



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

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

**POSTGRADO DE FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

## **ABUNDANCIA ESTACIONAL DEL PICUDO DEL AGAVE EN PLANTACIONES DE AGAVE MEZCALERO EN GUERRERO**

**ALEJANDRO MACEDONIO GUEVARA**

**TESIS**

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

**MAESTRO EN CIENCIAS**

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

**2015**


La presente tesis titulada: **Abundancia estacional del picudo del agave en plantaciones de agave mezcalero en Guerrero**, realizada por el alumno: **Alejandro Macedonio Guevara**, 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:   
DR. HÉCTOR GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:   
DRA. LAURA DELIA ORTEGA ARENAS

ASESOR:   
DR. JUAN FERNANDO SOLÍS AGUILAR

ASESOR:   
DR. ARISTEO BARRIOS AYALA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Junio de 2015.

# ABUNDANCIA ESTACIONAL DEL PICUDO DEL AGAVE EN PLANTACIONES DE AGAVE MEZCALERO EN GUERRERO

Alejandro Macedonio Guevara, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2015

## RESUMEN GENERAL

El picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Dryophthoridae) es la principal plaga del cultivo de agave mezcalero *Agave cupreata* y *A. angustifolia*. En este estudio se determinó la abundancia estacional del picudo en tres plantaciones de agave mezcalero en Guerrero; durante 12 meses de agosto de 2013 a julio de 2014, se monitoreo la abundancia de este insecto por medio de trampas cebadas con feromona de agregación sintética específica para el picudo del agave y tejido de agave, además de optimizar el método de captura de picudos en este tipo de trampas. En las tres plantaciones de agave mezcalero, las mayores capturas del picudo se detectaron en los meses de enero a marzo. En esos meses, en la plantación El Tecuán, localidad de Mazatlán, Chilpancingo, Guerrero, el promedio de captura mensual fue de 13-16 picudos/trampa; mientras que en el mismo periodo, en las otras dos plantación de agave mezcalero, La Minilla y El Llano, ambas en Quetzalapa, Huitzuc de los Figueroa, Guerrero, el promedio mensual de capturas fue de 13-15 picudos/trampa. En cuanto al sistema de retención de los picudos en las trampas, se encontró que las trampas con la feromona, tejido de agave y con agua jabonosa, fueron más eficientes que aquellas trampas con los mismos cebos y con insecticida malatión o con insecticida spinosad. En todas las trampas con feromona sintética y trozos de agave usadas tanto en el estudio de monitoreo y el del sistema de retención, se capturó un mayor número de hembras que machos.

Palabras clave: Fluctuación poblacional, agave mezcalero, picudo del agave.

**STATION ABUNDANCE OF THE AGAVE WEEVIL ON AGAVE  
MEZACLERO PLANTATIONS IN GUERRERO**

**Alejandro Macedonio Guevara, M.S.**

**Colegio de Postgraduados, 2015**

**GENERAL ABSTRACT**

The agave weevil is the key pest on the agave mezcalero commercial crop *Agave cupreata* and *A. angustifolia*. The station abundance of the agave weevil was study on three agave mezcalero commercial plantations in the state of Guerrero. The abundance of this weevil on this agave mezcalero plantations was monitored during 12 months from August 2013 to July 2014 using specific aggregation pheromone + agave tissue baited traps; meanwhile, the system to capture the agave weevil on this type of traps was also studied. At the three plantations of agave the highest captures of the agave weevil were detected from January to March. In this period on the Tecuan agave plantation in Mazatlán, Chilpancingo, Guerrero, the mean captures per month was 13-16 weevil/trap. While on the other two agave plantations, La Minilla and El Llano, both in Quetzalapa, Huitzuco de los Figueroa, Guerrero, mean capture per month was 13-15 weevil/trap. Respect to the trap capture system, it was found that the traps with the aggregation pheromone and agave tissue plus soap water were more effective to capture the agave weevil than the same pheromone traps plus insecticide malathion or with the insecticide spinosad. In all pheromone traps used for the agave weevil monitoring study or the trap capture system study, more adult females than males were captured.

Key words: Population fluctuation, agave mezcalero, agave weevil.

## **DEDICATORIA**

**A mis padres: Alejandro Macedonio Luciano Y Ma. Jesús Guevara Salgado**

**A mi esposa e hija: ADRIANA Y MONSERRAT**

**A todos mis familiares y amigos**

## AGRADECIMIENTOS

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por la beca otorgada durante mis estudios de maestría.

**Al Colegio de Postgraduados (Campus montecillo)**, al programa de Fitosanidad por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría en Entomología Y Acarología.

**Al Dr. Héctor González Hernández** por darme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, por todas las sugerencias, revisión y aportes que permitieron mejorar esta tesis, por su amistad, por el tiempo y apoyo brindado.

**A la Dra. Laura Delia Ortega Arenas, al Dr. Juan Fernando Solís Aguilar, al Dr. Aristeo Barrios Ayala** por sus sugerencias y revisión de este trabajo, además por aceptar formar parte de mi consejo particular.

A los productores de mezcal sr. Filiberto, Luis Figueroa y al ing. Daniel Figueroa, por las facilidades dadas, para que esta investigación se realizara en sus parcelas de mezcal.

A todas las personas, profesores, amigos y compañeros que han contribuido en mi formación profesional y personal.

## CONTENIDO

Página

<b>RESUMEN GENERAL</b> .....	<b>iii</b>
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1. Planteamiento del problema.....	1
2. Objetivos.....	2
3. Hipótesis.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 El agave mezcalero.....	3
2.1.1 Importancia del agave mezcalero.....	3
2.1.2 Normatividad de la cadena agave-mezcal.....	3
2.2 Clasificación taxonómica.....	5
2.2.1 Descripción morfológica.....	5
2.3 Plagas y enfermedades del agave mezcalero.....	6
2.3.1 El picudo del agave mezcalero.....	6
2.3.2 Clasificación taxonómica.....	7
2.3.3 Descripción morfológica.....	6
2.3.4 Importancia económica del picudo.....	8
2.3.5 Estrategias de manejo del picudo del agave.....	9
2.3.5.1 Muestreo.....	9
2.3.5.2 Control químico.....	9
2.3.5.3 control biológico.....	10
2.3.5.4 Control cultural.....	10
2.4 Semioquímicos.....	11

2.4.1 Las feromonas como herramienta en el manejo de plagas.....	12
2.5 Monitoreo de plagas.....	12
2.6 Fluctuación.....	12
2.7 Muestreo.....	12
2.8. Sistema de trapeo con semioquímicos.....	13
2.9 Estudio de atrayentes y trapeo del picudo agave del agave.....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 Área de estudio.....	15
3.1.1 Clima.....	15
3.1.2 Hidrografía.....	17
3.1.3 Suelos.....	17
3.2 Variables de respuesta.....	18
3.3 Descripción, preparación y distribución de trampas.....	18
3.3.1 Descripción y diseño del experimento del sistema de retención de picudos.....	20
3.4 Revisión y mantenimiento de trampas.....	21
3.5 Evaluación de capturas.....	21
3.6 Elementos climáticos.....	21
3.7 Análisis de datos.....	22
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Abundancia estacional del picudos en “El Tecuán” .....	23
4.2 Abundancia estacional del picudo en el predio “La Minilla”.....	24
4.3 Abundancia estacional del picudo en el predio “El Llano”.....	26
4.4 Relación de capturas en trampas con elementos climáticos.....	29
4.5 Sistema de retención de picudos en trampas.....	30
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>34</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

### Página

1	Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica del <i>Agave</i> spp.....	4
---	--	---

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b><u>Figura</u></b>	<b><u>Página</u></b>
1 Zona protegida por la Denominación de Origen del Mezcal.....	5
2 Regiones geográficas del Estado de Guerrero (A); región norte (B) y región centro (C). Ubicación de los sitios experimentales en Municipio de Huitzuc de los Figueroa (B 12) y en Chilpancingo (C8).....	16
3 Trampa tipo TOCCI (trampas tipo cubeta con orificios circulares y conos internos) (Figueroa-Castro, 2014) usada en el monitoreo de picudos del agave en las plantaciones de agave mezcalero.....	19
4 Trampa “TOCCIA” usada para la captura del picudo del agave en la cual se usó agua jabonosa para retener los picudos (A) y forma de colocar el bote con tejido de agave para evitar su contacto con el agua (B).....	20
5 Promedio (+EE) de picudos adultos, por trampa en Mazatlán, Chilpancingo., 2013-2014.....	23
6 Porcentaje de hembras y machos y promedio de adultos del picudo del agave/ trampa del predio “El Tecuán” en la localidad de Mazatlán, Chilpancingo, Guerrero. 2013-2014.....	24
7 Promedio (+EE) de picudos adultos, por trampa en la minilla, Huitzuc de los Figueroa., 2013-2014.....	25
8 Porcentaje de hembras y machos y promedio de adultos del picudo del agave/ trampa del predio “La Minilla” localidad de Quetzalapa, Huitzuc de Los Figueroa. Guerrero. 2013-2014.....	25
9 Promedio (+EE) de picudos adultos, por trampa en el llano, Huitzuc de los Figueroa., 2013-2014.....	26
10 Porcentaje de hembras y machos y promedio de adultos del picudo del agave/ trampa del predio “El Llano” localidad de Quetzalapa, Huitzuc de los Figueroa. Guerrero. 2013-2014.....	27

# I. INTRODUCCIÓN

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mezontle o cabezas del agave mezcalero se utiliza para hacer mezcal, una bebida alcohólica regional que se prepara en México desde la época prehispánica. El mezcal se obtiene mediante la destilación de los azúcares extraídos de las cabezas maduras de la planta, previamente cocidas y sometidas a fermentación alcohólico. La producción de mezcal ha sido una actividad de gran importancia económica y social, que se ve afectada por una gama de problemas ambientales y biológicos. Dentro de éstos sobresale la incidencia de enfermedades y plagas, entre las que destaca el ataque del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenal, que ocasiona daños severos a la planta de maguey, por lo que se considera la principal plaga de agave mezcalero (Halffter 1957), las larvas de este insecto barrenan la parte basal de las hojas, así como las pencas, lo que ocasiona la pudrición y muerte de la planta. Generalmente este ataque está asociado con microorganismos como algunos hongos y bacterias (Fucikovsky 1999), de tal forma que éstos pueden ser transmisores de la bacteria *Erwinia carotovora* en agave (Rodríguez 1999).

El mayor esfuerzo para el combate de esta plaga se enfoca hacia el control químico con diversos ingredientes activos que dejan residuos en los productos agrícolas, generando contaminación ambiental, resistencia de las plagas a los productos e intoxicación al aplicador o jornalero agrícola (Albert 1998).

El conocimiento sobre la fluctuación poblacional de un insecto es requisito indispensable para el establecimiento de un control eficiente y económico, esta información permite planificar las medidas de control al conocer las épocas de aparición en el campo y el número de generaciones al año. Además, se puede estimar el número de aplicaciones de insecticidas o cualquier otra medida que se deba realizar durante el año. Como parte de la búsqueda de nuevas alternativas para el manejo del picudo del agave, se han realizado varios estudios sobre su ecología química enfocados a desarrollar un sistema para su monitoreo. Por ejemplo, Ruiz et al. (2003) encontraron que los machos de *S. acupunctatus*

producen una feromona de agregación que atrae a ambos sexos. Posteriormente Ruiz- Montiel et al. (2008) identificaron los principales componentes de la feromona de agregación y encontraron que la cetona 2-metil-4-octanona es uno de los principal componente. Rodríguez-Rebollar et al. (2012) encontraron que para el trampeo de este picudo es suficiente solo con el compuesto mayoritario de la feromona, la cetona 2metil-4octanona. Por otro lado, Rojas et al. (2008) sugieren que el tejido de agave fresco puede sinergizar la respuesta del picudo a la feromona de agregación sintética. Figueroa-Castro et al. (2013), estudiaron la dinámica poblacional de *S. acupunctatus* en plantaciones de agave tequilero usando trampas con feromona de agregación sintética (Tequilur, Ferocomps, D. F. México) en combinación con tejido fresco de agave impregnado con insecticida; encontraron una correlación positiva entre la población de picudo en plantas y el número de picudos capturados en trampas y señalaron que estas trampas con feromona son útiles para el monitoreo del picudo y establecer umbrales de acción. En el estado de guerrero, los registros del picudo del agave son escasos, resulta pertinente y esencial estudiar la fluctuación poblacional del picudo en plantaciones de agave mezcalero.

## **2. OBJETIVOS**

- Determinar la abundancia estacional del picudo del agave en plantaciones de agave mezcalero en Guerrero.
- Optimizar el sistema de retención de picudos capturados en las trampas con feromona de agregación sintética.

## **3. HIPÓTESIS**

- La incidencia de picudos en las plantaciones de agave mezcalero, varían en las diferentes regiones y estaciones del año, dependiendo de los factores climáticos.
- El sistema de retención líquido para picudos en trampas con feromona de agregación es más efectivo aún sin el uso de un insecticida.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 El agave mezcalero

#### 2.1.1 Importancia del agave mezcalero

El agave representa uno de los recursos naturales de mayor importancia desde el punto de vista económico, social y agroecológico en México. La importancia del uso del agave se remonta a la época prehispánica, cuando los pueblos indígenas del centro y norte del país encontraron en esta planta una fuente de materia prima para elaborar una gran cantidad de productos (cuadro 1). Uno de los usos más relevantes que se le da a varias especies de Agave, es para la elaboración de mezcal. Esta actividad económica que es un eje potencial de desarrollo de las regiones productoras de agave, por ejemplo, tan solo en el estado de Guerrero se encuentran sembradas 1,922 ha de este cultivo (SIAP 2013). Aunque de manera silvestre los agaves cuentan con más de 100 mil ha, la cual equivale el 90% de la producción de mezcal en el estado. Dentro de las especies de agave que actualmente generan mayor actividad económica en el estado de Guerrero destacan el maguey espadín (*A. angustifolia*) y el maguey papalote (*A. cupreata* Trel & Berger), ambos utilizados para la producción de mezcal (Barrios et al. 2006).

#### 2.1.2 Normatividad de la cadena agave-mezcal

La denominación de origen permite designar y hacer el reconocimiento que un producto es originario de una región geográfica del país y que sus características y calidad obedecen exclusivamente al medio geográfico, a los factores y recursos naturales y humanos.

Con la finalidad de proteger y mantener la calidad del mezcal se tiene la Denominación de Origen del Mezcal (NOM-070-SCFI-1994), que fue publicada en el Diario Oficial De la Federación, el 28 de noviembre de 1994, donde se incluye a: Oaxaca, Guerrero, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango Michoacán y Guanajuato

(Figura 1), como entidades productoras de maguey y de mezcal, que cuentan con las características que establece esta denominación, la cual que fue registrada el 9 de marzo de 1995 por la Organización Mundial de la Propiedad intelectual con sede en Ginebra, Suiza, por gestiones del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (COMERCAM 2003).

En la región Centro-Montaña de Guerrero, se emplea para la producción del mezcal el maguey papalote (*Agave cupreata*), especie silvestre endémica de la cuenca del río Balsas, y a baja escala el maguey espadín (*Agave angustifolia*). (Gentry 1982; Granados 1993; CONABIO 2005).

Cuadro 1. Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica del *Agave* spp. (García et al. 2010).

Usos	Producto	Parte de la planta
Alimentación	Azúcar	Tallo (piña)
	Guisos	Flores y frutos (cápsulas frescas)
	Envolver barbacoa	Escapo floral (quiote)
	Mixiotes	Hojas
	Gusanos rojos (chinicuiles)	Hojas
	Pan de pulque	Tallo (piña)
	Tortillas	Perianto de flores + nixtamal
Bebidas	Aguamiel, miel, atole de aguamiel, Pulque, Mezcal, Tequila, Vinagre, Jarabe.	Tallo (piña)
Agrícola	Cercas vivas Evitar erosión del suelo	Planta completa
Forraje	Bovinos, caprinos, porcinos	Hojas, escapos florales, flores.

## 2.2 Clasificación taxonómica

Los agaves pertenecen al Dominio: Eukaria; Reino: Vegetal; Subreino: Embryophyta; División: Tracheophyta; Subdivisión: Pteropsida; Clase: Angiospermae; Subclase: Monocotyledoneae; Orden: Asparagales (=Agavales); Familia: Agavaceae; Subfamilia: Agavoideae; Tribu: Agaveae; Género: *Agave*; Subgénero: *Agave* (=Euagave).



Figura 1. Zona protegida por la Denominación de Origen del Mezcal (Comercam, 2003).

### 2.2.1 Descripción morfológica

El agave mezcalero es una planta suculenta, que forma una gran roseta de hojas gruesas y carnosas, generalmente terminadas en una afilada aguja en el ápice, arregladas en espiral alrededor de un tallo corto, en cuyos bordes hay espinas marginales y una terminal en el ápice. El tallo leñoso y robusto suele ser muy corto, por lo que las hojas aparentan surgir de la raíz. Los agaves requieren un clima semi-seco con temperatura promedio de 22 °C, generalmente a una altitud entre 1,500 y 2,000 msnm (Valenzuela 2003).

La reproducción se puede dar por semilla o bulbillo o más eficientemente mediante rizomas, es decir, trasplantando los hijuelos que brotan de la raíz de la planta. Al alcanzar una altura de 50 cm y cuando la cabeza o bola tiene unos 15 cm, se desprenden de la planta madre. La edad óptima de un agave para reproducirse es entre los 3 y los 5 años y puede dar anualmente entre uno y dos hijuelos. El crecimiento de la planta es muy lento, la maduración demora de 8 a 10 años, florecen solo una vez y emiten un largo tallo de casi 10 m de altura

(ramificado o no) que nace del centro de la roseta, con numerosos grupos de flores tubulares. La planta muere tras desarrollar la floración, pero por lo general produce retoños en su base (Vicente 2006).

### **2.3 Plagas y enfermedades del agave mezcalero**

Las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de agave en el estado de Guerrero son: el picudo de agave, las escamas armadas, el gusano barrenador, la gallina ciega y el anillo rojo, que engloban el 83% de las causas del detrimento de la producción. Otros problemas fitosanitarios que afectan, pero en menor escala son: mancha negra, piojo harinoso, diabrotica y gusano de alambre, que a pesar de la baja incidencia de éstos, no dejan de ser tomados en cuenta por su efecto negativo en la producción (Aquino et al. 2007).

#### **2.3.1 El picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal**

La plaga más importante del maguey en el estado de Guerrero es el picudo barrenador del maguey *Scyphophorus acupunctatus* Gill., especie que ocasiona daños severos al cultivo (Barrios et al. 2006). El picudo del agave afecta al cultivo del agave en coberturas que van de uno hasta el 100 por ciento del predio (Aquino et al. 2007).

#### **2.3.2 Clasificación taxonómica**

Reino: Metazoa; Phylum: Arthropoda; Clase: Insecta; Orden: Coleoptera; Familia: Dryophthoridae; Género: *Scyphophorus*; Especie: *Scyphophorus acupunctatus* (Booth & Madge 1990).

#### **2.3.3 Descripción morfológica**

Huevo. Son ovoides, miden de 1.3 a 17 mm de longitud y de 0.5 a 0.6 mm de diámetro; son de color blanco-cremoso, con el corion suave, delgado (membranoso); a medida que van madurando van tomando un tono amarillento (González et al. 2007; Pérez & Rubio 2007; Solís 2001).

Larva. Recién emergidas no son más grandes que el huevo; son de color blanco lechoso e incluso la capsula cefálica no presenta coloración; en pocas horas la cabeza adquiere una coloración café y el resto del cuerpo se oscurece un poco, adquiriendo un color blanco cremoso. Las larvas completamente desarrolladas miden alrededor de 18 cm de largo por 4 mm de ancho, tiene la



cabeza dura y fuertes mandíbulas. La larva es robusta, apoda, con la cabeza fuertemente esclerosada; el cuerpo es suave, arrugado, decrece en tamaño bruscamente después del octavo segmento abdominal; el último segmento abdominal está curvado hacia la cabeza y presenta dos prolongaciones ligeramente esclerosadas con tres sedas largas cada una, dos en posición lateral y una en posición central (González et al. 2007; Pérez y Rubio, 2007; Solís, 2001).

Pupa. Son del tipo exarata, miden en promedio 16 mm de largo, de color amarillo-café al principio, pero después, la cabeza y otras partes adquieren una coloración más oscura, hasta que la pupa se torna de un color café muy oscuro, casi negro; las futuras alas, las patas, pico, etc., se pueden ver a los lados y bajo la superficie del cuerpo (González *et al.*, 2007; Solís, 2001).

Adulto. Miden en promedio de 12 a 15 mm de longitud, pero pueden medir de 9 a 19 mm. El cuerpo es de color negro brillante o en ocasiones rojizo, sin escamas o sedas dorsales. Las antenas están insertadas en la base del pico; el funículo antenal es de seis artejos; el artejo dos es de la misma longitud que el artejo tres y el artejo terminal es dos veces más ancho o tan amplio como su longitud; el mazo antenal es compacto con la parte apical esponjosa y retraída, cóncava, no visible lateralmente. Los élitros están fuertemente esclerosados, son estriados y sin pubescencia. Las patas protorácicas son ligeramente más grandes que las meso y metatorácicas. Los machos presentan una hilera doble de sedas tibiales, más largas y densas que las de la hembra; protibia con sedas muy largas y abundantes; tarso con el tercer segmento dilatado, bilobulado, liso ventralmente, excepto por una hilera densa y uniforme de sedas erectas de color amarillo a lo largo del borde apical. El abdomen tiene 10 segmentos, aunque ventralmente sólo cinco son visibles y dorsalmente sólo ocho. El último segmento abdominal en vista ventral en las hembras es puntiagudo y angosto, mientras que en los machos es romo y más ancho; la genitalia del macho es en forma de media luna y la de la hembra es como una ranura (González *et al.*, 2007; Solís, 2001).

### 2.3.4 Importancia económica del picudo

En 1975 en Yucatán se reportó que el picudo del agave no había sido de importancia económica y se encontraban de manera esporádica, pero que recientemente se habían convertido en una plaga seria de *Yucca* y *Agave* (Pott, 1975). *Scyphophorus acupunctatus* es un insecto plaga sumamente peligroso por el daño que causa a especies cultivadas de *Agave* económicamente importantes. En México a *S. acupunctatus* se le ha registrado infestando cultivos de *Agave sisalana* en Yucatán, *A. tequilana* en Jalisco y *A. angustifolia* en Oaxaca (Mara et al. 2011).

En un estudio se encontró que el porcentaje de daño en el volumen total de las “mitades” de piña muestreadas en una planta procesadora de tequila, fluctuó entre 21 % en agosto a 30 % en septiembre de 1998. Esto quiere decir que durante este periodo se calculó en las 510 “mitades” de piñas muestreadas, 24.5% de daño promedio por mitad de piña a causa del picudo del agave y patógenos asociados con dichas galerías (González et al., 2007).

En un estudio en Oaxaca de piñas de maguey que llegaban a una planta procesadora de mezcal, se determinó en *Agave angustifolia*, un daño en entre 0.33% de plantas con cogollo y piña totalmente dañada, a 13.26% de piña con 15 a 20 lesiones por planta, al final, para esta especie se encontró que el daño fue de 10.26%. Para *Agave tequilana* el daño fluctuó entre 0.70% de planta con cogollo y piña totalmente dañada a 16.87% de piñas con 20 a 25 lesiones en la planta, en promedio para esta especie se tuvo un daño de 13.35%. En ese estudio, en ambas especies, se encontró una relación entre un mayor número de picudos y lesiones y la disminución del peso de la piña o cabeza (Aquino et al., 2007). En *A. tequilana* var. Azul en Jalisco, se han reportado daños por este picudo en las cabezas del agave del 20% al 54% (González et al., 2007). En *A. tequilana* también se han registrado pérdidas de 10% y hasta 24.5% de cabezas dañadas (Valdés et al., 2005). En henequén se han reportado pérdidas de 40% de la producción en Yucatán (Valdés-Rodríguez et al., 2004). De acuerdo con Bravo Mosqueda et al. (2005), este insecto puede llegar a ocasionar pérdidas que oscilan entre 3 y 26%

dependiendo de las condiciones ambientales y la manera como se desarrolla el cultivo.

En el cultivo del nardo en Coatlán del Río, Morelos, el mayor porcentaje de plantas dañadas reportado fue de 69%. En sisal es también la principal plaga y donde llegar a causar daños hasta del 50%.

### **2.3.5 Estrategias de manejo del picudo del agave**

Se ha reportado que una vez que la larva barrena la piña o el adulto coloniza el cogollo, son difíciles de controlar (CESAVEG, 2008). Las estrategias de manejo del picudo del agave incluyen al químico, biológico y cultural.

#### **2.3.5.1 Muestreo**

Cuando se detecten plantas con este daño, es útil colocar trampas atrayentes para este insecto. Las trampas consisten en colocar material en fermentación (trozos de piña de agave) tratado con algún insecticida de contacto, en un recipiente abierto y cambiarlas cada ocho o quince días (Pérez y rubio, 2007).

#### **2.3.5.2 Control químico**

Cuando se detectan picudos alimentándose sobre una o varias plantas dañadas en el cogollo, pueden hacerse aplicaciones de insecticidas de contacto ligeramente tóxicos, para reducir las poblaciones del insecto. En caso de que se sospeche que el insecto ya está barrenando piñas, es recomendable aplicar insecticidas de contacto, los cuales tienen efecto contra larvas y adultos, ya que invaden las entradas de las galerías (Pérez y Rubio, 2007). Experimentalmente se han probado algunos insecticidas, para el control del picudo en el agave tequilero, con los resultados siguientes. En el muestreo previo a la aplicación de insecticidas, se determinó que en el lote experimental existía un promedio de 5.93 picudos (adultos, larvas o pupas) por planta, un mes después del tratamiento la densidad de picudos había disminuido a un promedio de 5.25 picudos por planta; mientras que para la segunda evaluación (2 meses después), el promedio fue de 1.8 picudos por planta, pero sin diferencia significativa entre tratamientos. Fue hasta la tercera evaluación (3 meses después) que los productos evaluados resultaron ser diferentes estadísticamente respecto al testigo. En esta última evaluación, el forato

(Thimet 15 G) resultó ser el mejor tratamiento contra larvas de picudos con un 10% de eficacia, en tanto que el azinfos metílico (Gusación M-20) y el paratión metílico (Folidol M-50) mostraron ser los mejores tratamientos contra picudos adultos con un 97% y 95% de eficacia, respectivamente.

### **2.3.5.3 Control biológico**

En virtud de que el cultivo de agave a través de los años ha sido poco manejado mediante plaguicidas, es conveniente que se siga con esta tendencia lo más que se pueda. Considerando que la planta de agave tiene un ciclo reproductivo de entre los 6-8 años, es conveniente el uso o conservación de enemigos naturales asociados a esta plaga. Entre estos organismos benéficos se reportan los hiperidos depredadores de larvas: *Hololepta* spp., *Placodes ebeninus* Lewis., *Lioderma yucateca* Marseul y *L. cacti* Marseul. En el caso de parasitoides de larvas sólo se menciona a *Alienoclypeus insolitus* Shenefelt (Hymenoptera: Braconidae). Se citan como entomopatógenos del picudo a los hongos (*Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, *Verticillium* spp.) y algunos nematodos como (*Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema* spp., además de un nematodo nativo del picudo reportado en Oaxaca, aún sin identificar) (Álvarez, 2000; Pacheco, 2002; Espinosa *et al.*, 2005; Aquino *et al.*, 2006; Hueso *et al.*, 2006; González *et al.*, 2007).

### **2.3.5.4 Control cultural**

Consiste en destruir plantas enfermas que representan un foco de infestación, sobre todo aquellas con pudriciones de cogollo, las cuales se deben picar, quemar y aplicar un insecticida de contacto. Es recomendable que los productores al detectar plantas con pudrición del cogollo avanzada y que son altamente atractivas para los picudos adultos, las eliminen quemándolas, como una medida fitosanitaria muy importante para reducir las poblaciones del picudo del agave y la dispersión de la enfermedad, ya que la combinación de picudo y de esta enfermedad puede terminar con una planta de agave en más o menos 4 semanas.

De acuerdo con las densidades de picudos y el porcentaje de daño asociado, se recomienda, en predios de más de 4 años de edad, iniciar alguna

estrategia de manejo cuando se detecte un picudo por planta en los meses de marzo a abril que son los meses más secos de los Altos de Jalisco (González *et al.*, 2007). Se ha mencionado que la mejor forma de abatir las poblaciones del picudo *S. acupunctatus* es mediante medidas sanitarias, como la destrucción de sitios de reproducción tales como plantas senescentes y tallos con pudrición; estos es, erradicar focos de infestación. Un buen manejo y cuidado del cultivo, así como la limpieza del terreno, la fertilización, la eliminación de plantas muy atacadas, las podas y la colecta manual, son factores que hay que considerar para reducir las infestaciones de plagas en el cultivo de agave pulquero en México (Solís, 2001).

## **2.4 Semioquímicos**

Los compuestos químicos involucrados en la transferencia de información entre organismos se han denominado semioquímicos, los cuales se clasifican en feromonas (comunicación intraespecífica) y en aleloquímicos (comunicación interespecífica); Las feromonas son moléculas orgánicas producidas por los animales y recibidas por un segundo individuo de la misma especie, en el cual se produce una reacción de respuesta (Chiri, 1989; Jutsum y Gordon 1989). Entre los diversos tipos de feromona se encuentran:

a) Feromonas sexuales, las cuales, dependiendo de la especie, son producidas por el macho o la hembra y su función primordial es aumentar las probabilidades de apareamiento.

b) Feromonas de agregación, las cuales tiene varias funciones, entre las que se incluyen el agrupar individuos de ambos sexos en un área determinada, la defensa contra depredadores y los ataques en masa contra un hospedero debilitado.

c) Feromonas de alarma, las cuales estimulan el escape o la defensa.

d) Feromonas marcadoras de rastro, las cuales sirven como guía a la fuente de alimentación, así como de indicador sobre la cantidad de alimento existente (Blanco, 1996).

### **2.4.1 Las feromonas como herramienta en el manejo de plagas**

Las feromonas sexuales constituyen los compuestos más estudiados y los que presentan mayor potencial de uso. Se han utilizado para manipular el comportamiento de los insectos por medio de la detección y el monitoreo de poblaciones endémicas, confundir durante el apareamiento, reducir las poblaciones de insectos por medio del trapeo masivo y como sistema de monitoreo para apoyar la toma de decisiones para determinar el momento oportuno de aplicar otros métodos de muestreo o control (Blanco 1996).

### **2.5 Monitoreo de plagas**

El uso de trampas con feromonas en productos almacenados juega un papel muy importante como indicativo de la presencia de una especie, en el monitoreo de la población y en el control de insectos. La eficiencia de una trampa en la captura de adultos se ve afectada por una serie de factores como el tipo de trampa, el color, el tamaño, la altura sobre el suelo a la cual es colocada, el número y posición de las trampas en un sitio (Cardé *et al.*1975). La selección de una trampa va a estar ligada al conocimiento del comportamiento del insecto con relación al olor de la feromona.

### **2.6 Fluctuación**

Los factores responsables del incremento o decremento de la población (fluctuación poblacional) de la plaga son factores climáticos (temperatura, humedad relativa, precipitación, y luminosidad), natalidad, mortalidad, migración, enemigos naturales (entomopatógenos, parasitoides y depredadores), disponibilidad de alimento y manejo del cultivo (Romero, 2004).

### **2.7 Muestreo**

El muestreo es una herramienta la cual nos permite saber lo que sucede en determinado cultivo, en una área referente a la cual le llamamos “muestra”, con el objeto de que esta porción de estudio sea equivalente a toda la área de cultivo. En este sistema de muestreo existen varios tipos como el muestreo directo, trampas de luz, trampas de emergencia, de extracción, trampas invisibles de captura en vuelo, trampa con cebo, trampas pegajosas, trampas combinadas, trampas con semioquímicos, etc. (Castillo, 2005).

## 2.8 Sistema de trapeo con semioquímicos

En el manejo integrado de plagas los sistemas de trapeo con semioquímicos se dividen en dos grandes grupos: a) monitoreo de poblaciones, teniendo como aplicaciones la detección, para regular otros métodos de muestreo, evaluar la eficiencia de las medidas de control, la estimación de la densidad y fluctuación poblacional, así como el uso de umbrales para aplicar medidas de control; b) control de poblaciones a través del trapeo masivo empleando principalmente feromonas y/o kairomonas (Jutsum & Gordon, 1989; Barrera *et al.*, 2006; Rojas *et al.*, 2008).

## 2.9 Estudio de atrayentes y trapeo del picudo del agave

Ruiz *et al.* (2003) reportaron la posibilidad de que el macho de *S. acupunctatus* produzca feromona de agregación. Reportando dos compuestos feromonales de agregación del picudo del agave, el 2-metil-4-heptanol y el 2- metil-4-octanol), los cuales son producidos por el macho y atractivos a ambos sexos.

Valdez *et al.* (2004) realizaron experimentos para conocer la respuesta del picudo a extractos obtenidos del henequén y mencionan que aquellos que presentaron mayor capacidad atrayente se caracterizaron por tener los siguientes cinco compuestos en común: 4 etil cumeno, p-metoxi- etil-benceno, 1-metil-4-(1-metiletil) ciclohexanol, p-menta 1,5-dien-8-ol y butirofenona.

Valdez *et al.* (2005) efectuaron estudios de trapeo del picudo de agave en el cultivo de nardo, donde evaluaron dos trampas, una comercial “Victor trap” y una artesanal denominada “Funnel trap” (cubeta con un embudo en la parte superior) y como atrayente incluyeron el maguey fermentado y piña madura. La trampa más efectiva fue la “Victor trap” y el maguey fermentado atrajo un mayor número de picudos que la piña.

Espinosa *et al.* (2005) al estudiar varias especies de agaves como atrayentes para el picudo, concluyeron que el agave espadín (*Agave angustifolia* Haw.), arroqueño (*Agave americana* L.) y tepeztate (*Agave marmorata* Roezl) fueron los que atrajeron un mayor número de picudos.

Altuzar *et al.* (2007) mediante la técnica de electroantenografía y bioensayos de comportamiento obtuvieron siete compuestos volátiles del *A. tequilana* con

actividad biológica, de los cuales identificaron a cinco de ellos como o-xileno,  $\alpha$ -pineno, 3-careno,  $\gamma$ -terpineno y linalol.

Rangel (2007) tras realizar un estudio de compuestos volátiles del agave que son atractivos al picudo del agave, encontró que el material más atractivo para este insecto fue la base de la hoja dañada, además cita que los compuestos limoneno, linalol, 3-careno,  $\beta$ -pineno,  $\alpha$ -pineno y  $\alpha$ -terpineol fueron los que atrajeron más el picudo y que estas kairomonas se consideraron como buenos candidatos para el trapeo del picudo.

Ceja (2007) y Bravo Mosqueda *et al.* (2007) al evaluar compuestos feromonales asociados con el picudo del agave, a nivel campo observaron buena respuesta. Ruiz *et al.* (2008) tras realizar estudios de trapeo de picudo en campo encontraron que un mayor porcentaje de los insectos capturados en las trampas eran hembras. Ruiz *et al.* (2009) al evaluar los factores que afectan la liberación de feromona en machos de *S. acupunctatus*, encontraron los factores que afectan la liberación son la alimentación y la edad de los picudos adultos.

Bravo Pérez (2009) evaluó varios tipos de trampas para la captura de adultos de *S. acupunctatus*. Además menciona que más del 90% de los picudos capturados fueron hembras.



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudio

Esta investigación se llevó a cabo durante 12 meses, de agosto 2013 a julio 2014, en tres plantaciones de agave mezcalero con *A. angustifolia* y *A. cupreata*. La primera de las plantaciones de agave papalote (*A. cupreata*) está situada en el predio “El Tecuán” en la localidad de Mazatlán, municipio de Chilpancingo, Guerrero, Región Centro, en las coordenadas 17° 27' 26.0" latitud norte y 099° 27' 52.9" longitud oeste, a 1,394 msnm, con una superficie de 3 ha. Las plantaciones 2 y 3 “El Llano” con agave papalote y espadín (*A. cupreata* y *A. angustifolia*) y “La Minilla” con agave espadín (*A. angustifolia*) situadas en la localidad de Quetzalapa, en el municipio de Huitzuc de Los Figueroa Región Norte de Guerrero (Figura 2); la primera en las coordenadas 18° 21' 20.4" latitud norte, 099° 10' 53.9" longitud oeste, a 957 msnm y la segunda en las coordenadas 18° 22' 49.9" longitud norte, 099° 09' 13.3" longitud oeste, a 1,130 msnm; cada una con una superficie de 2 ha.

El experimento “sistema de retención de picudos en trampas” se realizó en una plantación comercial de agave mezcalero con *A. angustifolia* de 4 años de edad, denominada “Rancho Frio” propiedad del Ing. Daniel Figueroa. Esta plantación está ubicado en las coordenadas 18° 23' 12.4" N, 099° 10' 09.5" W, a 1,091 msnm, en la localidad de Quetzalapa, municipio de Huitzuc de los Figueroa, región norte, en el estado de Guerrero.

##### 3.1.1 Clima

**Chilpancingo.** Los climas predominantes son el subhúmedo semicálido, el subhúmedo cálido y el subhúmedo templado. La temperatura varía de 15 a 24 °C. Las lluvias se presentan normalmente de junio a septiembre, con una precipitación media anual de 1,650 mm. Los meses más calurosos son de marzo a mayo, y los meses de diciembre y enero los más fríos (GEG, 2014a).

**Huitzuco de Los Figueroa.** El clima predominante en casi todo el municipio es cálido-subhúmedo y en una pequeña porción al sur se presenta el subhúmedo-semicálido, con temperatura de 25°C en los meses de marzo, abril y mayo, que son los más calurosos, mientras que en diciembre y enero alcanza 22°C. El régimen de lluvias se presenta como en gran parte del estado, en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, con precipitaciones que oscilan de 800 hasta 1,100 mm. Con relación a la dirección del viento este sopla en dirección del este al oeste, registrando variaciones en el transcurso del año (GEG, 2014b).

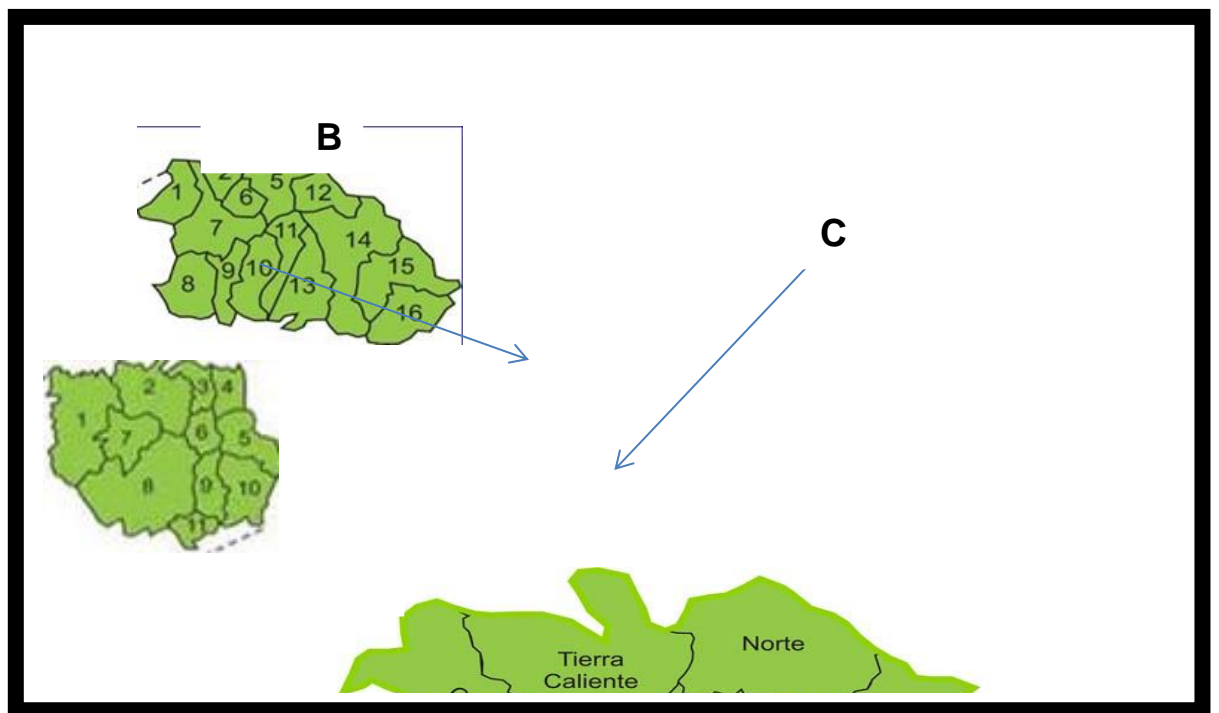


Figura 2. Regiones geográficas del Estado de Guerrero (A); región norte (B) y región centro (C). Ubicaron los sitios experimentales en Municipios de Huitzuco de Los Figueroa (B12) y en Chilpancingo (C8).

### 3.1.2 Hidrografía

**Chilpancingo.** Cuenta con los ríos Papagayo, Huacapa, Ocotito, Zoyatepec, Jaleaca y otros de menor importancia; tiene dos presas: una llamada Cerrito Rico y la Fernando Galicia Islas en la localidad de Rincón de la Vía (GEG, 2014a).

**Huitzuco de Los Figueroa.** De las corrientes hidrográficas, que bañan al municipio, destaca fundamentalmente el río Balsas, que le sirve de límite natural con los municipios de Zitlala y Mártir de Cuilapan, otro río importante es el de Amacuzac que también lo limita con el estado de Puebla. Presenta lagunas intermitentes como La Villegas y El Pilar. También existen arroyos con caudal de temporal como El Potrero, Grande, Cahuata, Huitzuco y Ojo de Agua. Tiene una pequeña presa denominada Atopula y existen varios pozos de extracción de agua en algunas partes (GEG, 2014b).

### 3.1.3 Suelos

**Chilpancingo.** Predominan el chernozem o negro, pradera con descalcificación, y café grisáceo o café rojizo y amarillo bosque; el primero y el último son aptos para la agricultura, mientras que el segundo es propicio para la ganadería (GEG, 2014a).

**Huitzuco de los Figueroa.** Las peculiares características que representa el suelo del municipio son el café grisáceo, café rojizo y amarillo bosque. En análisis practicado por el Laboratorio Integral de Yautepec, Morelos (laboratorio de diagnóstico dependiente de la SAGARPA), señala que los suelos son ricos en materias orgánicas en proporción de 2.1%, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio etc. También predominan los suelos llamados praderas con descalcificación, propios para el desarrollo extensivo de la ganadería (GEG, 2014b).

### **3.2 Variables de respuesta**

Durante todo el estudio (12 meses), con ayuda de los monitoreos con las trampas y la obtención de datos climáticos, se registraron las siguientes variables respuesta:

#### **En trampas.**

- Promedio de picudos capturados por trampa
- Proporción sexual de los picudos adultos (valor medio durante todo el estudio).

#### **Elementos climáticos:**

- Temperatura (°C)
- Humedad relativa (%)
- Precipitación pluvial (mm)

La metodología de evaluación y materiales empleados para la obtención de todas estas variables, se explica en forma detallada en puntos siguientes.

Las variable de respuesta para el experimento sistema de retención de picudos fue el numero promedio de picudos capturados por trampa en cada uno de los tratamientos y también se registró la proporción sexual de los picudos capturados.

### **3.3 Descripción, preparación y distribución de trampas**

**Descripción de trampas.** Para el trampeo se utilizaron trampas tipo cubeta con orificios circulares y conos internos (TOCCI) (Figuroa-Castro, 2014). Las cuales consistieron de una cubeta de plástico color blanco de 4 L de capacidad, a las cuales se realizaron cuatro perforaciones circulares, cada una de 4 cm de diámetro, con una separación equidistante entre ellas; estos orificios se hicieron por arriba de los 2 cm de la base de la trampa. En cada orificio y por la parte interna de la trampa, se colocó un “cono” de plástico, transparente, con la dimensiones siguientes: 3.5 cm de longitud, 4.0 cm de diámetro de entrada de y

3.0 cm de salida. Estos conos se colocaron para permitir una fácil entrada de los picudos y dificultar su salida. En cada trampa se colocó un liberador de feromona de agregación sintética (Tequilur) específica para picudo. Cada liberador contenía 350 mg de la feromona 2 metil-4-octanona (FeroComps, México, D.F.), el cual presenta una mayor atracción de los picudos del agave (Rodríguez, 2012). Dicho liberador se colgó dentro de la trampa; también se agregaron como complemento del sistema de atracción 200 g de tejido fresco de agave mezcalero por trampa, el cual se obtuvo de la base de pencas de agave con apariencia sana y fueron colocados en vasos con capacidad de 500 ml; a este tejido de le añadieron 10 mL de insecticida Malatión a una concentración de 10 mL/ L de agua. Posteriormente, las trampas fueron colocadas sobre la base del agave con la finalidad de presentar una mayor atracción de picudos (Figura 3).



Figura 3. Trampa tipo TOCCI (trampas tipo cubeta con orificios circulares y conos internos) (Figueroa-Castro, 2014) usada en el monitoreo de picudos del agave en las plantaciones de agave mezcalero.

En el caso de las trampas TOCCI la única diferencia fue que los orificios se les realizó a 10 cm de altura (Figura 4). En cada trampa se colocó un liberador de feromona de agregación sintética (Tequilur); dicho liberador se colgó dentro de la trampa; también se agregaron 200 g de tejido fresco de agave “base de pencas”, este agave se colocó en un bote de plástico (500mL de capacidad), transparente con ocho orificios circulares (1 cm de diámetro). El bote con el tejido de agave se colocó dentro de la trampa colgado de la tapa, los tratamientos evaluados fueron 1) Trampa con insecticida (malation en dosis de 10 mL por litro de agua), con aplicación de 50 mL de la mezcla por trampa; 2) Trampa con agua jabonosa, para lo cual se usó detergente liquido Axxion® (Colgate-Palmolive, México, D.F.), en dosis de 10 mL por litro de agua y se agregó 1L de la mezcla por trampa; 3) Trampa con insecticida Spinosad a una dosis de 10 mL por litro de agua), con una aplicación de 50 mL por trampa; 4) Trampa testigo (se colocó solo trozos de agave con la feromona).



Figura 4. Trampa “TOCCI” usada para la captura del picudo del agave en la cual se usó agua jabonosa para retener los picudos (A) y forma de colocar el bote con tejido de agave para evitar su contacto con el agua (B).

### **3.3.1 Descripción y diseño del experimento sistema de retención de picudos**

Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones (trampas) por tratamiento, todas las trampas se enterraron a 10 cm de profundidad, junto a una planta de agave y la distancia entre trampas fue de 100 m. Se realizaron cuatro evaluaciones cada 15 días. La variable de respuesta fue el número promedio de picudos capturados por trampa en cada uno de los tratamientos y también se registró la proporción sexual de los picudos capturados en cada tratamiento.

### **3.4 Revisión y mantenimiento de trampas**

La revisión y mantenimiento de trampas se realizaba cada 15 d, se recogían y contabilizaban los insectos capturados de cada trampa, se hacía cambio de vegetal fresco tratado con insecticida. El liberador con la feromona de agregación sintética Tequilur se reemplazaba por uno nuevo mensualmente, las trampas se cambiaron de posición dentro de cada bloque con el objetivo de evitar sesgo de capturas por la ubicación de las trampas.

### **3.5 Evaluación de capturas**

Los picudos adultos capturados en cada trampa se colocaban por separado en frascos y se trasladaron al Laboratorio General de Entomología del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Texcoco, Edo. de México, para con la ayuda de un microscopio estereoscopio determinar el sexo, con base a las características del último segmento abdominal (Ramírez-Choza, 1993). Con estos datos se calcularon el promedio de picudos capturados por trampa por mes y proporción de hembras y machos por mes (datos separados por predio). Al final del experimento se calculó la proporción sexual de picudos en las tres plantaciones.

### **3.6 Elementos climáticos**

En el caso del clima se consideraron los parámetros de precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa. Para el predio “El Tecuán”, en la localidad de Mazatlán, Municipio de Chilpancingo, Guerrero, se usaron datos registrados por la estación climática de Chilpancingo de la CONAGUA. Para los predios “El Llano” y “La Minilla” en la localidad de Quetzalapa, Municipio de Huitzuc de los Figueroa, Guerrero, se utilizaron datos climáticos proporcionados por la estación climática de Huitzuc de los Figueroa de la CONAGUA.

### 3.7 Análisis de datos

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa *Statiscal Analysis System* (SAS, versión 9.0). Para cada predio se realizó un análisis de correlación de los datos de las variables de respuesta (captura en trampas, precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa). La información se analizó para calcular el número promedio quincenal de picudos por trampa, este análisis se utilizó para describir la distribución estacional del picudo del agave en las regiones productoras de agave mezcalero. A los datos del experimentos se les realizo una análisis de varianza (ANOVA) con el procedimiento *proc glm*. Previo a dicho a análisis se verifico el cumplimiento de los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro- Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Bartlett). Cuando alguno de estos supuestos no se cumplió, los datos se transformaron. Para detectar diferencias entre tratamientos se aplicó la prueba de medias Tukey con  $\alpha= 0.05$ . A los datos de capturas en trampas del picudo por sexo de cada tratamiento se les aplicó la prueba de  $X^2$  para determinar si existían diferencias significativas entre el número de picudos hembras y machos.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Abundancia estacional de picudos en el predio “El Tecuán”

En el predio “El Tecuán” en Mazatlán, Chilpancingo, Guerrero, se capturaron adultos del picudo del agave todos los meses del año de monitoreo, con picos de densidad poblacional en los meses de febrero a marzo del 2014, con valores promedios quincenales de 13 y 16 insectos por trampa (Figura 5). Adicionalmente se encontró que las trampas con feromona, en esta plantación capturaron significativamente más hembras que machos ( $X^2 = 268.06$ ,  $P < 0.0001$ ), ya que los picudos capturados fueron en promedio 75.4% de hembras (Figura 6).

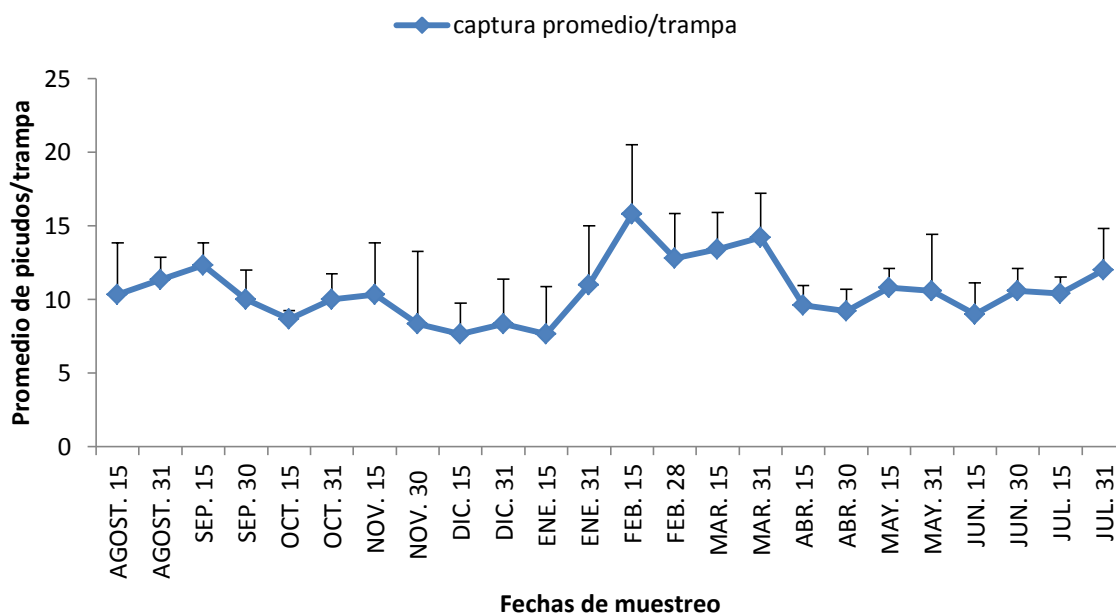


Figura 5. Promedio de adultos del picudo del agave/ trampa (+EE) en el predio “El Tecuán” localidad de Mazatlán, Chilpancingo, Guerrero. 2013-2014.

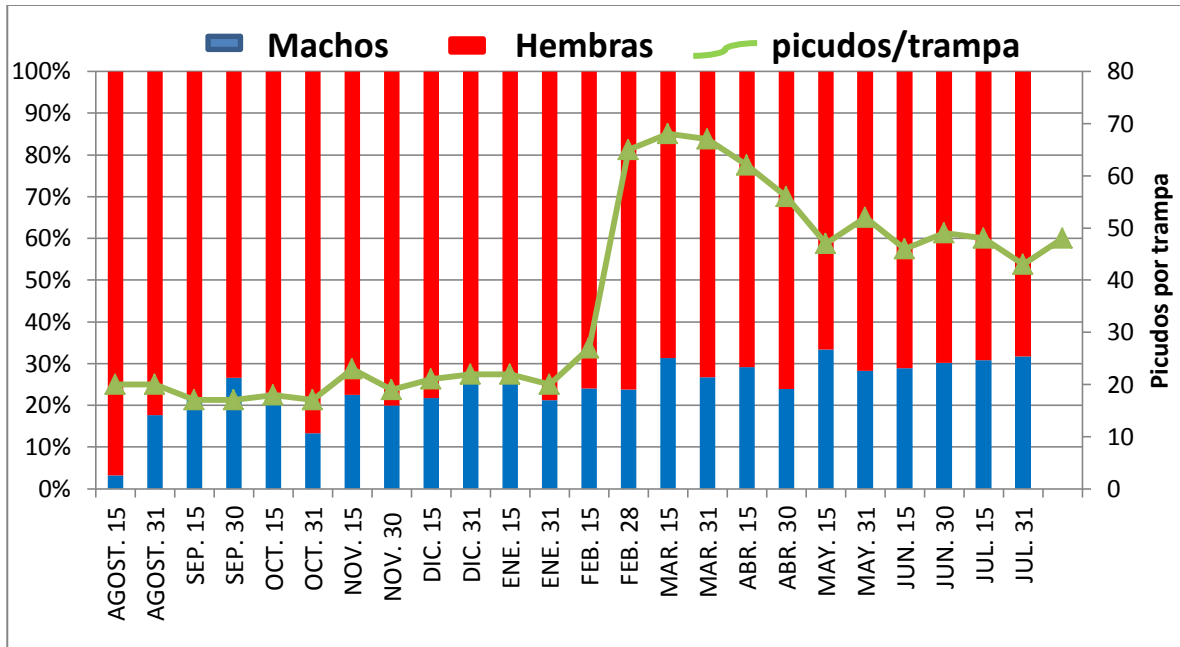


Figura 6. Porcentaje de hembras y machos y promedio de adultos del picudo del agave/ trampa del predio “El Tecuán” en la localidad de Mazatlán, Chilpancingo, Guerrero. 2013-2014.

#### 4.2 Abundancia estacional del picudo en el predio “La Minilla”

En el predio “La Minilla” en la localidad de Quetzalapa, Huitzuc de Los Figueroa, Guerrero, en el mes de agosto del 2013 se presentó un pico poblacional del picudo del agave, con valor promedio quincenal de 15 picudos por trampa. Posteriormente, de enero a marzo de 2014, se presentó otro pico más alto del trampeo, con un promedio quincenal de 13 a 15 picudos del agave por trampa (Figura 7). Se encontró que las trampas con la feromona de agregación en esta plantación capturaron significativamente más hembras que machos ( $X^2 = 55.15$ ,  $P < 0.0001$ ), ya que se capturaron en promedio 61.4% hembras (Figura 8).

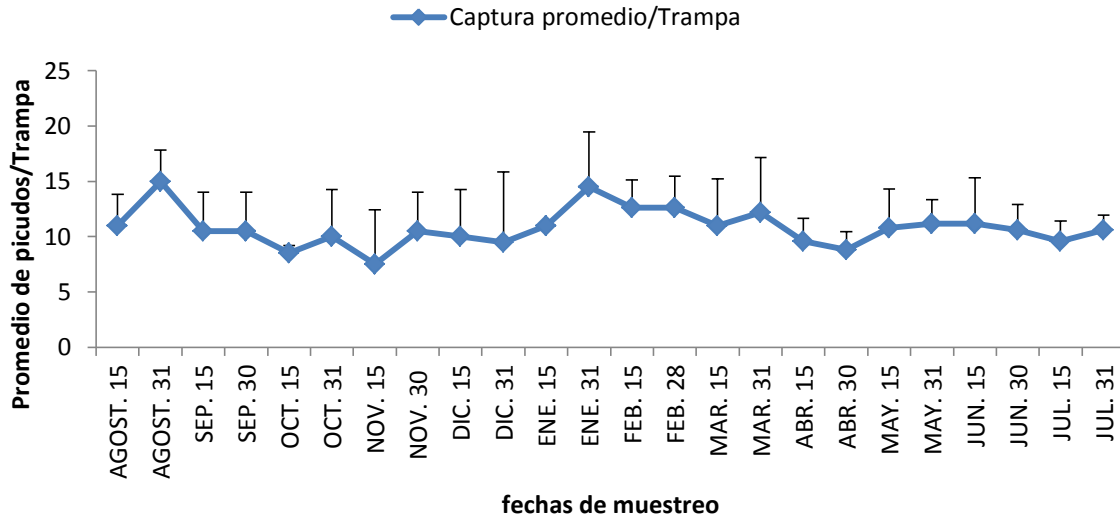


Figura 7. Promedio de adultos del picudo del agave/ trampa (+EE) en el predio “La Minilla”, localidad de Quetzalapa, Huitzuco de Los Figueroa, Guerrero. 2013-2014.

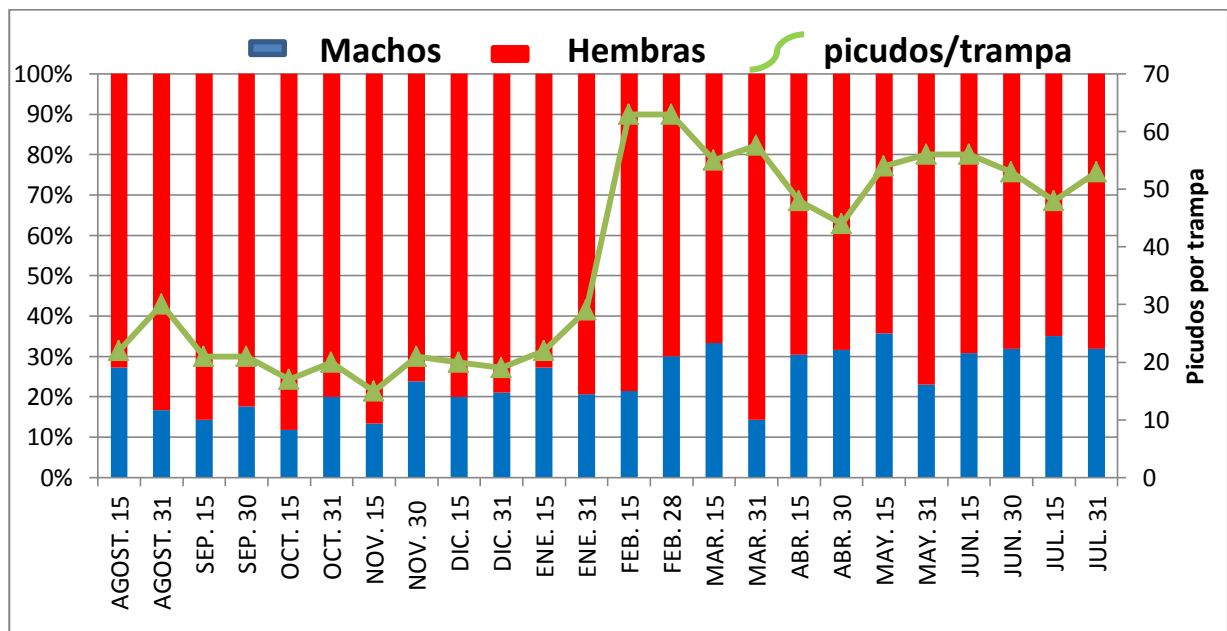


Figura 8. Porcentaje de hembras y machos y promedio de adultos del picudo del agave/ trampa del predio “La Minilla” localidad de Quetzalapa, Huitzuco de Los Figueroa. Guerrero. 2013-2014.

### 4.3 Abundancia estacional del picudo en el predio “El Llano”

En el predio “El Llano” localidad de Quetzalapa, Huitzuc de Los Figueroa, Guerrero, el número de picudos capturados por trampa fue muy similar al de “La Minilla” en el primero de los cuales, en agosto del 2013 se presentó un pico poblacional con una captura de 15 picudos por trampa; posteriormente, de enero a marzo del 2014 se presentó otro pico de capturas de 13 a 15 picudos por trampa (Figura 9).

Adicionalmente, se encontró que las trampas con feromona en esta plantación capturaron significativamente más hembras que machos ( $\chi^2 = 55.15$ ,  $P < 0.0001$ ), con un promedio el 61.44 % de hembras (Figura 10).

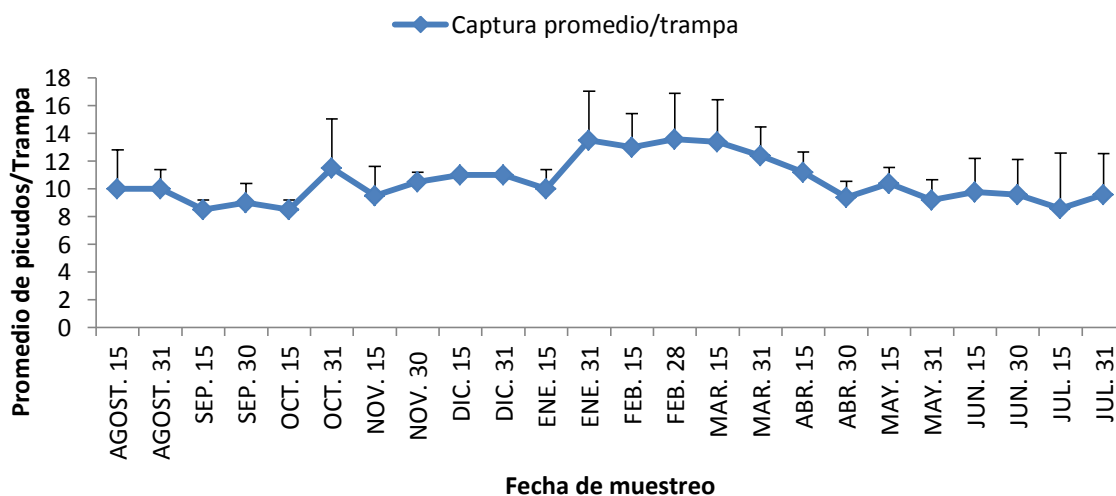


Figura 9. Promedio de adultos del picudo del agave/ trampa (+EE) en el predio “El Llano” localidad de Quetzalapa, Huitzuc de Los Figueroa. Guerrero. 2013-2014.

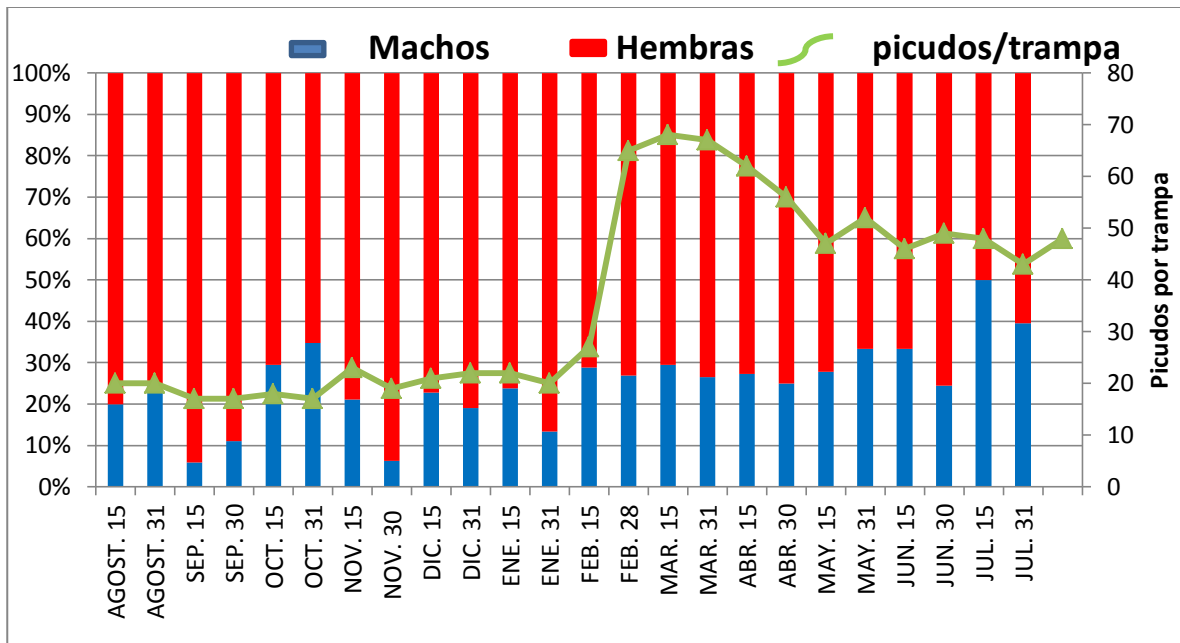


Figura 10. Porcentaje de hembras y machos y promedio de adultos del picudo del agave/ trampa del predio “El Llano” localid de Quetzalapa, Huitzuc de los Figueroa. Guerrero. 2013-2014.

En el cultivo de agave mezcalero en el estado de Guerrero son pocos los trabajos sobre la fluctuación poblacional del picudo, además no se ha cuantificado la incidencia y el daño que esta plaga ocasiona al cultivo. En las tres plantaciones evaluadas se detectó la presencia de adultos de *S. acupunctatus* durante todo el periodo de estudio (de agosto de 2013 a julio de 2014), con picos de mayor densidad poblacional en los meses de enero a marzo. Lo anterior coincide con Solís *et al.* (2001) quienes detectaron en plantaciones comerciales de agave tequilero de los municipios de Tequila y Zapotlanejo, Jalisco, picos poblacionales del picudo del agave, infestando plantas, entre marzo y abril, período del año que generalmente presenta condiciones secas y de altas temperaturas. Por otro lado, Figueroa-Castro *et al.* (2013) detectaron con trampas con feromona de agregación sintética en plantaciones de agave tequilero de Aqualulco y Amatitán, Jalisco, picos de densidad poblacional de adultos del picudo del agave entre abril y mayo, también con condiciones secas y de altas temperaturas. En estos estudios y en el presente, es notoria la presencia de adultos del picudo del agave durante todo el

año en las plantaciones, lo anterior debido probablemente a la disponibilidad de plantas de agave en diferentes estados de desarrollo a lo largo del año, por lo que el sistema de trapeo con feromona de agregación sintética puede ser útil para conocer la abundancia estacional de la plaga y proponer las mejores épocas para iniciar acciones de manejo (Rojas *et al.* 2006). De acuerdo con esto, se sugiere que a finales del año se inicien acciones de manejo fitosanitario del cultivo contra el picudo, para evitar el incremento de la población de esta plaga en los primeros meses del año siguiente.

En las tres plantaciones de agave mezcalero de Guerrero, en las trampas con feromona de agregación sintética hubo una mayor proporción de capturas de hembras (promedio de 74%) que de machos. Estos resultados también coinciden con García-Coapio (2009), Rodríguez-Rebollar *et al.* (2012) en sus experimentos con trampas con feromona de agregación sintética en plantaciones de agave tequilero de Jalisco, donde capturaron más hembras que machos. Figueroa-Castro *et al.* (2013) detectaron una situación similar en las trampas con feromona de agregación sintética al capturar más hembras que machos, en las plantaciones de agave tequilero de Ahualulco y Amatitlán, aunque en ese trabajo, el porcentaje de hembras fue más alto que el presente estudio, con cerca de un 90%. De acuerdo con Figueroa-Castro *et al.* (2013), lo anterior no significa que en las plantaciones de agave tequilero la relación sexual sea más hembras que machos, más bien esta proporción sexual es de cerca de 1:1 hembras a machos durante cualquier época del año. En *Rhabdocerus obscurus* (Boisduval) se capturaron más hembras que machos en trampas cebadas con caña de azúcar, no obstante que la relación sexual en campo era más balanceada (Sallam *et al.* 2007).

Una posible explicación a que en las trampas se capturen más hembras que machos se puede deber a la capacidad de la feromona de agregación sintética (naturalmente producida por los machos) para atraer a ambos sexos, principalmente hembras y eventualmente machos con quienes podrán copular (Landolt 1997) y de esta forma las hembras podrán colonizar y aprovechar el sustrato, como se ha observado en otros picudos como *Rhyzopertha dominica* (Edde *et al.* 2005).

Por otro lado, en los meses de enero a mayo, las plantas de agave presentan fuerte estrés hídrico, lo que las puede hacer más susceptibles al ataque de plagas como el picudo del agave (González-Hernández, comunicación personal).

#### **4.4 Relación de capturas en trampas con elementos climáticos**

Al efectuar un análisis de correlación de los datos de las variables picudo adultos capturados en trampas con temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial, se encontraron las siguientes asociaciones.

En el predio “El Tecuán”, en la localidad de Mazatlán, Chilpancingo, Guerrero, en el análisis de correlación no se detectó asociación entre las capturas del picudo del agave y las variables analizadas de temperatura (Probabilidad=0.07, coeficiente de correlación=0.27), humedad relativa (probabilidad=-0.05, coeficiente de correlación=0.22) y precipitación pluvial (probabilidad= 0.01, coeficiente de correlación=0.13)

En el predio “La Minilla” en la localidad de Quetzalapa, Huitzuc de los Figueroa, Guerrero, en el análisis de correlación no se detectó asociación entre los datos de las variables picudos capturados en trampas contra temperatura (probabilidad=0.02, coeficiente de correlación=0) humedad relativa (Probabilidad=0.3, coeficiente de correlación=-0.5) y precipitación pluvial (probabilidad=0.06, coeficiente de correlación=0.26).

En el predio el “E Llano” en la localidad de Quetzalapa, Huitzuc de los Figueroa, Guerrero, en el análisis de correlación no se detectó asociación entre las variables temperatura (Probabilidad=0, coeficiente de correlación=-0.07), humedad relativa (Probabilidad=0, coeficiente de correlación=0.08) y precipitación (Probabilidad=0, coeficiente de correlación=0.09).

No obstante que para los tres predios “La Minilla”, “El Llano” y “El Tecuán” no hubo asociación entre las variables de número de picudos/ trampa y factores

ambientales, las mayores capturas de picudo se detectaron en los meses con temperaturas promedio de entre 25 y 30 °C; mientras que las menores capturas de picudos en trampas se detectaron en los meses con temperatura promedio de 20 a 25 °C y con mayor precipitación.

Las condiciones prevalecientes durante el estudio, en general fueron favorables para el desarrollo de las poblaciones de *S. acupunctatus*. Sin embargo, en la presente investigación no se detectó ninguna correlación entre la cantidad de picudos capturados y los factores climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial), aunque si se observó una mayor densidad de picudos en los meses más secos y con altas temperaturas, situación que también se ha detectado en otros estudios que señalan que, no obstante que no se ha detectado asociación entre los adultos en plantas (Solís *et al.* 2001; Figueroa-Castro *et al.* 2013) o capturados en trampas (Figueroa-Castro *et al.* 2013) y los factores de temperatura y precipitación, el picudo es más abundante y activo en los meses con temperaturas altas y de menor precipitación. El desarrollo de insectos no ocurre por debajo de una temperatura umbral mínima de desarrollo, por ejemplo, 10.6 °C en huevos de *Lobesia botrana* y por arriba de ésta, la tasa de desarrollo se incrementa con la temperatura, hasta un óptimo de temperatura, generalmente y para varias especies de insectos, por debajo de los 34 °C (Briere *et al.* 1999).

Por otro lado, en los meses de enero a mayo, las plantas de agave presentan fuerte estrés hídrico, lo que las puede hacer más susceptibles al ataque de plagas como el picudo del agave (González-Hernández, comunicación personal).

#### **4.5 Sistema de retención de picudos en trampas**

Se encontró que el tipo de sistema de retención sí afectó significativamente las capturas del picudo del agave en trampas cebadas feromona de agregación y tejido de agave (Figura 11). Las trampas donde se usó agua jabonosa, como sistema de retención, capturó significativamente un mayor número de picudos, que las trampas donde se utilizó insecticida malatión y spinosad en el tejido de agave ( $F = 5.04$ ;  $df = 3,8$ ;  $P = 0.0300$ ). Estos resultados son diferentes con los obtenidos por Figueroa-Castro (2014) quien evaluó en un sistema de trampeo para *S.*



*acupunctatus*, trampas con agentes aniquilantes como el insecticida malation y en otro tratamiento agua jabonosa. En el anterior experimento se observó que la trampa con insecticida malation, capturó numéricamente un mayor número de picudos que las trampas donde se usó agua jabonosa para retener los picudos, aunque las diferencias entre ambos tratamientos no fueron significativas, la única posible diferencia que se observó en las trampas con agua jabonosa de Figueroa-Castro (2014), es que en todos los tratamientos las trampas del presente experimento fueron enterradas, para evitar sesgos experimentales entre los tratamientos.

Así mismo, existen reportes de otras especies de insectos plaga, en las cuales se ha usado agua con jabón o detergente (agua jabonosa), como agente para retener los insectos capturados, lo que ha dado muy buenos resultados. Así en *Rhyzopertha dominica* F., Edde et al. (2005) al evaluar el sistema de retención en trampas con insecticida (diclorvos) y agua jabonosa al 2%, donde ambos tratamientos fueron igual de eficientes para retener a los individuos capturados.

Smit et al. (1997), trabajaron con los picudos del camote *Cylas puncticollis* Bohe y *Cylas brunneus*, evaluaron diferentes agentes como detergente en polvo, detergente líquido, sal e insecticida *vapona* para retener los picudos dentro de las trampas con feromona y encontraron que la solución de agua con detergente en polvo (1 g/L de agua) fue mejor para capturar los picudos que en los tratamientos donde se usó insecticida *vapona* o sal.

Al igual que en todas las plantaciones de agave mezcalero en Guerreo del estudio de abundancia estacional de este documento de tesis, como en la plantación “Rancho Frio” en la localidad de Quetzalapa, municipio de Huitzuc de los Figueroa, región norte, en el estado de Guerrero, del presente estudio, las trampas con feromona de los cuatro tratamientos capturaron significativamente más hembras que machos ( $X^2 = 38.82$ ,  $P < .0001$ ), ya que el 69% de los picudos capturados fueron hembras.

Estos últimos resultados también coinciden con Ruiz- Montiel et al. (2008), García-Coapio (2009), Rodríguez-Rebollar et al. (2012) y Figueroa-Castro et al. (2013) y Figueroa-Castro (2014), quienes trabajaron con este mismo picudo en

plantaciones de agave tequilero de Jalisco, donde también capturaron un mayor cantidad de hembras que machos.

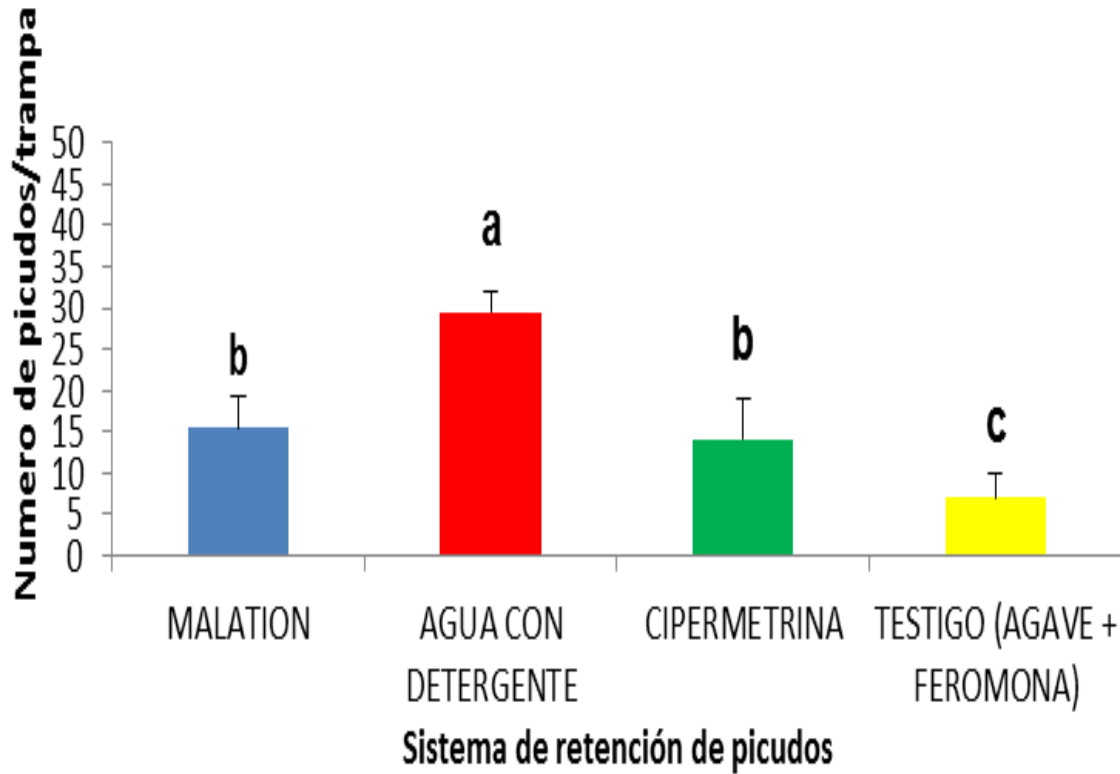


Figura 11. Numero promedio de picudos capturados por trampa ( $\pm$ EE), con diferentes sistemas de retención para los picudos capturados. Barras con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey,  $\alpha= 0.05$ ).

## V. CONCLUSIONES

Pocos trabajos se han realizado sobre la abundancia estacional del picudo en el cultivo de agave mezcalero en el Estado de Guerrero y su relación con factores ambientales.

En las tres plantaciones evaluadas se detectó la presencia de adultos de *S. acupunctatus*, durante todo el año, con picos de mayor densidad poblacional en los meses de enero a marzo, período que se caracteriza por presentar condiciones de clima seco y temperaturas altas, por lo que para las plantaciones de agave mezcalero de estas dos regiones de Guerrero, se sugiere realizar acciones de manejo a finales del año para evitar el incremento de la población del picudo en los primeros meses del año siguiente.

El sistema de retención para los picudos sí afectó el número de picudos capturados en trampas cebadas con feromona de agregación y tejido de agave, ya que las trampas con solución jabonosa como sistema de retención, capturó significativamente más picudos que las trampas con insecticida.

Para el monitoreo de este picudo del agave se recomienda usar las trampas tipo TOCCI con agave jabonosa como sistema de retención, como una alternativa al uso del insecticidas que se aplica al tejido de agave usado como cebo de este tipo de trampas.

## VI. LITERATURA CITADA

- Albert, L. 1998. Contaminación de los alimentos por productos químicos. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Naturales Bióticos, México. 32p.
- Altuzar A., E. A. Malo, H. González H., J. C. Rojas. 2007. Electrophysiological and behavioral responses of *Scyphophorus acupunctatus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) to *Agave tequilana* volátiles. J. Appl. Entomol. 131:121-127.
- Álvarez, M. J. C. 2000. Patogenicidad comparada de los hongos *Verticillium* spp. y *Beauveria* spp., en el picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleóptera: Curculionidae). Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 86 p.
- Barraza, M. 2007. Evaluación del daño por el picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) en agave tequilero (*Agave tequilana* Weber var. Azul) en el valle de Tequila, Jalisco, México. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 49 p.
- Barrera J. F., P. Montoya y J. Rojas. 2006. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. pp: 1-16. En: Simposio sobre trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. J. F. Barrera y P. Montoya (eds.). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México.
- Barrios Ayala, A., R. Ariza F., J. M. Molina M., H. Espinosa P., y E. Bravo M. 2006. Manejo de la fertilización de magueyes mezcaleros cultivados (*Agave spp.*) de Guerrero. Iguala, Gro., México. INIFAP. Campo Experimental Iguala. Folleto Técnico Núm. 13: 48 p.

- Blanco –Metzler H. 1996. Los semioquímicos y su papel en el manejo integrado de plagas. pp: 93-95. En: Memorias del X Congreso Nacional Agronómico. CIPROC-EEFBM, Universidad de Costa Rica.
- Boot R. G, M. L. Cox and R. B. Madge. 1990. Coleoptera. International Institute of Entomology (an Institute of CAB International). Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Bravo M. E., J. Rojas L., H. Espinosa P. y P. López L. 2007. Evaluación de atrayentes para captura de *Scyphophorus interstitialis* Gylh. pp: 10-14. En: Revista Agroproduce. Fundación produce Oaxaca A. C.
- Bravo P. D. 2009. Evaluación de tipos de trampas con feromonas de agregación sintética Tequilur® en el picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en Amatitán Jalisco. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Méx. 59 p.
- Briere, J-F., P. Pracros, A-Y. Le Roux & J-S. Pierre. 1999. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. Environmental Entomology, 28(1): 22-29.
- Castillo M. L. E. 2005. Elementos de muestreo de poblaciones. 2ª edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 267 p.
- Carde, R.T., Doane, C.C.; Granett, J.; Roelofs, W.L. 1975. Disruption of pheromone communication in the gypsy moth: Some behavioral effects of disparlure and an attractant modifier. Environmental Entomology 4:793-6.
- Ceja R. E. I. 2007. E valuación de los compuestos feromonales del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en Ameca, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 53 pp.

- CESAVEG. 2008. Campaña de Manejo fitosanitario del agave Tequilero. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG). Página de internet: [http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos\\_08/folleto\\_agave\\_08.pdf](http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_08/folleto_agave_08.pdf). Fecha de consulta: 12/Enero/2015.
- Chiri, A. 1989. Utilización del control etológico. pp: 267-282. In: K. Andrews, J. R. Quesada (Eds.). Manejo Integrado de Plagas en la agricultura: Estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras
- COMERCAM (Consejo Mexicano Regulador de la Calidad de Mezcal, A.C.) 2013. Denominación de origen. Página de internet: [WWW.crm.org.mx](http://WWW.crm.org.mx). Fecha de consulta: 12 de enero 2015.
- CONABIO, 2015. Mapas Mezcales y Diversidad. © CONABIO, México. Página de internet: <http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/mezcales/mMapa.html>. Fecha de consulta 12 Enero 2015.
- Edde, P. A., T. W. Phillips & M. D. Toews. 2005. Responses of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Curculionidae) to its aggregation pheromone as influenced by traps design, trap height, and habitat. *Environmental Entomology*, 34 (6): 1549-1557.
- Espinoza P. H., E. Bravo M., P. López L. y C. Arredondo V. 2005. El agave mezcalero de Oaxaca: Avances de investigación. INIFAP. Libro Técnico No. 3. México. 180 p.
- Figuroa-Castro, P., J. F. Solís-Aguilar, H. González- Hernández, R. Rubio-Cortés, E. G. Herrera- Navarro, L. E. Castillo- Márquez, and J. C. Rojas. 2013. Population dynamics of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) on blue agave. *Florida Entomol.* 96: 1454- 1462.
- Figuroa-Castro, P. 2014. Factores asociados a la trampa y al atrayente, que influyen en la eficiencia del sistema de trampeo para el monitoreo del picudo

del agave Tesis Doctoral. Instituto de Fitosanidad, Programa de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados. Montecillo. Texcoco, México. 106 p.

Fucikovsky Z., L. 1999. Tristeza and death of *Agave tequilana* Weber var. Blue. pp: 359-361. *In: Proc. 10th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.

García-Coapio, G. 2009. Sistema de trampeo con feromona de agregación y volátiles vegetales para el picudo del agave, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de postgraduados. Montecillo, México. 75 pp.

García H. E. J., Méndez G. S. J., Talavera. M. D. 2010. El género *Agave* spp. en México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "producción y Aprovechamiento del Nopal. RESPYN Revista Salud Publica y Nutrición, Edición Especial No. 5-2010.

Gentry, Howard Scott. 1982. Agaves of continental North America. The University of Arizona Press, Tucson, Az. U.S.A. 670 p.

Gobierno del Estado de Guerrero (GEG). 2014a. Enciclopedia Guerrerense. Guerrero cultural Siglo XXI, A.C. Página de internet. <http://guerrero.gob.mx/municipios/centro/chilpancingo-de-los-bravo/>. Fecha de revisión 12 agosto 2014.

Gobierno del Estado de Guerrero (GEG). 2014b. Enciclopedia Guerrerense. Guerrero cultural Siglo XXI, A.C. Página de internet. <http://guerrero.gob.mx/municipios/norte/huitzuc-de-los-figueroa/>. Fecha de revisión 12 agosto 2014.

- González H., H., Solís A., J. F., Pacheco S., C., Flores M., F. J., Rubio C. R. y Rojas de León, J. C. 2007. Insectos Barrenadores del Agave Tequilero. *In: Manejo de Plagas del Agave Tequilero*, González H., H., del Real L., J. I. y Solís A., J. F. (eds.) 39-78 pp. Colegio de Postgraduados y Tequila Sauza S. A. de C. V.
- Granados S., D. 1993. Los Agaves en México. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Halfpter, G. 1957. Plagas que afectan a las distintas especies de agave cultivadas en México. Dirección General de Defensa Agrícola. SAG. México.
- Hueso, G. E. J., J. Fallad C., M. P. Rosales A., J. Molina O. y M. López L. 2006. Evaluación de nematodos entomopatógenos para el control de larvas de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleóptera: Curculionidae). pp: 464-468. *In: Memorias del XXIX Congreso Nacional de Control Biológico*. Manzanillo, Colima.
- Jutsum, A. R., and R. F. S. Gordon. 1989. Introduction. Pheromones: Importance to Insects and Role in Pest Management. pp: 1- 13. *In: Pheromones in Plant Protection*. A. R. Jutsum and R. F. S. Gordon. (eds.). Ed. John Wiley & Sons. Great Britain.
- Landolt, P. J. 1997. Sex attractant and aggregation pheromone of male phytophagous inscts. *American Entomologist*, 43: 12-22.
- Mara, Y., Palacios-Cardiel, C. y Jiménez, Ma. L. 2011. El cardón *Pachycereus pringley*, nuevo hospedero para *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) en Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1041-1045.
- Pacheco S., C. 2002. Efectividad biológica de los entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sor., sobre el



- picudo del agave tequilero *Scyphophorus acupunctatus* Gyll. en Atotonilco, Jalisco. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 53 p.
- Pérez D., J. F. y Rubio C., R. 2007. Tecnología de Manejo y Control de Plagas del Agave. pp: 135-168. *In*: Conocimiento y Prácticas Agronómicas para la Producción de *Agave tequilana* Weber en la Zona de Denominación de Origen del Tequila. Rulfo V., F. O., Pérez D., J. F., Real L., J. I., Byerly M., K. F., eds. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro.
- Rangel R., D. N. 2007. Compuestos volátiles del *Agave tequilana* Weber var. Azul, que son atractivos para el picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de Maestría. Instituto de Fitosanidad, Programa de Entomología y Acarología, Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 97pp.
- Ramírez-Choza, J. L. 1993. Max del henequén *Scyphophorus interstitialis* bioecología y control. Serie Libro Técnico. Centro de Investigación Regional del Sureste. INIFAP-SARH. Mérida, Yucatán, México. 127 p.
- Rodríguez, G. B. 1999. La investigación en agave tequilero en el CIATEJ. pp: 2-3. *In*: Bernache, P. F y A. Ávalos, C. (eds.). El Agave. Gaceta Informativa. Año 1, No 2. Unión Agrícola Regional de Mezcal Tequilero del estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México.
- Rodríguez- Rebollar, H., J. C. Rojas, H. González- Hernandez, L.D. Ortega- Arenas, A. Equihua- Martínez, J. I. del Real- Laborde & J. López-Collado. 2012. Evaluación de un cebo feromonal para la captura del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* (Coleóptera: Curculionidae). Acta Zoológica Mexicana (n. s.), 28(1): 73- 85.

- Rojas J. C., E. A. Malo y J. E. Macías S. 2008. Uso de semioquímicos en el manejo de insectos plaga. pp: 167-181. En: Manejos Integrado de Plagas. J. Toledo y F. Infante. (eds.). 1<sup>a</sup> edición. Editorial Trillas. México.
- Romero, R. F. 2004. Manejo integrado de plagas, las bases, los conceptos y su mercantilización. Universidad Autónoma Chapingo. 104 p.
- Ruiz M. C., H. González H., J. Leyva, C. Llanderal C., L. Cruz L. and J. C. Rojas. 2003. Evidence for a male-produced aggregation pheromone in *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera Curculionidae). J. Econ. Entomol. 96: 1126-1131.
- Ruiz M., C., G. García C., J. C. Rojas L., A. Malo E., L. López C., I. Del Real L. y H. González H. 2008. Aggregation pheromone of the agave weevil, *Scyphophorus acupunctatus*. Entomol. Exp. Appl. 127: 207-217.
- Ruiz M., C., J. C. Rojas, L. Cruz L., and H. González H. 2009. Factors affecting pheromone release by *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae). Environ. Entomol. 38: 1423-1428.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2013. SIAP Cierre de la producción agrícola por estado. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>. Fecha de consulta: 13-05-2014.
- Sallam, M. N., D. R. Peck, C. A., McAvoy, & D. A. Donald. 2007. Pheromone trapping of the sugarcane weevil borer, *Rhabdoscelus obscurus* (Boisduval) (Coleoptera: Curculionidae): an evaluation of trap design and placement in the field. *Australian Journal of Entomology*, 46: 217-223.
- Smit, N. E. J. M., M. C. A. Downham, B. Odongo, D. R. Hall, and P. O. Laboke. 1997. Development of pheromone traps for control and monitoring of sweet potato weevils, *Cylas puncticollis* and *C. brunneus*, in Uganda. Entomol. Exp. Appl. 85: 95-104.

- Solís-Aguilar, J.F., H. González-Hernández, J.L. Leyva-Vázquez, A. Equihua-Martínez, F.J. Flores-Mendoza & A. Martínez-Garza. 2001. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco, México. *Agrociencia*, 35: 663-670.
- Valdez R., S., J. L. Ramírez., J Reyes L. Y A. Blanco L. 2004. Respuesta del insecto max *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) hacia algunos compuestos atrayentes del henequén. *Acta OOL. Me.* 20: 157- 166.
- Valdez E., M.A., L. Aldana L., R. Figueroa B., M. Gutiérrez O., M. C. Hernández R., and T. Chavelas M. 2005. Trapping of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) whit two natural baits in a field of *Polianthes tuberosa* (Liliales: Agavaceae) in the states of Morelos, México. *Florida Entomol.* 88: 338- 340.
- Valenzuela, J. F., Velasco, O. H., Márquez, M. A. 2003. Desarrollo Sustentable del Agave Mezcalero en Durango. Primera edición. SEP-SEIT-DGETA-CBTA171- ITA N°1- SAGDR-Gobierno de Estado de Dgo.
- Vicente R., I. 2006. Problemática Fitosanitaria del Cultivo del *Agave tequilana* Weber var. Azul y la Participación de la Cadena Productiva Agave-Tequila. pp: 65-88. *In*: Bernal, J. S., Orozco H., A., Del Real L., J. I. y González H., H. (eds.). Estado Actual del Manejo de Plagas y enfermedades del Agave Tequilero. Memorias Simposio: Prioridades Fitosanitarias Actuales en el Cultivo de *Agave tequilana* Weber var. azul. Colegio de Postgraduados y Tequila Sauza, S.A. de C.V.