

# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE FITOSANIDAD**

**ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

## **DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA DETECCIÓN Y MONITOREO DE PICUDO DE CAÑA DE AZÚCAR EN TABASCO**

**HUMBERTO SÁNCHEZ BOLÓN**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

**2017**



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

### CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe, "**HUMBERTO SANCHEZ BOLON**", Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor "**DRA. OBDULIA LOURDES SEGURA LEON**", por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "**DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA DETECCIÓN Y MONITOREO DE PICUDO DE CAÑA DE AZÚCAR EN TABASCO**", y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo estado de México, a 21 de julio de 2017.

HUMBERTO SANCHEZ BOLON

DRA. OBDULIA LOURDES SEGURA LEÓN

La presente tesis titulada: "**Desarrollo de un método para la detección y monitoreo de picudo de caña de azúcar en Tabasco**", realizada por el alumno: Humberto Sánchez Bolón, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO

  
\_\_\_\_\_

DRA. OBDULIA LOURDES SEGURA LEON

ASESOR

  
\_\_\_\_\_

DR. JUAN CIBRIAN TOVAR

ASESOR

  
\_\_\_\_\_

DR. JOSE LOPEZ COLLADO

ASESOR

  
\_\_\_\_\_

DRA. RAQUEL ALATORRE ROSAS

Montecillo, Texcoco, Estado de México, julio de 2017

# DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA DETECCIÓN Y MONITOREO DE PICUDO DE CAÑA DE AZÚCAR EN TABASCO

Humberto Sánchez Bolón, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2017

## RESUMEN

La presencia de picudos (Coleoptera: Curculionidae) en el cultivo de caña de azúcar, son un problema en varias zonas de producción en México. La detección de éstos es cuando el daño está hecho, debido a que estos son ocasionados en el interior de tallos y raíces, por lo que su presencia puede pasar desapercibida a menos que se realice un monitoreo destructivo. Obtener un sistema de detección temprana y monitoreo de las poblaciones, sin la necesidad de destruir las plantas pueden ayudar a un mejor manejo de estos insectos. En el presente trabajo se propuso evaluar la eficiencia de un sistema de detección y monitoreo de picudos a base de trozos de caña hidratados, en una zona de producción donde la presencia de picudos como plaga no ha sido señalada. El sistema evaluó diferentes tiempos, edad de la caña usada como cebo, dinámica poblacional y distribución geográfica en cincuenta parcelas de la zona de influencia del Ingenio Santa Rosalía. En todos los casos se evaluó el número de picudos y especies presentes en los sistemas. Los resultados indican que el sistema evaluado fue efectivo para la detección de picudos; dos especies fueron capturadas, *Apinocis* sp. y *Sphenophorus incurrens* en diferentes proporciones lo que permitió reconocer su presencia en cada una de las zonas de estudio, el mejor tiempo de evaluación del sistema fue a las 48 horas, con cañas hidratadas a las 72 horas. La combinación de caña madura hidratada por 72 horas más insecticida fue en la que se registró el mayor número de insectos. Por lo que el uso de este método es eficiente para la detección de bajas densidades de población, se puede usar como un método de detección y monitoreo de picudos como una alternativa practica y de bajo costo para productores para la detección de estos insectos.

**Palabras clave:** Detección monitoreo, *Apinocis* sp., *Sphenophorus incurrens*, picudo de caña

# DEVELOPMENT OF A METHOD FOR THE DETECTION AND MONITORING OF WEEVILS OF SUGAR CANE IN TABASCO

Humberto Sánchez Bolón, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2017

## ABSTRACT

The presence of weevils (Coleoptera: Curculionidae) in the cultivation of sugar cane, are a problem in several production zones in Mexico. The detection of these is when the damage is done, because these are caused inside stems and roots, so that their presence can go unnoticed unless a destructive monitoring is performed. Obtaining a system of early detection and monitoring of populations without the need to destroy plants can help better management of these insects. In the present work it was proposed to evaluate the efficiency of a system of detection and monitoring of weevils based on pieces of cane, in a production area where the presence of weevils as a pest has not been reported. The system evaluated different times, age of the cane used as bait, population dynamics and geographical distribution in fifty plots of the area of influence of Santa Rosalía mill. In all cases the number of weevils and species present in the systems was evaluated. The results indicate that the evaluated system was effective for weevil detection. Two species were captured, *Apinocis* sp. and *Sphenophorus incurrens* in different proportions, which allowed to recognize their presence in each of the study areas, the best evaluation time of the system was at 48 hours, with rods hydrated at 72 hours. The combination of mature cane hydrated for 72 hours plus insecticide was where the highest number of insects was recorded. Thus the use of this method is efficient for the detection of low population densities, so it can be used as a method of detection and monitoring of weevils as a practical and low-cost alternative for producers to detect these insects.

**Key words:** Detection, Monitoring, *Apinocis* sp., *Sphenophorus incurrens*, Cane weevil.

## **DEDICATORIA**

Con afecto muy especial, al Ing. Mauricio F. Sánchez Bautista, por haberme mostrado el camino de la integridad entre nuestros actos y pensamientos en el quehacer agronómico.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al pueblo de México, quien a través de CONACYT se obtuvo financiamiento para estudios de maestría del autor.

Al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría en esta gran institución.

A Dios por todo lo que me ha permitido realizar, que sea para servir de manera más útil a nuestra sociedad, nuestra naturaleza, nuestro mundo.

A mi familia, por ser ellos quienes han compartido y permitido este sueño.

A mis profesores, quienes contribuyeron a mi formación en el programa de Fitosanidad Entomología y Acarología, porque sus enseñanzas enriquecieron este trabajo.

A mi consejo particular, Dra. Obdulía L. Segura León, Dr. Juan Cibrián Tovar, Dr. José López Collado, Dra. Raquel Alatorre Rosas, por sus acertados comentarios y enseñanzas.

Al personal del Grupo Azucarero Beta San Miguel por su apoyo, comentarios, enseñanzas a lo cual hago patente mi más sincero reconocimiento a su labor y las experiencias compartidas.

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 El cultivo de la Caña de Azúcar en México.....	3
2.2 Plagas Reportadas en Caña de azúcar.....	4
2.3 Curculionidos plaga en Caña de Azúcar. ....	5
2.4 Detección de Curculiónidos en caña de azúcar.....	6
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
3.1 Objetivo General.....	9
3.2 Objetivo Específicos .....	9
<b>4. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>10</b>
4.1. Determinación de la efectividad de cañas hidratadas para la detección de picudos de caña de azúcar.....	10
4.1.1 Determinar capacidad de captura de cañas hidratadas y tiempo de evaluación...10	
4.1.2 Hidratación y edad de cañas para el monitoreo de picudos.....10	
4.1.2.1 Distribución de los experimentos .....	11
4.1.2.2. Registro de capturas.....	12
4.1.2.3. Análisis estadístico.....	12
4.2. Distribución geográfica de curculionidos en la Chontalpa Tabasco.....	13
4.3. Fluctuación poblacional de <i>Apinocis sp.</i> ....	15
4.4. Biología y daños que causa <i>Apinocis sp.</i> .....	16
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
5.1. Determinación de la efectividad de cañas hidratadas para la detección de picudos..17	
5.1.1. Capacidad de captura de cañas hidratadas y tiempo de evaluación.....17	
5.1.2. Hidratación y madures de cañas para el monitoreo de picudos.....18	
5.2. Distribución geográfica de <i>Apinocis sp.</i> y <i>Sphenophorus incurrens.</i> .....	22
5.3. Fluctuación poblacional .....	25
5.4. Biología y daños de <i>Apinocis sp.</i> .....	26
5.5. Taxonomía de la especie.....	29
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>7. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>34</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Principales problemas fitosanitarios y hectáreas de caña de azúcar reportadas en México Fuente: CONADESUCA 2016	4
Figura 2	A) Trampas de bambú, usadas en Quintana Roo 2014, B) Trampa de “caída” utilizadas en Morelos 2015, C) Extracción de rizoma de caña de azúcar y D) Pupa extraída en la cepa.	6
Figura 3	Resultados obtenidos en la evaluación de trampas de Bambú y Trozos de caña hidratados en el Ingenio San Rafael de Pucte, Quintana Roo, México.	7
Figura 4	Adultos y larvas de <i>S. incurrens</i> contenidas en rizomas y tallos de caña.	8
Figura 5	Esquema de la distribución de los tratamientos y repeticiones dentro de cada “Bloque”	12
Figura 6	Comparación de medias de Tukey, picudos capturados por trampa en tres tiempos de revisión después de colocadas.	18
Figura 7	Caña cortada longitudinalmente como sistema de captura de picudito <i>Apinocis</i> sp., en Cárdenas Tabasco.	18
Figura 8	Exploración visual de resultados obtenidos en la captura de adultos de <i>Apinocis</i> sp. tmt: tratamiento, cada circulo corresponde a un picudo colectado.	19
Figura 9	Distribución de muestreo <i>bootstrap</i> (valores puntuales) y graficas de caja de los parámetros del modelo lineal.	21
Figura 10	Porcentaje de infestación de picudos en parcelas en cinco zonas de producción de caña de azúcar en Cárdenas Tabasco.	23
Figura 11	Localización y sitios muestreados en la región de la Chontalpa en el estado de Tabasco.	24
Figura 12	Temperatura (° C) y Precipitación (mm) media mensual julio 2015 a Junio 2016 con capturas promedios por trampa de <i>Apinocis</i> sp.	25

Figura 13	Figura 13. A, B y C Comportamiento de <i>Apinocis</i> sp en parcelas inundadas; D) parcela para resiembra y efectos de daño en la plantación (resiembra).	27
Figura 14	Daños, ubicación de larvas y pupas de <i>Apinocis</i> sp., en plantas de caña de azúcar en Cárdenas Tabasco.	29
Figura 15	Imagen de adulto de <i>Apinocis</i> sp., colectado en el Estado de Tabasco.	30
Figura 16	Filogenia del gen COI de la mitocondria de <i>Apinocis</i> sp., con base en ML con un modelo de sustitución de nucleótidos de GTR+I., realizado en MEGA 7	31

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Tratamientos evaluados para la captura de picudo de caña en Cárdenas, Tabasco.	11
Cuadro 2	Zonas de producción del Ingenio Santa Rosalía donde se colocaron los sistemas de trampeo.	14
Cuadro 3	Análisis de varianza con un diseño completamente al azar sobre el tiempo de revisión de trozos de caña para la colecta de picudos del genero <i>Apinocis</i> sp.	17

## 1. INTRODUCCIÓN

En México la producción de azúcar de caña es una actividad económica y socialmente importante; para el ciclo de producción 2016 la superficie cosechada fue de 772,915 hectáreas distribuidas en 15 estados de la República Mexicana, y con rendimientos de 46 a 110 toneladas por hectárea en las diferentes entidades federativas (CONADESUCA, 2017).

Las plagas reportadas para caña de azúcar en 2016 por la CONADESUCA en México, fueron: rata cañera, mosca pinta, gusanos barrenadores y gusanos cortadores en conjunto estas plagas tienen presencia en 429,447 ha en las zonas de influencia de 34 factorías azucareras (CONADESUCA, 2016). Dentro de los gusanos barrenadores, no solo se encuentran lepidópteros sino también coleópteros, observando la presencia de larvas y pupas dentro de los tallos de la gramínea.

La región de la Chontalpa en el estado de Tabasco que comprende los municipios de Cárdenas Cunduacán, Huimanguillo, Paraíso y Comalcalco ocupa el 31.34% con 7482 km<sup>2</sup> del territorio de la entidad, se caracteriza por su clima cálido – húmedo con abundantes lluvias en verano (INAFED, 2017), el cultivo de caña ocupa 34,448 ha lo que representa el 91% de la superficie cultivada en el estado; esta actividad se deriva de la capacidad instalada de los ingenios azucareros Presidente Benito Juárez y Santa Rosalía de la Chontalpa, que en la zafra 2016 industrializaron 1, 827,968 toneladas de tallos de caña. La producción de esta zona es afectada por problemas fitosanitarios en donde los roedores son uno de los mayores quehaceres en actividades de detección, monitoreo y control. Seguido de la mosca pinta (Homoptera: Cercopidae) la cual se registra de manera irregular en la zona, teniendo años sin su presencia y otros en los cuales amerita control por parte de los agricultores.

En la zona existe un tipo de daño no considerado y poco estudiado, se trata de la pérdida de rizomas en áreas irregulares dentro de las parcelas cultivadas y que por lo general son depreciaciones del terreno conocido comúnmente como “bajos” en donde se observa que las plantas de caña se debilitan en lapsos de uno a dos años hasta acabar perdiéndose y dejar áreas sin población de cepas que reducen el área efectiva del cultivo. Los agricultores a lo largo del tiempo han convivido con esta situación y generalmente lo atribuyen al efecto de las inundaciones y en otros casos por observar el efecto de “cogollo seco” lo catalogan como daño de “barrenador” que generalmente son lepidópteros. La respuesta de los productores a estos efectos es la “resiembra” que consiste en

realizar la preparación ligera del suelo, surcar y volver a sembrar semilla de caña para reponer las plantas pérdidas, con lo que se genera irregularidad en el ciclo de madurez y de cultivo de la parcela y en muchos casos de material genético, que finalmente resulta en baja calidad agroindustrial de la materia prima que ingresa al proceso de obtención de azúcar. Por lo que el objetivo de esta investigación fue el desarrollar un sistema de trampeo que permita conocer un poco más sobre las causas de este problema, con el desarrollo de una técnica que pueda detectar las poblaciones antes o durante los daños visibles del curculiónidos en plantaciones de caña en la región de la Chontalpa del estado de Tabasco y que a la vez sea viable económicamente, que no represente incrementos en los costos de producción, de fácil operación por técnicos y productores, además de poder ser utilizada como una alerta fitosanitaria en otras regiones donde el problema de picudos no es problema.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 El cultivo de la Caña de Azúcar en México

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) se cultiva dentro de las zonas de abastecimiento de 51 ingenios azucareros distribuidos en 15 estados de la República Mexicana. Por ser un cultivo de plantación pueden durar varios ciclos productivos que comúnmente son conocidos como: “planta”, que se origina de la siembra de la semilla agronómica hasta su primer corte de tallos quedando el rizoma o “cepa” a bajo del nivel del suelo y con el rebrote de nuevos tallos dará lugar al ciclo “soca”. Dentro de las actividades de cosecha, la quema de los cañaverales provoca bajos índices de biodiversidad que repercute en que especies mayormente adaptadas al cultivo actúen como plagas. En la zafra 2015-2016 se estimó que el 93% de la superficie total cosechada en el país fue quemada. Los costos de producción representan aproximadamente el 40% mientras que los de cosecha de manera general representan 60%, el margen de utilidad varía de acuerdo al precio de la tonelada de caña determinado para cada zafra que dependerá del KARBE (Kilogramos de azúcar recuperable base estándar), la eficiencia de la fábrica y el precio internacional del azúcar. En su mayoría la agricultura cañera está caracterizada por productores con superficies cultivables menores de 50 ha y uno de sus mayores beneficios es el que representa la Seguridad Social como productor cañero.

Los rendimientos por unidad de superficie más bajos se encuentran en aquellas zonas donde se cultiva con el régimen de temporal y/o donde no se cuenta con adecuada administración del campo cañero. Para el cierre de la zafra 2016, 4 ingenios registraron rendimiento promedio por debajo de 50 toneladas por hectárea: San Rafael de Pucté en el estado de Quintana Roo, Azsuremex en el Estado de Tabasco, Cuatotolapam en el estado de Veracruz y la Joya en el estado de Campeche; mientras que también cuatro ingenios registraron rendimiento promedio por encima de las 98 toneladas por hectárea, Atencingo en el estado de Puebla, Casasano y Emiliano Zapata en el estado de Morelos, y Melchor Ocampo en el estado de Jalisco (CONADESUCA, 2017).

La permanencia del cultivo de caña de azúcar obedece a la falta de actividades alternas agrícolas, agroindustriales o ganaderas en cada región donde la inversión primaria permita incursionar a los agricultores en otras actividades. Las zonas donde el poco financiamiento a la producción cañera y las condiciones edafoclimáticas no permitan rendimientos apropiados para un ingreso digno al productor cañero deberán ser sujetas a buscar nuevas opciones productivas.

## 2.2 Plagas Reportadas en Caña de azúcar.

CONADESUCA en el 2106 reporto que dos de las tres principales plagas de importancia económica en los campos cañeros de México son insectos, estas son: mosca pinta (Homoptera: Cercopidae) y el complejo de barrenadores de tallos y rizomas, que incluye especies del orden Lepidoptera y Coleoptera que involucran varias especies, pero por el tipo de daño se ha generalizado con el nombre de “Barrenadores”.

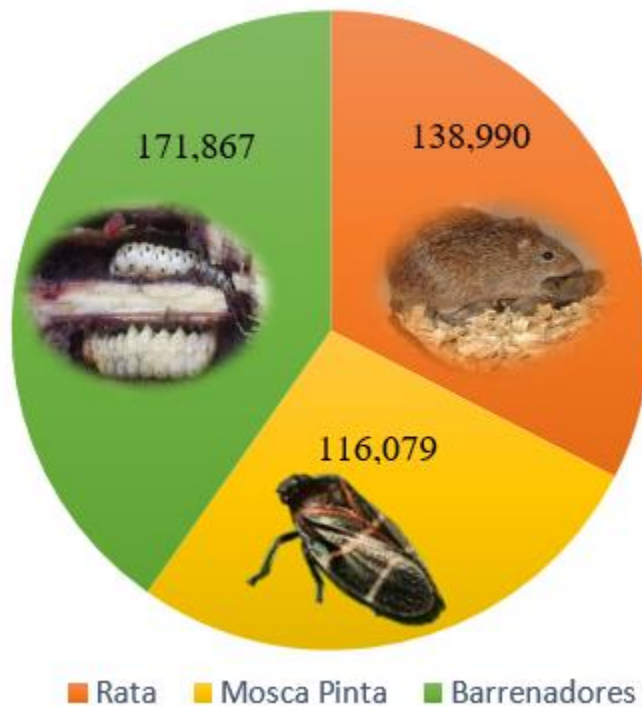


Figura 1. Principales problemas fitosanitarios y hectáreas de caña de azúcar reportadas en México  
Fuente: CONADESUCA 2016

En la región de la Chontalpa del estado de Tabasco, las especies de roedores reportadas por los ingenios de la región son *Sigmodon hispidum* y *Oryzomys cuesi* y su proporción en los campos es de 80 % y 20% respectivamente. Se consideran las plagas más importantes debido a que su daño es inmediatamente perceptible y sus índices de captura varían dependiendo de la época del año, la presencia de malezas asociadas o circundantes a las parcelas y el manejo del cultivo principalmente.

### 2.3 Curculionidos plaga en Caña de Azúcar.

La presencia de picudos en caña de azúcar no es nueva y varias especies han sido reportadas desde el siglo pasado, como especies de importancia económica para el cultivo en algunas regiones de producción de caña, se mencionan: *Cholus morio* Champ., *Metamasius* sp., *Limnobaris* spp., *Anacentrinus* sp., y *Calendra incurrens* o *Sphenophorus incurrens* en México, (García, 1984; Flores, 1994). *Sphenophorus levis* se reporta en Brasil como especie de importancia económica en unas 150 mil hectáreas (Almeida, 2015). En Veracruz, México recientemente se identificaron tres especies: *Sphenophorus incurrens* Gyllenhal, *Apinocis subnudus* Buchanan y *Metamasius hemipterus* Oliver, siendo la primera la más importante (Ruiz *et al.* 2015). La presencia de *Sphenophorus incurrens* también conocido como picudo de la cepa, picudo del tronco en Morelos o picudo negro en Quintana Roo, este insecto ha sido señalado como un problema para la producción de caña en varias zonas de producción, principalmente Morelos, Q. Roo, Michoacán y Veracruz (Segura-León O, 2013, 2014, Perez-De La O, 2014, Ruiz-Montiel C, 2015, CESVMOR, 2015).

En el estado de Morelos, Pérez de la O *et al.* (2014), determinaron la distribución espacial de *Sphenophorus incurrens*, ellos revisaron 107 parcelas de caña en 14 municipios, en las variedades Mex 69-290, ITV 92-1424, CP 72-2086, Mex 79-431 y MY 55-14. Para la determinación utilizaron cinco sub muestras por parcela de una hectárea con una distribución de “cinco de oros” tomando una planta por punto muestreado, con un muestreo destructivo, por lo que a ésta la disgregaron separando la biomasa aérea como el rizoma, de donde se recuperaron los insectos en evaluaciones realizadas durante un año de marzo del 2012-2013. El resultado fue que en el 100% de las parcelas estudiadas se encontró, *S. incurrens*.

La zona de producción del Ingenio Santa Rosalía en Cárdenas Tabasco, es una zona donde la presencia de este insecto no ha sido señalada como un problema; sin embargo ante la presencia de este en Q. Roo y Veracruz, la posibilidad de que se presenten en esta zona puede ser solo cuestión de tiempo, por lo que contar con un sistema de detección temprana con el propósito de realizar acciones antes de que esto suceda puede ayudar a disminuir los daños a la producción de esta región.



## 2.4 Detección de Curculiónidos en caña de azúcar

Para determinar la presencia de *S. incurrens*, en diversas zonas de México se ha hecho uso de trampas de caída con diferentes diseños acompañadas de atrayentes alimenticios como trozos de caña o melaza fermentada, y la combinación de feromonas de una especie relacionada (Hernández Arenas *et al*, 2015), con trozos de bambú rellenos de caña molida (Hernández Zapata, 2015), así como la extracción de la cepa (Perez-De La O, 2014); (Segura-León *et al* 2014); (Ruiz-Montiel C, 2015) (CESVMOR, 2015). Estos sistemas de monitoreo requieren de insumos que no son muy accesibles para un productor o que requieren la contratación de personal especializado, por lo que estos monitoreos se realizan por personal de los ingenios o de proyectos de investigación, por lo que la capacidad de detección se ve limitada (Figura 2).



Figura 2. A) Trampas de bambú, usadas en Quintana Roo 2014, B) Trampa de “caída” utilizadas en Morelos 2015, C) Extracción de rizoma de caña de azúcar y D) Pupa extraída de la cepa

A principios del siglo pasado Terry 1907, señaló haber utilizado trozos de caña hidratados alrededor de las parcelas para el control del picudo de la caña de azúcar *Sphenophorus obscurus* en Hawái. En tanto que Girón-Pérez *et al* (2009) evaluó la atracción de *Sphenophorus levis* a trozos de caña, cascara de piña y melaza en diferentes estados de conservación en Brasil. En México cañas hidratadas en agua fueron evaluadas (Segura-León, comunicación personal) en noviembre de 2014 en plantaciones de Q. Roo con daños por *S. incurrens*, con esta técnica se superó el número de capturas, se redujo el costo y tiempo de ejecución, comparado con el sistema de bambú con caña molida y melaza que se venía implementando en la zona.

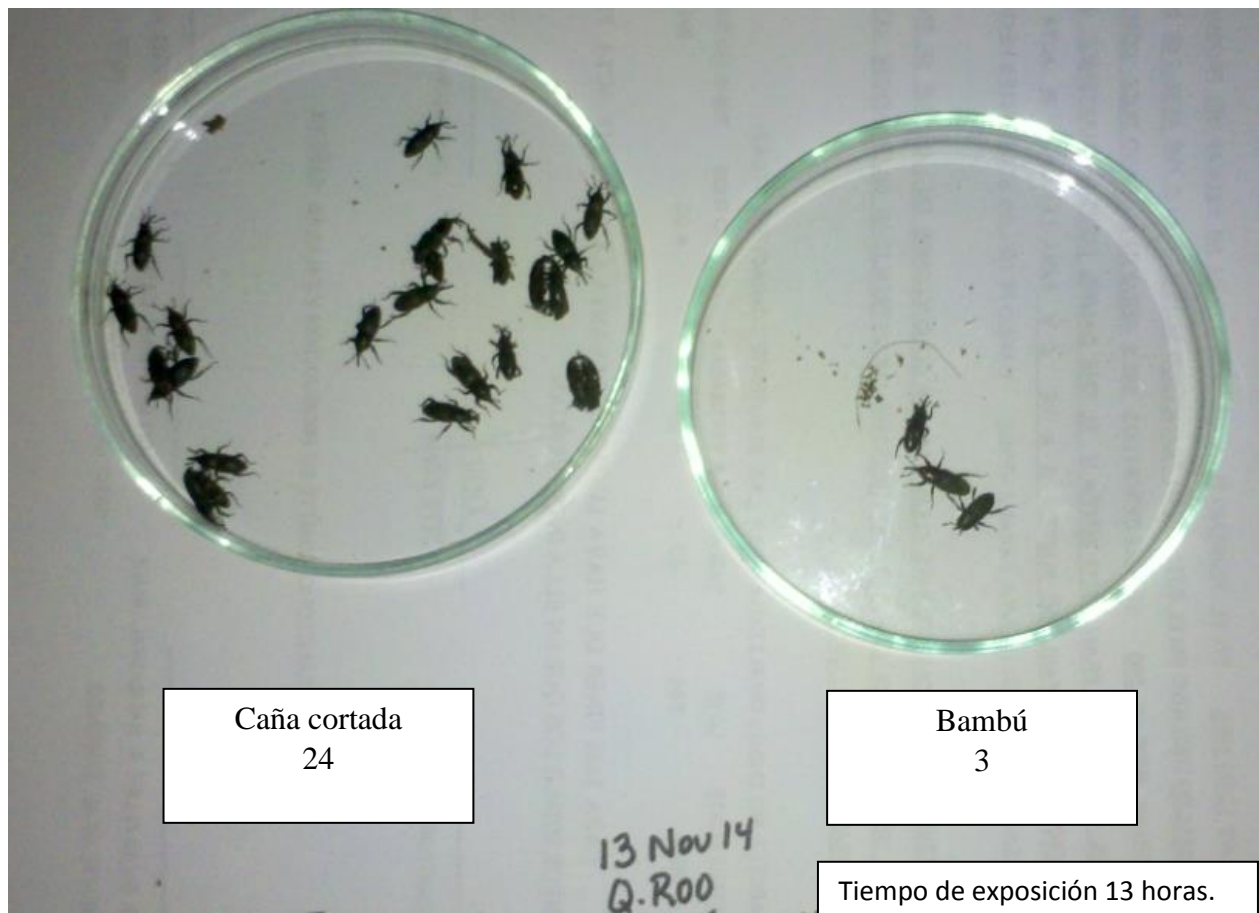


Figura 3. Resultados obtenidos en la evaluación de trampas de bambú y trozos de caña hidratados en el Ingenio San Rafael de Pucté, Quintana Roo, México (13 de noviembre 2014). Imagen cortesía: Obdulia Segura-León

Los daños de curculionidos en plantaciones de caña se pueden observar en las hojas secas del meristemo apical lo que comúnmente se conoce como “cogollo seco”, que se presenta

principalmente dentro de los primeros 2 a 3 meses después del rebrote de “socas” o de la siembra. En daños más severos se observa el secamiento de las hojas de la planta debido a altos niveles de infestación, en este caso los picudos se encuentran localizados en el área del rizoma y tallos de la planta dentro de galerías distribuidas en los primeros tres entrenudos a nivel del suelo. La pérdida de plántulas en las plantaciones es sin duda el efecto más trascendental de estos insectos, aunado a la reducción de la calidad agroindustrial de los tallos molederos, este daño incide directamente en menor cantidad de caña y azúcar por hectárea. En la figura 4 se aprecia el nivel de deterioro de los rizomas y tallos de caña de azúcar lo que ocasiona la destrucción del tejido vegetal y por consecuencia la muerte de la planta.



Figura 4. Adultos y larvas de *S. incurrens* contenidas en rizomas y tallos de caña que muestran presencia de hongos causantes de la pudrición del cogollo en Morelos.

En caso de daños severos estos síntomas se acentúan al grado de causar pudrición del cogollo asociada con la presencia de los hongos *Fusarium* spp., y *Curvularia* sp., (SENASICA, 2016). Rebollar *et al*, 2012 mencionan la presencia del picudo *Apinocis* sp., como posible vector de estas enfermedades.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo General

Desarrollo de un método para la detección y monitoreo de picudo de caña de azúcar en Tabasco, capaz de detectar bajas densidades de población, que sea de fácil implementar y de bajo costo para los productores.

#### 3.2 Objetivo Específicos

Determinar la efectividad de cañas hidratadas para la detección de picudos de caña de azúcar en la zona de abasto del Ingenio Santa Rosalía en la Chontalpa, Tabasco

- Evaluar tiempos de evaluación de las trampas y seis tratamientos a base de caña madura, fresca y uso de insecticida, para la captura de picudos en cultivos comerciales.
- Evaluar la distribución geográfica de curculionidos con trozos de caña hidratados (TCH) en 50 parcelas de la zona de abasto del Ingenio Santa Rosalía.
- Registrar la fluctuación poblacional del barrenador del ápice *Apinocis* sp.
- Describir la biología de *Apinocis* sp y daño que causa en caña de azúcar en la zona de abasto del Ingenio Santa Rosalía.

## **4. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Determinación de la efectividad de cañas hidratadas para la detección de picudos de caña de azúcar**

Las primeras evaluaciones que se realizaron fueron para conocer si el sistema de evaluación de cañas hidratadas permitía detectar la presencia de picudos en zonas donde no se ha señalado su presencia o se presenten síntomas de daño por lo que se llevaron a cabo dos experimentos.

#### **4.1.1 Determinar capacidad de captura de cañas hidratadas y tiempo de evaluación**

Los experimentos se realizaron dentro de la zona de abasto del Ingenio Santa Rosalía, en el municipio de Cárdenas Tabasco, durante 2015. Para la evaluación del tiempo útil del atrayente alimenticio, se seleccionaron dos parcelas con la variedad CP 72-2086 ubicadas en Cárdenas Tabasco, la primera en el poblado C-17 ubicada en 18°06'09.09" N y 93°26'21.17" O, con ciclo resoca 5; la segunda en el poblado C-29 ubicada 18°03'30.76" N y 93°26'17.44" O, con ciclo "planta", el experimento se realizó del 12 al 17 de septiembre del 2015 que es la temporada de lluvia. Para la evaluación se utilizaron trozos de caña hidratados, que consisten de trozos de caña de 30±3cm de largo y partidos longitudinalmente, que se sumergieron en agua en cubetas de 20 l por ocho horas. Para la evaluación se colocaron en 15 sitios por parcela y tiempo de evaluación, en cada sitio se situó un par de estos trozos cada dos metros, de forma lineal a un costado de los rizomas de caña, con la cara interior de los trozos sobre la superficie del suelo. La evaluación se realizó a las 24, 48 y 72 horas después de su colocación, se registró el número de picudos encontrados y colectados. El análisis de los datos se realizó mediante un análisis de varianza en un diseño completamente al azar y comparación de medias de Tukey.

#### **4.1.2 Hidratación y edad de cañas para el monitoreo de picudos**

Con el propósito de conocer si la madures-hidratación de la caña tiene influencia sobre la capacidad de captura, se evaluaron seis tratamientos, la base de estos fueron dos fracciones de caña fresca, de 30±3 cm de largo cortadas longitudinalmente de la variedad CP 72-2086, hidratadas en cubetas de 20 l de capacidad (Cuadro 1). Los tratamientos corresponden a caña madura con dos tiempos de hidratación 8 y 72 horas (t1 y t2), dos tratamientos más fueron caña madura hidratadas por 8 y 72

horas con una solución al 2.5% de insecticida Carbosulfan 250 (Marshall®) (t5 y t6) y dos tratamientos más fueron cañas con las mismas características antes citadas pero esta vez sin tratamiento de hidratado solo fueron diferenciadas en cañas de 12 meses de edad y cañas de 6 meses de edad (t3 y t4). Para la aplicación simultánea en el campo, se ajustaron los tiempos de preparación de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para la captura de picudo de caña en Cárdenas, Tabasco en caña de azúcar variedad CP 72-2086.

Tratamiento	Descripción
1	Caña madura e hidratada por 8 horas
2	Caña madura e hidratada por 72 horas
3	Caña madura sin hidratar (12 meses de edad)
4	Caña Inmadura sin hidratar (6 meses de edad)
5	Caña madura e hidratada por 8 horas con tratamiento químico
6	Caña madura e hidratada por 72horas con tratamiento químico

El experimento se llevó a cabo del 21 de marzo al 29 de abril del 2016, periodo en el cual se registraba una precipitación general acumulada del año en curso en la zona de abasto de 303.7 mm sin embargo durante el tiempo que se desarrollaron las pruebas solo se registraron 3 días de precipitación (16.9 mm) de un total de 40 días que tuvo el desarrollo de las pruebas, por lo que podemos indicar que fueron prevalecientes las condiciones secas, y con temperaturas medias de 35°C.

#### 4.1.2.1 Distribución de los experimentos

El estudio se realizó en seis parcelas dentro de la zona de abasto del ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa en el municipio de Cárdenas Tabasco. En donde se colocaron 432 trampas para la captura de picudos, distribuidas en seis tratamientos con seis repeticiones y doce bloques (dos por cada parcela), cada repetición (trampa) se distribuyó de manera sistemática y equidistante con una separación de 2.8 m entre hileras de caña y de 2.0 m entre cepas de caña de tal manera que en cada bloque existían seis tratamientos por seis repeticiones, en cada fecha de muestreo se realizaron 36 observaciones. La figura 5 muestra el esquema de distribución de los tratamientos y repeticiones dentro de cada bloque.

#### 4.1.2.2. Registro de capturas

Los tratamientos fueron colocados entre las diez y doce horas del día. Fueron revisados después de transcurridas 48 horas, en una libreta de campo se registró el número de individuos capturados en cada tratamiento y repetición. La captura fue manual, se colectaron los picudos adultos que se encontraron en la cara interna del corte longitudinal de la fracción de caña utilizada, que se colocó en contacto con la superficie del suelo. Para el caso de los tratamientos con insecticidas (t5 y t6) fue necesario utilizar una hoja de papel bond entre el suelo y la caña tratada, para facilitar la evaluación.

#### 4.1.2.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el cálculo de parámetros a través de modelos lineales mixtos, se procesó el modelo: adultos capturados (variable respuesta), efectos fijos a los tratamientos (t1, t2, t3, t4, t5 y t6) mientras que los bloques y repeticiones son efectos aleatorios ya que su efecto varía de acuerdo a las propiedades de cada parcela (manejo de cultivo, densidad poblacional del insecto en estudio, edad de la plantación, etc.). Para evaluar la significancia de los factores involucrados se calcularon los intervalos de confianza para los parámetros con bootstrap paramétrico con mil repeticiones, en la gráfica de resultados solo se presentan cien. El análisis se realizó en el programa estadístico R versión 3.3.0.



Figura 5. Esquema de la distribución de los tratamientos y repeticiones dentro de cada “Bloque”

#### **4.2. Distribución geográfica de curculionidos en la Chontalpa Tabasco**

Esta investigación se realizó en la zona de influencia del Ingenio Santa Rosalía ubicado en el municipio de Cárdenas Tabasco, durante los meses de enero y febrero 2016, se seleccionaron cinco zonas de producción de caña en la región denominada como la Chontalpa, que integra a los municipios de Cárdenas, Cunduacán, Comalcalco y Huimanguillo. En estas se seleccionaron 50 parcelas de productores para el monitoreo (Cuadro 2). Para el monitoreo se colocó un sistema de captura, el cual consistió de 10 fragmentos de caña de aproximadamente  $30 \pm 3$  cm, cortadas longitudinalmente e hidratadas por 8 horas, las cuales se colocaron en la base de las cepas con el tejido vegetal sobre el suelo. Dentro de las parcelas de caña y de fácil acceso para el monitoreo, la colocación se realizó por las tardes y la evaluación después de 48 horas. Se evaluó el número de insectos y especies capturadas por cada sistema en cada parcela. Con la ubicación de las parcelas y capturas se elaboró un mapa de distribución de insectos.



Cuadro 2. Zonas de producción del Ingenio Santa Rosalía donde se colocaron los sistemas de trampeo.

Zona	Potrero	Latitud	Longitud
Cunduacán	Monte Grande	18° 08.151´	93° 23.052´
Cunduacán	La Pista	18° 08.003´	93° 21.904´
Cunduacán	Tierra y Libertad	18° 07.358´	93° 21.020´
Cunduacán	Tierra y Libertad	18° 08.035´	93° 21.141´
Cunduacán	La Bolsa	18° 08.375´	93° 20.622´
Cunduacán	El Rincón	18° 09.078´	93° 21.077´
Cunduacán	La Quinta	18° 10.032´	93° 22.540´
Cunduacán	La Arena	18° 10.584´	93° 23.185´
Cunduacán	Monte Grande	18° 08.767´	93° 22.847´
Cunduacán	Reforma	18° 11.515´	93° 21.179´
Calzada	Ej. Pino Suarez	18° 09.746´	93° 17.538´
Calzada	Ej. Hidalgo	18° 03.943´	93° 20.164´
Calzada	P. P. Calzada	18° 02.114´	93° 19.449´
Calzada	P. P. Rio seco	18° 10.178´	93° 14.696´
Calzada	Ej. 11 Febrero	18° 04.540´	93° 18.370´
Calzada	P. P. La Piedra	18° 06.361´	93° 15.601´
Calzada	P.P. Miahuatlan	18° 05.390´	93° 16.994´
Calzada	Ej. Hidalgo	18° 07.628´	93° 18.769´
Calzada	P. P. Rio seco	18° 06.480´	93° 19.290´
Calzada	P. P. Rio seco	18° 08.568´	93° 18.795´
P. Chontalpa C-16	Norte 17 + 18	18° 09.176´	93° 28.033´
P. Chontalpa C-16	Las mujeres	18° 11.625´	93° 29.688´
P. Chontalpa C-16	Crucitas #1	18° 08.863´	93° 29.111´
P. Chontalpa C-16	Crucitas #1	18° 08.641´	93° 28.353´
P. Chontalpa C-16	Crucitas #2	18° 09.726´	93° 29.848´
P. Chontalpa C-16	Crucitas #2	18° 08.649´	93° 29.846´
P. Chontalpa C-16	W 63-67	18° 08.651´	93° 32.109´
P. Chontalpa C-16	Fco. I. Madero Km 24	18° 09.716´	93° 28.264´

P. Chontalpa C-16	Fco. I. Madero Km 28	18° 09.467´	93° 27.384´
P. Chontalpa C-16	Wilber Barajas	18° 10.917´	93° 31.692´
P. Chontalpa C-17	Los Albert	18° 08.636´	93° 26.255´
P. Chontalpa C-17	El Petate	18° 05.385´	93° 27.906´
P. Chontalpa C-17	El 16	18° 05.381´	93° 33.643´
P. Chontalpa C-17	Alianza	18° 06.444´	93° 25.698´
P. Chontalpa C-17	La Iglesia	18° 06.138´	93° 26.318´
P. Chontalpa C-17	Santa Ana 1Ra. Secc.	18° 07.821´	93° 27.863´
P. Chontalpa C-17	Independencia C-17	18° 07.009´	93° 32.037´
P. Chontalpa C-17	Norte 13	18° 06.976´	93° 27.824´
P. Chontalpa C-17	La Panchona	18° 09.303´	93° 27.237´
P. Chontalpa C-17	Sahumerio	18° 05.746´	93° 25.333´
Huimanguillo	Habanero Centro	17° 57.676´	93° 20.638´
Huimanguillo	Chinal	17° 56.717´	93° 24.228´
Huimanguillo	Chinal	17° 57.217´	93° 24.608´
Huimanguillo	Chinal	17° 56.055´	93° 22.401´
Huimanguillo	Campechito	17° 55.377´	93° 22.046´
Huimanguillo	Engravillada	17° 59.034´	93° 20.039´
Huimanguillo	Engravillada	17° 59.565´	93° 20.020´
Huimanguillo	Habanero Centro	17° 57.789´	93° 20.332´
Huimanguillo	Habanero Pinos	17° 58.463´	93° 18.942´
Huimanguillo	Habanero Pinos	17° 58.507´	93° 19.172´

#### **4.3. Fluctuación poblacional de *Apinocis* sp.**

Con el propósito de conocer a cerca de la distribución de la población en el tiempo se seleccionó una parcela de poblado C-17 dentro de la zona de influencia del ingenio Santa Rosalía, donde existen antecedente de afectaciones de muerte de cepas “despoblación” y cogollos muertos. Esta localidad se encuentra ubicada en el municipio de Cárdenas Tabasco, a los 18° 5' 44.81" latitud norte y los 93° 25' 18.90" longitud oeste y a una altura sobre el nivel del mar de 22 m.

La fluctuación de la población del picudo se monitoreo durante el segundo semestre de 2015 y el primer semestre del 2016. Se obtuvieron variables ambientales precipitación y temperatura media mensual del departamento técnico de campo del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa.

El método de trapeo que se utilizó fueron fracciones de caña de  $25 \pm 3$  cm de largo cortadas longitudinalmente e hidratadas por 8 horas en cubetas de 20 l antes de colocarse en campo. Treinta fracciones que corresponden a 15 trampas se distribuyeron de manera radial en las zonas afectadas dentro de un radio de 3 m. La variedad cultivada es la CP 72-2086 en ciclo de soca. El registro de individuos capturados por trampa fue a las 48 horas después de colocadas

#### **4.4. Biología y daños que causa *Apinocis* sp**

Durante la investigación se realizaron observaciones en áreas despobladas y cepas de caña con hojas apicales secas “cogollos muertos”, las cuales se examinaron para corroborar las causas. Se tomaron fotografías de parcelas, plantas, así como de los insectos presentes. Los insectos adultos que se colectaron se utilizaron para la identificación morfológica y molecular.

La identificación y análisis molecular con los genes Citocromo oxidasa I (COI) con los primer descritos por Hebert *et al* (2003) de la mitocondria, se realizó la extracción de DNA, con el Thermo Scientific Phire Animal Tissue Direct PCR Kit, siguiendo la indicaciones del proveedor, la amplificación se realizó en un termociclador Biometra T personal, las condiciones de amplificación fueron: 95 °C por 2 minutos, a continuación 29 ciclos de 95 °C por 30 segundos, 50 °C por 50 segundos, 72 °C por 1 minuto y finalmente para la extensión 72 °C por 5 minutos, las amplificaciones se corroboraron con electroforesis, los productos amplificados se enviaron a secuenciar a Macrogen Korea, las secuencias que se obtuvieron se anotaron con la base de datos NCBI, las secuencias con el mayor número de sitios comunes se seleccionaron para reconstruir la historia evolutiva de la especie. Con las secuencias generadas y las del banco de genes se alinearon, se buscó el mejor modelo de nucleótidos y se construyó un árbol filogenético con el modelos de sustitución de (General tiempo reversible y distribución gama) GTR+I (con base en Máxima verosimilitud (ML), en el programa MEGA7 (Kumar *et al* 2015).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Determinación de la efectividad de cañas hidratadas para la detección de picudos

Los dos experimentos que se realizaron en los dos periodos, uno en temporada de lluvias en septiembre de 2015 y el otro en secas marzo abril 2016, señalaron la capacidad de atracción de picudos a los trozos de caña hidratados.

#### 5.1.1. Capacidad de captura de cañas hidratadas y tiempo de evaluación

Los resultados de esta evaluación indican que los trozos de caña tienen la capacidad de atraer y detectar a picudos de una forma práctica y con materiales disponibles en la zona. El número de capturas señalan que existen diferencias en relación al tiempo que se dejaron los trozos de caña en las base de las plantas, en las parcelas para su revisión. La prueba de F ( $p = 0.0571$ ) indica que al menos uno de los tratamientos es diferente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza con un diseño completamente al azar sobre el tiempo de revisión de trozos de caña para la colecta de picudos del genero *Apinocis* sp.

	df	sum sq	Mean sq	F value	Pr (>F)	
Tratamiento	2	1.294	0.6469	3.864	0.0571	°
Bloque	5	1.468	0.2935	1.753	0.2103	
Residuales	10	1.674	0.1674			
-----						
Signif. Codes	0 ***	0.001 **	0.01 *	0.05 °	0.1	1

Es decir, el tiempo de revisión de los trozos de caña usados como atrayentes de picudo es diferente en al menos uno de los tratamientos evaluados (24, 48 y 72 horas después de colocados). Al comparar los valores promedio de captura estos indica que el mejor tiempo para colectar picudos del genero *Apinocis* sp., es a las 48 horas después de colocadas las trampas, con un valor medio de captura por trampa de 0.73 individuos, mientras que el segundo mejor tratamiento es a las 72 horas con 0.40 individuos por trampa, y finalmente el de 24 horas con una media de 0.16 individuos colectados (Figuras 6).

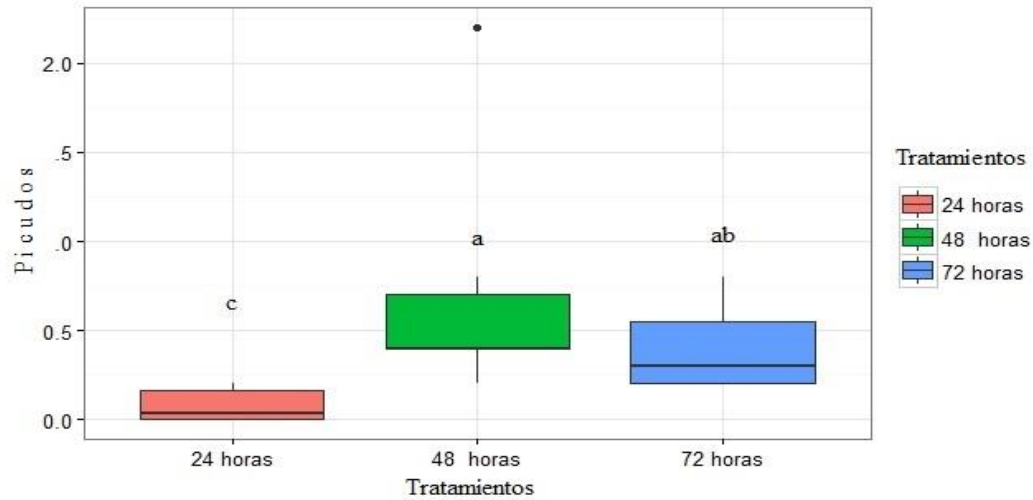


Figura 6. Comparación de medias de Tukey, picudos capturados por trampa en tres tiempos de revisión después de colocadas.

### 5.1.2. Hidratación y edad de cañas para el monitoreo de picudos

De los seis diferentes tratamientos de madures-hidratación de caña evaluados se obtuvieron 432 registros de captura de picudos los valores de captura fueron desde 0 a 4 en periodos de 48 horas, los resultados señalan que los insectos se refugian en las zonas húmedas de la caña (Figura 7)



Figura 7. Caña cortada longitudinalmente como sistema de captura de picudito *Apinocis* sp en Cárdenas Tabasco.

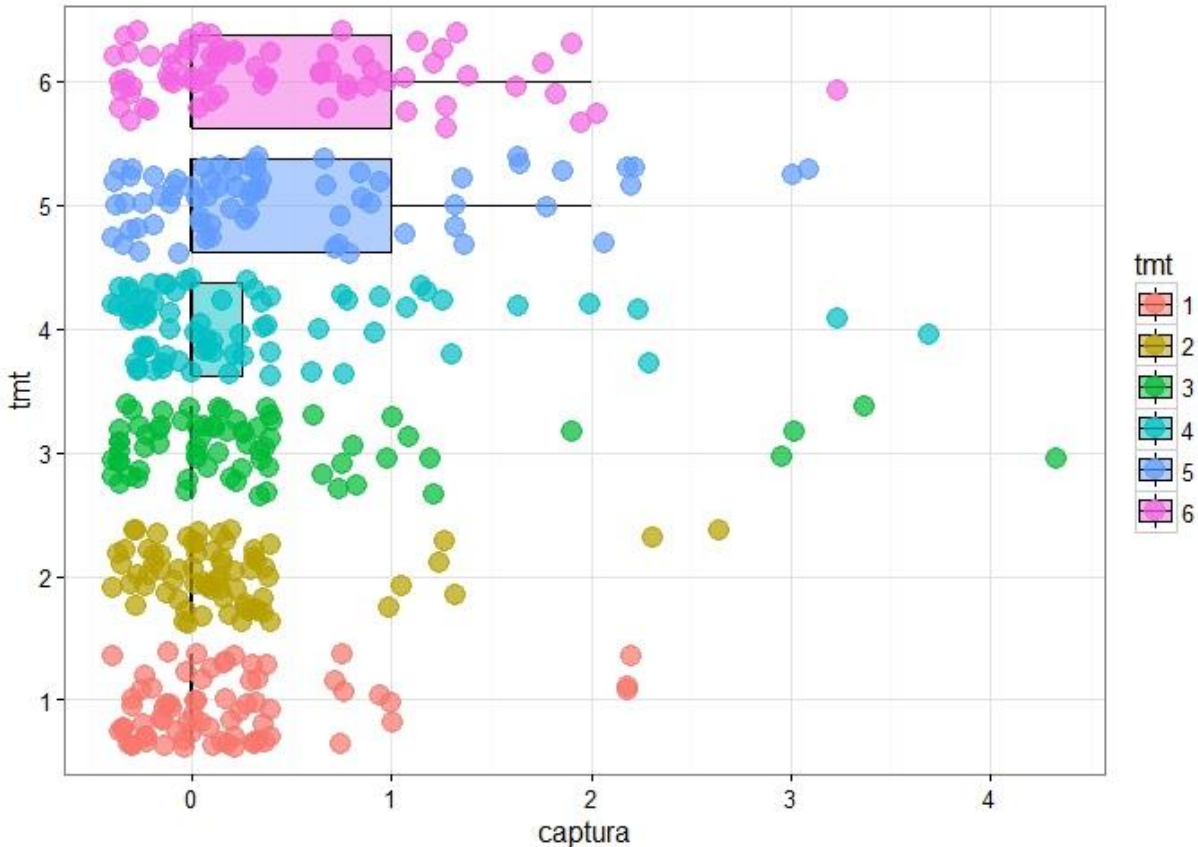


Figura 8. Exploración visual de resultados obtenidos en la captura de adultos de *Apinocis* sp. tmt: tratamiento, cada circulo y color corresponde a un picudo colectado por tratamiento.

Por otra parte, los resultados del experimento de evaluación de cebos indicaron que las capturas más bajas por trampa se obtuvieron en el t1 (caña hidratada por 8 horas/tratamiento testigo) con un valor máximo de dos individuos capturados, mientras que t2, t5 y t6 el valor máximo de captura fue de tres adultos capturados. Tomando en cuenta que estos tratamientos fueron hidratados y adicionados con insecticida (t5 y t6) en tanto que t2 solo fue hidratado por 72 horas (fermentado). Los tratamientos no hidratados t3 y t4 fueron los que obtuvieron mayor número de individuos capturado por trampa, aunque estos dos tratamientos su media no fue superior a los tratamientos con insecticida químico. Lo anterior obedece a dos factores principalmente: 1) el tamaño de la población encontrada en cada unidad muestreada (Vera *et al*, 2002, Rodríguez del Bosque, 2007) que presenta naturalmente una fluctuación a través del tiempo resultante de la acción combinada

del medio ambiente y 2) los semioquímicos implicados en una comunicación intraespecífica, específicamente kairomonas (Howse, 1998).

En evaluaciones con trampas del picudo de la cepa en Morelos Segura *et al* (2014) realizaron evaluaciones de caña quemada, melaza diluida, acetato de etilo y feromona comercial de agregación del picudo del coco (*Rynchophorus palmarum*), reportando que existe respuesta a los compuestos semioquímicos de estos materiales, sin embargo no existe diferencia significativa para los tratamientos evaluados en cuanto a la captura de adultos de *Sphenophorus incurrens* por lo que recomiendan utilizar los tratamientos de menor costos (caña quemada y melaza diluida) como herramienta de muestreo. Por otra parte, Valdés-Rodríguez *et al* 2004, reportan haber caracterizado cinco compuestos en común de hojas de henequén: 4 etil cumeno, p-metoxi-etil-benceno, 1-metil-4-(-1-metiletil) ciclohexanol, p-menta 1,5-dien-8-ol, y butirofenona, que mostraron servir como atrayente para el “Max” *Scyphophorus acupunctatus*. Por lo cual podemos indicar que cada especie tiene afinidad a compuestos específicos atrayentes, pudiendo en algunos casos ser material en descomposición o frescos con algún tipo de daño mecánico. En el caso de *Apinocis* sp los resultados obtenidos en esta investigación señalan que estos insectos buscan sitios de refugio húmedos y oscuros como es la parte longitudinal media de la caña que es donde se colectaron, por lo que es posible suponer que una vía de entrada de estos insectos al cultivo puede ser cañas que han sufrido algún tipo de daño mecánico, por otro lado, la respuesta a madurez o cantidad de azúcar de la caña al parecer no tiene importancia en la búsqueda de refugio (t3 y t4). Finalmente, el número de insectos que se colectaron durante la evaluación señalan que este insecto ésta presente todo el año, con picos de colecta en temporadas de secas.

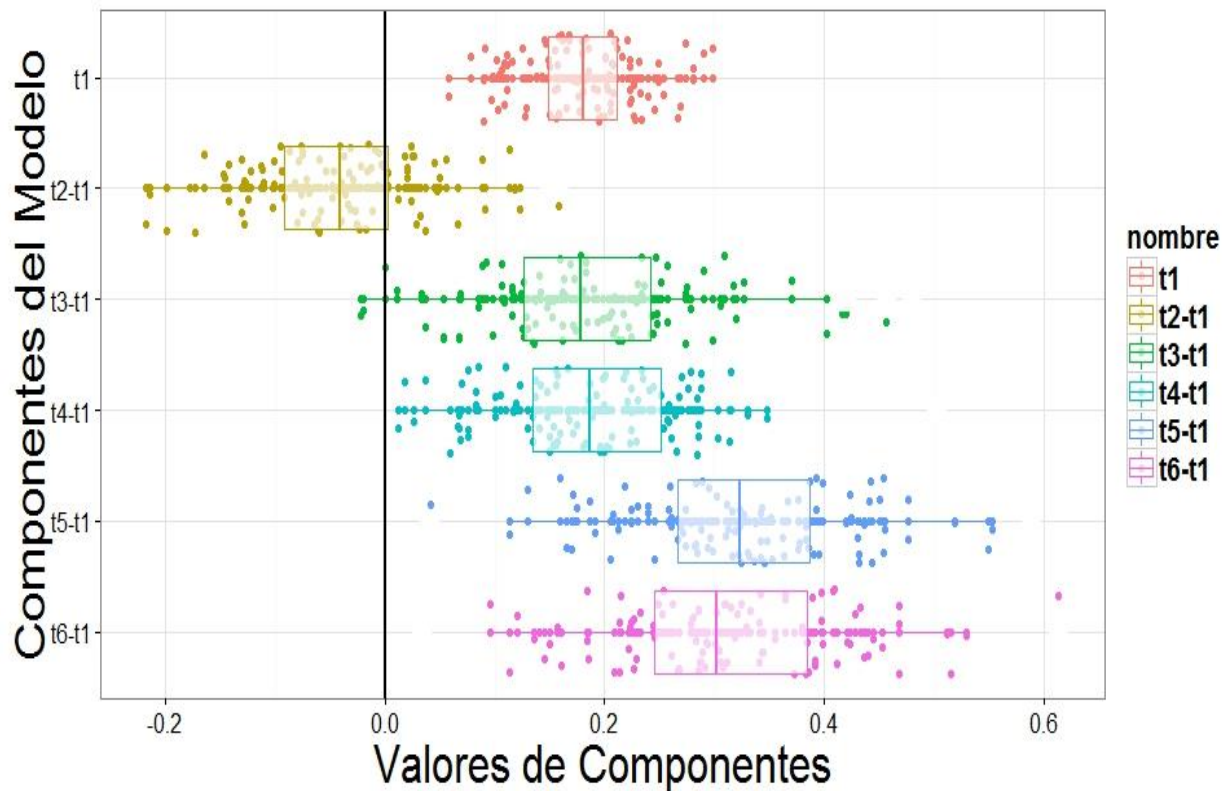


Figura 9. Distribución de muestreo *bootstrap* (valores puntuales) y graficas de caja de los parámetros del modelo lineal.

En la figura 9 se observa la distribución del muestreo de los parámetros del modelo, que toman valores aproximados entre -0.2 y 0.6. El nivel de captura del tratamiento dos en comparación al tratamiento uno (cañas fermentadas vs cañas hidratadas) no es significativo IC95 (-0.092, 0.120); el valor negativo se debe a que se compara un tratamiento de cañas hidratadas por 72 horas en proceso de fermentación en comparación de cañas frescas hidratadas por 8 horas (t2-t1), con un coeficiente de variación de 179.1%. El tratamiento tres, caña madura sin hidratar comparativamente con el tratamiento uno caña madura hidratada por 8 horas, se observa que tiene un efecto positivo al encontrar y poder capturar adultos IC95 (0.126, 0.418) con CV= 51.6%, en este caso, su variabilidad es aun amplia, lo que indica diferencias en la captura de adultos en comparación al tratamiento uno. En cuanto a las cañas inmaduras y sin hidratar, los parámetros



indican la diferencia con las cañas maduras e hidratadas por 8 horas aparece como significativo: IC95 t4- t1 (0.134, 0.322) con CV= 45%, la variación es alta, pero muestra un nivel más alto de captura. Los tratamientos 5 y 6 son similares a los tratamientos 1 y 2 solo que al ser añadido un tratamiento químico permitió capturar a aquellos individuos que fueron atraídos en las primeras horas del experimento y que al hacer contacto con el tratamiento murieron y pudieron contabilizarse, no así en los tratamientos 1 y 2. Para el caso del tratamiento cinco que consistió de cañas maduras e hidratadas por 8 horas más el tratamiento químico el IC95 t5-t1 (0.267, 0.534) con CV = 30.4%, es el tratamiento con menor variabilidad y el promedio de captura de adultos más alto, mientras que el tratamiento seis de cañas maduras e hidratadas por 72 horas (en proceso de fermentación) más tratamiento químico su IC95 t6-t1 (0.244, 0.513) con CV= 33.56% presenta similitud al tratamiento cinco.

## **5.2. Distribución geográfica de *Apinocis sp.* y *Sphenophorus incurrens*.**

Los resultados del monitoreo de picudos en 50 parcelas de caña de azúcar evaluadas durante enero y febrero de 2015, señala que las cañas hidratadas capturaron dos especies *S. incurrens* y *Apinocis sp.*, (Figura 10) siendo la más importante por número de capturas y distribución en la zona *Apinocis sp.*, de esta especie se registraron un total 66 individuos. En las cinco zonas de muestreo se registró *Apinocis sp.*, la zona con mayor número de insectos colectados se ubica en parcelas del C-17 (80%) con 21 individuos y presente en 8 de 10 parcelas evaluadas, seguida de la zona Calzada (70%) con presencia en 7 de 10 evaluadas con 20 individuos capturados, en tanto que en las otras el número fue menor 11, 8 y 3 respectivamente.

Por otro lado los resultados de este monitoreo señala que *S. incurrens*, ésta presente en la región, aunque no en todas las zonas, pues solo se presentó en 6 de las 50 parcelas evaluadas y la densidad de población es baja en comparación con *Apinocis sp.* En la zona de “Huimanguillo” se presentó el mayor número de capturas con 8 individuos, en tanto que “Cunduacán” y “Plan Chontalpa C16 y C17” solo se capturo 1 individuo por cada sitio donde se presentó, mientras que en la zona “Calzada” no hubo registro.

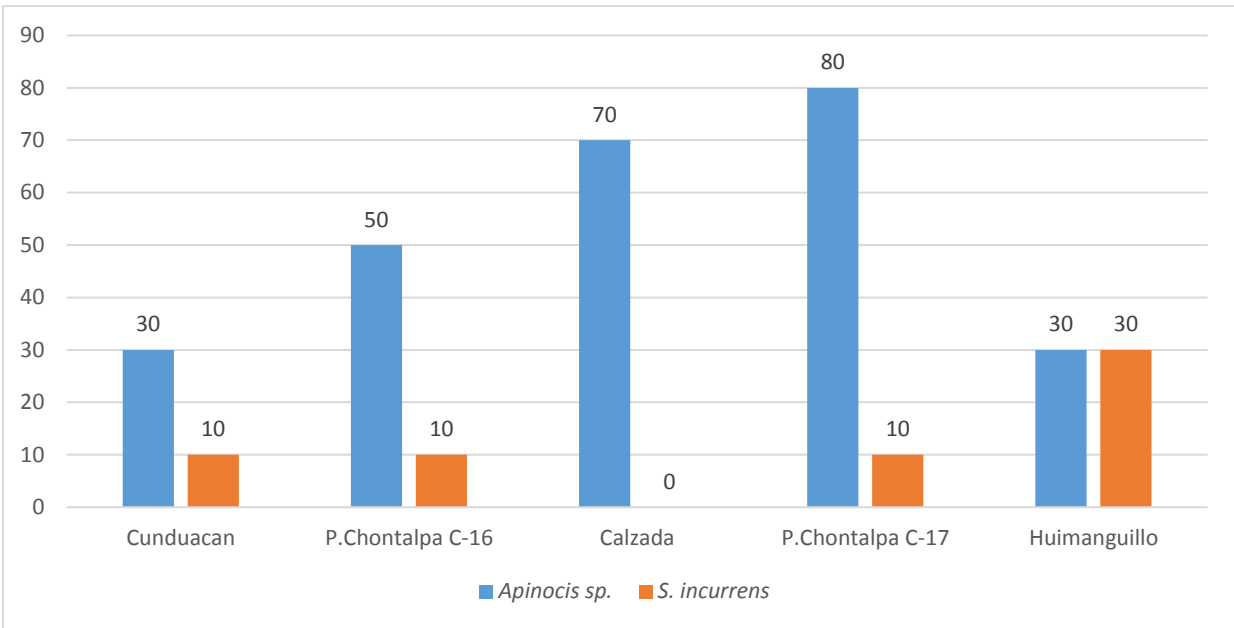


Figura 10. Porcentaje de infestación de picudos presentes en parcelas en cinco zonas de producción de caña de azúcar en Cárdenas Tabasco

Los resultados de esta evaluación señalan que este sistema de monitoreo de poblaciones de adultos de picudos de caña puede ser un sistema de alerta fitosanitaria sobre la presencia de especies de curculiónidos, debido a que permitió la detección de forma simultánea de dos especies de importancia para el cultivo de caña de azúcar. En áreas donde no se tenía registro de la presencia de picudos, fue posible utilizarla en una gran extensión geográfica, es práctica para ser implementada y ejecutada por productores y tiene la capacidad de detectar la presencia de estos insectos aun en bajas densidades.

Finalmente con los resultados de este monitoreo fue posible obtener un mapa de distribución de las dos especies que respondieron (Figura 11), las cuales pueden ser utilizadas para el diseño de nuevas estrategias de manejo ecológico y de bajo costo para los productores, en donde las cañas hidratadas pueden ser una alternativa a ser utilizada no solo como un sistema de control como lo realizó Terry en 1907, en Hawái, para *S. obscurus*, o como sistema de captura en zonas donde la presencia de picudos como *S. levis*, *S. incurrens* son señaladas como un problema fitosanitario (Girón Pérez, 2009 y Segura-León 2015, comunicación personal), sino también para el monitoreo de *S. incurrens* y *Apinocis sp.*

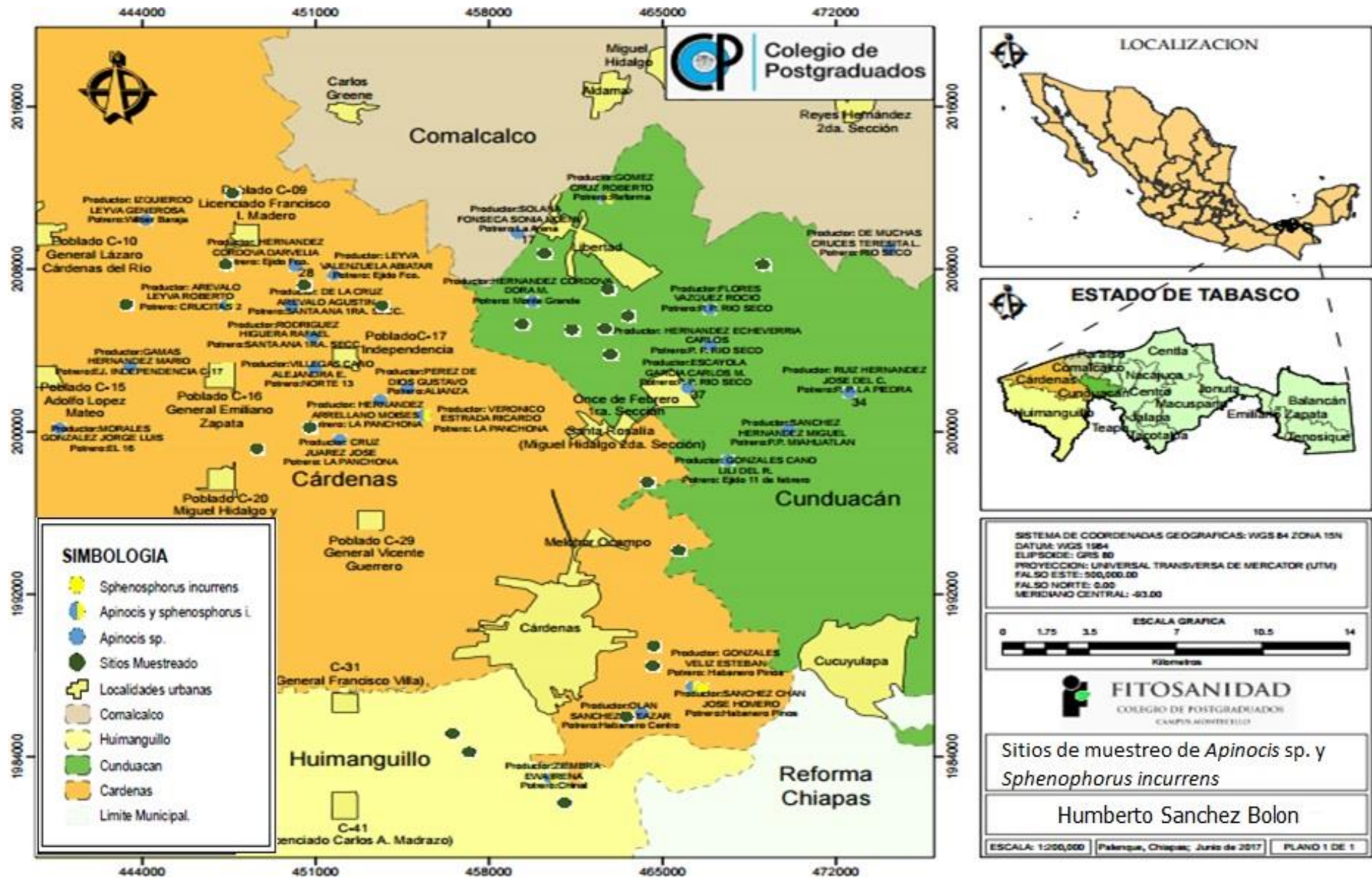


Figura 11. Localización y distribución geográfica de *Apinocis* sp. y *S. incurrens* en la región de la Chontalpa en el estado de Tabasco.

### 5.3. Fluctuación poblacional

Los individuos capturados de la especie *Apinocis* sp., durante doce meses de muestreo registran valores de 1 hasta 20 individuos esto permite afirmar que el método de muestreo utilizado es efectivo para detectar de manera oportuna y a densidades poblacionales bajas de la especie en cuestión. Debido a la característica de los insectos como individuos poiquilotérmicos se encontró una influencia de las precipitaciones y temperatura a la captura de estos picudos. La densidad fue 1.06 trampas por metro cuadrado, estos van desde 0.1 a 1.3 individuos por trampa dependiendo de las condiciones ambientales presente en el momento del muestreo.

Los picos poblacionales responden cuando existe un periodo mayor a 30 días sin precipitaciones relevantes (que no saturen a capacidad de campo) y con temperaturas mayores a los 25 ° C.

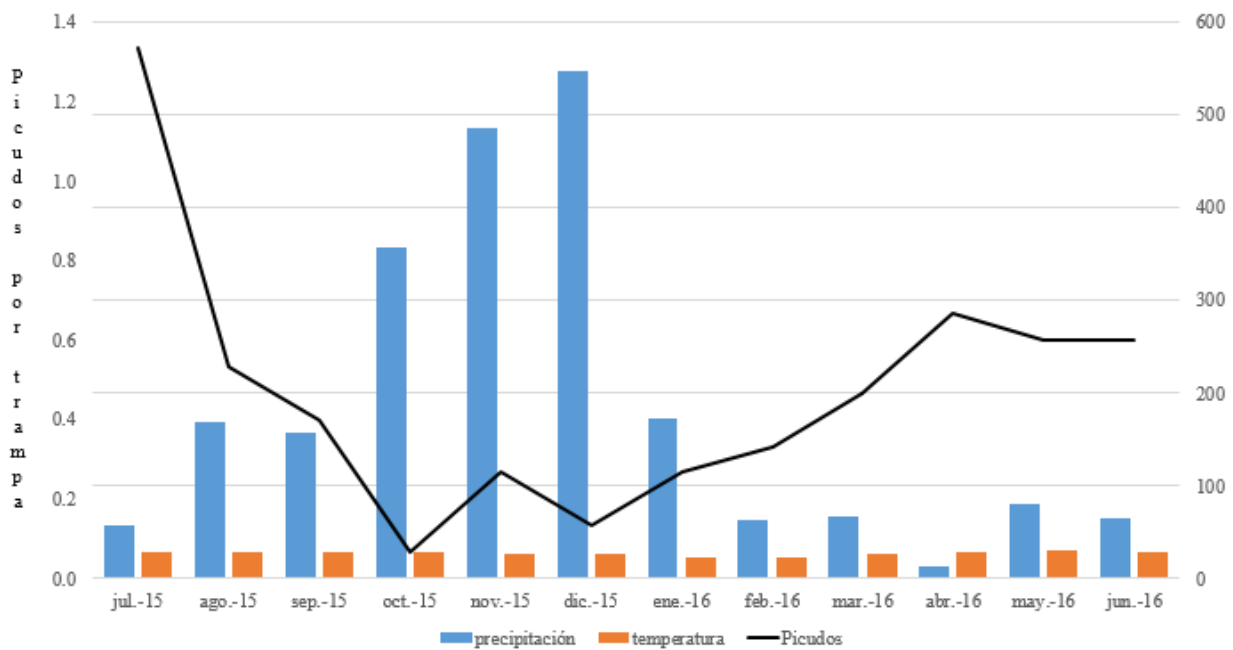


Figura 12. Temperatura (° C), barras color naranja y Precipitación (mm), barras color azul, media mensual julio 2015 a Junio 2016 con capturas promedios por trampa de *Apinocis* sp. representada con línea negra.

Para el caso de la influencia de la temperatura media sobre las capturas de los insectos podemos observar que debajo de los 25° C la captura es baja (< 0.2 individuos por trampa); mientras que al ir aumentando la temperatura la captura se ve favorecida encontrándose que a alrededor de los

30°C se obtuvieron las capturas más altas (1.3 individuos por trampa) durante el segundo semestre del 2015 ya que además prevalecieron condiciones secas, mientras que para el primer semestre del 2016 las temperaturas altas (>29°C) en el mes de abril - mayo no superaron los 0.7 individuos capturados por trampa.

De manera general se observa una tendencia a disminuir las capturas de los picudos (*Apinocis* sp.) a medida que la precipitación se vuelve más abundante, lo que deja ver que estos insectos responden más a las cañas hidratadas en temporadas relativamente más secas, porque en temporada de inundaciones se observaron volando y caminado en las hojas. En la zona de evaluación se registraron 58.24 mm de precipitación acumulada desde el día 1 de julio hasta el 9 de agosto del 2015 con 34 días sin precipitación de un total de 40 días comprendidas en este periodo. Del 21 de marzo al 29 de abril del 2016, periodo en el cual se registraba una precipitación general acumulada del año en curso en la zona de abasto de 303.7 mm y durante el tiempo que se desarrollaron los muestreos solo se registraron 3 días de precipitación (16.9 mm) de un total de 40 días.

#### **5.4. Biología y daños de *Apinocis* sp.**

Los insectos adultos son de color café rojizo de 2.0 a 3.0 mm de largo por lo que se denomina picudito de la caña de azúcar, las larvas son curvadas y apodas estas se desarrollan en los meristemos y en los entrenudos de plantas de caña en donde hacen galerías muy pequeñas y generalmente completan su desarrollo, las pupas se observaron en el área del meristemo en comparación a los daños descritos por Segura-León (2015), para el caso de *Sphenophorus incurrens* cuyo daño se localiza a nivel de la raíz y los primeros entrenudos por encima del nivel del suelo, por otro lado, los adultos del genero *Apinocis* sp., se les observa activos durante el día caminado sobre las hojas durante la temporada de lluvia (Figura 13).

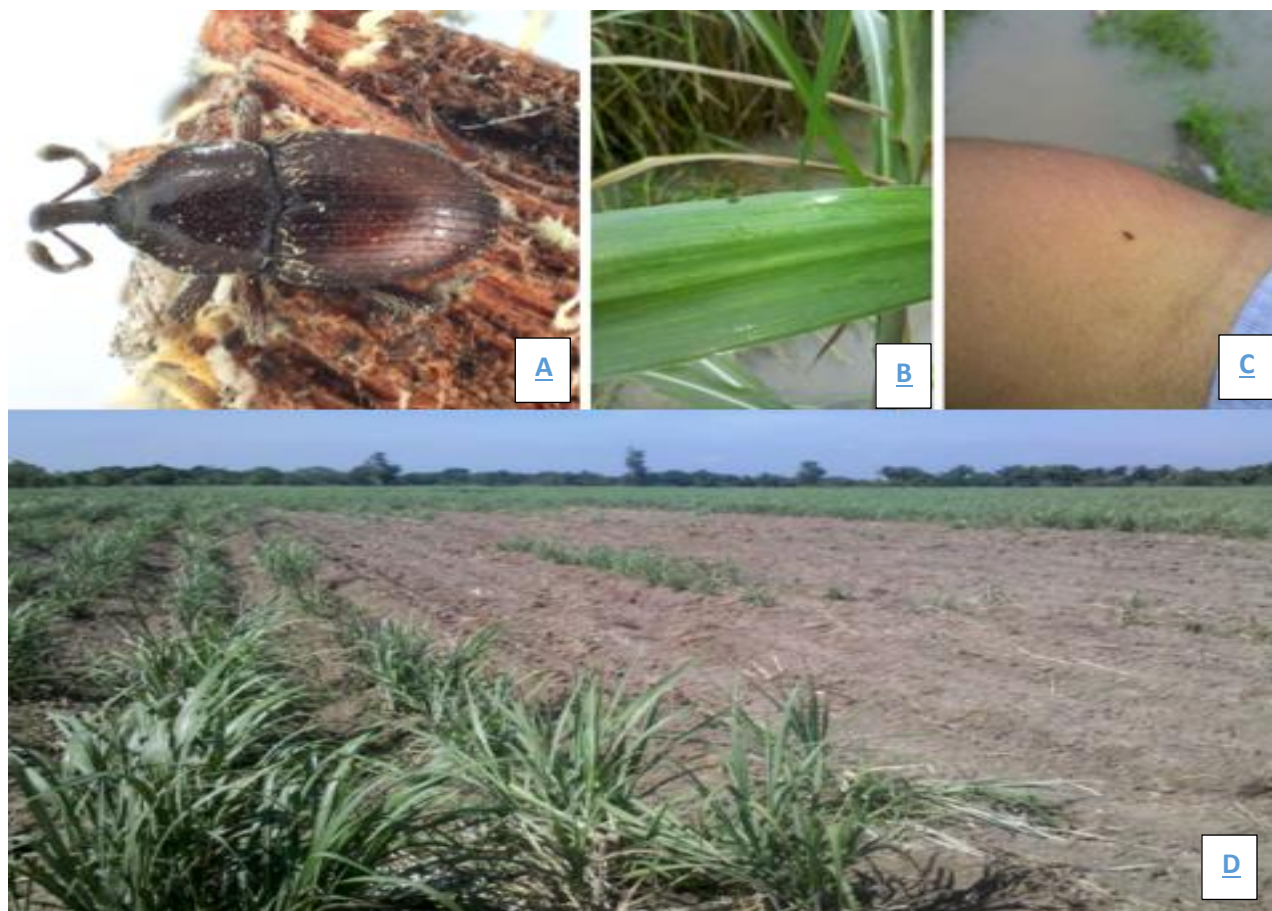


Figura 13. A, B y C Comportamiento de *Apinocis* sp en parcelas inundadas; D) parcela con efecto de los daños del picudo de la caña.

El efecto de *Apinocis* sp., en las parcelas de caña se manifiesta como despoblación (Figura 13D). En Tabasco la presencia de picudos en caña de azúcar ha permanecido inadvertido por los productores de la zona. Los casos donde se detecta el problema de “cogollos muertos”, muerte de rizomas y despoblación de plantas se ha atribuido a diversas causas como: daños de barrenador del genero *Diatraea* o *Elasmopalpus*, presencia de nematodos fitoparásitos, o pudrición por estar en zonas bajas e inundables. Lo anterior obedece principalmente a la falta de un sistema de muestro efectivo para determinar las causas de los daños.

En las observaciones realizadas en esta investigación, se observó que el picudito de la caña causa daños en el meristemo apical de las plantas, durante la etapa de brotación y amacollamiento. Este daño conduce a que las plantas presenten “cogollos” muertos, principalmente durante una etapa prolongada de sequía. En esta temporada se encuentran larvas, pupas y adultos en los meristemos

muertos, que se asocian con pudrición y muerte de rizomas. Los daños en las parcelas se observan con despoblación, por lo que hay una disminución en el número de plantas por unidad de superficie y la necesidad de efectuar “resiembras” para cubrir el área afectada (Figura 6). Estos síntomas fueron señalados por Flores-Cáceres (1994), quien señala que varias especies de picuditos pueden causar este tipo de daño (*Limnobaris truqii*, *L. evanescens* y *Anacentrinus subnudus*) y que han sido considerados como una plaga importante, por ejemplo los ingenios: San Cristóbal en Veracruz, La Joya en Champotón Campeche, Tamazula, Jal, Casasano en Cuautla y Emiliano Zapata en Zacatepec estos dos últimos en Morelos además se reportaron en estados como Colima Michoacán y Tabasco.

Daños similares son señalados por Mendoza Mora 2005, en Ecuador a causa de *Anacentrinus saccharidis* Barber, y en 2015 en Costa Rica a causa de *Apinocis saccharidis* que es sinónimo del anterior Salazar-Blanco 2015. En Ecuador lo señalan como perforador del tallo desde 1969 (CINCAE, 2005). El comportamiento en agregados o en manchones ha sido señalados por otros autores (Flores-Cáceres 1994. Salazar- Blanco 2015), así como en otros picudos que atacan la caña de azúcar como *S. incurrens* en Morelos y Michoacán; (Segura-León *et al* 2013, Segura-León 2014).

Este género es conocido en otros lugares como Sugarcane rootstock weevil, gorgojo del tallo, gorgojito negro, y el nombre científico que se le conoce es *Anacentrinus pos. Saccharidis*. Tiene como hospedero la caña de azúcar en Perú, Ecuador y Colombia, siendo en Perú una de las principales plagas de la caña (Saldarriaga 1981).



Figura 14. Daños, ubicación de larvas y pupas de *Apinocis* sp., en plantas de caña de azúcar colectadas en Cárdenas Tabasco.

### 5.5. Taxonomía de la especie.

Las características morfológicas señalan que el picudito presente en el cultivo de caña en la Chontalpa, Tabasco corresponde a un Coleóptero de la familia Curculionidae: subfamilia Barinidae y del género *Apinocis* sp. La taxonomía de este género es compleja el estudio más reciente de estos insectos es la de Zimmerman (1994) quien ubica en el género *Apinocis* diferentes especies de *Apinocis* o *Anacentrinus*. Diferentes especies del género *Apinocis* o *Anacentrinus* se han registrado asociadas y como plagas en el cultivo de caña de azúcar, sin embargo, la revisión de este género no fue posible por carecer de una clave taxonómica para su identificación.



En México Flores (1994) señala la presencia de *Anacentrinus subnudus* Buch en los ingenios La Joya en Campeche, en Casasano y Emiliano Zapara en Morelos como plaga de importancia en la década de los 80's. También se ha reportado su presencia en otros estados, Ruiz-Montiel *et al* (2015) señalan la presencia de *Apinocis subnudus* en Veracruz en bajas densidades con 68 individuos durante 2012-2014, en tanto que en Morelos se señala *A. angustus* presente en 8 localidades de Morelos (Pérez de la O., *et al* 2013). En Perú se menciona a *Anacentrinus saccharidis* Barber, (Mendoza Mora, 2005); en Costa Rica y Ecuador *Apinocis saccharidis* que es sinónimo de la anterior (Salazar-Blanco 2015, CINCAE).

Por otro lado el análisis de secuencias el gen mitocondrial COI fue más informativo para conocer la ubicación taxonómica de la especie, el resultado de la anotación de la secuencias de estos insectos señala cobertura 99% con especies Curculionidae y similitud entre secuencias de 86-85 entre pares de bases, por lo que aún falta mucha información molecular para ubicar estas especies de forma correcta. Lo que se puede señalar con estos resultados es que *Apinocis* sp., se ubica dentro de *Baris artemisiae* que pertenece a los Curculionidae de la Sub familia Barinae al igual que la clasificación de *Apinocis*, por lo que esta información puede cambiar a medida que se tenga más información de especies relacionadas.



Figura 15. Imagen de adulto de *Apinocis* sp colectado en el Estado de Tabasco

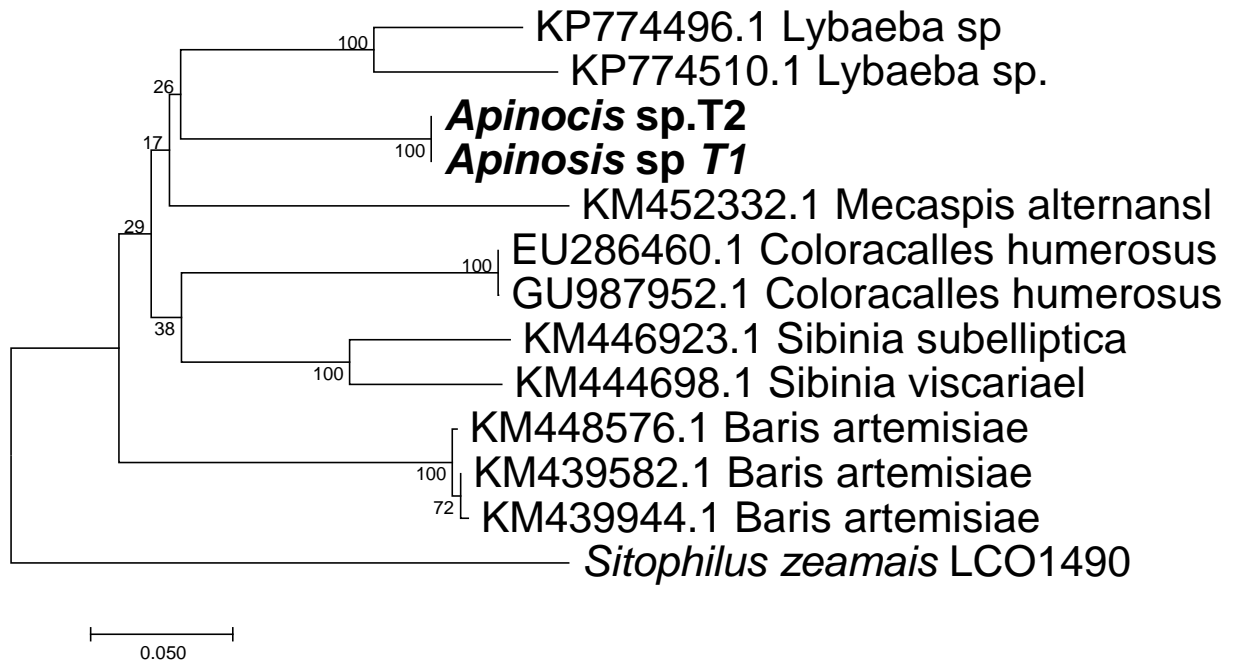


Figura 16. Filogenia del gen COI de la mitocondria de *Apinocis* sp., con base en ML con un modelo de sustitución de nucleótidos de GTR+I., realizado en MEGA 7.

## 6. CONCLUSIONES

El sistema de captura que se utilizó en esta investigación para el monitoreo de adultos de picudos de la familia Curculionidae a base de trozos de caña cortada longitudinalmente hidratadas, permitió la detección de dos especies: *Apinocis* sp y *Sphenophorus incurrens* de las cuales no se tenía registro en la zona, por lo que este método se puede utilizar para la detección temprana y como medida de control de adultos de curculionidos en caña de azúcar, debido a que es capaz de atraer adultos, aun en bajas densidades de población o sin daños visibles al cultivo, es fácil de implementar y de bajo costo para los productores. Por lo que su aplicación puede ayudar a los productores a reducir los daños y estar alertas al incremento de las poblaciones y así reducir los daños que estos insectos han causado en otras regiones.

Por otro lado al ser un método de fácil aplicación permitió realizar el monitoreo, conocer la distribución geográfica de la especie más abundante en la zona, *Apinocis* sp. así como también estudiar su biología y el tipo de daño que causa, que se relaciona con el despoblado en zonas bajas del cultivo de caña. El comportamiento y forma de daño de *Apinocis* sp que se encuentra en el estado de Tabasco es diferente al picudo de la cepa *S. incurrens* y este se encuentra en bajas densidades. Las larvas de *Apinocis* sp se alimentan del meristemo apical en la etapa temprana de las plantas, causan síntomas similares a los de cogollos muertos y despoblación. La taxonomía molecular de este género es escasa y así como el acceso de claves que permitan la diferenciación de las especies de *Apinocis* sp., por lo que se requiere mayor información para la determinación de la especie. Este estudio permitió que productores y personal del ingenio relacionen la presencia de despoblaciones en la zona, con la presencia de un picudo el cual se puede monitorear y reducir su población con un sistema de trapeo con cañas hidratadas.

Los mejores tratamientos para la captura de adultos de *Apinocis* sp. fueron aquellos adicionados con Carbosulfan 250 (Marshall®) en una solución al 2.5%, debido a que su acción insecticida permite la retención de todo aquel individuo que hiciera contacto con las trampas, por lo que puede ser usado como una herramienta en el muestreo de adultos de picudo de caña y como método de control.

El muestreo de 50 parcelas en la zona de Santa Rosalía de la Chontalpa en Cárdenas Tabasco indicó que 26 de las parcelas (52%) tienen presencia de *Apinocis* sp., mientras que el género *Sphenophorus* sp. solo estuvo presente en 6 de ellas (12 %). Con esta investigación fue posible el desarrollo de un sistema de monitoreo de picudos a base de cañas hidratadas, fácil de implementar, eficiente y accesible para productores, para la detección de picudos de caña de azúcar.

## 7. LITERATURA CITADA

- Almeida, L. C (2005).** Pragas Na Cultura Da Cana-De-Açúcar. Guariba: Entomol Consultoria Manejo Sustentável De Pragas, 2005. 3 p.
- CINCAE (2005).** Insectos Asociados a la Caña de Azúcar en el Ecuador. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador El Triunfo, Ecuador. 5 p.
- CESVMOR (2015)** Distribución, determinación de porcentajes de daño y control biológico del picudo del tronco de la caña de azúcar (*Sphenophorus incurrens* Gyllenhal) en el año 2014. *Monitor Agrícola*, 10(31), 10-19.
- CONADESUCA. (2016).** Boletín de la Corrida de Campo No. 101. Comité Nacional Para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. Semana 25, Ciclo cañero 2015/2016. Av. Insurgentes Sur no. 489, piso 12. Col. Hipódromo Condesa, Del Cuauhtémoc. C.P. 06170, Ciudad de México, D.F. 4 p.
- CONADESUCA. (2017).** Reporte de Producción de caña y Azúcar No. 34. Comité Nacional Para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. Semana 38, Ciclo cañero 2016/2017. Av. Insurgentes Sur no. 489, piso 12. Col. Hipódromo Condesa, Del Cuauhtémoc. C.P. 06170, Ciudad de México, D.F. 14 p.
- Flores, C. S. (1994).** Las Plagas de la Caña de Azúcar en México. Ed. Silverio Flores Cáceres, México, D.F. 350 p.
- Girón-Pérez, N. O.-S. (2009)** Attraction of *Sphenophorus levis* Vaurie Adults (Coleoptera: Curculionidae) to Vegetal Tissues at Different conservation levels. *Neotropical Entomology*, 842-6.
- Hebert, P. D. N., Cywinska, A. Ball, S. L., deWaard, J. R. (2003)** Biological Identification through DNA Barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London*, 270: 313-321
- Hernández Arenas M, Segura-León. OL. Ramírez-Rojas G (2015)** Biología, distribución y control del picudo del tronco en caña de azúcar. INIFAP. Zacatepec: Folleto técnico No 91. 27 p.
- Howse P.E. Steven, I.D.R. and Jones, O.T. (1998).** Insect Pheromones and Their Use in Pest Management. London, Chapman and Hall.
- INAFED (2017).** Regionalización del estado de tabasco.  
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM27tabasco/regionalizacion.html>
- Kumar Sudhir, Stecher Glen, Tamura Koichiro. (2016).** Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. Published by Oxford University Press on behalf of the Society for Molecular Biology and Evolution. *Mol Biol Evol* (2016) 33 (7): 1870-1874.

- Mendoza Mora J. (2013)** El gorgojo o palomilla del tallo de la caña de azúcar *Anacentrinus saccharidis* Barber. [CINCAE.ORG](http://CINCAE.ORG). 3 p.
- Pérez-De La O NB, Martínez-López V, Jiménez-García D, Jones RW (2014)** Determination of spatial distribution of *Sphenophorus incurrens*. *Florida Entomologist*, 97(1), 285-287.
- R Core Team (2016)** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rebollar Alviter Ángel, Sanchez Pale Jesús R., Silva Rojas Hilda V. (2012).** Manejo Integrado del Fusarium spp. en Variedades Cultivadas y Prometedoras de Caña de Azúcar. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana 19 p.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). (2007).** Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
- Ruiz Montiel C, Illescas Riquelme C. P, Altamirano Hernández U, Wallace Jones R. (2015)** Nuevos Registros de Picudos (Coleoptera: Curculionidae) Afectando Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Veracruz, México. *Southwestern Entomologist*, 40(2):427-432.
- 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. Congreso Nacional Agropecuario, Forestal y Ambiental, 14, Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2016. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, octubre 27 al 29. 18 p.
- Saldarriaga V A. (1981).** Plagas de la Caña de Azúcar y métodos de control. Secretaria de Agricultura y Fomento. Gobernación de Antioquia. Compendio No. 42. 27 p.
- Sergio Salgado-García, David J. Palma-López, Luz Del C. Lagunés-Espinoza, Carlos F. Ortiz-García y Jesús M. Ascencio-Rivera (2005).** Bases para general un programa sustentable de Fertilización en un ingenio de Tabasco. México. *Interciencia*. 30 (7): 395-403
- SENASICA (2016).** Informe de Diagnostico Fitosanitario de Muestras Vegetales de Caña de Azúcar en Cárdenas Tabasco. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. No. De Oficio B00.01.04-04987/2016.
- Segura-León OL, Hernández-Arenas MG, Cibrián-Tovar J., Romero-Nápoles J. (2013).** Damage diagnostic of *Sphenophorus incurrens* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae:

Dryophthorinae), in sugar cane in México. *ESA Annual Meetings*. Recuperado el 24 de Nov de 2016, [pdf](#)

**Segura-León OL, Romero-Nápoles. J. Díaz-Corro L (2014)** El problema actual del picudo del tronco de la caña de azúcar, *Sphenophorus incurrens* Gyllenhal (Coleoptera: Dryophthoridae), en los estados de Morelos y Michoacán, México *ATAM*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2016. [pdf](#)

**Salazar Blanco J.D. (2015)** Reporte de la presencia del gorgojo del tallo de la caña de azúcar *Apinocis saccharidis* (fam.: Curculionidae; subfam., Baridinae) en Costa Rica. Junio 2015. [pdf](#)

**Terry, F.W. (1907)** The Sugar cane borer (*Sphenophorus obscurus*). Department of Entomology Hawaii Agricultural Experiment Station Honolulu 14, Hawaii. Circular No. 3.

**White, B., and C. Carlton (2012)**. Rootstock weevils: out of sight, out of mind or emerging pests. *Sugar Journal*. 75: 28–29

**Zimmerman, E. C. (1994)**. Australian Weevils (Coleoptera: Cuculionoidea) Volume 1 Orthoceri Anthribidae to Attelabidae. The Primitive Weevils. CSIRO, Canberra, Australia'. xviii+ 74 p.

**Vera-Graziano J, Manuel-Pinto V, Lopez-Collado J, Reyna-Robles R. (2002)**. Ecología de Poblaciones de Insectos. Colegio de Postgraduados. Carretera México – Texcoco Km. 36.5, Montecillo, 56230, Edo. De México. 146 p.