



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**Daños y parasitoides de *Diatraea* spp.
(Lepidoptera: Crambidae) en caña de azúcar**

T E S I S

Que para obtener el Grado de:
MAESTRO EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

PRESENTA

Hipólito Ramírez Ramírez

DIRECTOR

Dr. Rodolfo Osorio Osorio

CO-DIRECTOR

Dr. Vidal Hernández García

Villahermosa, Tabasco. Noviembre de 2016



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN
ACADÉMICA DE
CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

ASUNTO: El que se indica.

OFICIO: DACA-383

Villahermosa, Tabasco, a 9 de noviembre de 2016

**C. HIPÓLITO RAMÍREZ RAMÍREZ
EGRESADO DE LA MAESTRIA EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
PRESENTE**

Por este conducto y de acuerdo a su solicitud de autorización de impresión de Tesis, informo a ud. que sobre la base del Artículo 26 del reglamento de Posgrado de esta Universidad, esta Dirección a mi cargo le **autoriza la impresión de su trabajo recepcional** bajo la modalidad de Tesis titulada "Daños y parasitoides de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) en caña de azúcar.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un saludo cordial.

ATENTAMENTE

**DR. ROBERTO FLORES BELLO
DIRECTOR**

U.J.A.T.



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN**

C.c.p.- Archivo.

Miembro CUMEX desde 2008
**Consortio de
Universidades
Mexicanas**
UNA ALIANZA DE CALIDAD POR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Km 25 de la carr. fed. 195, tramo Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Tel. +52 (993) 358 1500, extensión 6607
Correo electrónico: daca.cica@yahoo.com

www.ujat.mx
www.facebook.com/ujat.mx | www.twitter.com/ujat | www.youtube.com/UJATmx

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de grado denominada "Daños y parasitoides de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) en caña de azúcar", de la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la red abierta de bibliotecas digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 10 días del mes de Noviembre del año 2016.

AUTORIZO



HIPÓLITO RAMÍREZ RAMÍREZ

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su apoyo incondicional siempre.

Al Dr. Rodolfo Osorio Osorio por sus consejos y apoyo incondicional durante la dirección de la investigación.

Al Dr. Vidal Hernández García por su valiosa cooperación y apoyo incondicional durante la investigación.

Al Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa del Grupo Beta San Miguel.

Al Ing. Jhonny Arrellano Sánchez[†], Ing. Dora María Villar Castillo, Tec. Enereyda Hernández Félix, Sr. Omar Velázquez Sánchez y Sr. Gabriel Sánchez Trujillo, por su valioso apoyo y amabilidad durante mis visitas al Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa.

Al M. C. Luis Ulises Hernández Hernández, por su apoyo en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias.

A la Dra. Dulce Azucena Hernández Zetina de la Universidad Nacional Autónoma de México, por su apoyo para la identificación de los parasitoides.

A todos los profesores que de alguna u otra manera me guiaron y apoyaron durante el trayecto de la maestría.

A mis amigos y compañeros que me brindaron su apoyo durante mi estancia en la maestría, en especial a Norma, Karen, Lucero, Ariana, Amelio, Luisa, Roseidi, Anita, Dafne, Verónica, Jonatán y Huijara.

A todas las personas que me han rodeado en el transcurso de esta maravillosa experiencia.

CONTENIDO

Pág.

ÍNDICE DE CUADROSvii

ÍNDICE DE FIGURASviii

RESUMEN..... ix

ABSTRACTx

1. INTRODUCCIÓN..... 1

2. OBJETIVOS..... 3

 2.1 Objetivo General..... 3

 2.2 Objetivos específicos 3

3. HIPÓTESIS..... 3

 3.1 Hipótesis 3

4. ANTECEDENTES..... 4

 4.1 El cultivo de caña de azúcar en México..... 4

 4.2 Los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. 5

 4.3 Biología de *Diatraea* spp. 6

 4.4 Daños directos e indirectos de *Diatraea* spp. 7

 4.5 Métodos de control de *Diatraea* spp..... 8

 4.6 Los parasitoides como enemigos naturales de *Diatraea* spp..... 9

 4.7 Uso de parasitoides en el control biológico de *Diatraea* spp..... 10

5. MATERIALES Y MÉTODOS..... 13

 5.1 Sitio de muestreo..... 13

 5.2 Muestreo de *Diatraea* spp. 13

 5.3 Porcentaje e intensidad de daño..... 14

 5.4 Manejo y alimentación de larvas de *Diatraea* spp..... 15

 5.5 Identificación taxonómica de *Diatraea* spp..... 16

 5.6 Identificación taxonómica de parasitoides 16

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 17

 6.1 Identificación taxonómica de *Diatraea* spp..... 17

 6.2 Porcentaje e intensidad de daño..... 18

| | |
|---------------------------------------|----|
| 6.3 Parasitoides de barrenadores..... | 21 |
| 7. CONCLUSIONES | 23 |
| 8. LITERATURA CITADA | 24 |

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Parasitoides potenciales en los estados de desarrollo de <i>Diatraea</i> spp. | 11 |

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Etapas fenológicas bajo muestreo. A) tallos molederos y B) plantilla..... | 14 |
| Figura 2. A) Corte longitudinal en tallos molederos y B) síntoma de corazón muerto en plantilla..... | 15 |
| Figura 3. <i>Diatraea saccharalis</i> , A) Larva y B) Adulto..... | 17 |
| Figura 4. Genitalia del macho de <i>Diatraea saccharalis</i> . A) vista lateral y B) vista ventral (u: uncus, g: gnathos, lt: lóbulos del tegumen, v: valvas, pb: proceso basal)..... | 18 |
| Figura 5. Porcentaje e intensidad de infestación de <i>Diatraea saccharalis</i> en tallos molederos de caña de azúcar en las zonas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía de Cárdenas, Tabasco..... | 19 |
| Figura 6. Porcentaje de infestación de <i>Diatraea saccharalis</i> en plantilla de caña de azúcar en las zonas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía de Cárdenas, Tabasco..... | 20 |
| Figura 7. <i>Siphosturmia rafaeli</i> , parasitoide de larvas de <i>Diatraea saccharalis</i> en el cultivo de caña de azúcar..... | 21 |

RESUMEN

Los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. son plagas de gran importancia económica en las principales regiones productoras de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) de México. Los objetivos de esta investigación fueron determinar la identidad y los daños de *Diatraea* spp., así como las especies de parasitoides de esta plaga en el cultivo de caña de azúcar en las zonas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía en Cárdenas, Tabasco. Se realizaron colectas de larvas y pupas de *Diatraea* spp. en plantaciones de cinco a 10 ha de caña de azúcar, de cuatro zonas de abastecimiento del ingenio, mediante muestreos de tallos molederos de febrero a mayo de 2015 (etapa de zafra) y de plantas jóvenes (etapa crecimiento activo) de mayo a julio del mismo año. Los muestreos se realizaron cada 15 días mediante el esquema de cinco de oros, dependiendo de la etapa del cultivo; se muestrearon 50 tallos molederos o 50 m lineales de plantas jóvenes por plantación en cada fecha de muestreo. Se identificó al barrenador *Diatraea saccharalis* (Fabricius) como la especie que ocasiona los daños en el área de estudio. En la etapa de tallos molederos, las intensidades de infestación oscilaron entre 0.12 % y 2.74 %, mientras que en la etapa de plantas jóvenes (pelillos) los porcentajes de infestación oscilaron entre 4 % y 45 %. Los resultados muestran que la infestación en tallos molederos están por debajo del nivel de daño económico; mientras que, en la etapa de plantas jóvenes se debe realizar el control en dos de las cuatro zonas de abastecimiento. Se identificó a la mosca taquínida *Siphosturmia rafaeli* (Townsend) como parasitoide de larvas de *D. saccharalis*. La presencia de este parasitoide podría ser una de los factores que impiden el aumento de las poblaciones de *D. saccharalis* en el área de estudio.

Palabras clave: *Saccharum officinarum*, barrenadores del tallo, *Siphosturmia rafaeli*.

ABSTRACT

The sugarcane borers *Diatraea* spp. are pests of major economic importance in the main producing regions of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) of Mexico. The objectives of this research were to determine the identity and injuries of *Diatraea* spp., as well as to the species of parasitoids of this pest in the sugar cane crops of Santa Rosalia's mill supply areas from Cardenas, Tabasco. Larvae and pupae of *Diatraea* spp. were collected in plantations of five to 10 hectares of sugarcane, from harvested stems of the four supply areas mill, from February to May 2015 (stage of harvest) and young plants (stage active growth) from May to July same year. In both cases, the samples are taken every 15 days through five of gold scheme. Depending on the crop stage, a total of 50 harvested stems or 50 m linear of young plants were sampling by survey date. It was identified the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Fabricius) as the species that causes injuries in the study area. In the stage of harvested stems, the intensities of infestation ranged from 0.12 % to 2.74 %, while the percentages of infestation ranged from 4 % to 45 % on young plants. The results show that the infestation in harvested stems are below the economic injury level; where as, in the young plant stage it must be perform control in two of the four supply areas. The Tachinid fly *Siphosturmia rafaeli* (Townsend) was identified as parasitoid larvae of *D. saccharalis*. The presence of this parasitoid could be one of the factors that prevent the increase of populations *D. saccharalis* in the study area.

Keywords: *Saccharum officinarum*, stalk borers, *Siphosturmia rafaeli*.

1. INTRODUCCIÓN

Los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. son plagas de gran importancia económica en el cultivo de caña de azúcar en Latinoamérica y en algunas regiones cañeras de México (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). Las principales especies reportadas para este cultivo en México son *D. considerata*, *D. magnifactella*, *D. grandiosella* y *D. saccharalis* (Vejar-Cota *et al.*, 2005). En el estado de Tabasco, se cultivan alrededor de 34,000 ha de caña de azúcar y se cuenta con tres ingenios, con un rendimiento promedio de 52.5 t ha⁻¹ (SIAP, 2015), en los cuales los barrenadores del tallo son plagas de importancia económica (CESVETAB, 2013).

Los daños directos que ocasionan son la muerte del punto de crecimiento del tallo (meristemo primario), perforaciones al tallo en forma de galerías en el interior y destrucción de yemas de la planta de caña de azúcar. De forma indirecta ocasionan el acame y muerte de plantas, se reduce el tamaño del tallo y facilita la entrada de otros organismos a la galería, como el hongo *Physalospora tucumanensis* agente causal de la pudrición roja (Fonseca *et al.*, 2013; Álvarez y Pérez, 2004), que tienen como consecuencia la reducción del contenido de azúcar en los tallos cosechados. Los daños directos e indirectos que ocasionan pueden llegar a reducir hasta en 18 t ha⁻¹ el rendimiento de la cosecha (Álvarez y Pérez, 2004).

Por esta razón es necesario realizar el control de los barrenadores y los métodos que más se utilizan son el control químico y el biológico, este último por medio de la utilización de parasitoides (Álvarez y Pérez, 2004; Ramos *et al.*, 2004; Fonseca *et al.*, 2013). El control químico no se recomienda porque tiene alto costo, además, contamina el medio ambiente y existen los riesgos de resistencia de la plaga y la destrucción de los enemigos naturales. En resumen los resultados del control químico no han sido satisfactorios (Álvarez y Pérez, 2004; De Freitas *et al.*, 2007; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). Los barrenadores son atacados por diversos enemigos naturales, entre ellos entomopatógenos, parasitoides y

depredadores, lo que representa una alternativa para la reducción de poblaciones de barrenadores del tallo de la caña de azúcar (Hernández-Velázquez *et al.*, 2012; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). El control biológico de barrenadores de la caña de azúcar puede realizarse de forma sostenible mediante parasitoides sin utilizar insecticidas; evitando la contaminación y el desarrollo de resistencia por parte de la plaga (Badilla, 2002; Badii y Abreu, 2006; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012; Gutiérrez *et al.*, 2013). En los ingenios azucareros del estado de Tabasco se presentan los barrenadores del tallo de caña de azúcar (CESVETAB, 2015); sin embargo, se desconocen los niveles de daño, así como la identidad de las especies de esta plaga y los parasitoides que de forma natural regulan sus poblaciones.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ✓ Determinar la identidad y los daños de *Diatraea* spp., e identificar las especies de parasitoides que ejercen control biológico natural sobre la plaga en el cultivo de caña de azúcar en las áreas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía en Cárdenas, Tabasco.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la identidad de las especies de *Diatraea* spp. que se reportan en la región.
- ✓ Determinar los niveles de daño de *Diatraea* spp. en plantas jóvenes (plantilla o pelillo) y tallos molederos.
- ✓ Identificar las especies de parasitoides que son enemigos naturales de *Diatraea* spp.

3. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

- ✓ El barrenador de tallo *D. saccharalis* es la especie que causa daños de importancia económica en el cultivo de caña de azúcar y existen especies de parasitoides que son enemigos naturales de la plaga en las áreas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía en Cárdenas, Tabasco.

4. ANTECEDENTES

4.1 El cultivo de caña de azúcar en México

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es uno de los cultivos industriales más importantes en México. Representa una gran fuente de divisas en la producción de azúcar, piloncillo, aguardiente y alcohol etílico (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). Además, de su potencial como materia prima en la producción de biocombustibles (Santos y Augusto, 2010). Se cultivan aproximadamente 700,000 ha distribuidas en las áreas de influencia de 58 ingenios azucareros en las regiones del Pacífico, Centro, Sur y la Huasteca (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012; Fonseca *et al.*, 2013). Con este cultivo se genera más de 450 mil empleos directos en los diferentes procesos de campo y fábrica, y 2.5 millones de empleos indirectos, con un consumo per cápita de azúcar de 44 kg por habitante al año (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). México se ubica a nivel mundial entre los 15 países productores de este cultivo y en sexto lugar en América. La caña de azúcar ocupa el sexto lugar de la agroindustria mexicana por su producción con un rendimiento promedio anual de 73 t ha⁻¹ (SIAP, 2015).

Las zonas cañeras de México se localizan en 15 Estados. Siendo los principales productores con ingenios azucareros los estados de Veracruz (22), Jalisco (6), Oaxaca (4), San Luis Potosí (4), Michoacán (3), Sinaloa (3), Tabasco (3), Chiapas (2), Morelos (2), Nayarit (2), Puebla (2), Tamaulipas (2), Campeche (1), Colima (1) Quintana Roo (1) (SIAP, 2015).

En el estado de Tabasco existen los ingenios Presidente Benito Juárez, Santa Rosalía y AZSUREMEX, en los cuáles se cultivan un total de 34,000 ha de caña de azúcar, con un rendimiento promedio de 52.5 t ha⁻¹ (SIAP, 2015). El ingenio Santa Rosalía cuenta con una superficie de 13,000 ha con una producción de 541,917 t, con valor aproximado de 240,258,900.00 pesos de la producción (CONADESUCA, 2015).

4.2 Los barrenadores del tallo *Diatraea* spp.

La caña de azúcar alberga un complejo de plagas que disminuyen la producción y el rendimiento de campo y fábrica (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). Los principales problemas fitosanitarios que afectan el desarrollo del cultivo son los roedores e insectos; que en conjunto pueden causar pérdidas superiores al 50 % de la producción, y los insectos de mayor importancia económica son la mosca pinta o salivazo y los barrenadores del tallo (CESVETAB, 2013).

Las larvas de *Diatraea* spp. son gusanos que durante su desarrollo perforan huecos y galerías en el interior del tallo de la caña de azúcar, causando daños severos, reducción del crecimiento y en ocasiones la muerte de la planta (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012; Fonseca *et al.*, 2013). También propician la entrada del agente causal de la pudrición roja (*Physalospora tucumanensis* Speg.) enfermedad que desdobra la sacarosa (Fonseca *et al.*, 2013; Álvarez y Pérez, 2004). Por lo que, las pérdidas en rendimiento se atribuyen al escaso desarrollo de los tallos en campo y a la baja recuperación de la sacarosa durante la molienda (Álvarez y Pérez, 2004). Las principales especies del género *Diatraea* que atacan caña de azúcar en México son: *D. considerata* (Heinrich), *D. magnifactella* Dyar, *D. grandiosella* Dyar, *D. saccharalis* (Vejar-Cota *et al.*, 2005)

Diatraea considerata Heinrich es la más destructiva de todas las especies y la que causa los mayores daños en el estado de Sinaloa; ataca aproximadamente 30,000 ha de caña al año, con infestaciones que varían de 15 a 28 % de los entrenudos barrenados y pérdidas entre 2 y 10 t de caña ha⁻¹ (Rodríguez, 2011). Esta especie se extiende a Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, los daños que ocasiona en estos estados son de poca importancia ya que se presenta en forma de manchones y áreas pequeñas (Campos *et al.*, 2006; Rodríguez, 2011).

Diatraea magnifactella Dyar predomina en los ingenios de San Luis Potosí, Tamaulipas y Norte de Veracruz. Sus daños son de igual importancia como los ocasionados por *D. considerata* y *E. loftini*, llegando a causar infestaciones de 15 % de canutos barrenados (Rodríguez, 2011). Su presencia también se reporta en los estados de Morelos, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Quintana Roo y Tabasco, pero en estos lugares pocas veces supera el 5 % de infestación, por lo que no es una plaga importante (Campos *et al.*, 2012).

Diatraea grandiosella Dyar sólo se considera plaga de la caña en los ingenios de Sinaloa, pero en menor grado que *D. considerata* y *E. loftini*, su hábitat se extiende por todo el país, como plaga del tallo del maíz (Campos *et al.*, 2006; Rodríguez, 2011).

Diatraea saccharalis (Fabricius) se encuentra confinado a los cañaverales de los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. También se ha reportado en Guerrero, Nuevo León y Yucatán (Bautista, 2006). Solamente reviste importancia en la región de La Huasteca; sin embargo, en estos lugares su población es menor que *D. magnifactella* y *E. loftini* (Rodríguez, 2011).

4.3 Biología de *Diatraea* spp.

Las hembras ponen sus huevos en grupos, en el haz y en el envés de las hojas de la caña de azúcar, estos son de color crema, circulares y aplanados, lisos, ovalados y están sobrepuestos en pequeños grupos de 20 a 30 huevos (Álvarez y Pérez, 2004; Campos *et al.*, 2012; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). La incubación dura de 4 a 9 días, después de ese tiempo eclosionan las larvas, las y se desarrollan hasta alcanzar aproximadamente 2.5 cm de longitud (Álvarez y Pérez, 2004; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). Las larvas de primer instar son de color transparente (Álvarez y Pérez, 2004; Campos *et al.*, 2012) con la cabeza (cápsula cefálica) de color negro. Las larvas de *Diatraea* al nacer miden de 1 a 2 mm, se alimentan de la hoja; a los 2 a 3 días pasa a la nervadura central y de los 10 a 15 días penetran en el tallo donde permanecen por un lapso de 18

a 24 días (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). Su periodo larval consta de 6 a 7 instares, al completar su desarrollo mide de 2.5 a 3.0 cm de largo, son de color blanco cremoso y cabeza de color café oscuro o canela, en la parte dorsal de cada uno de los segmentos presentan una serie de puntos o manchas de color oscuro dispuestas en forma de trapecio (Álvarez y Pérez, 2004; Campos *et al.*, 2012). La duración del estado de desarrollo es de 20 a 35 días dependiendo de las condiciones climáticas, después de ese tiempo las larvas pupan (Campos *et al.*, 2012). La pupa se encuentra dentro del tallo y cerca del orificio de salida, al iniciar este estado es de color amarillento, cambiando posteriormente a color caoba brillante, mide de 1.2 a 3.0 cm, en estado de pupa duran de 5 a 12 días (Campos *et al.*, 2006; Campos *et al.*, 2012). Los adultos de *Diatraea* son palomillas de color blanco pajizo, con alas marcadas por puntos negros arreglados en forma de "V" (Álvarez y Pérez, 2004; Campos *et al.*, 2012). Las hembras son de mayor tamaño con palpos labiales muy desarrollados dirigidos hacia delante, las alas delanteras son más pardas que las traseras (Campos *et al.*, 2006; Campos *et al.*, 2012), son nocturnas y las atrae la luz. El estado adulto dura de 2 a 10 días por lo que se considera que el ciclo de vida de este insecto varía de 30 a 67 días (Álvarez y Pérez, 2004; Campos *et al.*, 2012), produciendo de 4 a 5 generaciones al año (Álvarez y Pérez, 2004; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012).

4.4 Daños directos e indirectos de *Diatraea* spp.

Los daños que causan los barrenadores son de gran importancia económica en todo el ciclo de desarrollo del cultivo de caña de azúcar (Campos *et al.*, 2012), ya que provocan la muerte del tejido central de los tallos, lo que provoca tallos rotos, pérdida de peso en la producción de azúcar y daño en las cañas que se usan para semilla (Rosas *et al.*, 2003; Fonseca *et al.*, 2013). Se estima que los daños por los barrenadores ocasionan pérdidas por más de 100 millones de pesos al año en México (Fonseca *et al.*, 2013). Los daños directos que causa el barrenador son la muerte del punto de crecimiento del tallo (meristemo primario), perforación del tallo formando galerías longitudinales, las

cuales pueden atravesar varios nudos (Álvarez y Pérez, 2004; Fonseca *et al.*, 2013). De manera indirecta ocasionan el acame y muerte de las plantas, reducción del tamaño del tallo, así mismo se facilita la entrada de otros organismos a la galería, como la del hongo de la pudrición roja (*Physalospora tucumanensis*) (Osorio y Cibrián, 2000; Álvarez y Pérez, 2004; Fonseca *et al.*, 2013), que tiene como consecuencia la reducción del contenido de azúcar.

4.5 Métodos de control de *Diatraea* spp.

Los métodos de control más utilizados para los barrenadores de la caña de azúcar son el control químico y el control biológico, este último mediante la utilización de parasitoides (Álvarez y Pérez, 2004; Ramos *et al.*, 2004; Fonseca *et al.*, 2013). Para el control de estas especies se han usado tradicionalmente insecticidas de origen químico de amplio espectro como monocrotofos y carbofuran. Al respecto Campos *et al.* (2012) recomiendan la aplicación del insecticida Regent (fipronil) en dosis de 330 ml por hectárea diluidos en 200 L de agua al momento de la siembra en plantilla o en socas después del corte. Posteriormente, a los tres meses después del corte o de la siembra realizar una aplicación del insecticida Diazinon (diazinon) o Disparo (clorpirifos+ permetrina) a razón de 1 a 2 L ha⁻¹ diluidos en 200 L de agua, dirigido al follaje para eliminar la población del insecto adulto (palomilla) o larvas en desarrollo. Sin embargo, los hábitos del barrenador complican la eficacia de los mismos (Fonseca *et al.*, 2013) debido a las múltiples generaciones y hábitos crípticos de barrenadores de la caña de azúcar, el control químico no se recomienda por su incoasteabilidad, contaminación del ambiente, riesgos de resistencia de la plaga a los insecticidas y destrucción de la fauna benéfica (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012).

El control biológico se define como uso de enemigos naturales, para disminuir la población de uno o más organismos plaga a densidades menores ya sea de forma temporal o permanente. El éxito de esta alternativa de manejo de plagas depende de los enemigos naturales que se utilizan, pues constituyen el recurso fundamental. De lo anterior se origina la importancia de conocer la

taxonomía, biología, ecología y el comportamiento del agente de control de interés (Nicholls, 2008). Por otro lado el control biológico de barrenadores de la caña de azúcar puede realizarse de forma sostenible mediante parasitoides sin utilizar insecticidas; evitando la contaminación y el desarrollo de resistencia por parte de la plaga (Badilla, 2002; Badii y Abreu, 2006; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012; Gutiérrez *et al.*, 2013.). Los barrenadores son atacados en forma natural por diversos organismos benéficos, entre ellos entomopatógenos, parasitoides y depredadores, lo cual representa una alternativa para la reducción de poblaciones de barrenadores del tallo de la caña de azúcar (Hernández-Velázquez *et al.*, 2012; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012).

4.6 Los parasitoides como enemigos naturales de *Diatraea* spp.

El parasitoide es un insecto que en estado inmaduro se desarrolla dentro o fuera del cuerpo del insecto hospedante, y se alimenta sus fluidos corporales y de sus órganos al cual mata lentamente o bien, se desarrolla dentro de los huevecillos de éste (Carballo, 2002; Nicholls, 2008; Najera y Souza, 2010). Los parasitoides son los enemigos naturales que más se utilizan en los programas de control biológico de plagas insectiles (Carballo, 2002; Salvo y Valladares, 2007). Como adultos, la mayoría de los parasitoides buscan su huésped y ponen sus huevos en él o cerca de él. Algunos huéspedes mueren sin ser parasitados, simplemente al tratar de introducir el ovopositor, el parasitoide mata al huésped y toma el exudado de la hemolinfa como recurso nutritivo (Nicholls, 2008). Los parasitoides son muy específicos, aunque algunos de ellos atacan huevos de varias especies de lepidópteros (Carballo, 2002; Nicholls, 2008).

Una estrategia que se utiliza contra barrenadores en el sur de Tamaulipas desde hace casi tres décadas es la liberación de la avispa *Trichogramma pretiosum* Riley (Rodríguez del Bosque y Vejar 2008; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). En el estado de Morelos también se realizan liberaciones de la avispa *T. pretiosum*, la cual elimina los huevecillos que pudieran ovipositar los adultos del barrenador (Campos *et al.*, 2012). Dentro de los agentes de control biológico

usados, existen reportes del uso de la avispa *Cotesia flavipes* y moscas taquínidas para control de *D. saccharalis* (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). En el Cuadro 1 se presenta una lista de las especies de parasitoides de *Diatraea* spp.

4.7 Uso de parasitoides en el control biológico de *Diatraea* spp.

Varios estudios han demostrado la efectividad del uso de parasitoides para el control biológico de *Diatraea* spp. en varios países. En Colombia, el control de poblaciones de *Diatraea* se realiza mediante la liberación de los parasitoides *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense*, que atacan el estado larval de los barrenadores, y de *Trichogramma exiguum*, que parasita el estado de huevo de dichos barrenadores y se complementa con las acción de *Jayneleskia jaynesi* y *Cotesia* sp., las cuales pasan su estado larval y a veces el de pupa dentro del huésped (Vargas y Gómez, 2005; Vargas *et al.*, 2006; Bustillo, 2011).

En Venezuela se realizaron estudios que consistieron en la liberación de los parasitoides *M. minenses* y *C. flavipes*, demostrando que *M. minenses* tuvo mayor incidencia en la disminución de las poblaciones de *D. saccharalis* (Weir *et al.*, 2007). Posteriormente Figueredo *et al.* (2010) reportaron que el género de parasitoides de mayor abundancia poblacional y mejor eficiencia de parasitismo sobre *Diatraea* spp. fue *Cotesia* spp.

Cuadro 1. Parasitoides potenciales en los estados de desarrollo de *Diatraea* spp.

| Parasitoide | Anfitrión | Región | Fuente |
|--|------------|---|--|
| <i>Chelonus sonorensis</i> Cameron | Huevo | México | Rodríguez del Bosque <i>et al.</i> (2012) |
| <i>Telenomus alecto</i> Crawford | Huevo | EUA, México y Colombia | Rodríguez (2011) |
| <i>Trichogramma</i> spp. | Huevo | México, Colombia, Brasil, Ecuador y Perú | Bustillo (2009), Rodríguez (2011), Rodríguez del Bosque <i>et al.</i> (2012) |
| <i>Apanteles diatraeae</i> Muesebeck | Larva | México y Colombia | Rodríguez (2011), Rodríguez del Bosque <i>et al.</i> (2012) |
| <i>Cotesia flavipes</i> Cameron | Larva | Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Honduras, México, Panamá, Perú, EUA, Colombia y Venezuela. | Badilla (2002), Salazar y Salazar (2006), Santos y Augusto (2010), Rodríguez (2011), Matias-DaSilva <i>et al.</i> (2012) |
| <i>Digonogastra</i> spp. | Larva | México | Rodríguez del Bosque <i>et al.</i> (2012) |
| <i>Lixophaga diatraeae</i> Townsend | Larva | Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, México, EUA, Perú; Puerto Rico, Trinidad y Tobago | Rodríguez (2011) |
| <i>Metagonistylum minense</i> Townsend | Larva | Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador; México; Perú, Puerto Rico, Trinidad y Tobago y EUA | Bustillo (2009), Rodríguez (2011) |
| <i>Palpozenillia palpalis</i> Aldrich | Larva | México | Rodríguez (2011) |
| <i>Paratheresia claripalpis</i> Van der Wulp | Larva | Argentina, Colombia, Cuba, Ecuador; Perú, Puerto Rico, EUA y México | Bustillo (2009), Rodríguez (2011), Rodríguez del Bosque <i>et al.</i> (2012) |
| <i>Conura</i> sp | Larva-Pupa | México | Vejar-Cota <i>et al.</i> (2005), Rodríguez del Bosque <i>et al.</i> (2012) |

En Costa Rica, Badilla (2002) reportó que la introducción de *C. flavipes* fue exitosa, por parasitar las tres especies de barrenador existentes en el país, así como adaptarse a las diferentes regiones ecológicas, Salazar y Salazar (2006) también reportaron a *C. flavipes* como el principal agente de control biológico con parasitismo hasta del 80%, además reportan la presencia de parasitoides de huevos de los géneros *Trichogramma* y *Telenomus* con un promedio de parasitismo superior al 60%. En Brasil se han realizado diversos estudios y reportan que *C. flavipes* es el parasitoide que se ha empleado durante varios años y se produce de forma masiva para ser liberado posteriormente en cultivos de caña de azúcar; además tiene la capacidad de reconocer sus huéspedes incluso dentro de las galerías de la caña de azúcar (Matias-DaSilva *et al.*, 2012; Santos y Augusto, 2010). Estudios recientes realizado por Perassa *et al.* (2014) confirman que *Tetrastichus howardi* tiene un alto potencial para parasitar a huevos y larvas de *Diatraea*.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Sitio de muestreo

El trabajo de investigación se realizó en plantaciones comerciales de caña de azúcar en las áreas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía del municipio de Cárdenas, Tabasco, México, en la región de la Chontalpa, de febrero a julio de 2015. En la región predomina un clima cálido y húmedo con abundantes lluvias en verano, la temperatura media anual es de 26 °C con máxima media mensual de 30.3 °C en mayo y mínima media mensual de 20 °C en diciembre y enero. La precipitación media anual es de 2,643 mm, con un promedio máximo mensual de 335 mm en septiembre y un mínimo de 0 mm en abril. La humedad relativa promedio anual es de 83 %, con una máxima de 86% en enero y febrero y una mínima de 77 % en mayo (CONAGUA, 2015).

5.2 Muestreo de *Diatraea* spp.

Se seleccionaron cuatro plantaciones de caña de azúcar de 5 a 10 ha localizadas en cuatro zonas de abastecimiento denominadas como zona 1, zona 2, zona 5 y zona 6 del ingenio Santa Rosalía de Cárdenas, Tabasco, México, que fueron representativas del área de estudio, de acuerdo a diferencias de la humedad del suelo de los predios (zonas bajas, medias o altas). El muestreo se realizó durante dos etapas fenológicas del cultivo: tallos molederos (periodo de zafra ciclo 2014-2015, Figura 1A) y plantilla (periodo de crecimiento activo ciclo 2015-2016, Figura 1B). En ambos casos, se utilizó el esquema de muestreo de cinco de oros, que consistió en coleccionar muestras de cinco puntos de muestreo, uno en el centro de la plantación, y los restantes cuatro, cerca de las esquinas (Badilla, 2002; Álvarez y Pérez, 2004; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). Los muestreos se realizaron cada 15 días, en tallos molederos de febrero a mayo de 2015 y en plantilla de mayo a julio de 2015.

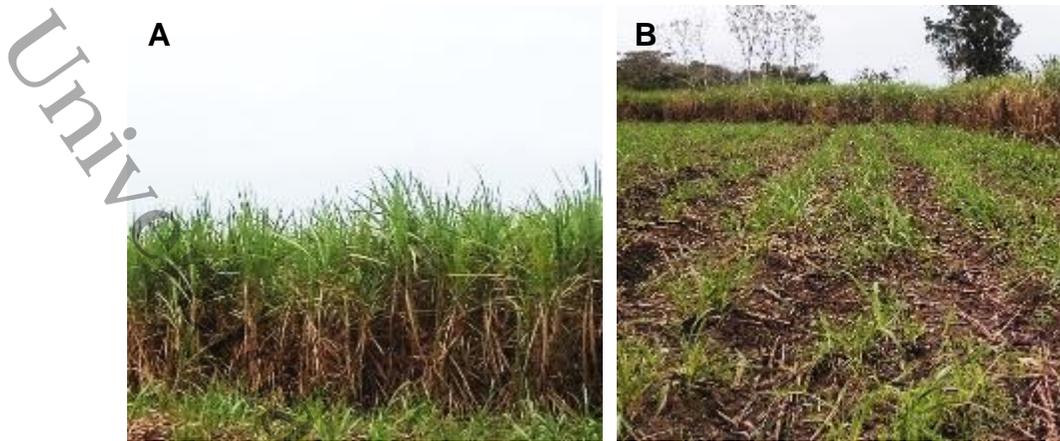


Figura 1. Etapas fenológicas bajo muestreo A) tallos molederos y B) plantilla o pelillo.

5.3 Porcentaje e intensidad de daño

De acuerdo al esquema de muestreo señalado anteriormente, en la etapa de tallos molederos, se tomó una muestra de 10 tallos por cada punto de muestreo para un total de 50 tallos por plantación. Los tallos se cortaron al ras de suelo, se eliminó el cogollo y se hizo un corte longitudinal (Figura 2A) para visualizar los daños y registrar el número de tallos dañados, número de entrenudos dañados y número de entrenudos por tallo (Flores, 1994; CESVEMOR, 2011), y localizar y coleccionar los diferentes estadios de barrenadores del tallo (larvas y pupas). Con estos datos se determinó el porcentaje de infestación y la intensidad de infestación, utilizando las siguientes fórmulas:

Porcentaje de infestación = (número tallos dañados / número total de tallos de la muestra) X 100. Intensidad de infestación = (número de entrenudos barrenados / número total de entrenudos de la muestra) x 100. Para determinar la intensidad de infestación se consideró la siguiente escala: de 0-5 % baja; 6-10 % moderada; 11-15 % media; 16-25 % severa; > a 25 % grave (Rodríguez, 2011).

En la etapa de plantilla del cultivo se muestrearon 10 metros lineales por punto de muestreo para un total de 50 metros lineales por plantación. Se contabilizó el número de plantas con síntomas de “cogollos o corazones muertos”

(Figura 2B) y el número total de plantas, para determinar el porcentaje de infestación, los cuales se cortaron y abrieron para extraer las larvas y/o pupas del barrenador. Para determinar el grado de infestación se consideró la siguiente escala: 5 % baja (ejercer medidas fitosanitarias); 12 % media (ejercer control), y > 20 % alto o grave (Rodríguez, 2011).



Figura 2. A) Corte longitudinal en tallos moladeros y B) síntoma de corazón muerto en plantilla.

5.4 Manejo y alimentación de larvas de *Diatraea* spp.

En ambos periodos de muestreo, se colectaron larvas y pupas y trasladaron al laboratorio de Sanidad Vegetal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, donde las larvas se alimentaron en recipientes individuales con una dieta propuesta por Badilla *et al.* (1994), para que continuaran su desarrollo hasta alcanzar el estado de adulto o la emergencia de parasitoides adultos. Las condiciones de la cámara de cría de insectos fueron de 28 ± 2 °C, 70 ± 5 % humedad relativa y fotoperiodo de 12:12 h (luz: oscuridad).

5.5 Identificación taxonómica de *Diatraea* spp.

Una vez alcanzado el estado adulto de las larvas colectadas se procedió a identificar las especies con ayuda de las claves taxonómicas; para esto se procedió a la preparación de hidróxido de potasio (KOH) al 10%, para remover las escamas alargadas en forma de pelos del abdomen de los adultos para facilitar la obtención de la genitalia. Se utilizaron las estructuras genitales del macho por ser las que permiten la diferenciación entre las especies de barrenadores (Vargas *et al.* 2013). Para la extracción de los genitales, se les cortó la parte distal del abdomen, se le eliminó el excedente de tejido circundante, estas fueron colocadas en portaobjetos con glicerina para aclarar los genitales y posteriormente se separaron las estructuras bajo el microscopio estereoscopio a 40X. Para la identificación se utilizó la clave de Bleszynski (1969).

5.6 Identificación taxonómica de parasitoides

La identificación taxonómica de 14 ejemplares de parasitoides adultos emergidos se realizó mediante las claves taxonómicas de O'Hara y Wood (2004) y O'Hara (2014). Los parasitoides adultos emergidos se identificaron mediante las características morfológicas establecidas en las claves de Reinhard (1931) y Wood y Zumbado (2010). Especímenes adultos ($n = 30$) también se enviaron al Instituto de Fitosanidad Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados para corroborar su identificación.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Identificación taxonómica de *Diatraea* spp.

Como resultado del muestreo de plantas y tallos molidos se colectaron 107 especímenes, todos de la especie de *D. saccharalis* (Fabricius). Las larvas tienen un color rosáceo translúcido con manchas de color café en el dorso (Figura 3A) (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). El adulto es una palomilla de color pajizo, cada ala anterior tiene marcas a manera de puntos negros en un diseño en forma de V (Figura 3B), la envergadura mide 2.5 cm, las alas posteriores son blanquecinas, los palpos labiales son desarrollados y están proyectados hacia adelante (Álvarez y Pérez, 2004; Campos *et al.*, 2012).



Figura 3. *Diatraea saccharalis*, A) larva y B) adulto.

Las características antes mencionadas son utilizadas para distinguir la especie, sin embargo el único método infalible para identificar plenamente la especie es mediante la inspección de la genitalia, ya que existen diversas estructuras quitinizadas propias de cada especie (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2012). En la genitalia del macho el uncus es de forma triangular, la región interna del gnathos está recubierto con espinas, el tegumen presenta lobulos grandes y redondeados y el proceso sub-basal es redondeado (Bleszynski, 1969).

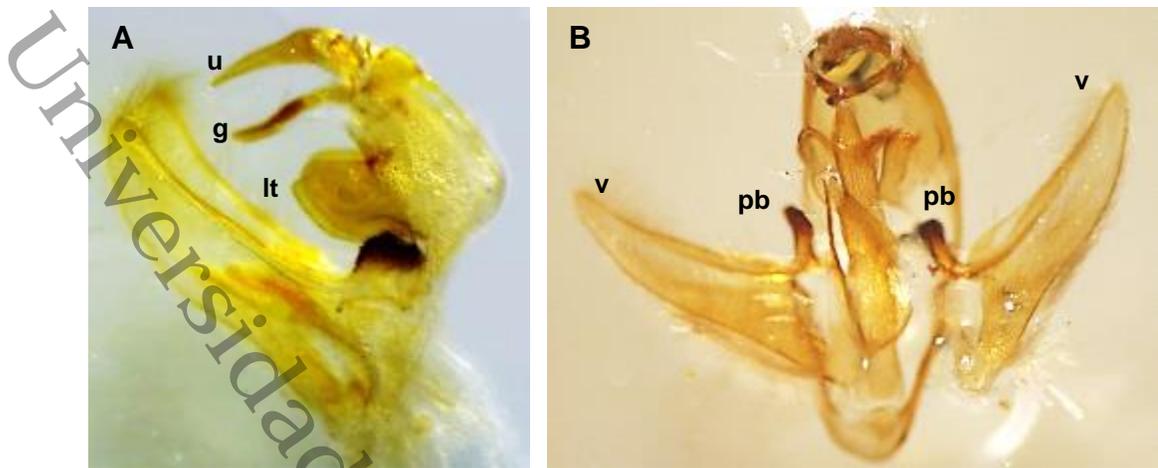


Figura 4. Genitalia del macho de *Diatraea saccharalis* A) vista lateral y B) vista ventral (u: uncus, g: gnathos, lt: lóbulo del tegumen, v: valvas, pb: proceso basal).

El barrenador del tallo *D. saccharalis*, es la especie con mayores daños que se han reportado en los países productores de la caña de azúcar (Badilla, 2002; Romero y Virla, 2009; Hernández-Velázquez *et al.*, 2012). De acuerdo con el presente trabajo se confirma a *D. saccharalis* como el barrenador presente y que causa daños en las zonas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía de Cárdenas Tabasco.

6.2 Porcentaje e intensidad de daño

Los resultados de los muestreos indican que el porcentaje de infestación en tallos molederos en las zonas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía fue de 2 % para la zona uno, 4 % para la zona dos, 26 % para la zona cinco y 2 % para la zona seis (Figura 5), esta información proporciona la cantidad de tallos dañados de toda la muestra.

La intensidad de infestación fue de 0.34 % para la zona uno, 0.39 % para la zona dos, 0.12 % para la zona seis y 2.74 % para la zona cinco (Figura 5). En las cuatro zonas de abastecimiento los resultados de intensidad de infestación

se encuentran por debajo del 5 %, valore que se considera bajo de acuerdo a la escala de Rodríguez (2011) y estos daños no son de importancia económica. De acuerdo al nivel de daño establecido en Louisiana de los Estados Unidos, los daños de *D. saccharalis* en el sitio de estudio no amerita control, ya que ninguna de las zonas de abastecimiento supera el 10 % de intensidad de infestación (White *et al.*, 2011).

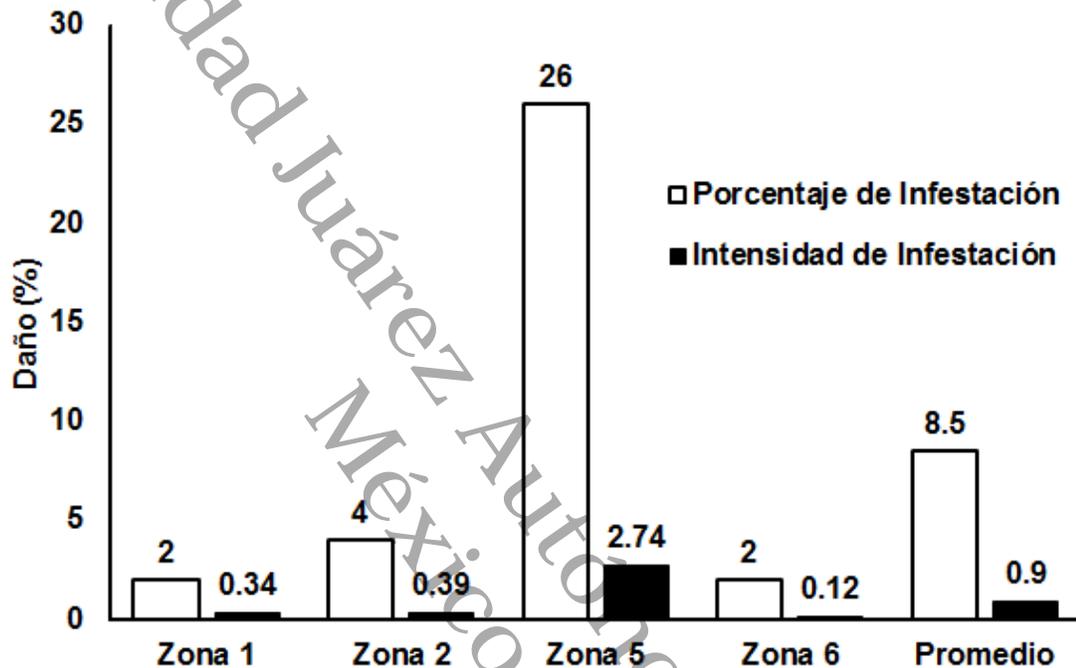


Figura 5. Porcentaje e intensidad de infestación de *Diatraea saccharalis* en tallos molederos de caña de azúcar en las zonas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía de Cárdenas, Tabasco.

Las pérdidas económicas causadas por los barrenadores del genero *Diatraea* es de aproximadamente 145 kg de azúcar/ha por cada unidad porcentual de intensidad de infestación (Bustillo, 2009). Por lo tanto si en la zona cinco se tienen 2.74 % de intensidad de infestación se estaría perdiendo aproximadamente 397 kg de azúcar ha⁻¹.

En la etapa de plantilla se observó mayor daño, ya que los resultados del porcentaje de infestación fueron de 5.3 % para la zona uno, 28 % para la zona dos, 4% para la zona seis y 45% para la zona cinco (Figura 6). De acuerdo con la escala de Rodríguez, (2011), la zona uno y la zona seis se encuentran en una escala baja y no se recomienda ejercer medidas fitosanitarias; mientras que la zona dos y zona cinco, se clasifican como daños altos o graves, donde se debe ejercer medidas de control.

El porcentaje de infestación promedio en esta etapa del cultivo fue de 20.6 %, porcentaje que supera el umbral económico en esta etapa que es del 8 % establecido por Rodríguez del Bosque *et al.* (2012), lo que coincide en comentarios de productores de la región (comunicación personal productores) quienes mencionan que después de la etapa de zafra en las parcelas se presenta la mayor infestación de daño de barrenadores con síntomas de “corazón muerto” al destruir el meristemo apical de la planta en la región.

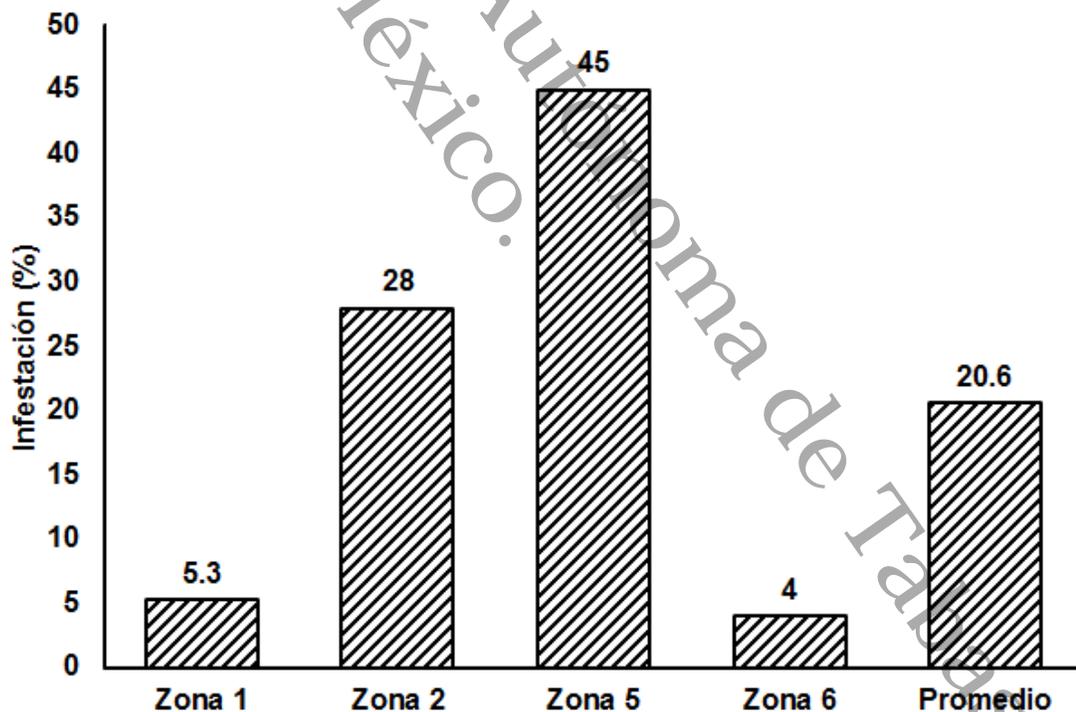


Figura 6. Porcentaje de infestación de *Diatraea saccharalis* en plantilla de caña de azúcar en las zonas de abastecimiento del ingenio Santa Rosalía de Cárdenas, Tabasco.

6.3 Parasitoides de barrenadores

Se colectaron 107 larvas de *D. saccharalis* de las cuales 14 estuvieron parasitados. Como responsable de este parasitismo se identificó a *Siphosturmia* (= *Siphosturmiopsis*) *rafaeli* (Townsend) como parasitoide de larvas de 2º a 5º instar de *D. saccharalis* (Figura 7).

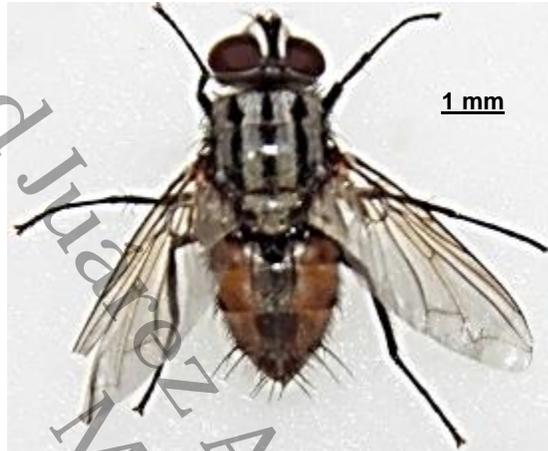


Figura 7. *Siphosturmia rafaeli*, parasitoide de larvas del barrenador *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar.

Entre las principales características de *S. rafaeli* se observó tres sedas post sutúrales del escutum, ojos sin sedas, vibrisas por arriba del margen facial inferior en el rostro, ápice del abdomen rojizo y ovopositor en forma de telescopio; se hace énfasis en que algunas características del abdomen hacen difícil y confusa la identificación a especies, ya que se confunde con *Siphosturmia melampyga*; sin embargo, mediante la disección de la genitalia, se confirmó que corresponde a *Siphosturmia rafaeli* (Reinhard 1931; Wood y Zumbado 2010).

El género *Siphosturmia* (Diptera: Tachinidae) fue reportado por primera vez por Coquillett en 1897 y se encuentra distribuido en la región Neotropical y Nearctica (O'Hara, 2014); *Siphosturmiopsis* (Townsend) y *Microsillus* (Aldrich) son sinónimos por designación original para este género (O'Hara and Wood, 2004; O'Hara 2014). Este género está presente de Canadá hasta Brasil (Wood y

Zumbado, 2010), por otra parte en México se ha reportado en los estados de Chiapas, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Morelos Oaxaca, Quinta Roo y Veracruz (Hernández-Zetina, 2014). Wood y Zumbado (2010) reportan al género como endémico en el continente americano y cuenta con aproximadamente doce especies.

En la literatura se menciona que los principales parasitoides de barrenadores del tallo de la caña de azúcar, pertenecen a las familias Braconidae y Tachinidae, así como agentes entomófagos que de manera natural ejercen un equilibrio poblacional de esta plaga (Flores, 1994; Vejar-Cota *et al.*, 2009; Mata *et al.*, 2014). En Costa Rica, se reportan a dos especies del género, relacionado con larvas de lepidóptera: *Siphosturmia baccharis* (Reinhard) y *Siphosturmia rafaelli* (Townsend). *Siphosturmia* se ha reportado como parasitoide de la familia Hesperidae y *Euphydryas* como parasitoides de Nymphalidae (Arnaud, 1978; Janzen y Hallwachs, 2005; Wood y Zumbado, 2010).

En México *Siphosturmia rafaelli* se ha reportado únicamente en la región Neotropical, en San Rafael cerca de Jicaltepec, Veracruz, en flores de *Cordia* sp. (Townsend, 1915). También se ha reportado en el Área de Conservación de Guanacaste de Costa Rica en larvas de Lepidóptera como *Chiomara georgina* de la familia Hesperidae y *Chlosyne lacinia* de la familia Nymphalidae (Janzen y Hallwachs, 2005). Por lo tanto, este trabajo representa un nuevo registro como parasitoide para esta especie y su hospedero, además amplía la información de distribución en México. Aunque el porcentaje de parasitismo por *S. rafaelli* fue relativamente bajo (13.1 %) puede ser uno de los factores de regulación natural del barrenador *D. saccharalis* en los ingenios azucareros de la región.

7. CONCLUSIONES

El barrenador del tallo *D. saccharalis* es la especie que causa daños en las zonas de estudio. En la etapa de tallos molederos, el porcentaje y la intensidad de infestación de barrenadores del cultivo de caña fue bajo, mientras que en la etapa de plantilla el porcentaje de infestación fue alto en dos zonas de estudio, donde se debe ejercer medidas de manejo y control en etapas tempranas sobre *D. saccharalis*. Se identificó a *Siphosturmia rafaeli* (Townsend) como parasitoide de larvas de *D. saccharalis*, información que puede servir para implementar estrategias de control biológico para reducir las poblaciones de dicha plaga.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

8. LITERATURA CITADA

- Álvarez, M.C. y J.F. Pérez D. 2004. Resultados del monitoreo para el diagnóstico y control de poblaciones de barrenadores del tallo en caña de azúcar de los municipios: El Grullo-Autlán-El Limón en Jalisco, México. Documento No. 1. INIFAP-CESAVEJAL-Asociación de agricultores del Valle el Grullo-Autlán, Jalisco, México. 23 pp.
- Arnaud, P.H., Jr. 1978. A host-parasite catalog of North American Tachinidae (Diptera). United States Department of Agriculture. Miscellaneous Publication 1319: 1-860.
- Badii, M.H. y Abreu J.L. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *International Journal of Good Conscience* 1: 82-89.
- Badilla, F. 2002. Un programa exitoso de control biológico de insectos plagas de la caña de azúcar en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 64: 77-87.
- Badilla, F., Solis, I. y Alfaro, D. 1994. Manual de producción del parasitoide *Cotesia flavipes* para el control biológico de los taladradores de la caña de azúcar *Diatraea* spp en Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Costa Rica. 22 pp.
- Bautista, N.M. 2006. Insectos Plaga: Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados- Bayer Cropscience. Texcoco, México. 25 pp.
- Bleszynski, S. 1969. The taxonomy of the Crambine moth borers of sugar cane. In J. R. Williams, J. R. Metcalfe, R. W. Montgomery, and R. Mathes [eds.], *Pests of Sugar Cane*. Elsevier Pub. Co., New York. 11-59 p.
- Bustillo, P.A.E. 2009. Acciones para reducir las poblaciones de *Diatraea*. *Cenicaña* 31: 10-15.

Bustillo, P.A.E. 2011. Parasitoides, predadores y entomopatógenos que afectan las plagas de la caña de azúcar en Colombia. Colombia. Cenicafé documento de trabajo no. 719. 25 pp.

Campos, H.A., Cruz C.E. y Kanul-Ku J. 2012. Tecnología para el manejo y control de plagas y enfermedades en caña de azúcar en el estado de Morelos. INIFAP. Folleto para Productor No. 62. Zacatepec, Morelos, México. 15 pp.

Campos, H.A., Patricio R.J, Ambriz-Cervantes R. y Díaz-Corro L. 2006. Manejo integrado para el control de gusano Barrenador en Caña de Azúcar en el Estado de Morelos. INIFAP. Folleto para productor N° 44. Zacatepec, Morelos México. 12 pp.

Carballo, M. 2002. Manejo de insectos mediante parasitoides. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 66:118-122.

CESVEMOR (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Morelos). 2011. Campaña manejo fitosanitario de la caña de azúcar. <http://cesvmor.org.mx/>. Consultado el 29 de agosto de 2014.

CESVETAB (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tabasco). 2013. Campaña manejo fitosanitario de la caña de azúcar. <http://cesvetab.com/>. Consultado el 29 de agosto de 2014.

CONADESUCA. 2015. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. www.conadesuca.org.mx. Consultado el 07 de Septiembre de 2016.

CONAGUA. 2015. Comisión Nacional del Agua. <http://www.gob.mx/conagua>. Consultado el 07 de septiembre de 2015.

De Freitas, M.R.T., Da Silva, E.L., Mendonça, A.L., Da Silva, C.E., Fonseca, A.P.P., Mendonca, A.L., Santos, J.S., Do Nascimento, R. R., and Sant'Ana,

- A.E.G. 2007. The biology of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) reared under laboratory conditions. Florida Entomologist 90:309-313.
- Figueredo, L., Beserra, P., Perozo, J., Monasterio, P., y Piñango, L. 2010. Parasitoides y parasitismo sobre el complejo taladrador de la caña de azúcar en los Valles Turbio y Yaracuy, Venezuela. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 28: 55-60
- Flores, C.S. 1994. Plagas de la caña de azúcar en México. Servicios Gráficos Orel. Córdoba Veracruz. 350 p.
- Fonseca, A., Peña Ch., G., Trejo L., A. G., Lina G., L. P., Rodríguez del Bosque, L.A. y Hernández, V.M. 2013. Patogenicidad y virulencia de cepas de *Bacillus thuringiensis* nativas del estado de Morelos sobre *Diatraea magnifactella* (Lepidoptera: Crambidae). Acta Zoológica Mexicana 29: 534-543.
- Gutiérrez, A., Robles B.A., Santillán-Ortega. C., Ortiz-Catón. M. y Cambero-Campos O. J. 2013. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. Revista BioCiencias 2: 102-112.
- Hernández-Velázquez, V.M., Lina G.L.P., Obregon-Barboza V., Trejo-Loyo A.G. y Peña-Chora G. 2012. Pathogens Associated with Sugarcane Borers, *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae): A review. International Journal of Zoology 2012: 1- 12.
- Hernández-Zetina, D.A. 2014. Taquínidos (Díptera: Tachinidae) en México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. 200 pp.
- Janzen, D.H. and Hallwachs W. 2005. Dynamic database for an inventory of the macrocaterpillar fauna, and its food plants and parasitoids of the Area de

- Conservation Guanacaste (ACG), northwestern Costa Rica. Disponible en: <http://janzen.sas.upenn.edu>. Consultado el 25 de mayo del 2016.
- Mata, V.H., L.A. Rodríguez del Bosque, V.H. Rodríguez M., y G.E. Vázquez. 2014. Manejo integrado de caña de azúcar. Primera Edición. Capítulo X. Monterrey, México. pp: 147-186.
- Matias-daSilva, C., Jacinto-Marques, E., Vargas-Oliveira, J., y Neves-Valente, E.C. 2010. Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). *Maringá* 34: 23-27.
- Nájera, R.M.B., y Souza, B. 2010. Insectos benéficos. Guía para su identificación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias (INIFAP) (México) y Universidade Federal De Lavras (UFLA) (Brasil). 1ra edición 73 p.
- Nicholls, E.C. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. 278 pp.
- O'Hara, J.E. 2014. World genera of the Tachinidae (Diptera) and their regional ocurrencia. Version 8.0 PDF document, 87 pp. Disponible en: http://www.nadsdiptera.org/Tach/Genera/Gentach_ver8.pdf. Consultado el 25 de mayo del 2016.
- O'Hara, J.E. and D.M. Wood. 2004. Checklist of the Tachinidae (Diptera) Of America North of Mexico. pp: 1-42.
- Osorio O,R., y Cibrían T, J. 2000. Comportamiento reproductivo del barrenador de la caña de azúcar *Diatraea considerata* heinrich (lepidoptera: pyralidae). *Agrociencia* 34: 595-602.
- Perassa-Costa D., Fagundes-Pereira F., Oliveira-Kassab S.,Rossoni C., Luiz-Pastori P., y Cola-Zanuncio J. 2014. *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera:

- Eulophidae) in different densities and periods of parasitism on *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) Caterpillars. *Annals of the Entomological Society of America* 107:961-966.
- Ramos F., Carmona A., Bères M., y Méndez N. 2004. Evaluación de aislamientos de *Bacillus thuringiensis* tóxicos a *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Bioagro* 16: 183-188.
- Reinhard, H.J. 1931. The two-winged flies belonging to *Siphosturmia* and allied genera, with descriptions of two new species. *Proceedings of the United States National Museum* 79: 1–11.
- Rodríguez del Bosque, L. A., Loredo Pérez, R., Mata Vázquez, H. y Ávila Valdez, J. 2012. Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar en el sur de Tamaulipas, Tamaulipas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Folleto Técnico No. MX-0-310304-04-03-13-09-53, 1^{ra}. Edición. 18 pp.
- Rodríguez del Bosque, L.A., y G. Vejar-Cota. 2008. Barrenadores del tallo (Lepidoptera: Crambidae) del maíz y caña de azúcar. En H. C. Arredondo Bernal y L. A. Rodríguez del Bosque [eds.], *Casos de Control Biológico en México*. Ed. Mundi-Prensa, México-España. pp: 9–22.
- Rodríguez del Bosque, L.A., Vejar-Cota, G., Vásquez-López, I., Villanueva-Jiménez, J.A., López-Collado, J., Alatorre-Rosas, R. y Hernández-Rosas, F. 2014. Plagas,. En H. Mata-Vázquez; L. A. Rodríguez del Bosque, V. H. Rodríguez-Morelos, y E. Vázquez-García [eds.], *Manejo integral de caña de azúcar*. SAGARPA-INIFAP-UANL. pp: 147–186.
- Rodríguez, D.A.L. 2011. Fitoprotección de la caña de azúcar. Universidad Veracruzana. Ponencia. pp. 64. www.caneros.org.mx/site_caneros/investigaciones/plagas.pps. Consultado el 29 de agosto del 2014.

- Romero, G.M.S. y Virla, E.G., 2009. Datos biológicos de *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) en plantaciones de caña de azúcar y consumo de huevos de *Diatraea saccharalis* (Lépidoptera: Crambidae) en condiciones de laboratorio. Nota Científica. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 68: 359-363.
- Rosas, G.N., Arévalo, K., Pereyra, B., Medrano, H., Galán, L., Pérez, J.F. y Morales, L. 2003. Elaboración de un bioinsecticida contra el gusano barrenador de la caña de azúcar. Ciencia UANL 6 (4): 491-496.
- Salazar B., J.D. y Salazar C., M. 2006. Principales enemigos naturales del barrenador común del tallo de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) en Costa Rica. Boletín Acontecer en Victoria: Mayo 2006, N°27. Cooperativa Agrícola Industrial Victoria R. L. 20 pp.
- Salvo, A y G.R. Valladares. 2007. Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. Ciencia e Investigación Agraria 34:167-185.
- Sánchez G.C. 2005. Estrategias de manejo integrado de plagas de la caña de azúcar para la Huasteca Potosina. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Folleto Técnico No. 26. 16 p.
- Santos S.S., Augusto S.K.C. 2010. Comportamento e controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. Nucleus 7: 243-257.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp. Consultado el 25 de 10 del 2015.
- Townsend, C. H. T. 1915. Insecutor Inscitiae Menstruus. Vol. 3. Ns. 8-10. 91 p.
- Vargas, G., Lastra, L.A., and Solis, M.A. 2013. First record of *Diatraea tabernella* (Lepidoptera: Crambidae) in the Cauca River Valley of Colombia. Florida Entomology 96: 1198–1201.

- Vargas, G.A. y Gómez, L. A. 2005. Evaluación del daño de *Diatraea* spp., en caña de azúcar y su manejo en el valle del río Cauca. Cenicaña, Colombia. Serie Divulgativa No. 9. 8 pp.
- Vargas, G.A., Obando, V. y Gómez, L. A. 2006. *Jayneleskia jaynesi*: otra alternativa para el manejo de *Diatraea* spp. Cenicaña. Colombia. Carta trimestral 28 (2): 3-5.
- Vejar-Cota, G., Echeverría N.E., y Rodríguez-del-bosque L. A. 2005. Parasitism and Development of *Conura acuta* (Hymenoptera: Chalcididae) on Sugarcane Stalkborers (Lepidoptera: Crambidae) in Mexico. *Environmental Entomology* 34: 1122-1128.
- Vejar-Cota, G., Rodríguez-del-Bosque, L.A., and Caro, A. 2009. Impact of sugarcane burning on the stalkborer *Diatraea considerate* (Lepidoptera: Crambidae) and its parasitoid *Macrocentrus prolificus* (Hymenoptera: Braconidae) in Western Mexico. *Southwestern Entomologist* 34: 213-217.
- Weir L.E.H., Contreras W., y Gil-de Weir. K. 2007. Biological control of *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) in sugarcane crops in Central Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 55: 655-658.
- White, W.H., Hale A.L., Veremis, J.C., Tew, T.L., Richard Jr, E.P. 2011. Registration of two sugarcane germplasm clones with low levels of antibiosis to the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Plant Registrations* 5: 1-6.
- Wood, D.M. and M. A. Zumbado. 2010. Tachinidae (tachinid flies, parasitic flies). Pp. 1343–1417. *In*: Brown, B.V., Borkent, A., Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E. & Zumbado, M.A. (eds.), *Manual of central american diptera*. volume 2. NRC Research Press, Ottawa. pp: 715–1442.

Daños y parasitoides de Diatraea spp. (Lepidoptera:Crambidae) en caña de azúcar

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----|--|-------------------|
| 1 | 1library.co Internet | 163 palabras — 4% |
| 2 | www.scielo.org.mx Internet | 141 palabras — 3% |
| 3 | ri.ujat.mx Internet | 123 palabras — 3% |
| 4 | repositorio.uaaan.mx:8080 Internet | 45 palabras — 1% |
| 5 | www.caneros.org.mx Internet | 37 palabras — 1% |
| 6 | martinurbinac.files.wordpress.com Internet | 33 palabras — 1% |
| 7 | www.diarioelpueblo.com.uy Internet | 30 palabras — 1% |
| 8 | www.cenicana.org Internet | 29 palabras — 1% |
| 9 | colposdigital.colpos.mx:8080 Internet | 25 palabras — 1% |
| 10 | cdigital.uv.mx Internet | 21 palabras — 1% |

| | | |
|----|--|--------------------|
| 11 | www.laneta.apc.org Internet | 20 palabras — < 1% |
| 12 | ninive.uaslp.mx Internet | 14 palabras — < 1% |
| 13 | docplayer.es Internet | 13 palabras — < 1% |
| 14 | www.sagarpa.gob.mx Internet | 13 palabras — < 1% |
| 15 | dspace.unitru.edu.pe Internet | 12 palabras — < 1% |
| 16 | repositorio.uca.edu.ar Internet | 11 palabras — < 1% |
| 17 | www.itzonamaya.edu.mx Internet | 11 palabras — < 1% |

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 10 PALABRAS

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.