parasita al estadio larval de **Diatraea saccharalis** y provoca una anulación inmunológica en el hospedero. La parasitación provechosa por el insecto endoparásito culmina al disminuir el sistema inmune con el fin de preservar su progenie y evitar el desarrollo del hospedero".

1.2.11. Insecto Plaga

1.2.11.1. *Diatraea saccharalis*

- **Taxonomía**

(Ludeña, 2014) detalla la siguiente clasificación taxonómica:

“**Clase:** Insecta

Orden: Lepidóptera

Familia: Pyralidae

Género: **Diatraea**

Especie: **saccharalis**

Nombre Científico: ***Diatraea saccharalis***

Nombre Vulgar: Barrenador del tallo ”

El barrenador del tallo que tiene como nombre científico **Diatraea saccharalis**, dispone de varias etapas en su desarrollo, en la etapa de huevo pasa por un lapso de 4 a 5 días, mientras que de larva dura entre 18 a 25 días, en estado de pupa se encuentra durante 10 a 14 días, de acuerdo a que se brinden los factores propicios para el desarrollo de este insecto plaga. (Enrique, 2018).

Al barrenador del tallo se lo considera como polilla con operación nocturna. Las hembras ovipositan aproximadamente 300 huevos, colocados de 5 – 50 huevos de color amarillo en forma montada en la parte dorsal de la hoja o en el limbo foliar. Este proceso puede llegar a tener una duración de 1 a 2 semanas si se disponen las condiciones climáticas adecuadas (Flores, 2016).

Estos insectos son de gran importancia económica para el cultivo azucarero, debido que la infestación no controlada podría causar pérdidas hasta del 100% perdiendo la plantación. Sin embargo, existen alternativas para su control como lo es la liberación de moscas **Billaea claripalpis** y **Metagonistylum minense**, que

en el periodo de larva parasitan a los barrenadores y se alimentan de ellos para disminuir poblaciones del insecto (Cenicaña, 2017)

Los daños que ocasiona el barrenador del tallo ocurren desde la primera etapa del desarrollo de la caña, generando la destrucción del meristemo apical de la planta, denominado como síntomas del corazón muerto. En etapas posteriores las larvas pequeñas de la plaga se sostienen de vainas y hojas del cultivo para ingresar en los entrenudos para alimentarse de los tejidos del tallo. De acuerdo a la especie del tipo de barrenador que ataque al cultivo de caña aparecerán los daños (Rodríguez, 2019).

Diatraea saccharalis, es un insecto plaga que tiene varios tipos de controladores entre los que destacan las moscas, que parasitan las larvas y pupas; y avispas que parasitan sus huevos. Son plagas que atacan solamente a las gramíneas como el sorgo, arroz y caña de azúcar (Cruz, 2017).

Además, los daños ocasionados producen pérdidas de masa por el ataque extremo a los tallos de la planta. Se supone que por cada % de deterioro en los entrenudos, se derrocha casi una tonelada de caña por hectárea. Por lo tanto, si la severidad avanza, las pérdidas en el cultivo podrían pasar el valor de la inversión usada para el control (ICA, 2016)

También ocurren pérdidas indirectas, debido a las lesiones que dejan en los tallos, los cuales provocan muchas veces la presencia de enfermedades a causa de hongos. Enfermedades muy comunes como *Fusarium moniliforme* y *Colletotrichum falcatum*. Estos hongos patógenos originan la alteración de sacarosa y reducen la pureza del caldo, dañando totalmente el rendimiento de los cultivos agrícolas como industriales (García, Botelho, & Macedo, 2016).

1.3. Fundamentación Legal

Constitución del Ecuador

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 401.- Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales (Constitución del Ecuador, 2016).

CAPÍTULO 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Características del área de ensayo

Ubicación del experimento

El experimento fue realizado durante los meses diciembre 2021 y abril del año 2022, en lotes del Sr. Antonio Quinteros, av. Alfonso Andrade S/N catorceava sur vía a Guayaquil, ubicado en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas.

Coordenadas geográficas del área del ensayo.

Latitud 02° 19' 48" Sur

Longitud 79° 24' 0" Occidental.

Altitud 60 msnm

GFuente: (GPS, 2018).

Características climáticas y edafológicas

Datos del clima

El cantón El Triunfo se encuentra localizado a una altura de 60 metros sobre el nivel del mar. Con una temperatura media anual de 26°C.; humedad relativa que varía entre 51.33 a 94.55%, y una precipitación anual de 1708.5 mm. (Quinteros, 2022).

Características edafológicas del área experimental

La textura del suelo es franco arcilloso predominante, con topografía plana con ligeras ondulaciones. La formación ecológica predominante corresponde a la conocida como Bosque Húmedo Tropical.

2.1 Métodos

De acuerdo a las características propuestas del presente trabajo de investigación se definió ser de carácter experimental y explicativo, sustentado por el ensayo y el diseño estadístico empleado.

2.1.1. Modalidad y Tipo de investigación

La de modalidad de investigación fue aplicada debido al fundamento teórico que se empleó para la búsqueda de la información, deductivo y experimental, ya que se aplicó en campo lo investigado teóricamente.

2.2 Variables

2.2.1. Variable independiente

Empleo de Billaea claripalpis y Cotesia flavipes como parasitoides.

2.2.2. Variable dependiente

2.2.2.1 Porcentaje de infestación e Intensidad de Infestación

Se tomaron 10 sitios de muestreo por parcela, tomando 10 tallos al azar por sitio. Estos tallos se cortarían, se limpiarán y se clasifican en tallos sanos y tallos dañados. Los tallos con perforaciones se parten longitudinalmente para determinar la extensión de entrenudos perforados. Con estos datos se determinará el porcentaje de infestación e intensidad de infestación.

El cálculo del porcentaje de infestación e intensidad de infestación se hará de la siguiente manera:

$$\% I = \frac{\text{N}^\circ \text{ de brotes/tallos barrenados}}{\text{Total, de cañas}} \times 100;$$

$$\% I.I. = \frac{\text{N}^\circ \text{ de entrenudos dañados}}{\text{Total, de entrenudos}} \times 100;$$

2.2.2.2 Número de larvas de *Diatraea saccharalis* sanas y parasitadas.

Se tomaron como muestra 100 brotes de cañas para evaluar la presencia de larvas vivas o parasitadas de *Diatraea saccharalis*.

2.2.2.3 Porcentaje de parasitismo causado por *B. claripalpis* y *C. flavipes*.

En cada evaluación se realizó una determinación del porcentaje de parasitismo aparente y del parasitismo real causado por estos parasitoides. El primero se obtendrá al momento de hacer la evaluación en el campo, y el segundo sumando al anterior el parasitismo que resulte de las larvas de *Diatraea* que serán llevadas al laboratorio para determinar el parasitismo que no se pudo apreciar en el campo.

2.2.2.4 Beneficio/tratamiento

Esta variable será obtenida al final del ensayo de acuerdo a los promedios dados por daño de tallo y daño de macollo, para expresar en % cuál tratamiento presentó mayor beneficio.

Tratamientos

El experimento se llevó a cabo bajo una distribución completamente al azar con tres tratamientos. Cada tratamiento evaluado a través de 8 unidades experimentales.

2.3 Técnicas de Recolección de Datos

2.3.1. Recursos

Para este trabajo investigativo se extrajo información de: Libros, Tesis, Folletos, Revistas, Periódicos, Sitios web, entre otros.

2.3.2. Métodos y técnicas

2.3.2.1. Manejo del experimento

Para la conducción del trabajo experimental se realizó las siguientes labores:

2.3.2.2. Selección de plantas

Se escogieron 100 brotes de caña de azúcar por cada unidad experimental.

2.3.2.3. Control de plagas

Se realizó este control de forma biológica aplicando *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes*, de acuerdo a la dosis establecida en la Tabla 1. Luego se tomaron los datos de las variables evaluadas a los 30 días después de la aplicación.

2.3.2.4 Control de malezas

Se realizó de manera química, utilizando ametryna 4l/ha + atrazine 2k/ha y diuron 2k/ha para el control de *Rottboellia cochinchinensis*, *Elysiene indica*, *Echinochloa colonum*, etc.

2.3.2.5. Riego

Se realizó esta labor de acuerdo a las necesidades del cultivo.

2.3.2.6. Fertilización

Se realizó esta labor, enterrando el fertilizante entre los surcos de caña de azúcar, de acuerdo a la necesidad del suelo.

2.4 Estadística descriptiva e inferencial.

En este experimento se utilizó un diseño de bloques completamente al azar. También se utilizarán Técnicas de Estadística Descriptiva; tales como: distribución de frecuencias, porcentajes, media, rango y desviación estándar.

2.4.1 Características de las parcelas experimentales

Tipo de diseño: Bloques completamente al azar

Número de tratamientos: 3

Número de repeticiones: 8

Unidad experimental: (50m x 50m=2500 m²)

Número total de unidades experimentales: 24

2.5. Diseño experimental

El diseño que se utilizó en esta investigación es de tipo experimental con una distribución de bloques completamente al azar. Las variaciones estadísticas de los datos que se obtendrán serán analizadas mediante el análisis de varianza, y sus promedios serán comparados utilizando la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 1. Combinaciones de tratamientos

| Tratamientos | Aplicación | Dosis | Frecuencia de aplicación |
|--------------|-----------------------------|-------------------------|--|
| T1 | <i>Billaea clarispalpis</i> | 12 parejas de moscas/ha | Aplicación después de 90 días de la siembra. |
| T2 | <i>Cotesia flavipes</i> | 2 g/ha | Aplicación después de 90 días de la siembra. |
| T3 | Sin controladores | 0 /ha | ninguna |

Quinteros, 2021

RESULTADOS

Daño que causa *Diatraea saccharalis*, en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

Los resultados de los daños causados por *D. saccharalis* a los 30 días después de la liberación de los parasitoides larvales *B. claripalpis* y *C. flavipes* se presentan en la tabla 2. Al efectuar los análisis estadísticos con el porcentaje de infestación (tallos dañados), no mostraron diferencias y con relación a la intensidad de infestación (entrenudos dañados) se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos uno y dos con relación al testigo absoluto. Esta diferencia podría atribuirse a que los parasitoides comenzaron a actuar deteniendo la actividad de las larvas del barrenador del tallo lo que refleja en una menor incidencia en los tratamientos uno y dos con relación al testigo.

Tabla 2. Porcentaje de infestación e Intensidad de infestación por tratamiento en el control de *D. saccharalis* en caña de azúcar a los 30 días después de la liberación de controladores biológicos

| N° | Tratamientos | Daños (%) | |
|----|--|-------------|---------------------------|
| | | Infestación | Intensidad de infestación |
| T1 | <i>Billaea claripalpis</i> 12 parejas de moscas/Ha | 45,4 a | 8,9 b |
| T2 | <i>Cotesia flavipes</i> 2 g/Ha | 48,3 a | 9,9 b |
| T3 | Testigo | 52,4 a | 13,9 a |
| | Cv (%) | 17,7 | 22,3 |

Letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey (0.05)
Quinteros, 2022.

Capacidad de parasitismo que realiza *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes*, sobre la población de *Diatraea saccharalis*

Al evaluar las poblaciones del barrenador del tallo antes y a los 30 días después de la liberación de los parasitoides, se observó un descenso significativo en el número de larvas con relación a la primera evaluación. En el tratamiento 1 se registró una disminución de 43 larvas equivalente al 56.6%, seguido del tratamiento 2, con 49 larvas que corresponde al 54.4%. En el tratamiento 3 el decrecimiento fue menor con una diferencia de 24 larvas equivalente a un 28.6 %. Estos datos nos dan una idea de cómo los organismos benéficos están actuando en el campo, incluso donde no se realizó ninguna liberación. (Figura 1).

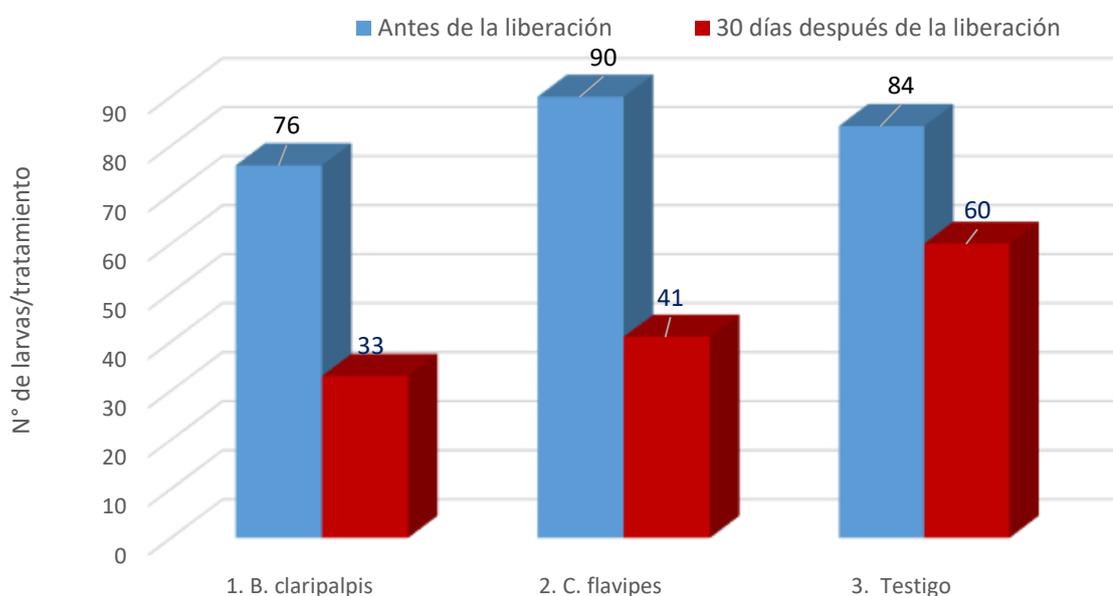


Figura 1. Número de larvas vivas de *D saccharalis*, registradas antes y a los 30 después de las liberaciones de *B. claripalpis* y *C. flavipes*, 2021. Quinteros, 2022

Previo a la liberación de los parasitoides se realizó una recolección de larvas de *D. claripalpis* para determinar los niveles de parasitismo natural presente al momento de instalar este experimento, los resultados no mostraron presencia de ningún parasitoide. Posteriormente a los 30 días después de la liberación de los benéficos en el tratamiento uno se calculó un promedio de 46.3 % de parasitismo causada por la mosca ***B. claripalpis***. En el tratamiento 2 se registró un promedio de 37.4% de parasitismo causado por la avispa ***C. flavipes***. Mientras en el tratamiento 3 (sin liberaciones) se observó un promedio de 10.8% de parasitismo inducido por ***B. claripalpis***, en este caso puede ser consecuencia de un parasitismo natural o tal vez debido a que algunas moscas pudieron cruzar a las parcelas testigos logrando parasitar algunas larvas del barrenador.

Al realizar los análisis estadísticos los resultados mostraron diferencias altamente significativas siendo el tratamiento 1 y 2 estadísticamente iguales pero diferentes con el tratamiento testigo (Tabla 3). En términos generales los dos parasitoides larvales son una excelente opción, dentro del manejo integrado del barrenador del tallo en caña de azúcar.

Tabla 3. Nivel de parasitismo inicial y a los 30 días posterior al control de *D. saccharalis* en caña de azúcar

| C | Tratamientos | Inicial | 30 días |
|----|--|---------|---------|
| T1 | <i>Billaea claripalpis</i> 12 parejas de moscas/Ha | 0.0 | 46.3 a |
| T2 | Cotesis flavipes 2 g/Ha | 0.0 | 37.4 a |
| T3 | Testigo | 0.0 | 10.8 b |
| | Cv (%) | | |

Letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey (0.05)
Quinteros, 2022

Análisis de beneficio costo de la aplicación de mecanismos biológicos.

Al realizar el cálculo de costo/beneficio de la liberación de los parasitoides para el control de *D. saccharalis*, se tomó en cuenta la diferencia entre el % de intensidad de infestación (%I.I.) registrados de los tratamientos 1 y 2 con respecto al testigo., y este se multiplica por el índice de pérdida, estimado en 0.56 kilogramos de azúcar por tonelada de caña, por cada 1% de intensidad de infestación. Para valorar la recuperación de azúcar por hectárea se multiplica por el estimado que el cantero podría producir, en este caso elegimos 100, que son las toneladas que por lo general un cantero caña planta está rindiendo. Los Kg de azúcar recuperados se transforman en sacos de azúcar/ha y este se multiplicó por el precio venta del saco de azúcar (\$33.9), después el beneficio obtenido en dólares se resta el costo de la liberación y obtuvimos el beneficio neto.

Se presenta en la tabla 4, las liberaciones de los parasitoides larvales fueron rentables con relación al testigo. En el T1 (*B. claripalpis*) la recuperación tuvo una relación de 1:11 que indica que por cada dólar invertido se recupera 11 dólares. Mientras en el T2 (*C. flavipes*) la relación de recuperación fue de 1:19 que indica que por cada dólar invertido existe una recuperación de 19 dólares.

Tabla 4. Azúcar recuperada por la disminución del % de Intensidad de Infestación causada por la liberación de *B. claripalpis* y *C. flavipes*

| Componentes | T1 (<i>B. claripalpis</i>) | T2 (<i>C. flavipes</i>) |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| Reducción del % I.I. con relación al Testigo | 5% I.I. | 4% I.I. |
| Kg de azúcar recuperado por tonelada | 2.8 | 2.2 |
| Kg de azúcar recuperado por ha. | 280 | 220 |
| Sacos recuperados por ha | 5.6 | 4,4 |
| Beneficio (\$) | 189.8 | 149.2 |
| Costo de liberación (\$) | 15.0 | 7,2 |
| Beneficio Neto (\$) | 174.8 | 141,9 |
| Relación BENEFICIO/COSTO | 1:11 | 1:19 |

Quinteros, 2022

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre los daños causados por el barrenador del tallo *D. saccharalis* en caña de azúcar, se pudo observar que el tratamiento 2, donde se liberó *C. flavipes*, disminuyó los daños ocasionados por este insecto en un 28.8 % en relación con el testigo (sin liberación), resultados inferiores a los obtenidos por CENICAÑA (2016) y Hernández (2015). Diferencias que podrían aumentar en este experimento debido a que se realizó una liberación de este parasitoide y se evaluó hasta los cinco meses de edad del cultivo.

Con relación a los daños ocasionados por el barrenador del tallo, donde se realizaron liberaciones de *Billaea claripalpis*, se registró un promedio de 8.9 % de intensidad de infestación (% I.I.) y 46.3 de parasitismo causada por la mosca; mientras en el testigo se registró un promedio 13.9%I.I., y 10.9% de parasitismo, resultados o tendencias muy similares a los obtenidos por Chafloque et al. (2019), que expresa que los niveles de daño descienden a medida que el parasitismo aumenta.

Los resultados de parasitismo registrados por *B. clariplapis* y *C. flavipes* con promedios de 46.3 y 37.4% respectivamente, puede considerarse de mucha importancia para el manejo del barrenador del tallo en caña de azúcar. Debido a que reduce significativamente los niveles de daño y las poblaciones de la plaga, conclusiones similares a lo publicado por CENICAÑA (2017) y Mejía (2018)

El costo/beneficio de realizar liberaciones de *C. flavipes*, para el control del barrenador del tallo *D. saccharalis*, fue rentable estimándose una recuperación de 19 dólares por cada dólar invertido. En total se registró un beneficio neto de 141.9 dólares por la inversión de 7 dólares que fue el costo de liberación de la avispa. Estos resultados nos confirman la importancia del uso de organismos benéficos para evitar o reducir pérdidas causadas por larvas del barrenador del tallo en caña de azúcar, lo que concuerda por lo expresado por Havwood. et al (2021)

CONCLUSIONES

El parasitismo obtenido en el tratamiento 1 (***B. claripalpis***) y el 2 (***C. flavipes***), fueron muy superiores al tratamiento 3 (testigo), lo que demuestra una alta eficiencia para el control de ***D. saccharalis*** de estos organismos.

Los niveles de parasitismo de ***B. claripalpis*** y ***C. flavipes*** registrados en este experimento ayudaron a reducir significativamente los índices de daño causado por el barrenador del tallo en caña de azúcar. En otras palabras, a medida que el parasitismo aumento los niveles de intensidad de Infestación disminuyeron.

A los 30 días después de la liberación de los parasitoides, el porcentaje de infestación (%I. I) disminuyo 5 % en el tratamiento 2 donde se liberó ***B. claripalpis*** y 4% I.I. en el tratamiento 2, que se liberó ***C. flavipes***.

Estadísticamente los tratamientos donde se liberaron ***B. claripalpis*** y ***C. flavipes*** fueron similares, pero numéricamente el parasitismo causado por la mosca fue superior que el ocasionado por la avispa.

Se estimó que por cada dólar invertido por la liberación de la mosca ***B. claripalpis*** existe una recuperación 11 dólares; y por liberación de la avispa ***C. flavipes***, una recuperación de 19 dólares por cada dólar invertido.

RECOMENDACIONES

Determinar la influencia de los diferentes agrosistemas de la cuenca baja del río Guayas, en la adaptación de estos parasitoides.

El monitoreo en el cultivo de la caña de azúcar debe realizarse de manera constante y periódica con la finalidad de detectar oportunamente la presencia de la plaga y efectuar las liberaciones de los parasitoides evitando o reduciendo los niveles de daño que pueda provocar. ***D. saccharalis***.

BIBLIOGRAFÍA

- Agroactivo. (2020). Billaea - *Paratheresia claripalpis* parasitoide. Recuperado el 10 de 03 de 2020, de <https://agroactivocol.com/producto/sanidad-vegetal-alimentos-saludables/insecticidas-biologicos/parasitoides-insecticidas-biologicos/billaea->
- Agroriente. (2018). *Morfología De La Caña*. Obtenido de <https://agrioriente.wordpress.com/morfologia-de-la-cana/>
- Alimento. (2019). *La caña de azúcar: Origen, nombre científico, propiedades, y mas*. Obtenido de <http://hablemosdealimentos.com/c-frutas/la-cana-de-azucar/#Origen>
- América. (2017). *Azúcar*. Obtenido de <http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/3/03-cana-azucar/contexto-1.html>
- Ávila, I. (2016). *El Aguardiente de caña, procesos y tradición en el Valle de Yunguilla*. Monografía, Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3327/1/TESIS.pdf>
- Badilla, F. (2015). Un programa exitoso de control biológico de insectos plaga de la caña de azúcar en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 64, 3-6. Obtenido de <http://www.sidalc.net/repdoc/A2050e/A2050e.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2019). *Encuesta Conyuntural*. Guayaquil: Encuesta Agropecuaria.
- Barbosa, G. (2015). Morfología de la caña de azúcar en la preparación profunda del suelo en canteros. *IDESIA*, 33(4), 6. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v33n4/art04.pdf>
- BIOLOGIA, E. D. (2019). *Caña de azúcar*. Obtenido de <https://enciclopediadebiologia.com/cana-de-azucar/>

- Burgos, J. (2015). *Estudio de la lámina óptima de riego para el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en la parroquia San Carlos del cantón Naranjal - provincia del Guayas*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8373/1/Burgos%20Valencia%20Julio.pdf>
- Cabi. (2018). *Cotesia flavipes Compendio de Especies Invasoras*.
- Calle, G. (2013). *Prospección de insectos plaga y sus controladores biológicos en el cultivo de caña panelera (Saccharum officinarum)*. Pacto, Pichincha. Tesis de grado, Universidad Central Del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1004/1/T-UCE-0004-6.pdf>
- Carvalho, P. d. (2017). universidad estadual paulista.
- Carl, V. (2015). *Caña de azúcar*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Ca%C3%B1a_de_az%C3%BAcar#Morfolog.C3.ADa_de_la_planta
- Castillo, R. (2019). *Fisiología, floración y mejoramiento genético de la caña de azúcar en ecuador*. Ecuador: CINCAE. Obtenido de <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/FISOLOGIA-Y-MEJORAMTO.pdf>
- Cenicaña. (2016). *Cotesia flavipes: una alternativa para controlar el barrenador Diatraea spp.* Cali-Colombia.
- Cenicaña. (2017). *La cría de Diatraea saccharalis para la producción masiva de sus enemigos naturales*. Serie Técnica N°3, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cali-Colombia.
- Chafloque, C. F. (2019). *Efecto del parasitismo en campo de Billaea claripalpis Wulp. criadas en diatraea Saccharalis Fabr. y Galleria Mellonella L (Vol. 2)*.

- Chafloque, C., Cruz, A., & Ruiz, J. (2021). Parasitismo de *Billaea claripalpis* sobre larvas de *Diatraea saccharalis* en condiciones de campo. *REBIOL*, 41(1).
- CINCAE. (2017). *Proyecto de investigación, cuantificación de las pérdidas de sacarosa en la caña de azúcar*. Obtenido de <http://www.cincae.org/entomologia.htm>.
- Constitución del Ecuador. (2016). *Asamblea Constituyente*. Obtenido de http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Cortéz, M. (2017). *Propuesta de un Sistema de Limpieza de las emisiones generadas por un Ingenio Azucarero*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/mensajerodelcielo/control-emisiones-ingenio2009>
- Cruz, S. M. (2017). *Ciclo biológico y comportamiento de Tetranichus howardi en puparios de Billaea claripalpis*. Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Sección de Ciencias Agropecuarias, Trujillo-Peru.
- Díaz, M. (2010). *Uso de parasitoides en el control biológico de insectos plaga en Colombia*. Artículo científico. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34075/CB%20CAPITULO%2010%20-%20WEB.pdf>
- Duarte, O. (2015). *La caña de azúcar*. Obtenido de <http://www.lni.unipi.it/stevia/Suplemento/PAG40010.HTM>
- Enrique, A. (2018). *Parasitoidismo y control microbiano del barrenador (Diatraea saccharalis F.) de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), en el departamento de Sonsonate*. Tesis de grado, Universidad El Salvador, El Salvador.

- Flores, F. (2016). *Manejo de plagas en el cultivo de Maíz*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Obtenido de <http://www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/entomologia/plmaiz10.pdf>
- Fundahrse. (2016). *La caña de azúcar es proclamada como el cultivo más importante según la Unesco*. Obtenido de <http://fundahrse.org/boletines/la-cana-de-azucar-es-proclamada-como-el-cultivo-mas-importante-segun-la-unesco/>
- Garcia, Botelho, & Macedo. (2016). *Cría de Parasitoide Cotesia flavipes en laboratorio*. Brasil: Control Biológico de Plagas.
- Haywood, S. T., López, V. A., Díaz, O. A., & López, M. B. (2021). Eficiencia en el control de *Diatraea saccharalis* con liberaciones de *Cotesia flavipes* en cultivos de caña de azúcar en el Paraguay / Efficiency in the control of *Diatraea saccharalis* with releases of *Cotesia flavipes* in sugarcane crops in Paraguay. *Brazilian Journal of animal and environmental research*, 4(1), 487-496.
- Hernández, H. (2018). La caña de azúcar en su contexto histórico. *Eumed*, 4. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1333/cana-azucar.html>
- Hernandez, M. M. (2015). *Preferencia de parasitismo de Cotesia flavipes sobre diferentes instares de Diatraea crambidoides*. Tesis Doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Hernandez, W. (2009). *Parasitoidismo y Control Microbiano Del Barrenador (Diatraea saccharalis F.) De La Caña De Azúcar (Saccharum officinarum L.), En el departamento de sonsonate, El Salvador*. tesis de grado,

- Universidad De El Salvador, San salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/615/1/10137073.pdf>
- ICA. (2016). *Manejo del gusano barrenador Diatraea spp en caña panelera*. Minagricultura, Colombia.
- InfoAgro. (2017). *El cultivo de la caña de azúcar*. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp
- INPN. (2018). *Paratheresia claripalpis van der Wulp*. Obtenido de https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/642220/tab/taxo?lg=en
- Löhr, B., Niño, M. F., Manzano, M. R., Vásquez, C. A., Gómez-Jiménez, M. I., Carabalí, A., . . . Pardey, A. E. (2018). Uso de parasitoides en el control biológico de insectos plaga en Colombia. AM Cotes,. *Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros*, 489-532.
- Lopez, F. (2015). *La Caña De Azucar (Saccharum officinarum) PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA. CASO: Nordeste Del Departamento De Antioquia*. Medellín.
- Ludeña, M. (2014). *Produccion intensiva de Diatraea saccharalis En dieta artificial, para difusion de sus parásitos Cotesia flavipes y Billaea claripalpis*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15129/1/Produccion%20intensiva%20de%20Diatraea%20para%20propagacion%20de%20su%20parasito%20Billaea%20claripalpis%20y%20Cotesia%20fl.pdf>
- MAG. (2016). *Guía Técnica del Cultivo de la Caña de azúcar*. El Salvador. Obtenido de <http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias>.

- Mariscal, S. Z. (2017). *Biología y comportamiento del parasitoide Cotesia flavipes en larvas de Diatraea saccharalis en condiciones de laboratorio*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Lima – Perú.
- Mejia, P. A. (2018). *Preferencia de Cotesia flavipes (Hymenoptera: Braconidae) sobre barrenadores Diatraea spp. (Lepidoptera: Crambidae) de caña para panela*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá-Colombia.
- Mendoza. (2016). *Manejo de insectos, plagas y roedores caña de azúcar en Guayaquil*,: Buenaventura.
- Mendoza, J., & Gualle, D. (2015). *Guía para el reconocimiento y manejo de insectos plagas y roedores de la caña de azúcar en Ecuador*. El Triunfo, Ecuador: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE).
- Mendoza, J., & Gualle, D. (2020). Manejo de plagas. *Informe Anual*, 33-34.
- Mohamed, A. (2015). *El parasitismo de Cotesia Flavipes induce inmunosupresión e incrementa la susceptibilidad de Diatraea saccharalis a Bacillus thuringiensis*. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Molina, M. d. (2019). *Evaluación de cuatro parasitoides para el control de dos especies de barrenadores Diatraea saccharalis y Diatraea crambidoides en caña de azúcar a nivel de laboratorio*. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Morales, M. (2018). *Evaluación de cuatro parasitoides para el control de dos especies de Barrenadores Diatraea saccharalis Fabricius y Diatraea crambidoides Grote En caña de azúcar a nivel de laboratorio*. Tesis de grado, Universidad De San Carlos De Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2355.pdf

- Ojeda, K. E. (2013). *Estudio de la cadena de valor de la caña de azuca Saccharum officinarum en el Recinto Tres Postes de la Provincia del Guayas*. Tesis, Universidad Agraria del Ecuador , Facultad de Economía Agrícola, Milagro.
- Osorio, G. (2019). *Manual: Buenas Prácticas Agrícolas –BPA- Y Buenas Prácticas de manufactura –BPM- en la producción de Caña y Panela*. Colombia: CORPOICA. Obtenido de [http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/la-cana-de-azucar-\(saccharum-officinarum\)-para-la-produccion-de-panela.-caso-nordeste-del-departamento-de-antioquia.pdf](http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/la-cana-de-azucar-(saccharum-officinarum)-para-la-produccion-de-panela.-caso-nordeste-del-departamento-de-antioquia.pdf)
- Polonio, V. M. (2014). *Producción intensiva de Diatraea saccharalis en dieta artificial, para difusión de sus parasitos Cotesia flavipes y Billaea claripalpis*. Tesis, Universidad de Guayaquil, Escuela de Biología, Guayaquil.
- Procaña. (2018). *Historia de la caña de azúcar*. Obtenido de <https://www.procana.org/new/quienes-somos/historia-de-la-cana-de-azucar.html>
- Rich, P. (2017). *La industria Azucarera mexicana*. México. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/aroche_h_d/capitulo2.pdf
- Rodriguez, L. (2019). *Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar en el sur de Tamaulipas*. México: SAGARPA. Obtenido de <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/929.pdf>
- Vega, F. (2017). *Tablero de comando, para la promoción de los biocombustibles en Ecuador*. Documento de Proyecto, Ecuador.
- Viñas, Y. (2015). Efecto del rendimiento agrícola de la caña de azúcar. *Centro Azúcar*, 9(3), 2-4.

Zúñiga, M. (2018). Control microbiológico de *diatraea saccharalis fabricius* (lepidoptera: crambidae) en caña panelera a nivel de campo. *Boletín científico*, 22(2), 6. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v22n2/0123-3068-bccm-22-02-00033.pdf>

ANEXOS



Figura 2. Visita técnica del Dr. Cesar Morán tutor de tesis a los predios del Sr. Quinteros, donde se realizó el presente trabajo de tesis. 2021-2022. Quinteros, 2022.



Figura 3. Instalación del experimento, colocación de latillas para identificación.

Quinteros, 2022.



Figura 4. Equipo de trabajo para realizar las liberaciones de los parasitoides. Quinteros, 2022.



Figura 5. Evaluación del porcentaje de infestación (% I.) e intensidad de infestación (% I.I.) de los daños causado por el barrenador del tallo de *D. saccharalis*. Quinteros, 2022.



Figura 6. Cocones de *Cotesia flavipes* Quinteros, 2022.



Figura 7. Pesado de puparios de *Cotesia flavipes* (0.5 g/parcela). Quinteros, 2022.



Figura 8. Acondicionamiento de puparios de *C flavipes*, en vasitos plásticos y tapados con pedazos de papel higiénico, antes de la liberación en campo Quinteros, 2022.



Figura 9. Liberación de adultos recién eclosionados de *Cotesia flavipes*, en campo. Quinteros, 2022.



Figura 10. Recolección de adultos de *B. claripalpis* en tubos de ensayos, para ser liberados en campo, en una cantidad de 4 parejas por parcela. Quinteros, 2022.

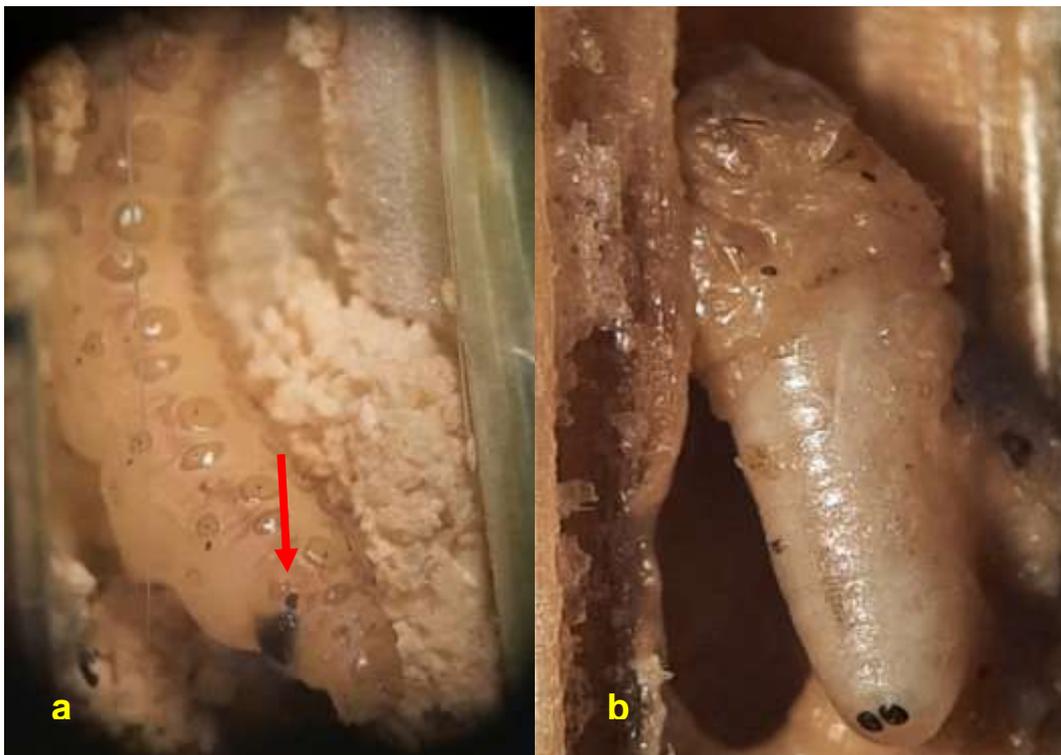


Figura 11. Larva de *D. saccharalis* parasitada por *B. claripalpis* (a) y pupario de *B. claripalpis* extraído de una larva del barrenador del tallo (b). Quinteros, 2022.



Figura 12. Evaluacion de larvas de *D. saccharalis* recolectadas en campo, para determnar el parasitismo real causado por *B claripalpis* y *C. flavipes* Quinteros, 2022.

Tabla 5. Análisis de la varianza, daños causados por *D. saccharalis* y porcentaje de parasitismo causado por *B claripalpis* y *C flavipes*.

% I.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| % I. | 24 | 0,30 | 0,00 | 17,74 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|---------|----|-------|------|---------|
| Modelo. | 442,08 | 9 | 49,12 | 0,66 | 0,7318 |
| Repet | 244,00 | 7 | 34,86 | 0,47 | 0,8421 |
| Trat | 198,08 | 2 | 99,04 | 1,33 | 0,2961 |
| Error | 1043,25 | 14 | 74,52 | | |
| Total | 1485,33 | 23 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,29667

Error: 74,5179 gl: 14

| Trat | Medias | n | E.E. |
|------|--------|---|--------|
| 3 | 52,38 | 8 | 3,05 A |
| 2 | 48,25 | 8 | 3,05 A |
| 1 | 45,38 | 8 | 3,05 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

% I.I.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| % I.I. | 24 | 0,60 | 0,35 | 22,28 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo. | 125,07 | 9 | 13,90 | 2,36 | 0,0722 |
| Repet | 14,66 | 7 | 2,09 | 0,36 | 0,9129 |
| Trat | 110,41 | 2 | 55,20 | 9,39 | 0,0026 |
| Error | 82,31 | 14 | 5,88 | | |
| Total | 207,37 | 23 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,17304

Error: 5,8791 gl: 14

| Trat | Medias | n | E.E. |
|------|--------|---|--------|
| 3 | 13,86 | 8 | 0,86 A |
| 2 | 9,89 | 8 | 0,86 B |
| 1 | 8,90 | 8 | 0,86 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Parasitismo

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Parasitismo | 24 | 0,69 | 0,50 | 43,29 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|---------|----|---------|-------|---------|
| Modelo. | 5487,80 | 9 | 609,76 | 3,54 | 0,0170 |
| Repet | 984,73 | 7 | 140,68 | 0,82 | 0,5881 |
| Trat | 4503,08 | 2 | 2251,54 | 13,09 | 0,0006 |
| Error | 2408,74 | 14 | 172,05 | | |
| Total | 7896,54 | 23 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=17,16528

Error: 172,0526 gl: 14

| Trat | Medias | n | E.E. | |
|------|--------|---|------|---|
| 1 | 44,06 | 8 | 4,64 | A |
| 2 | 35,23 | 8 | 4,64 | A |
| 3 | 11,61 | 8 | 4,64 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Larvas

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Larvas | 24 | 0,43 | 0,07 | 24,05 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo. | 27,33 | 9 | 3,04 | 1,18 | 0,3763 |
| Repet | 18,00 | 7 | 2,57 | 1,00 | 0,4706 |
| Trat | 9,33 | 2 | 4,67 | 1,81 | 0,1992 |
| Error | 36,00 | 14 | 2,57 | | |
| Total | 63,33 | 23 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,09849

Error: 2,5714 gl: 14

| Trat | Medias | n | E.E. | |
|------|--------|---|------|---|
| 3 | 7,50 | 8 | 0,57 | A |
| 2 | 6,50 | 8 | 0,57 | A |
| 1 | 6,00 | 8 | 0,57 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ensayo: Control del barrenador *D. saccharalis* en caña de azúcar mediante el uso de *B. claripalpis* y *C. flavipes*

Localidad: El Triunfo **Predios:** Quinteros **Fecha de siembra:** noviembre 06 de 2021 **Variedad:** CC85-92

Fecha de evaluación: marzo 1 de 2022

| Repet | Trat | Brotes/Tallos | | % I. | N° larvas 100 tallos | Entrenudos | | % I.I. | N° larvas | N° larvas Parasitadas1/ | | | | % parasitismo | | | |
|-------|------|---------------|---------|------|-------------------------|------------|--------|--------|--------------|-------------------------|---------|-------|-------|---------------|---------|-------|-------|
| | | Total | Infest. | | | Total | Dañad. | | | Cotesia | Billaea | Ipob. | Hongo | Cotesia | Billaea | Ipob. | Hongo |
| 1 | 1 | 100 | 28 | 35,0 | 6 | - | - | - | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1 | 2 | 100 | 38 | 39,0 | 12 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1 | 3 | 100 | 57 | 42,0 | 18 | - | - | - | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 1 | 100 | 29 | 29,0 | 8 | - | - | - | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 2 | 100 | 39 | 39,0 | 12 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 3 | 100 | 41 | 41,0 | 6 | - | - | - | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 1 | 100 | 24 | 24,0 | 8 | - | - | - | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 2 | 100 | 45 | 45,0 | 12 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 3 | 100 | 33 | 33,0 | 6 | - | - | - | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 1 | 100 | 49 | 49,0 | 14 | - | - | - | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 2 | 100 | 33 | 33,0 | 6 | - | - | - | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 3 | 100 | 45 | 38,0 | 12 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 1 | 100 | 38 | 38,0 | 12 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 2 | 100 | 33 | 33,0 | 6 | - | - | - | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 3 | 100 | 39 | 39,0 | 18 | - | - | - | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 6 | 1 | 100 | 36 | 36,0 | 8 | - | - | - | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 6 | 2 | 100 | 42 | 42,0 | 12 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 6 | 3 | 100 | 44 | 44,0 | 12 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 1 | 100 | 47 | 47,0 | 10 | - | - | - | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 2 | 100 | 51 | 51,0 | 18 | - | - | - | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 3 | 100 | 32 | 32,0 | 6 | - | - | - | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 8 | 1 | 100 | 32 | 32,0 | 10 | - | - | - | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 8 | 2 | 100 | 45 | 45,0 | 12 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 8 | 3 | 100 | 48 | 48,0 | 6 | - | - | - | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

1/ Total del parasitismo observado en campo y laboratorio

Tabla 6. Datos registrados, antes de la liberación de los parasitoides

Tabla 7. Datos registrados a los 30 días después de la liberación de los parasitoides

Ensayo: Control del barrenador *D. saccharalis* en caña de azúcar mediante el uso de *B. claripalpis* y *C. flavipes*

Localidad: El Triunfo **Predios:** Quinteros **Fecha de siembra:** noviembre 06 de 2021 **Variedad:** CC85-92

Fecha de evaluación: abril 01 de 2022

| Repet | Trat | Brotos/Tallos | | | Nº larvas 100 tallos | Entrenudos | | % I.I. | Nº larvas Total | Nº larvas Parasitadas1/ | | | | % parasitismo | | | |
|-------|------|---------------|---------|------|-------------------------|------------|--------|--------|-----------------------|-------------------------|---------|-------|-------|---------------|---------|-------|-------|
| | | Total | Infest. | % I. | | Total | Dañad. | | | Cotesia | Billaea | Ipob. | Hongo | Cotesia | Billaea | Ipob. | Hongo |
| 1 | 1 | 100 | 38 | 38,0 | 3 | 640 | 32 | 5,0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,0 | 33 | 0,0 | 0,0 |
| 1 | 2 | 100 | 45 | 45,0 | 5 | 700 | 74 | 10,6 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 50,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 1 | 3 | 100 | 67 | 67,0 | 12 | 660 | 110 | 16,7 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 1 | 100 | 39 | 39,0 | 5 | 637 | 68 | 10,7 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,0 | 60 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 2 | 100 | 46 | 46,0 | 7 | 656 | 54 | 8,2 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 14,3 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 3 | 100 | 51 | 51,0 | 6 | 672 | 81 | 12,1 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,0 | 25 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 1 | 100 | 34 | 34,0 | 6 | 580 | 52 | 9,0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,0 | 60 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 2 | 100 | 52 | 52,0 | 7 | 576 | 64 | 11,1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 40,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 3 | 100 | 43 | 43,0 | 6 | 601 | 101 | 16,8 | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,0 | 29 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 1 | 100 | 59 | 59,0 | 11 | 610 | 36 | 5,9 | 9 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,0 | 44 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 2 | 100 | 41 | 41,0 | 3 | 570 | 56 | 9,8 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 3 | 100 | 55 | 55,0 | 5 | 595 | 92 | 15,5 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 1 | 100 | 48 | 48,0 | 5 | 605 | 77 | 12,7 | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,0 | 29 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 2 | 100 | 42 | 42,0 | 5 | 660 | 56 | 8,5 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 40,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 3 | 100 | 49 | 49,0 | 7 | 638 | 74 | 11,6 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,0 | 14 | 0,0 | 0,0 |
| 6 | 1 | 100 | 46 | 46,0 | 4 | 625 | 58 | 9,3 | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,0 | 33 | 0,0 | 0,0 |
| 6 | 2 | 100 | 48 | 48,0 | 6 | 619 | 76 | 12,3 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 50,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 6 | 3 | 100 | 54 | 54,0 | 5 | 590 | 83 | 14,1 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,0 | 25 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 1 | 100 | 57 | 57,0 | 8 | 630 | 59 | 9,4 | 7 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,0 | 43 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 2 | 100 | 59 | 59,0 | 10 | 620 | 69 | 11,1 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 30,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 3 | 100 | 42 | 42,0 | 6 | 611 | 70 | 11,5 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 8 | 1 | 100 | 42 | 42,0 | 5 | 590 | 54 | 9,2 | 6 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,0 | 50 | 0,0 | 0,0 |
| 8 | 2 | 100 | 53 | 53,0 | 7 | 616 | 46 | 7,5 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 37,5 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| 8 | 3 | 100 | 58 | 58,0 | 8 | 619 | 78 | 12,6 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |

1/ Total del parasitismo observado en campo y laboratorio