

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

**Control del Barrenador del Tallo *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera:
Crambidae) de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.): Revisión de
Literatura**

Estudiante

Cristóbal Emanuel Coello Orellana

Asesores

Carolina Avellaneda Barbosa, PhD.

Jesús Orozco, PhD.

Honduras, julio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Figuras	4
Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos	9
Estrategias de Búsqueda	9
Criterios de Inclusión y Exclusión.....	9
Revisión de Literatura	10
Caña de Azúcar.....	10
<i>Diatraea saccharalis</i> (Fabr.) (Lepidóptera: Crambidae).....	11
Ciclo de Vida de <i>Diatraea saccharalis</i>	13
Metodología del Monitoreo	16
Materiales para Realizar un Muestreo de Infestación.....	16
Pasos para Realizar un Muestreo.....	16
Métodos de Control Químico	17
Métodos de Control Cultural	18
Métodos de Control Biológico	19
Hongos entomopatógenos	19
Parasitoides.....	20
Variedades Resistentes.....	21
Conclusiones	23
Recomendaciones.....	24
Referencias.....	25

Índice de Figuras

Figura 1 Larva de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabr.).....	13
Figura 2 Huevos de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabr.)	14
Figura 3 Larva de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabr.) en su quinto estadio.....	14
Figura 4 Crisálida de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabr.).....	15
Figura 5 Adultos hembra y macho de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabr.).....	16

Resumen

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, de esta planta se extrae la sacarosa, uno de los productos alimenticios con mayor demanda en el mundo. El uso de azúcar está presente en la mayoría de los productos procesados para consumo humano como son las bebidas azucaradas, dulces y demás. En esta revisión de literatura se explicará la importancia del control del barrenador del tallo de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis* Fabr.), que es una de las principales plagas que afecta este cultivo. Se incluye información sobre los daños que provoca la plaga, su ciclo de vida y los diferentes métodos de control que existen para prevenir y combatir al insecto. Actualmente el uso de bioinsecticidas como los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin y *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y los parasitoides *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner (Trichogrammatidae) y *Telenomus alecto* Crawford (Scelionidae) son los que lideran en el control biológico. No obstante, con el pasar de los años los distintos países productores de caña han investigado y empleado el uso de variedades resistentes.

Palabras claves: barrenador, caña de azúcar, hongos, parasitoides, resistencia.

Abstract

The sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) is one of the most important crops worldwide, sucrose is extracted from this plant, one of the most demanded ingredients in the world. The use of sugar is added in most processed products for human consumption such as sugary drinks, sweets, and other foods. This literature review will explain the importance of controlling the screwworm (*Diatraea saccharalis* Fabr.), which is one of the main pests that affects this sugarcane cultivation. The information is included on the damage caused by the pest, its life cycle and the different control methods that exist to prevent and combat the insect. Currently, the use of bioinsecticides such as entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and parasitoids *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner (Trichogrammatidae) and *Telenomus alecto* Crawford (Scelionidae), are the those that lead in biological control. However, over the years the different cane producing countries have investigated and used the use of resistant varieties.

Keywords: fungi, parasitoids, resistance, screwworm, sugarcane

Introducción

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) proviene del extremo Oriental de Asia posteriormente llegó a Europa y así fue como llegó a América, actualmente los países latinoamericanos son los que lideran en cuestión a producción (Fretes 2011). Es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas que se aprovecha al máximo en su producción, la parte de mayor provecho comercial es el tallo ya que en él se encuentra un aproximado de 14% de sacarosa y además proporciona aproximadamente 4% de melaza y también se obtiene 15% de bagazo (Infoagro 2011).

Actualmente en Honduras, la producción de caña es uno de los principales generadores de empleos, brindando trabajo al 44% de la población de las zonas productoras, que en números representa un alrededor de 200 mil empleos tanto directos como indirectos y actividades conexas (APAH 2021). En el año 2019 se reportó una producción de más de quinientas mil toneladas métricas de azúcar en un aproximado de 55 mil hectáreas que fueron destinadas para el cultivo de caña de azúcar, por lo tanto, la producción de la agroindustria azucarera en Honduras representa el 20% del PIB agroindustrial del país y el 1.2% del PIB nacional (APAH 2020).

El gusano barrenador *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidóptera: Crambidae) es una de las plagas más importantes por daños que causa en el cultivo de caña de azúcar, esta plaga afecta a la planta debido a que se alimenta de las partes internas del tallo desde los dos meses de edad hasta la cosecha y va creando túneles dentro del mismo, esto hace que afecte la circulación de fotosintatos y de los nutrientes, así produciendo una reducción en el potencial productivo del cultivo en sí (Condenga 2002). El barrenador actúa de manera silenciosa y es de gran dificultad para observarlo por lo tanto debe existir un correcto manejo preventivo, realizando muestreos sistemáticos para así accionar de manera que la plaga no incremente su población y cause un mayor daño al cultivo y llevando consigo una pérdida económica (Vargas 2015).

Como cualquier otra plaga existen controles culturales, biológicos y químicos para poder controlar el impacto maligno que ocasiona *D. saccharalis*, entre ellas existen especies pertenecientes

al orden Díptera como *Billaea claripalpis* Wulp (Tachinidae), *Liddell minense* Townsend (Tachinidae) y *Genea jaynesi* Townsend (Tachinidae) también los Hymenoptera como *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner (Trichogrammatidae) y *Cotesia flavipes* Cameron (*Braconidae*) han resultado ser principal herramienta para el control de las poblaciones del barrenador de caña de azúcar (Cenicaña 2017).

En la actualidad el uso de productos químicos ha reducido debido a las diferentes normas ambientales con el objetivo de mejorar el producto extraído de la planta productora de sacarosa, no obstante, se siguen usando en la mayoría de los ingenios azucareros, existen varios productos de agroquímicos que ayudan al control de plagas y de enfermedades como son: los esterilizadores edáficos, reguladores y acción de contacto (Gómez 1995).

Los objetivos de la revisión literaria son recalcar la importancia del control del gusano barrenador en caña de azúcar, explicar el ciclo de vida y fases clave para su control y explicar los diferentes métodos de control para prevenir y combatir la población de la plaga.

Materiales y Métodos

Estrategias de Búsqueda

El trabajo de investigación se realizó en los meses de enero hasta junio del 2022, se buscó información enfocada en el ciclo de vida, daños y métodos de control de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar. Para este estudio se consultaron páginas oficiales de CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), APAH (Asociación de Productores de Azúcar de Honduras), CINCAE (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador), ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) y Yara. También se buscaron artículos, libros y documentos en Research Gate, Scielo y Google Académico donde se extrajo información. La búsqueda se agilizó gracias al uso de palabras clave como barrenador del tallo, caña de azúcar, *Diatraea*, métodos de control, resistencia, parasitoides y hongos entomopatógenos.

Criterios de Inclusión y Exclusión

En la revisión de literatura se incluyó información de los últimos 30 años, es decir de 1992 a 2022. Se incluyó información en español e inglés, donde se encontraron datos sobre la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y diferentes aspectos sobre el barrenador del tallo de caña de azúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae).

Este proyecto investigativo se basa en describir el comportamiento de dicha plaga en los diversos países productores del cultivo de caña de azúcar. También se encontró información en las referencias bibliográficas de dichos documentos, artículos, tesis y libros que fueron utilizados como base informativa.

Revisión de Literatura

Caña de Azúcar

La caña, cañaduz o caña de azúcar es un cultivo permanente que forma parte de la familia de las poáceas o comúnmente conocido como gramíneas, así como el sorgo, maíz, avena, centeno, trigo, bambú, entre otros (INTAGRI 2017). El tallo de la caña de azúcar se estima un fruto agrícola, debido a que en él se distribuye y se almacena sacarosa, tiene alrededor de 75% de agua y está formada por nudos y entrenudos, este cultivo que se suele renovar cada cinco años o más, tiene un rápido crecimiento vegetativo y una abundante producción de follaje y macollamiento (Melgar et al. 2012). Se cultiva primordialmente para la producción de sacarosa, es decir la azúcar, producto que se ha convertido en el endulzante más usado en el mundo, aunque la caña brinda otros productos de materia prima para la construcción de papel, cemento, abonos, alimento animal e incluso la producción de bebidas alcohólicas (Muñoz 2012). Durante el siglo XVII este producto proveniente de la caña era considerado un lujo en el continente Europeo, lo cual cambió con el hallazgo de América, debido a esto la sacarosa se tornó disponible para el mercado mundial en porción y con costos con mayor accesibilidad, que han permitido que la azúcar se vuelva un producto de primera necesidad (Mintz 1996).

Esta planta tiene una producción anual de casi 1,700 millones de toneladas y se dice que existe un área de 24 millones de hectáreas, datos que son a nivel mundial y estos mismos señalan que Brasil es el mayor productor en el mundo (Yara 2018). El conjunto de naciones con más área dedicada a este cultivo es América del Sur con 11 millones de hectáreas, seguido del continente asiático con 10 millones de hectáreas, esto va de manera directa ligado a la proporción de toneladas producidas por cada conjunto de naciones (Ruiz García 2020).

Referente a rendimientos de toneladas por hectárea, el conjunto de naciones con más rendimiento es Norteamérica con 86 t/ha, seguido de Centroamérica con 83 t/ha. Según FAO (2018) las naciones con más área dedicada al cultivo de caña de sacarosa son Brasil, India y China, con 10 millones, 4.7 millones y 1.4 millones de hectáreas respectivamente, cabe recalcar que Brasil cuenta

con el 88% de todo el sector producido en América del Sur. Si discutimos sobre rendimiento, las naciones que más generan son Perú con 121.8 t/ha, seguido por Guatemala con 118.4 t/ha, y Senegal con 114.8 t/ha (FAO 2018). Se estima que el índice de consumo incrementará 1.75% anual, llegando a las 203 t para el año 2026, debido al aumento del consumo de azúcar y de productos procesados que contienen este endulzante, como las bebidas azucaradas, dulces, entre otras mercancías que al día siguen incrementado su demanda en los países con perspectivas de desarrollo caso contrario a los países desarrollados, debido a enfermedades conexas y la obesidad país denominados de primer mundo quienes han reducido el uso del azúcar, de esta manera optan por nuevas alternativas edulcorantes para así reducir la cantidad de sacarosa dentro de sus productos, así en estos países con el tiempo decrecerá la demanda del ingrediente (OCDE-FAO 2017).

El crecimiento denso o tupido del follaje de la caña provee una limitación importante para el control químico de algunas plagas, por lo tanto, existen los métodos de control biológico para de una manera u otra contrarrestar y prevenir el daño ocasionado por las plagas (Díaz y Portocarrero 2002). Existen alrededor de 1500 especies de insectos en diferentes regiones del mundo que se alimentan de la caña de azúcar, en el continente americano hay aproximadamente 500 especies (Long y Hensley 1972). La caña posee una raíz pivotante y/o primaria, se propaga de manera asexual mediante estacas. A lo largo de los tallos existen los nudos, desde ellos salen las hojas que son el órgano fotosintético principal, por eso cuando las hojas son afectadas por algún tipo de plaga o enfermedad, provoca repercusiones directamente hacia la producción, la aparición de flores es muy similar a las demás plantas de sus familia, es decir en forma de espiga (Amaya Estévez et al. 1995).

Se cultivan variedades resistentes a las distintas circunstancias que presentan en cada zona, y con los avances en fitomejoramiento que se ha tenido a lo largo de los años ha dado buenos resultados a favor de los productores (Cock et al. 1995).

***Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidóptera: Crambidae)**

Diatraea saccharalis conocido mayormente como barrenador del tallo, pertenece al orden Lepidóptera, familia Pyralidae; es una plaga de insectos que afecta directa e indirectamente a los

cultivos de las gramíneas en los distintos países, tales como la caña de azúcar. El barrenador de tallo ha logrado dispersarse desde Estados Unidos hasta a Argentina, es decir que abarca todas las zonas que son de mayor producción en los cultivos de maíz, sorgo y la caña de azúcar (Lezaun 2020). Esta plaga es la de mayor impacto económico en el cultivo de caña, ya que afecta de diferentes formas a la planta e induce a que otras plagas y enfermedades actúen y continúen con los daños (CAÑAMIP 2000).

El barrenador del tallo también usa malezas de la familia gramíneas como su hospedero, entre ellos está la pegapega u ojo de hormiga (*Chenchrus echinatus*), caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), grama común (*Cynodon dactylon*) y paja Johnson (*Sorghum halepense*), por lo tanto, hay que mantener el cultivo de caña de azúcar libre de estas malezas que atraen a plagas hacia el cultivo, en especial *D. saccharalis* quien afecta en mayor proporción a la caña de azúcar.

Según CINCAE (2013) el adulto de este insecto es una mariposa pequeña de coloración amarillenta, que ocasiona daño, en su mayor parte, en el estadio larvario, las hembras depositan los huevos en las hojas, luego las larvas ingresan por las mismas hojas y posteriormente entran al tallo en donde completan su desarrollo. Las larvas crean daños en los brotes causando la muerte de la yema apical también conocido como corazón muerto, esta oruga crea galerías (Figura 1) en donde microorganismos aprovechan para ingresar por dichos agujeros que fueron ocasionados por *D. saccharalis*. Los hongos *Fusarium moniliforme* y *Colletotrichum falcatum* ingresan al interior del tallo por los orificios dejados, causando así enfermedades a la planta como la pudrición roja de la nervadura también conocido como muermo rojo, esto también afectan a la calidad del jugo, tamaño y peso de la planta de caña (CINCAE 2013).

Figura 1

Larva de Diatraea saccharalis (Fabr.)



Nota. Tomada de Lastra Borja y Gómez Laverde (2006)

La caña de azúcar por su densidad de hojas suele ser muy llamativa para las plagas y al igual que el barrenador del tallo, también están los salta hojas, salivazo, chinches, cochinilla, áfido amarillo, picudo rayado, ratas, entre otros como la larva del barrenador que es una de las principales plagas y que más daño ocasiona sino se suele controlar a tiempo, incluso se puede perder toda la plantación (CINCAE 2013). Los daños directos que ocasiona *D. saccharalis* es que daña su punto de crecimiento, agujera las galerías en el interior del tallo y esto crea pérdidas en la cantidad y calidad de sacarosa, por lo tanto, los azúcares se reducen también al existir daños internos de la planta esta suele volcarse, eso se debe a que el tallo pierde grosor y longitud (ICA [consultado 2022]).

Ciclo de Vida de Diatraea saccharalis

El barrenador de la caña de azúcar completa su desarrollo de vida en aproximadamente 52-75 días, consta de cuatro etapas durante todo su ciclo de vida que son huevo, larva, pupa y adulto, las fases de este insecto afectan en varios aspectos a la planta, incluso llega a provocar la muerte de esta (Moreira Cedeño 2020).

Huevo.

Según Bonzi (2013) los huevos de *D. saccharalis* son de color blanco (Figura 2) y se tornan de color oscuro de acuerdo con el avance de su incubación. El huevo tiene un tamaño de 0.75 a 1.16 mm, estos son ovipositados en las hojas en grupos de 25-50 huevos aproximadamente esta fase suele durar entre 4-5 días, aunque dependerá mucho de la temperatura (Argueta y Hernández Chicas 2011).

Figura 2

Huevos de Diatraea saccharalis (Fabr.)



Nota. Tomada de Arreaga Alban (2018)

Larva.

La larva de forma tipo oruga o eruciforme, es de color amarilloso con pequeñas manchas café quien posee patas y pseudopatas (Figura 3), las larvas alcanzan a medir aproximadamente 15 mm, esta fase dependiendo de la temperatura del entorno tiene una duración que oscila de 18-25 días en donde pasa por 5 estadios larvales para así continuar con su ciclo (Bonzi 2013). Las orugas empiezan alimentándose de las hojas en sus primeros días, luego penetran el tallo, ingresando por los entrenudos, es ahí donde permanecen por 18-24 días y se alimentan del tallo de la caña de azúcar, provocándole daños como la muerte de la yema apical o más conocido como corazón muerto. La larva va dejando orificios por donde posteriormente saldrá el adulto y por donde ingresan enfermedades (Aday Díaz et al. 2003).

Figura 3

Larva de Diatraea saccharalis (Fabr.) en su quinto estadio



Nota. Tomada de Rodríguez Del Bosque (2009)

Pupa.

La pupa mide entre 15-22 mm, esta es de color café inclinado a marrón, es de tipo obtecta (Figura 4), es decir que tiene comprimido sus alas y apéndices en el cuerpo (Bustillo Pardey 2010). Esta fase de vida dura aproximadamente 10-14 días hasta convertirse en mariposa, en esta parte de su desarrollo la pupa se mantiene la mayoría de tiempo en estado inmóvil, permanece en el interior de las galerías provocadas por la oruga y continua alimentándose del tallo (Calle Meneses 2013).

Figura 4

Crisálida de Diatraea saccharalis (Fabr.)



Nota. Tomada de Bustillo Pardey (2010)

Adulto.

La mariposa tiene una coloración crema (Figura 5) y una longitud de 15-20 mm, este insecto tiene hábitos nocturnos en especial la hembra, que prefiere la noche para así poder ovipositar aproximadamente 25 incluso hasta 50 huevos por cada grupo y alcanzar a depositar alrededor de 500 huevos (Vigil Vásquez 2012). Este estado de adulto tiene una duración de 4-8 días y ya no afecta directamente al cultivo de la caña de azúcar, pero su salida del tallo es aprovechada por otras plagas y/o enfermedades que perjudican a la planta (Pérez Rico y Martínez Torres 2011).

Figura 5

Adultos hembra y macho de Diatraea saccharalis (Fabr.)



Nota. Tomada de Vigil Vásquez (2012)

Metodología del Monitoreo

Se debe realizar un muestreo de 100 a 120 tallos por hectárea, se practica un muestreo en cada lote de la plantación para determinar la cantidad de daño que ocasionó y su dinámica poblacional (Cenicaña 2015).

Materiales para Realizar un Muestreo de Infestación

La persona que realiza el muestro debe usar el equipo adecuado y elementos de protección para poder proceder, entre ellos se debe utilizar guantes, gafas de protección, vestimenta larga (pantalón y camisa con mangas largas) y un calzado pertinente para el caso que serían botas de hule con punta de acero, ya que para realizar las muestras se usa machete. También se necesita una persona que apunte los datos, por lo tanto, necesitara tener lápiz, tablero y hojas de registro (Vargas Orozco 2015).

Pasos para Realizar un Muestreo

De acuerdo a Cenicaña (2015) primero se toma el tallo entero y se le quita la corteza en ambas caras con el machete, luego contar el número total de entrenudos que tiene el tallo. Se debe observar y registrar el número de entrenudos afectados por el gusano. Al finalizar el muestreo de los 100 o 120 tallos para lograr una confiabilidad del 90%, sumar el total de entrenudos que se observó en las muestras y también sumar el número total de entrenudos que fueron afectados por el barrenador

(Gómez Laverde y Vargas Orozco 2014). Finalmente se calcula la intensidad de infestación usando la fórmula 1:

$$\text{Intensidad de infestación (\%)} = (\text{entrenudos barrenados/entrenudos totales}) \times 100 \text{ [1]}$$

Métodos de Control Químico

El uso de pesticidas ayuda de manera reducida y parcial a controlar el gusano barrenador, usualmente son usados en tratamientos de semillas y aspersiones (Mendoza Mora 1992). La aplicación de estos insecticidas debe ser antes de la presencia de *D. saccharalis*, ya que una vez el gusano este dentro del tallo no tendrá sentido aplicar productos químicos, es decir estos pesticidas son para prevenir reproducción y daños del barrenador del tallo (Bello Parra et al. 2020). Entre los insecticidas más usados se encuentran aquellos con ingredientes activos como: Clorantroliniprol, Benzoato de Emamectina, Lambda Cihalotrina y Clorpirifos, estos productos se aplican con aspersiones foliares y se recomienda aplicar dosis de 200-300 mL por hectárea para que posteriormente sean ingeridos por las larvas antes de taladrar el tallo mientras que a los huevos es al contacto (Montes Gutiérrez et al. 2020).

El control químico es un método que ayuda a mitigar los daños ya que ataca a los huevos y a las larvas antes y mediante las perforaciones en el tallo, para llegar a tomar una decisión para la aplicación de agroquímicos se debe realizar monitoreos para tener en cuenta el porcentaje de infestación. Cabe recordar que con el pasar de los años los productos agroquímicos como los fungicidas, bactericidas e insecticidas han evolucionado para ser más precisos y específicos al atacar a un insecto, bacteria o hongo con el objetivo de ser más eficaces y sin perjudicar otras especies benéficas (Arreaga Alban 2018).

Con el paso de las generaciones el control químico ya no es recomendado debido a diferentes factores como la contaminación ambiental, resistencia de las plagas hacia el insecticida, daño directo a la fauna benéfica y por los numerosos gastos que no son compensados de manera eficiente (Arredondo y Rodríguez del Bosque 2008). No obstante se sigue usando en los ingenios azucareros

convencionales en ciertas ocasiones para poder erradicar la presencia de *D. saccharalis* y de otras plagas.

Métodos de Control Cultural

El raleo de plantas afectadas también conocido como “pelillo”, consiste en retirar los cogollos con “corazón muerto” esta práctica suele ser muy laboriosa y costosa, pero de igual manera es una forma de evitar que la infestación aumente y continúe expandiéndose, la aplicación de estas técnicas agrícolas hace que disminuya el ingreso de plagas y enfermedades dentro del cultivo, incluyendo al barrenador del tallo (Vejar Cota et al. 2008).

La debida destrucción de residuos y/o fuentes de infestación es una de las practicas con mayor relevancia debido a que al terminar el proceso de un cultivo dentro de los restos de este, suelen quedar las plagas de la cosecha anterior, posteriormente afectando a la siguiente producción que se vaya a realizar en dicho terreno. Un buen control de malezas ayuda a disminuir la incidencia de plagas, ya que las malezas junto a las condiciones climáticas de la zona donde se esté produciendo puede ocasionar mayor daño al cultivo y sin contar el factor de competencia de nutrientes con las malezas (Argueta y Hernández Chicas 2011).

Al volver a realizar una siembra se debe tomar en cuenta la correcta preparación y fertilización del terreno donde se pondrá el cultivo de caña de azúcar, también considerar la buena forma de siembra, es decir que las estacas sean completamente enterradas (CAÑAMIP 2000). En el mundo de la agricultura es bueno realizar cultivos rotativos, pero de ser ese el caso, se debe evitar cultivar de forma mixta con otras plantas gramíneas como el maíz y el sorgo.

El riego debe ser en los horarios y de forma correcta así evitamos la incidencia de malezas dentro del cultivo y junto a ello también reducir la infestación de plagas, al igual en la cosecha el corte de los tallos debe ser lo más cercano al suelo para reducir el llamado hacia insectos y enfermedades (Mata Vásquez et al. 2014).

Métodos de Control Biológico

El control biológico es el método de control más factible contra las diferentes plagas que existen en la caña de azúcar, especialmente el barrenador del tallo que forma parte de las principales plagas de este cultivo (Salazar Blanco et al. 2016). Esto dependerá de las condiciones climáticas de cada área de cultivo y para eso se ha continuado con las investigaciones que han marcado en la historia como casos exitosos de control biológico (Smith et al. 1993). Los parasitoides son los enemigos naturales más usados contra el taladrador del tallo de caña de azúcar, así mismo la aplicación de hongos entomopatógenos quienes han incrementado su uso en los últimos 25 años (Mata Vásquez et al. 2014). Estos organismos ayudan a que se obtenga hasta un 90% de mortalidad acumulada, atacando a los huevos, larvas y pupas de esta plaga que afecta directamente al cultivo de caña de azúcar.

Hongos entomopatógenos

Metarhizium anisopliae (Metschnikoff) Sorokin.

Este hongo entomopatógeno es uno de los principales bioinsecticidas para el control de *Diatraea saccharalis*, su ciclo biológico comprende de dos fases, una en el interior del insecto y otras saprofita para aprovechar los nutrientes que quedan en el insecto ya muerto (Khachatourians 2009). El hongo cubre totalmente al insecto con un micelio blanco y se torna verde cuando este esporula, para que este insecticida funcione debe ser ingerido por la plaga para así actuar y en ciertos caso ingresa por la cutícula de insecto para así infectarlo (Lacey y Kaya 2008). Se recomienda aplicar una dosis de 2,5 a 5 x 10¹² conidios diluidos en 200 litros de agua por hectárea cuando exista la presencia de *D. saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar (Lezama et al. 2005).

Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin.

Este hongo infecta diferentes especies de insectos como las hormigas, áfidos, ácaros, gusanos, entre otros. *B. bassiana* ataca a la larva infectándola a través del integumento, aunque dependiendo de las condiciones también pueden atacar a los huevos y pupas, este se comienza a multiplicar cuando ingresa al insecto y este pierde todos sus nutrientes (Schaechter 2009). La aplicación de este hongo

dependerá del índice de infestación en el cultivo, se recomienda aplicar 2×10^{12} conidios diluidos en 200 litros de agua por hectárea cuando los índices son bajos y de ser altos duplicar dosificación (Díaz y Portocarrero 2002).

Parasitoides

Trichogramma exiguum Pinto & Platner (Trichogrammatidae).

Es una avispa de aproximadamente 0.3 mm que ataca a los huevos, las hembras buscan huevos frescos para dentro de ellos ovipositar los suyos, estos parasitoides se alimentan de los huevos para desarrollarse para así reproducirse y extender la población de avispas por el cultivo (Cenicaña 2016). Esta avispa se libera de manera preventiva en los primeros tres meses para evitar la evolución de *D. saccharalis*, se recomienda liberar 50 pulgadas (2500 avispas por pulgada) por hectárea para una correcta reproducción (Gómez Laverde y Vargas Orozco 2014). Este parasitoide es uno de los más importante ya que no solo controla al barrenador del tallo sino también a otros insectos como *Spodoptera frugiperda* Walker (Noctuidae) considerándolo como uno de los mejores controladores biológicos que hay para el control de plagas en la caña de azúcar (Gómez L. et al. 1996).

Billaea claripalpis Wulp (Tachinidae).

Billaea claripalpis o comúnmente conocida como mosca indígena, es un díptero rápido que normalmente mide 8 mm quien parasita a la larva del gusano barrenador del tallo de caña de azúcar y se recomienda la liberación de 15 parejas por hectárea a los 3-5 meses de edad de la caña (Cenicaña 2015). El ataque se produce dentro del tallo cuando la larva de *D. saccharalis* ha creado orificios en él y es ahí donde sus larvas son parasitadas, esta mosca se considera como un buen control biológico y sobre todo eficiente para reducir y llegar a cero poblaciones de la plaga (Saldaña Chafloque et al. 2021).

Cotesia flavipes Cameron (Braconidae).

Según Astola Mariscal y Narrea Cango (2019) las avispas de *C. flavipes* han dado buen resultado para el control biológico del gusano barrenador; este parasitoide ataca la larva entrando por el cuerpo y ocasionando la muerte a la misma, así posteriormente aprovecharse de ella para completar

su ciclo de vida hasta llegar a la fase de adulto. Se recomienda que entre el quinto y séptimo mes de edad del cultivo se libere 2 gramos por hectárea (1000 avispas por gramo) si el índice de infestación es mayor 2.5% según Cenicaña (2015). Hace años atrás no tuvo tanto éxito en Colombia como en la actualidad ya que se ha identificado que es eficaz para combatir las distintas especies de *Diatraea sp.*, quien es principal plaga de la caña de azúcar (Cenicaña 2016).

Telenomus alecto Crawford (Scelionidae).

La avispa parasitoide *Telenomus alecto* es uno de los métodos más comunes para combatir la población del taladrador del tallo, así como lo es *Trichogramma exiguum*, quienes por lo general suelen ser aplicados de manera conjunta ya que ambos atacan a los huevos de *D. saccharalis*, se recomienda liberar 30 pulgadas cuadradas por hectárea (3000 avispas por pulgada) en los primeros cinco meses de edad del cultivo (Gómez L. et al. 1996). En 1990 fue introducido en Honduras gracias a la participación del Laboratorio de Control Biológico de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano con el objetivo de controlar a *S. frugiperda* en cultivos de maíz (Quesada Bolaños 2007).

Variedades Resistentes

La tecnología en la agricultura pretende mejorar cada vez más y aunque el uso de hongos entomopatógenos y parasitoides es muy efectivo para el control de plagas en caña, se han realizado investigaciones para mejorar las variedades y crear resistencia a plagas, enfermedades y condiciones abióticas (Guardiola Mora 1995). El mejoramiento genético del cultivo de caña es complejo y toma tiempo en descubrir nuevas variedades como es el caso del Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA), quienes para liberar una nueva variedad tardan un aproximado de 14 a 15 años (Senties Herrera et al. 2016).

Los programas de mejoramiento genético tienen algunos objetivos que desean lograr al crear una nueva variedad y son: incrementar la productividad por unidad, mejorar la calidad industrial, obtener en menos tiempo concentraciones altas de azúcar, adaptarlas a condiciones climáticas no favorables y presentar resistencia a las plagas y enfermedades más comunes del cultivo (Sopena 2008).

La nueva variedad CTC 20 Bt, es la variedad resistente al barrenador del tallo que desarrolló el Centro de Tecnología Canavieira (CTC) en Brasil, ya que la larva de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidóptera: Crambidae) es la principal plaga en ese país y en el resto de los países productores de caña de azúcar. La bacteria gram positiva Bt (*Bacillus thuringiensis*) es actualmente muy usada al momento de hacer cambios genéticos en algunos cultivos como la soya y el maíz, esta variedad genéticamente modificada con los genes de la bacteria Bt ya se encuentra en pruebas para uso comercial (Iqbal et al. 2021)

En Lousiana, EEUU, las variedades NCo310, CP 70-321 y HoCP 85-845 han resultado eficaces como variedades resistentes contra *D. saccharalis* y así reducir el uso de insecticidas para sus cultivos. Cada país tiene diferencias climáticas y demás factores que forman parte de los parámetros para el implemento de una variedad, es decir que en ciertos lugares una plaga tiende a tener una mayor densidad poblacional que otras debido a las circunstancias, es lo mismo con las enfermedades. Existen otras investigaciones para crear resistencia para el barrenador del tallo, en donde aplican genes en diferentes líneas de *S. officinarum* L. alteradas con *Bacillus thuringiensis* (Bacillaceae) (Echeverri Rubiano et al. 2017).

En el cultivo de caña de azúcar se recomienda el uso de controladores biológicos ya que las variedades que se han liberado no son de tan alta eficiencia como lo son los enemigos naturales, hongos entomopatógenos y parasitoides (Salazar Blanco et al. 2016).

Conclusiones

El control de *Diatraea saccharalis* es de mucha importancia debido a que esta plaga ocasiona grandes daños al cultivo de caña de azúcar y esto trae pérdidas representativas para el productor.

Los hongos entomopatógenos y los parasitoides son los controladores biológicos más usados en los ingenios por su eficacia contra el barrenador del tallo.

El empleo de variedades resistentes ha contribuido en la disminución del efecto de las enfermedades, pero en el caso de plagas se siguen adelantando investigaciones para obtener variedades resistentes.

Recomendaciones

Analizar la presencia de *D. saccharalis* y actuar de manera preventiva para que la intensidad de infestación no sea perjudicial para el productor.

Introducir y fomentar las poblaciones de insectos benéficos que mantengan las densidades poblacionales de la plaga a niveles muy bajos.

Continuar con las investigaciones científicas para obtener variedades que sean resistentes a plagas para así mejorar la producción en los diversos países productores.

Referencias

- Aday Díaz ODIC, Barroso Medina F, Izquierdo Rojas LN. 2003. Estimación de Pérdidas Causadas por *Diatraea Saccharalis* (Fab.), en la provincia de Villa Clara, Cuba. Centro Agrícola; [consultado el 31 de may. de 2022]. 30:37–40. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V30-Numero_1/cag091031269.pdf.
- Amaya Estévez A, H. Cock J, Del Pilar Hernández A, E. Irvine J. 1995. Biología: Morfología de la Caña de Azúcar. En: Cassalett Dávila C, Torres Aguas J, Echeverri CI, editores. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). p. 31–62 ; [consultado el 24 de may. de 2022]. https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_serizados/libro_el_cultivo_cana/libro_p3-394.pdf.
- [APAH] Asociación de Productores de Azúcar de Honduras. 2020. Impacto economico de la agroindustria azucarera. Honduras: [sin editorial]; [consultado el 16 de may. de 2022]. <http://azucar.hn/impacto-economico/>.
- [APAH] Asociación de Productores de Azúcar de Honduras. 2021. Historia de la agroindustria azucarera. Honduras: [sin editorial]; [consultado el 16 de may. de 2022]. <http://azucar.hn/historia/>.
- Argueta AE, Hernández Chicas WE. jun. 2011. Parasitoidismo y Control Microbiano del Barrenador (*Diatraea saccharalis* F.) de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). El Salvador: Universidad de El Salvador; [consultado el 31 de may. de 2022]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/615/1/10137073.pdf>.
- Arreaga Alban KA. 2018. Manejo Integrado de *Diatraea Saccharalis* en el Cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*). Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. 28 p; [consultado el 31 de may. de 2022]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5165/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000116.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Arredondo HC, Rodriguez del Bosque LA. 2008. Casos de Control Biológico en México. México, D.F.: Mundi Prensa México. 423 p. ISBN: 9789687462653; [consultado el 2 de jun. de 2022].
- Astola Mariscal SZ, Narrea Cango M. 2019. Biología y Comportamiento de *Cotesia flavipes* Cameron (Braconidae) Parasitoide de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Crambidae). Ecología Aplicada; [consultado el 8 de jun. de 2022]. 18(1):77. doi:10.21704/rea.v18i1.1309.
- Bello Parra D, Murrieta Dominguez F, Adame García J, Rosas Lozano M, editores. 2020. Innoovación en Biotecnología. 1ª ed. México: Red Iberoamericana de Academias de Investigación. ISBN: 978-607-8617-86-9; [consultado el 2 de jun. de 2022]. <http://redibai-myd.org/portal/wp-content/uploads/2021/01/607-8617-86-9.pdf>.
- Bonzi J. 2013. Identificación y Desarrollo de la Diatraea. Paraguay: ABC RURAL; [consultado el 31 de may. de 2022]. <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/identificacion-y-desarrollo-de-la-diatraea-643778.html>.
- Bustillo Pardey AE. 2010. Acciones para Reducir las Poblaciones de *Diatraea*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA); [consultado el 31 de may. de 2022]. 31:10–15. https://www.cenicana.org/pdf_privado/carta_trimestral/ct2009/ct3y4_09/ct3y4_09_p10-15.pdf.

- Calle Meneses GF. 2013. Prospección de Insectos Plaga y sus Controladores Biológicos en el Cultivo de Caña Panelera (*Saccharum officinarum*). Pacto, Pichincha. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador; [consultado el 31 de may. de 2022]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1004/1/T-UCE-0004-6.pdf>.
- [CAÑAMIP] Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar. 2000. Manejo Integrado de Barrenadores en Caña de Azúcar. Guatemala: [sin editorial]; [consultado el 2 de jul. de 2022]. <https://cengicana.org/files/20150902101625944.pdf>.
- [Cenicaña] Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 2015. Identificación y control de *Diatraea* spp. Colombia: [sin editorial]; [consultado el 1 de jun. de 2022]. 2 p. https://www.cenicana.org/pdf_privado/plegable/evaluacion_control_Diatraea_2015.pdf.
- [Cenicaña] Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 2016. Mitigar el Cambio Climático: Un Compromiso de la Agroindustria. Carta Informativa; [consultado el 8 de jun. de 2022]. (1). https://www.cenicana.org/pdf_privado/carta_informativa/2016_n1/2016_n1.pdf.
- [Cenicaña] Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 2017. ICA publica Resolución 17848 que fija medidas para el control de *Diatraea* spp. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 16 de may. de 2022]. <https://www.cenicana.org/ica-publica-resolucion-17848-que-fija-medidas-para-el-control-de-diatraea-spp/>.
- [CINCAE] Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. 2013. Barrenador del Tallo. Ecuador: [sin editorial]; [consultado el 25 de may. de 2022]. <https://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-plagas/barrenador-del-tallo/>.
- Cock JH, Luna CA, Isaacs CE. 1995. Avances Tecnológicos en la Década de los 80 y Perspectivas del Cultivo. En: Cassalet Dávila C, Torres Aguas J, Echeverri CI, editores. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). p. 23–27 ; [consultado el 29 de may. de 2022]. https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriadados/libro_el_cultivo_cana/libro_p3-394.pdf.
- Condenga D. dic. 2002. Evaluación del daño de los barrenadores de brotes y tallos de caña de azúcar: *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* y evaluación del efecto de micorrizas bajo dos niveles de fertilización en caña de azúcar en el Ingenio Tres Valles. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 16 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2325/1/CPA-2002-T029.pdf>.
- Díaz LL, Portocarrero ET. 2002. Manual de Producción de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 148 p; [consultado el 2 de jul. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a66402aa-4881-4ad1-bd65-f52a1ee5fff1/content>.
- Echeverri Rubiano C, Chica Ramírez H, Vargas Orozco GA. 2017. Resistencia Varietal al Ataque por *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) en Caña de Azúcar. Revista Colombiana de Entomología; [consultado el 11 de jun. de 2022]. 43(2):186–194. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v43n2/0120-0488-rcen-43-02-00186.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2018. Base de datos de producción y rendimiento de caña de azúcar en el mundo, FAOSTAT. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 29 de may. de 2022]. <https://www.fao.org/common-pages/search/es/?q=BASE%20DE%20DATOS%20DE%20PRODUCCION%20DE%20CA%C3%91A%20DE%20AZUCAR>.

- Fretes F. 2011. Caña de Azúcar Análisis de la Cadena de Valor en Concepción y Canindeyú. Paraguay: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional; [consultado el 1 de jul. de 2022]. https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/cana_de_azucar.pdf.
- Gómez JF. 1995. Control de Malezas: Métodos para el Control. En: Cassalet Dávila C, Torres Aguas J, Echeverri CI, editores. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). 143-152 ; [consultado el 28 de may. de 2022].
- Gómez L. LA, Díaz M. AE, Lastra B. LA. 1996. Reconocimiento de las Especies de *Trichogramma* Asociadas con la Caña de Azúcar en Colombia. Revista Colombiana de Entomología; [consultado el 7 de jun. de 2022]. 22(1):1–5. <https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/article/view/9912/12397>.
- Gómez Laverde LA, Vargas Orozco GA. 2014. Los Barrenadores de la Caña de Azúcar, *Diatraea spp.*, en el Valle del Río Cauca. Santiago de Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia; [consultado el 2 de jun. de 2022]. 133 p. <https://www.cabi.org/wp-content/uploads/Gomez-2014-Biocontrol-of-sugarcane-borers.pdf>.
- Guardiola Mora J. 1995. Avances Tecnológicos entre 1950 y 1980. En: Cassalet Dávila C, Torres Aguas J, Echeverri CI, editores. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). p. 9–13 ; [consultado el 9 de jun. de 2022]. https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriadados/libro_el_cultivo_cana/libro_p3-394.pdf.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. [consultado el 26 de may. de 2022]. El Barrenador de la Caña *Diatraea spp.* Colombia: [sin editorial]. <https://www.ica.gov.co/getattachment/5540cfd-f870-411a-a1fa-6574dc8bd0a8/El-barrenador-de-la-cana.aspx>.
- Infoagro. 2011. El cultivo de la caña de azucar. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 16 de may. de 2022]. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp.
- [INTAGRI] Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura. 2017. Importancia de la Hoja Bandera en el Rendimiento de Gramíneas. México: Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura; [actualizado el 1 de jul. de 2022; consultado el 1 de jul. de 2022]. <https://www.intagri.com/articulos/cereales/importancia-de-la-hoja-bandera-en-el-rendimiento-de-gramineas>.
- Iqbal, Khan RS, Khan MA, Gul K, Jalil F, Shah DA, Rahman H, Ahmed T. 2021. Genetic Engineering Approaches for Enhanced Insect Pest Resistance in Sugarcane. Mol Biotechnol. 63(7):557–568. eng. doi:10.1007/s12033-021-00328-5.
- Khachatourians GG. 2009. Insecticides, Microbial. En: Schaechter M, editor. Encyclopedia of Microbiology. 3ra. Amsterdam: Elsevier. p. 95–109 ; [consultado el 5 de jun. de 2022].
- Lacey LA, Kaya HK. 2008. Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology: Application and Evaluation of Pathogens for Control of Insects and other Invertebrate Pests. Dordrecht: Springer. 1 online resource. ISBN: 978-1-4020-5931-5; [consultado el 5 de jun. de 2022].
- Lastra Borja LA, Gómez Laverde LA. 2006. La Cría de *Diatraea saccharalis* (F.) para la Producción Masiva de sus Enemigos Naturales: Establecimiento de la Colonia. Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA) (vol. 36). ISBN: 0120-5846; [consultado el 31 de may. de 2022].

- Lezama R, Molina J, López M, Pescador A, Galindo E. 2005. Efecto del Hongo Entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* sobre el Control del Gusano Cogollero del Maíz en Campo. Avances en Investigación Agropecuaria (AIA); [consultado el 3 de jul. de 2022]. 9(1). <https://www.redalyc.org/pdf/837/83709103.pdf>.
- Lezaun J. 2020. Barrenador del tallo “*Diatraea saccharalis*” Plaga Principal del Maíz y otras Gramíneas. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 30 de may. de 2022]. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/barrenador-del-tallo-diatraea-saccharalis>.
- Long WH, Hensley SD. 1972. Insect Pests of Sugar Cane. Annual Review of Entomology. 17(1):149–176. doi:10.1146/annurev.en.17.010172.001053.
- Mata Vásquez H, Rodríguez Del Bosque LA, Rodríguez Morelos VH, Vázquez García E, editores. 2014. Manejo Integral de Caña de Azúcar. 1ª ed. Monterrey, México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. ISBN: 978-607-27-0286-8.
- Melgar M, Meneses A, Orozco H, Pérez O, Espinosa R, editores. 2012. El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. Guatemala: Librerías Artemis Edinter, S.A. ISBN: 978-9929-40-469-4; [consultado el 2 de jul. de 2022]. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/572719.pdf>.
- Mendoza Mora J. 1992. El Barrenador del Tallo de Maíz, *Diatraea spp.* y su Control. Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuaris (INIAP). 2–11. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1541/1/Bolet%c3%adn%20divulgativo%20N%c2%ba%20238.PDF>.
- Mintz SW. 1996. Dulzura y Poder: El Lugar del Azúcar en la Historia Moderna. México: Siglo XXI. 299 p. (Antropología). ISBN: 9789682320088. Traducción de: Sweetness and power; [consultado el 1 de jul. de 2022].
- Montes Gutiérrez LA, Paredes Rincón S, Mejía Baruch R. 2020. Control Químico y Biológico del Gusano Barrenador (*Diatraea Saccharalis*) en Caña de Azúcar. En: Bello Parra D, Murrieta Dominguez F, Adame García J, Rosas Lozano M, editores. Innoovación en Biotecnología. 1ª ed. México: Red Iberoamericana de Academias de Investigación. p. 27–34 ; [consultado el 2 de jun. de 2022]. <http://redibai-myd.org/portal/wp-content/uploads/2021/01/607-8617-86-9.pdf>.
- Moreira Cedeño LE. 2020. Determinación del Ciclo de Vida del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y el Barrenador del Tallo (*Diatraea saccharalis*), de Maíz en Condiciones Controladas [Tesis]. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. español; [consultado el 2 de jul. de 2022]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6061>.
- Muñoz M. 2012. Perspectivas de los Coproductos de la Caña de Azúcar. En: Melgar M, Meneses A, Orozco H, Pérez O, Espinosa R, editores. El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. Guatemala: Librerías Artemis Edinter, S.A. p. 420–446 ; [consultado el 2 de jul. de 2022]. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/572719.pdf>.
- OCDE-FAO. 2017. Perspectivas Agrí-colas 2017-2026. París: Organisation for Economic Co-operation and Development. 1 online resource. ISBN: 9264280774; [consultado el 29 de may. de 2022].
- Pérez Rico EF, Martínez Torres KS. 2011. Distribución Espacial y Ciclo de Vida de *Diatraea Spp.* en Plantaciones de *Saccharum officinarum* (Caquetá, Colombia). Ingenierías & Amazonia; [consultado el 31 de may. de 2022]. 4:122–130. <https://www.uniamazonia.edu.co/revistas/index.php/ingenierias-y-amazonia/article/view/90/122-130>.
- Quesada Bolaños VE. 2007. Parasitoidismo Natural en Huevos de *Diatraea spp.* por *Trichogramma sp.* y *Telenomus sp.*, en Dos Zonas Cañeras de Costa Rica. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa

- Rica Sede Regional San Carlos; [consultado el 8 de jun. de 2022]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2812/Parasitoidismo%20natural%20en%20huevos%20de%20diatraea%20spp.%20por%20trichogramma%20sp.%20y%20Telenomus%20sp.%2C%20en%20dos%20zonas%20ca%C3%B1eras%20de%20Costa%20Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rodríguez Del Bosque LA. 2009. Los Barrenadores del Tallo de la Caña de Azúcar en México. Mazatlán, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; [consultado el 31 de may. de 2022]. http://idtools.org/id/leps/lepintercept/RodriguezdelBosque_2009.pdf.
- Ruiz García MA. 2020. Importancia del Gen Bru1 en el Control de la Roya Café (*Puccinia melanocephala*) de la Caña de Azúcar: Revisión de Literatura. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Español; [consultado el 26 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6820>.
- Salazar Blanco JD, Oviedo Alfaro R, Cadet Piedra E, Sáenz Acosta C. 2016. Control Biológico y otras Estrategias de Manejo de Plagas Implementadas en el Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica. Costa Rica: Congreso Nacional Agropecuario Forestal y Ambiental; [consultado el 1 de jul. de 2022]. <https://www.cabi.org/wp-content/uploads/Salazar-2016-BiCo-sugarcane.pdf>.
- Saldaña Chafloque CF, Ramírez Cruz AF, Chico Ruíz J. 2021. Parasitismo de *Biallaea claripalpis* sobre Larvas de *Diatraea saccharalis* en Condiciones de Campo. Revista de Investigación Científica (REBIOL); [consultado el 7 de jun. de 2022]. 41(1):49–58. doi:10.17268/rebiol.2021.41.01.05.
- Schaechter M, editor. 2009. Encyclopedia of Microbiology. 3ra. Amsterdam: Elsevier. ISBN: 012373939X; [consultado el 5 de jun. de 2022].
- Sentíes Herrera HE, Gómez Merino FC, Loyo Joachin R. 2016. El Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar (*Saccharum* spp.) en México: Una Historia de Éxito con Nuevos Desafíos. Revista Agro Productividad; [consultado el 9 de jun. de 2022]. 9(7):8–13. <https://core.ac.uk/download/pdf/249320564.pdf>.
- Smith JW, Wiedemann RN, Overholt WA. 1993. Parasites of lepidopteran stemborers of tropical gramineous plants. Nairobi Kenya: ICIPE Science Press. vi, 89. ISBN: 9290640561; [consultado el 4 de jun. de 2022].
- Sopena RA. 2008. Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar. En: Oliveri N, editor. IDIA XXI Cultivos Industriales. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). p. 23–28 (vol. 10); [consultado el 9 de jun. de 2022]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-idea_xxi_cult_industriales.pdf.
- Vargas GA. 2015. Retos y Oportunidades en el Manejo de los Barrenadores del Tallo, *Diatraea* spp. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA); [consultado el 1 de jul. de 2022]. (17). https://www.cenicana.org/pdf_privado/serie_divulgativa/sd_17/sd_17.pdf.
- Vargas Orozco GA. 2015. Evaluación del Daño de los Barrenadores de la Caña: *Diatraea* spp. y su Control. Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). ISBN: 978-958-8449-15-9; [consultado el 1 de jun. de 2022].
- Vejar Cota G, Rodríguez del Bosque LA, Sahagún D. 2008. Economic and Ecological Impacts of Hand Removing Dead Hearts Caused by *Diatraea considerata* (Lepidoptera: Crambidae) on Sugarcane in Mexico. Southwestern Entomologist; [consultado el 2 de jun. de 2022]. 33(2):157–159. doi:10.3958/0147-1724-33.2.157.

- Vigil Vásquez A. 2012. Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Caña de Azúcar. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; [consultado el 31 de may. de 2022]. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/012-c-cana-de-azucar.pdf>.
- Yara. 2018. La producción mundial de caña de azucar. Colombia: [sin editorial]; [consultado el 16 de may. de 2022]. <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/la-produccion-mundial-de-cana-de-azucar/>.