

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Abejas Nativas como una Alternativa de Polinización del Manzano Variedad
(*Golden delicious*)

Por:

SANDRA BAUTISTA VILLALBA

TESIS

Presentada como requisitos parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Abejas Nativas Como una Alternativa de Polinización del Manzano Variedad
(*Golden delicious*)

Por
SANDRA BAUTISTA VILLALBA

TESIS
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

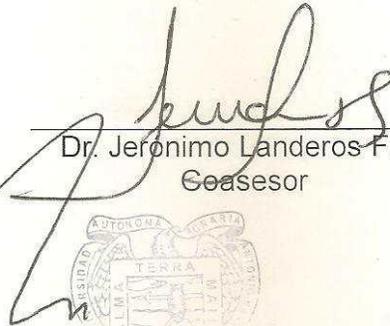
Aprobada:



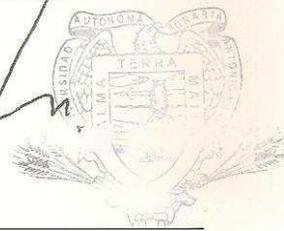
Dr. Ernesto Cerna Chávez
Asesor Principal



Dr. Yisa María Ochoa Fuentes
Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre del 2013

AGRADECIMIENTOS

Señor

Te doy gracias por darme uno de tus mejores regalos, la vida. Por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida, que con tu inmensa luz siempre has sabido guiarme.

A mis padres: Gustavo y cristina

Por sacrificios y esfuerzos me han dado lo mejor para llegar hasta donde ahora estoy. Gracias, por que han hecho de mí una persona de bien. Que con su paciencia y fortaleza han sabido guiarme, por darme siempre las mejores enseñanzas.

A mi “Alma mater” UAAAN, por haberme cobijado estos años, y por darme lo mejor para concluir satisfactoriamente mis estudios.

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez, por haberme dedicado parte de su tiempo en asesorarme en la realización de esta tesis. Por sus tantas enseñanzas en clase y fuera de ellas y la confianza brindada.

A la Dr. Yisa María Ochoa Fuentes, por el apoyo en la revisión de este trabajo y por los conocimientos transmitidos en clase.

Al Ing. Edgar Daniel Lara Sánchez, por el apoyo en la realización de la tesis y la colaboración en la revisión del documento.

A mis amigos: Alfredo Colomo, Dilmar Santiago, Chuy Álvarez, Jorge Corrales, Jorge Valencia, Francisco Pérez, Francisco Marín, Ángel Mayo, Maribel Mora, Diana González, Oscar Castro, y al MC. Oscar Sánchez; por su amistad incondicional en estos años, sus consejos y todos los momentos vividos. Por permitirme ser parte de su vida y ustedes de la mía.

A mis compañeros de parasitología, con quienes conviví y compartí momentos muy agradables.

Al Ing. Narciso Jesús Vargas Genis y al Ing. Juan Carlos Sánchez Vergara; por su apoyo incondicional, la amistad, la confianza y transmitirme unos de sus tantos conocimientos en campo.

A la M.C. Rebeca González Villegas, por apoyarme y aclararme dudas compartiéndome parte de sus conocimientos. Y la confianza dada hacia mi persona.

DEDICATORIAS

Con mucho amor a mis padres, a quienes admiro y respeto por ser mi más grande fuente de inspiración para obtener este logro, que también es de ustedes. Que siempre encuentran las palabras perfectas para motivarme y darme los mejores consejos.

Con mucho cariño para mis hermanos: María del Carmen, Sarahi y Fabián con quienes he vivido etapas de mi vida a su lado, que a pesar de todo siempre han estado hay para llenarme de alegría. Por todo su cariño brindado y el apoyo que siempre me han dado.

Con cariño a mi tía Cecilia quien siempre me da consejos y por su cariño que siempre me ha brindado.

Con Cariño a mi tía Verónica por todo el cariño que me ha dado, por su apoyo incondicional y sus tantos consejos que siempre me han confortado.

A mi tío Ismael, a quien admiro y respeto, por su apoyo incondicional.

Mi primo Eric que ha estado en las etapas más importantes de mi vida y por el cariño que me ha dado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
HIPÓTESIS.....	2
Características Agronómicas del Manzano.....	3
Clima	3
Térmicos.....	3
Vientos	4
Suelo	4
Desarrollo de yemas florales	5
Inducción floral	5
Diferenciación floral	6
Antesis.....	7
Floración del Manzano	7
Polinización del Manzano	8
Polinización entomófila.....	10
Polinización Apícola	11
Actividad pecoreadora.....	12
Abejas sin aguijón.....	14

<i>Scaptotrigona mexicana</i>	15
Ubicación taxonómica	16
Morfología	16
Biología y Hábitos.....	17
Pecoreo	18
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
Ubicación del estudio	19
Caracterización climatológica de las zonas de estudio	19
Material vegetal utilizado	20
Determinación de la actividad de insectos polinizadores	21
Determinación de insectos que visitan las flores del manzano	21
Análisis estadístico	21
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	22
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29
APÉNDICE.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza de los tratamientos evaluados en <i>Apis mellífera</i> y <i>Scaptotrigona mexicana</i> , en manzanos de la variedad Golden Delicious.	23
Cuadro 2. Comparación de medias por el método de Tukey del número de salidas de <i>Apis mellífera</i> y <i>Scaptotrigona mexicana</i> , en manzanos de la variedad Golden Delicious.	23
Cuadro A1. Concentración de datos de las salidas de los diferentes tratamientos en insectos polinizadores en el manzano, variedad <i>Golden delicious</i> en relación a su temperatura.	36
Cuadro A2. Información del nivel de clases	39
Cuadro A3. ANVA con los datos de las salidas de <i>A. mellifera</i> y <i>S. mexicana</i> en la polinización del manzano variedad <i>Golden delicious</i>	39
Cuadro A4. Sumatoria de las visitas de <i>A. mellifera</i> y <i>S. mexicana</i> según los puntos cardinales Norte y Sur.	40
Cuadro A5. Actividad de los tratamientos durante la mañana y tarde en el manzano variedad <i>Golden Delicious</i>	40
Cuadro A6. Actividad de las especies <i>A. mellifera</i> y <i>S. mexicana</i> en los cuatro días durante mañana y tarde.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Numero de de las salidas *Apis melífera* y *Scaptotrigona mexicana*, en manzanos de la variedad Golden Delicious.....25
- Figura 2. Comparación del número de visitas por metro cuadrado de *Apis melífera* y *Scaptotrigona mexicana*, en manzanos de la variedad Golden Delicious.25
- Figura 3. Visita de *Apis melífera* y *Scaptotrigona mexicana*, en manzanos de la variedad Golden Delicious, con relacion a los puntos cardinales norte y sur.26
- Figura 4. Salidas de insectos polinizadores durante la mañana y tarde durante cuatro fechas de muestreo en arboles de manzano variedad Golden Delicious.....27

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en la huerta de manzano de la variedad *Golden delicious* del “Rancho Guadalupe” localizada en el Municipio Arteaga, Coahuila a una altitud de 2100 m.s.n.m. aproximadamente. En la floración del año 2012, la cual fue inducida por el productor a partir del mes de marzo, se colocaron colmenas de *Apis mellifera* y *Scaptotrigona mexicana* en las siguientes dosis: para *Apis mellifera* se colocaron cuatro colmenas/ha mientras que para *Scaptotrigona mexicana* dos dosis, una de cuatro y otra de ocho colmenas/ha, después de esto se marcaron cinco puntos en las diferentes secciones donde estaban dispuestas los diferentes tratamientos, marcando por un árbol 1m² con rafia, en la cara norte y otro en la cara sur, para determinar el número de visitas por cada 5 minutos de cada una de las especies, cada cuadro fue monitoreado en la mañana y en la tarde con un total de cuatro repeticiones por cuadro. Se empleó un diseño bloques al azar en el programa estadístico SAS 9.0. Los resultados mostraron que en las salidas de colmenas, *Apis mellifera* tiene un 87.5% superior a lo registrado por *Scaptotrigona mexicana*. Y en el análisis de la visitas por metro cuadrado *A. melífera* tiene un 12 y 13 % superior a los tratamientos dos y tres. Finalmente podemos mencionar que *Apis mellifera* sigue presentando buenos estándares como polinizador (actividad y número de visitas), mientras que *Scaptotrigona mexicana* para este estudio presentó valores muy bajos.

INTRODUCCIÓN

El manzano (*Malus domestica*), originario de las zonas templadas de Europa, de las montañas del Cáucaso y del Asia Central, se encuentran en estado silvestre y cultivado desde la prehistoria, remontando su domesticación al siglo X, siendo introducido a Europa por los romanos y traído a América por los ingleses, en el siglo XVII. Para el siglo XIX el manzano se encontraba plenamente establecido en América. (Irrifrut, 2007). Sin duda la manzana es una de las frutas de mayor interés, ya que es el frutal de mayor producción a nivel mundial con 71, 2 millones de toneladas en 2009 (USDA), superando incluso a la naranja, plátanos, uvas, etc. (Coque, 2012).

Es por ello que en México en el 2011, la superficie sembrada de manzana ascendió a 61,292 ha., con una producción récord de 630,500 ton, un crecimiento de 3.6% en relación a 2010. La oferta nacional del frutal en el periodo 2001-2011 creció a una tasa anual de 3.1% y se concentra en Chihuahua (73.3%), Durango (10.2%), Coahuila (5.9%) y Puebla (4.4%). De acuerdo con SAGARPA (2012), la producción de manzana en Chihuahua, se ha reducido entre 40 y 50%, por problemas de sequía y heladas tardías, lo que ocasionó un incremento en los precios.

En Coahuila, las variedades de manzana predominantes en la Sierra de Arteaga, son *Golden Delicious* y *Red Delicious*, las cuales fueron introducidas de EEUU y actualmente ocupan más de 7,000 ha, representando el 11% de la superficie de manzano del país (SIAP, 2008). El rendimiento medio en Kg es de 60 a 80 Kg/ árbol pero en Coahuila el promedio del rendimiento es de 4 a 5 ton/ha.

El manzano ha sido considerado como un cultivo susceptible a producciones irregulares. La falta de una polinización adecuada, ya sea por factores relacionados a los agentes polinizantes como la abeja melífera o a la falta de variedades polinizadoras adecuadas a los cultivares explotados, es causa de los rendimientos variables (Sanzol *et al.*, 2003).

La abeja melífera es el principal agente polinizante del manzano (Vicens y Bosch, 2000; Thomson y Goodell, 2001). Se ha estimado que para una adecuada polinización se requiere de una buena población de estos insectos y que las condiciones ambientales favorezcan su actividad, como días soleados, temperaturas por arriba de 20 °C y presencia de vientos moderados.

Sin embargo en investigaciones recientes han demostrado el potencial de abejas nativas. Las abejas sin aguijón poseen una organización social, viven en colonias permanentes y se multiplican a través de enjambres, lo cual las posibilita de reclutar muchos individuos de una misma colonia, cuando se tienen las condiciones adecuadas (suficiente alimento). De ellas se conocen cerca de 400 especies, de las cuales más de 300 se encuentran en América y facilitan la polinización de la mayoría de las plantas cultivadas (Velthuis, 1997; Heard, 1999).

Actualmente, las especies de abejas sin aguijón cuya adaptabilidad y eficiencia para la polinización en invernaderos se está evaluando, son: *Nannotrigona perilampoides*, *Melipona beecheii*, *Trigona nigra* y *Scaptotrigona sp.*

OBJETIVO

Evaluar el número de visitas de *Scaptotrigona mexicana* y *Apis melífera* en el manzano (*Golgen delicious*), con los parámetros de: temperatura y puntos cardinales.

HIPÓTESIS

Se espera que *Scaptotrigona mexicana* presentara un número de visitas similar a *Apis melífera*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Características Agronómicas del Manzano

Clima

El manzano es uno de los frutales que mejor se adapta a climas diversos; de ahí que tengan una distribución universal, extendiéndose las plantaciones desde los países nórdicos a los subtropicales, aunque en las situaciones extremas se presentan factores reductores de su rentabilidad. Las zonas templadas y algo húmedas son las más adecuadas para este cultivo (Coque, Díaz y García, 2012).

Térmicos

Las flores son sensibles a las heladas tardías de primavera, la utilización de riego anti-heladas u otros sistemas de protección son habituales en aquellas zonas con elevado riesgo. El manzano soporta temperaturas inferiores a los -10°C , sin que por ello se afecte su corteza, aunque al descender por debajo de los -15°C pueden perderse algunas yemas florales. Sin embargo es el estado de cuaja y fruto pequeño el más crítico soportando helas de hasta -2°C (Irrifrut, 2007).

Vientos

El problema surge en primavera cuando soplan vientos fríos, ya que con bajas temperaturas, los polinizadores no salen a ejercer sus labores polinizadoras, y, aunque la hiciesen, el cuajado será deficiente porque la temperatura es baja. Si las condiciones son desfavorables, el viento alcanzaría temperaturas inferiores a las de congelación, dando lugar a heladas eólicas. Esto no afectaría a los árboles que se encuentran en estado latente, pero puede causar grandes pérdidas en el estado de brotes en primavera (Irrifrut, 2007).

Suelo

Los suelos sanos, porosos, de consistencia media, son los mejores para cultivarlos con provecho. Sólo las tierras extremadamente áridas y pobres, las que son exageradamente húmedas, no les permiten una vegetación y una fructificación aceptables (Dávila, 2007).

Sin embargo (Lira, 1990) dice que el cultivo del manzano se adapta a diferentes tipos de suelo, aunque su mejor desarrollo lo logra en suelos francos, que no tengan problemas de anegamiento y con un nivel freático a más de 1.3 metros de profundidad y (Calderón, 1998) menciona que el manzano crece bien en suelos que sean ligeramente ácidos, es decir, pH menores de 7 y hasta 6.5

Desarrollo de yemas florales

Las yemas del manzano son mixtas. Estas pueden contener varias flores y hojas. Las yemas fructíferas se producen en tres sitios diferentes: A) terminalmente, en dardos o espolones (ramitas fructíferas cortas); B) terminalmente, en las ramas y C) Lateralmente, en las ramitas. El manzano también puede producir yemas florales en madera de hasta cuatro años aunque la mejor fructificación se da en los dos años (Baraona y Sancho, 1998). Por otra parte (Razeto, 1993) menciona que al florecer esta yema mixta da origen a 5 a 7 hojas y a 3 o 4 flores, cada una compuesta por 5 pétalos, 5 sépalos, un ovario multicarpelar y numerosos estambres y pistilos. El desarrollo de estas flores suele ser disparejo pudiendo encontrarse a la flor central mucho mas desarrollada que las flores laterales por lo que comúnmente se le denomina "Flor Reina", y es la que dará el fruto con mayor calibre. En algunas variedades es posible observar el desarrollo de yemas florales sobre ramillas de un año.

Para la formación de yemas florales se considera que procede de 3 estados que se mencionan a continuación:

Inducción floral

El cambio fisiológico de una yema, que condiciona su evolución a flor, se denomina inducción floral (Coque; Díaz y García, 2012).

La inducción floral, es el proceso mediante el cual las yemas de los frutales, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales esto con lleva, entre otras, una represión de genes, la variación de ciertas hormonas y una alteración en la distribución de los nutrientes.

Entre los principales factores que regulan el proceso de inducción floral en manzanos están: luz, nitrógeno, agua y hormonas (Yuri; Lobos y Lepe. 2002).

Esta fase se distingue porque en el meristemo hay un aumento en el contenido de ARN y de proteínas esenciales. El primer primordio floral a desarrollado dentro del racimo es la flor reina y las flores desarrollan secuencialmente abajo del eje de la yema mientras exista el racimo (Rom, 1985).

La inducción floral consta de dos fases fundamentales: una reversible, durante la cual la interrupción de los factores inductores anula la programación reproductiva de las yemas, y otra irreversible, en la cual la evolución endógena no podría ser alterada, aunque, eventualmente, sucesivos cambios de los mecanismos fisiológicos que controlan el proceso podrían modificarla, sobre todo en lo referido a la expresión de la sexualidad (Faust, 1989; Gil, 1992; Pessarakli, 2001). La inducción se hace irreversible unas cuatro a cinco semanas antes de iniciarse el cambio morfológico o diferenciación floral.

Diferenciación floral

El cambio fisiológico que se produce en una yema y que condiciona su evolución a yema de flor se denomina inducción floral (Gil-Albert, 1995). La posterior diferenciación morfológica que sigue a dicho cambio y que conduce a la aparición de los primordios florales se conoce como diferenciación floral. El conocimiento de dichos procesos, especialmente en lo referente al momento y condiciones en las cuales tienen lugar en las diferentes especies de frutales, es básico para tratar de influir en la cuantía de yemas florales presentes que determinarán la intensidad de la floración; así como en definitiva ello debe repercutir sobre el número de frutos

obtenidos para alcanzar una mejor producción final, objetivo fundamental de toda plantación agrícola.

Rom (1985) menciona que es el cambio histológico y morfológico que sufre el meristemo apical hacia el desarrollo del primordio floral, es decir es una especialización celular hacia la distinción de las partes florales y al igual que la fase se distingue porque en el meristemo hay un incremento de división celular mitótica. Antes de entrar en el periodo de reposo en invierno las yemas florales frecuentemente se han desarrollado en un 85% de su tamaño completo.

Antesis

La antesis es el periodo de florescencia o floración de las plantas con flores; estrictamente, es el tiempo de expansión de una flor hasta que está completamente desarrollada y en estado funcional, durante el cual ocurre el proceso de polinización, si bien es frecuentemente usado para designar el período de floración en sí; el acto de florecer. En la primavera del año siguiente, cuando la temperatura aumenta, el crecimiento y el desarrollo de las flores finaliza. Las flores abren cerca de un año después de que la inducción floral ocurrió (Room, 1985).

Floración del Manzano

La floración es uno de los hábitos fenológicos más relevantes dentro del ciclo productivo anual de un manzano. Ésta puede durar entre 15-25 días, dependiendo de las condiciones climáticas, especialmente de la Temperatura (T°), aunque el pico de apertura floral no iría más allá de 1-6 días (Yuri, Lepe y Moggia, 2005)

(Ramírez y Cepeda, 2001) mencionan que el ciclo del manzano para la entidad coahuilense inicia con la caída de las hojas a mediados del mes de octubre hasta mediados del mes de noviembre; posteriormente comienza el reposo invernal del árbol, prolongándose este hasta el mes de febrero, seguido por el desborre en el mes de marzo, que es cuando se renueva la actividad vegetativa, presentándose a inicios del mes de abril la floración.

El manzano presenta un cierto grado de dicogamia (maduración diferencial de los diferentes sexos dentro de una misma flor), con una leve tendencia a la protoginia (la parte sexual femenina madura antes que la masculina), del orden de 1,3 días. Por ello, se hace necesario que el polinizante elegido florezca, al menos 1 día antes que la variedad comercial (Yuri, Lepe y Moggia, 2005).

Devoto y Martínez (2000) mencionan que el periodo de floración es muy breve, con una duración promedio de 9 días, aunque el clima tenga que alargar o acortar el tiempo según su comportamiento. El manzano carga alrededor de 100,000 flores pero solo basta con que el 2 al 4% de estas lleguen a un buen termino para que la fructificación sea suficiente y se logre una buena producción (Ramírez y Cepeda, 2000).

Polinización del Manzano

La polinización consiste en el paso del grano de polen, desde las anteras de los estambres hasta el estigma del pistilo. Si la polinización ocurre dentro de una misma flor, esa flor, se denomina autógama y si ocurre entre dos flores de la misma planta o de plantas diferentes, se les llama alógamas (Baraona y Sancho, 1998). El polen es transportado desde la antera al estigma por medio del viento, los insectos o

el hombre. en la mayoría de las variedades frutales los insectos intervienen en la polinización.

También (Baraona y Sancho, 1998) mencionan que la polinización y la fecundación pueden afectarse con las condiciones ambientales prevalecientes en el momento en que estos fenómenos ocurren. Por ejemplo las temperaturas extremas influyen negativamente sobre el desarrollo del tubo polínico del grano de polen y de las estructuras florales impidiendo la polinización y la fecundación. Sin embargo el manzano es una planta alógama debido a que la mayoría de sus variedades son auto-incompatibles (su propio polen es incapaz de fecundar su pistilo) como la *Red delicious* y sus mutantes, Gala, Fuji y otras, que requieren de la polinización cruzada (polen e otra variedad) para el amarre de fruta y de un vehículo polinizador tenemos a las abejas melíferas (Simo, 2003).

El uso de variedades silvestres como polinizadoras, que proporcionan polen a los cultivares comerciales que producirán la fruta con alto valor comercial, ha contribuido a solucionar parcialmente este problema (Dennis y Hull, 2003). Una variedad polinizadora debe tener por lo menos las siguientes características: a) Ser genéticamente compatible con el cultivar a polinizar; b) Viabilidad mínima de 70 % de germinación del polen; c) Producir polen abundante; y d) Sincronía de floración entre polinizador y cultivar a polinizar.

La simple polinización no siempre asegura el amarre de fruto, ya que existen plantas incompatibles y plantas compatibles. En la mayoría de las regiones productoras de manzano, la variedad Golden Delicious es autocompatible mientras que Red Delicious es autoincompatible pero en la región de Arteaga, Coahuila., ambas variedades tienen problemas de amarre de fruto, de ahí la importancia de

evaluar la presencia de abejas melíferas durante su floración con el objetivo de incrementar su amarre de fruta (Cedeño, 1999).

Polinización entomófila

Fraume (2007), dice que entomofilia es el modo de polinización en el cual los insectos llevan los granos de polen.

Sin embargo los insectos florícolas (que aparecen en las flores) pueden dividirse en dos grupos: polinizadores, que a cambio del alimento efectúan el proceso polinizador, y no polinizadores: insectos que encuentra en la flores aliento, cobijo, camuflaje o un lugar esporádico de descanso, que son visitantes estrictos y no practican ningún tipo de mutualismo. Entre los insectos polinizadores se encuentra varias familias de coleópteros (Oedemeridae, Chrysomelidae, Dermestidae, Dasytidae, Cetoniidae, Mordellidae, Malachiidae, Cantharidae y Cerambycidae), de dípteros (Tipulidae, Bibionidae, Chironomidae, Empididae y sobre todo Syrphidae y Bombylidae), de lepidópteros (numerosas familias como, Lycaenidae, Nymphalidae, Pieridae y especialmente Sphingidae y Papilionidae) y de los himenópteros (fundamentalmente las abejas de la superfamilia Apoidea. En concreto, entre los insectos florícolas suelen despreciarse como polinizadores los muy pequeños, los que presentan baja o nula movilidad entre las distintas flores o los que carecen de algún tipo de estructura que posibilite el transporte del polen. Viejo y Orrosa, (1997). También mencionan La importancia de este fenómeno para el hombre radica en que los insectos polinizan tanto especies vegetales silvestres como plantas de interés agrario, no solo con una mayor eficacia y productividad, sino que, además la selección adecuada de la especie de polinizador que puede utilizarse en un cultivo, maximiza la fortaleza y resistencia de las plantas y reduce el uso de plaguicidas.

Polinización Apícola

La demanda de abejas como polinizadores de cultivos es grande y, paulatinamente tiende a desplazar a otros insectos polinizadores, principalmente por la reducción en los últimos años de las poblaciones naturales de abejas silvestres y otros insectos. Sin embargo si se quiere tener una polinización eficaz se hace preciso el uso de abejas, puesto que no es previsible esperar, en los próximos años, actuaciones que tienden a proteger las especies silvestres (Lesser, 1995).

Todas las abejas tienen en común haberse desprendido del hábito depredador y alimentarse principalmente de polen y néctar. Esto último pueden modificarlo de secreciones glandulares y convertirlo en miel (Winston, 1987).

Las abejas y las plantas tienen una especial relación ya que cada uno depende de los beneficios del otro. La floración de las plantas provee de comida a las abejas, y en cambio, las abejas proporcionan polinización para la mayoría de las plantas, haciendo posible su reproducción. La importancia de la abeja como agente polinizador en cultivos agrícolas es reconocida para numerosas especies, principalmente en hortalizas y frutales (Macías, 2001)

Mayer (1992) reporta que los fruticultores de manzana de Washington introducen colonias de abejas a sus huertos para una buena polinización desde 1926; ya que el amarre de fruto del manzano depende de la polinización cruzada entre variedades plantadas, y las abejas son el principal vector y el más eficaz al llevar a cabo la polinización.

Actividad pecoreadora

Quero (2004) dice que la última etapa de las abejas adultas, a la que llegan al cabo de unas tres semanas, la de recolectoras. En ella realizan la tarea más agotadora de todas las que una obrera realiza. La recogida del néctar y polen se realiza en su última fase de la vida. Se les llama pecoreadoras, y tras un periodo de actividad incesante suelen morir por agotamiento.

Las abejas son atraídas por las flores que se ven azules o amarillas a los ojos humanos, ellas distinguen diferencias en la absorción en la región ultravioleta del espectro y son muy sensibles a la absorción intensa del espectro ultravioleta por parte de flavones y flavonoles. Estos pigmentos presentes en casi todas las flores blancas vienen como co-pigmentos en otras. También mencionan Reyes y Canon (2003) una vez que la abeja se posa en la flor, recibe orientación adicional al néctar por el color y el olor de los pétalos que crean una especie de camino hacia él, debido a variaciones estructurales de los tejidos y creando una distribución diferencial de pigmentos en el tejido de la flor. Sin embargo las abejas vuelan a 22 kilómetros por hora y es lógico pensar que velocidades del viento iguales o mayores afectan adversamente su velocidad. A velocidades de viento entre 14 y 32 kilómetros por hora la actividad pecoreadora disminuye o cesa por completo. Por ejemplo, en huertos de manzano la actividad polinizadora disminuye con velocidades del viento de 11 kilómetros por hora.

Las abejas prefieren las flores cuyos nectarios producen soluciones azucaradas de sacarosa. La fructosa es más preferida que la glucosa, la concentración es importante pues la abeja melífera prefiere soluciones azucaradas del 30 al 50% de sacarosa y le atraen menos concentraciones abajo o arriba de este

rango y soluciones azucaradas con iguales producciones de glucosa fructosa y sacarosa con las menos atractivas en su preferencia. El polen del manzano es pegajoso y se adhiere al cuerpo piloso de la abeja a medida que visita las flores en busca de néctar. Dicho insecto, al visitar una flor y luego otras en forma sucesivas, al frotar su cuerpo, va dejando polen sobre los estigmas y a su vez toma polen adicional, provocando la auto-polinización o polinización cruzada (Childers, 1982).

Inducción y Distribución de las Colmenas en los Huertos

Las colmenas se deben colocar en el huerto, una vez que ya haya comenzado la floración, aproximadamente un 10%. No conviene colocarlas antes porque las abejas van a ubicar otras fuentes de alimento mientras comienza la floración del palto y si son más atractivas seguirán yendo a esas flores y no a las del palto. En caso de no haber cultivos cercanos que compitan con las flores del palto, no sería tan importante este manejo. Muchas veces se coloca la mitad de las colmenas cuando hay un 10% de floración y la otra mitad se colocan en plena floración, 15 a 30 días después del ingreso de las primeras. Esto es especialmente aconsejable cuando hay mucha competencia con otros cultivos cercanos (De la Cuadra, 1998).

Se debe de considerar la fuerza de la colmena, ya que es importante, esto se refiere a la cantidad de abejas que hay dentro de ella, una colmena de mediana fortaleza contiene de 15,000 a 20,000 abejas y para que una colmena sea fuerte deben entrar a la colmena de 75 a 100 abejas por minuto (18.3 °C y vientos menores a 16 kilómetros por hora) y en los arboles de manzano deben de existir de 20 a 25 abejas pecoreando (Mayer, 1992).

En la colmena podemos identificar por el exterior sus componentes básicos: una base o fondo, la piquera que es la salida y entrada de las abejas, la cámara de cría o colmena propiamente dicha, las alzas que son cajas más pequeñas para la deposición de miel para la cosecha, y la tapa y techo que cierran la parte superior de la colmena (Reyes y Canon, 2003). También destacan cuando se llevan las colmenas a la huerta para la labor de polinización, conviene que el apiario se localice a la menor distancia posible para que las abejas vuelen lo mínimo y puedan efectuar muchos acarreo en las horas de actividad. Y recomendación típica en la materia, indica que las piqueras deben orientarse hacia la salida del sol, lo que permite la entrada de la luz a horas tempranas y estimula la salida de las obreras tan pronto amanece.

Abejas sin aguijón

Las abejas sin aguijón o meliponas son un grupo de insectos sociales que habitan áreas tropicales y subtropicales. A diferencia de la abeja común, originaria del viejo mundo (África), las meliponas son nativas del continente americano donde se han identificado más de 350 especies. Algunas de estas especies producen una miel de alta calidad que es utilizada por los pobladores rurales como complemento de la dieta y para uso medicinal. Además, las abejas sin aguijón actúan como polinizadores para las flores de numerosas especies, tanto en los bosques nativos como en los campos de agricultura (Cabrera, 1999).

Las abejas sin aguijón, a diferencia de las abejas melíferas, tienen un sistema de alimentación de las larvas que se conoce como alimentación de las larvas que se conoce como alimentación en masa. La división del trabajo en la colonias de meliponas se encuentra, al igual que en la abejas melíferas, relacionada con la edad

de las obreras y también parece existir variación dentro de una misma especie debido a factores genéticos (Waldschmidt, 1997)

Los meliponinos acopian varios tipos de recursos, los más comunes son néctar y polen que son las fuentes básicas de carbohidratos y proteínas respectivamente Sin embargo, también existe acopio de agua, resinas, heces, lodo, sudor, savia de frutos, semillas, aceites, ligamasa (exudado de pulgones) e incluso sangre y carroña (Sommeijer, 1994) también mencionan que hay estudios realizados sobre la actividad de pecoreo en meliponinos, se ha encontrado que el principal recurso recolectado temprano en la mañana es el polen, y la colecta del néctar la realizan posteriormente. El pico de colecta de polen es generalmente de 6 a 9 am y de néctar de 10 am hasta alrededor de las 13 pm (Roubik, 1989).

Scaptotrigona mexicana

Se ha demostrado que las abejas sin aguijón son particularmente útiles como polinizadores de numerosos cultivos y de la vegetación silvestre. Su intervención permite el incremento del número y la calidad de los frutos. Es conocida su influencia en el amarre de los frutos de macadamia (Heard 1988), con efectos similares en cafetales (Nogueira Neto *et al.* 1959). En las áreas tropicales y subtropicales de Chiapas se describen largos periodos de pecoreo de *Scaptotrigona mexicana* en papaya, cocotero, limón, chile y algunas plantas silvestres (Martínez-Hernández *et al.* 1994). También se ha comprobado su efectividad como polinizadores de cultivos confinados en invernaderos (Parra-Canto 1999), sin embargo este potencial no ha sido explotado a gran escala.

Ubicación taxonómica

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Superfamilia: Apoidea

Familia: Apidae

Subfamilia: Apinae

Tribu: Meliponini

Género: *Scaptotrigona*

Especie: *Scaptotrigona mexicana*

(Ayala, 1999)

Morfología

Son abejas pequeñas de cuatro milímetros, cuerpo e integumento negro (Imagen 1), las alas son generalmente de color claro y en ocasiones pueden ser ligeramente anaranjadas (Martínez-Pérez de Ayala 2000; Obregón y Arzaluz 2000). Los meliponinos son abejas cuyo aguijón es vestigial, por lo tanto, no puede ser usado en su defensa. Schwarz elaboró claves para los géneros de meliponinos en América (Schwarz 1948; López-Cardenas 2000). En base a estas claves podemos mencionar las principales características morfológicas de *S. mexicana*:

- a) Estigma desarrollado
- b) Alas extendidas más allá del ápice del abdomen
- c) Número de hamuli nunca mayor de nueve

- d) Tórax y cabeza con esculpuras
- e) Mandíbula dentada
- f) Margen anterior del escutellum con una incisión media brillante y margen posterior redondeado
- g) Tergitas uno y dos del abdomen densamente esculpidas. La concavidad de la tergita uno está pulida y claramente demarcada de la parte dorsal.

Biología y Hábitos

Los meliponinos son abejas sociales viven en colonias perennes, encontradas típicamente en regiones tropicales y subtropicales del mundo, desde los 30° longitud sur, también menciona que el tamaño de una melipona va desde 1.8 mm hasta 1.5 cm (Michener, 2000).

Las abejas sin aguijón no pican y muchas son mansas, tienen otras estrategias defensivas para evitar el ataque de posibles predadores. Los nidos son cubiertos, generalmente resguardados en cavidades y rodeados por batumen. La entrada a los nidos es estrecha y larga y está cubierta con resinas o semillas repelentes, con los cual evitan el acceso de intrusos. La longitud de la entrada es una medida de cuán fuerte es la colmena y constituye un mecanismo de defensa muy importante. También se defienden con pautas de comportamiento. Permanentemente hay guardianas vigilando las entradas de los nidos. Cuando se sienten atacadas, reaccionan de forma masiva, ya sea escondiéndose en el nido o saliendo a enfrentar al agresor. Untan resinas pegajosas o se enredan en el pelo. Baquero y Stamatti, (2007) mencionan los tres tipos de individuos o castas que conforman un nido de abejas meliponas son las obreras, la reina y los zánganos, cada uno de los cuales tienen diferente anatomía y cumplen diferentes funciones. En los nidos de la mayoría

de las abejas sin aguijón se construyen celdas más grandes para criar reinas. Sólo en las especies del género *Melipona*, las diferentes castas se desarrollan en celdas de igual tamaño. En las abejas sin aguijón el proceso de transformación de huevo a insecto adulto ocurre dentro de las celdas de cría. El tiempo total que lleva este proceso varía según la especie de que se trate pero puede durar entre 30 y 50 días (45 días en *Trigona angustula*, 36 días en *Melipona fasciculata*).

Estas especies de abejas construyen sus nidos en troncos de árboles, y una manera tradicional de aprovechar los productos de sus nidos, es cortando la parte del árbol donde se aloja el nido. Enseguida, éste se traslada cerca del hogar, colocando esa parte del tronco en un lugar donde esté protegido del sol y de la lluvia. La miel se extrae de los nidos una vez al año. Esta manera de aprovechar y criar las abejas tiene la limitante de que es difícil la revisión interna del nido; por lo que se dificulta el manejo y multiplicación de la colonia. Para superar esta dificultad, el hombre ha transferido los nidos alojados en los troncos a cavidades artificiales (Piste, 2011).

Pecoreo

Los meliponinos recolectan néctar, polen, cerumen, y otros recursos en horarios variables. Algunos comienzan a pecorear muy tarde en el transcurso del día, de las 10 a las 12 horas y otros son más activos al amanecer (Darchen 1969). Para saber el origen del néctar usado por las abejas, se analiza el polen. La composición del néctar varía notablemente dependiendo de la planta de la cual se obtiene (González, 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

Localización. El trabajo se realizó en la huerta del “Rancho Guadalupe” localizada en el municipio Arteaga, Coahuila con Longitud: 100°49´47´´, Latitud: 25°12´29´´ y una altitud de 2100 m.s.n.m. aproximadamente.

Caracterización climatológica de las zonas de estudio

El clima es semi- frío la temperatura media anual es de 12 °C a 16°C; La precipitación media anual se encuentra en el rango de los 400 a 500 milímetros con régimen de lluvias de los meses de mayo, junio, julio, noviembre y enero; los vientos prevalecientes tienen dirección noreste con velocidad de 15 a 20 km/hr anuales; la frecuencia anual de heladas en el municipio es de 40 a 60 días y el de granizadas de 2 a 3 días.

La vegetación variada, consta de: pino, cedro, encino, oyamel, lechugilla, álamo, abeto, tejocote, pinabete, alamillo, sauz, palma, biznaga, maguey, pingüica, capulín, pirul, nopal, membrillo, manzano, durazno, chabacano, nogal, orégano, menta, laurel, hierbanís, rosa de castilla, gordolobo, hierba de San Nicolás, manzanilla, suelda y romero (Cuellar, 1981).

La fauna está formada por coyote, zorrillo, tejón, conejo, liebre, ardilla, tlacuache, ardillón, venado, zorro, topo, oso, leoncillo, gato montés, lagartijo, camaleón, escorpión, víbora y una gran variedad de aves como águila, lechuza, codorniz y gavián, entre otras (Ortiz, 1975).

Material vegetal utilizado

Para el presente estudio se utilizaron árboles de 14 años de edad, de la variedad Golden delicious, para esto se escogieron 20 árboles al azar en igual estado de desarrollo por hectárea; durante la floración del año 2012. La cual fue inducida por el productor a partir del mes de marzo, se colocaron colmenas de *Apis mellifera* y *Scaptotrigona mexicana* en las siguientes dosis, para *A. mellifera* se colocaron 4 colmenas/ha mientras que para *S. mexicana* dos dosis, una de 4 y otra de 8 colmenas/ha.

Así mismo se conto la presencia de *A. mellifera* en una sección de la huerta sin aplicación de colmenas de esta especie, pero con arribos de colmenas de huertas adyacentes y abejas posiblemente establecidas en los alrededores de forma natural.

Se siguió un diseño estadístico de bloques al azar con 3 tratamientos, 5 puntos de muestreo por tratamiento, con muestreos 2 veces al día (mañana y tarde) y 4 repeticiones.

Determinación de la actividad de insectos polinizadores

Para determinar la actividad de los insectos polinizadores, se contaron las salidas por cinco minutos de las piqueras, en cuatro colmenas de cada uno de los tratamientos, con cuatro repeticiones y además se tomaron datos climáticos. Las tomas de datos se hicieron en la mañana y en la tarde entre las 8am y las 6pm.

Determinación de insectos que visitan las flores del manzano

Para el número de insectos que visitan las flores, se marcaron cinco árboles en las diferentes secciones donde estaban dispuestas los diferentes tratamientos, marcando por cada árbol seleccionado 1m^2 con rafia, en la cara norte y otro en la cara sur. Se contabilizó el número de visitas por cada cinco minutos, en cada uno de los tratamientos. Cada cuadro fue monitoreado en la mañana y en la tarde con un total de cuatro repeticiones.

Análisis estadístico

Para determinar la actividad de los polinizadores, se realizó un análisis de regresión lineal, usando el coeficiente de correlación para determinar la relación entre el número de abejas (*Apis mellifera* y *Scaptotrigona mexicana*), con parámetros ambientales de temperatura, humedad relativa, viento, y con el número de flores abiertas en el área delimitada. Para determinar el número de visitas se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar anidado, con tres tratamientos, cinco puntos de muestreo por tratamiento (árboles igual bloques), con dos diferentes horas de muestreo y cuatro repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con los datos obtenidos del número de salidas en relación a las temperaturas, en el (Cuadro 1), podemos observar un efecto marcado entre estos dos parámetros, donde a mayor temperatura, una mayor actividad. Presentando una R-cuadrada de 0.98 y un Coeficiente de variación de 22.65.

Cuadro 1. Análisis de varianza de los tratamientos evaluados en *Apis mellifera* y *Scaptotrigona mexicana*, en manzanos de la variedad *Golden Delicius*.

Fuente	DF	Anova ss	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Temperatura	15	58173.22007	3878.21467	95.06	<.0001
Tratamiento	2	72216.73198	36108.36599	885.07	<.0001
Trat* Temp	13	44339.98949	3410.76842	83.60	<.0001

Para el caso de actividad de salidas de abejas de las piqueras, tenemos que en tratamiento uno *A. mellifera* presenta más actividad que el tratamiento dos y tres con la especie *S. mexicana* siendo estos dos tratamientos iguales (cuadro 2).

Cuadro 2. Comparacion de medias por el metodo de Tukey del número de salidas de *Apis melífera* y *Scaptotrigona mexicana*, en manzanos de la variedad Golden Delicious.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	66.983	32	<i>A. mellifera</i> C/ 4 colmenas
B	9.172	32	<i>S. mexicana</i> C/4 colmenas
B	8.438	32	<i>S. mexicana</i> C/8 colmenas

Para el caso de la actividad relacionada a diferentes temperaturas, Kwon y Saeed (2003) mencionan que las meliponas pecorean a temperaturas ambientales de hasta 37-39°C. En la (Figura 1), podemos observar que la actividad de *S. mexicana* responde a temperaturas mas elevadas (30°C), fuera del rango de temperaturas optimas para la polinización del manzano (26°C), con un promedio de salidas de 20 individuos por cada cinco minutos. Mientras que *A. mellifera* presenta su mayor actividad (28 °C) tambien fuera de este rango, con un promedio de salidas de 160 individuos por cada cinco minutos, Gil (2000) menciona que la actividad de *A. mellifera* es optima con temperaturas entre 18-30°C, es muy baja a 15°C y practicaente nula a 10°C. Siendo un 87.5% superior a lo registrado por *S. mexicana*.

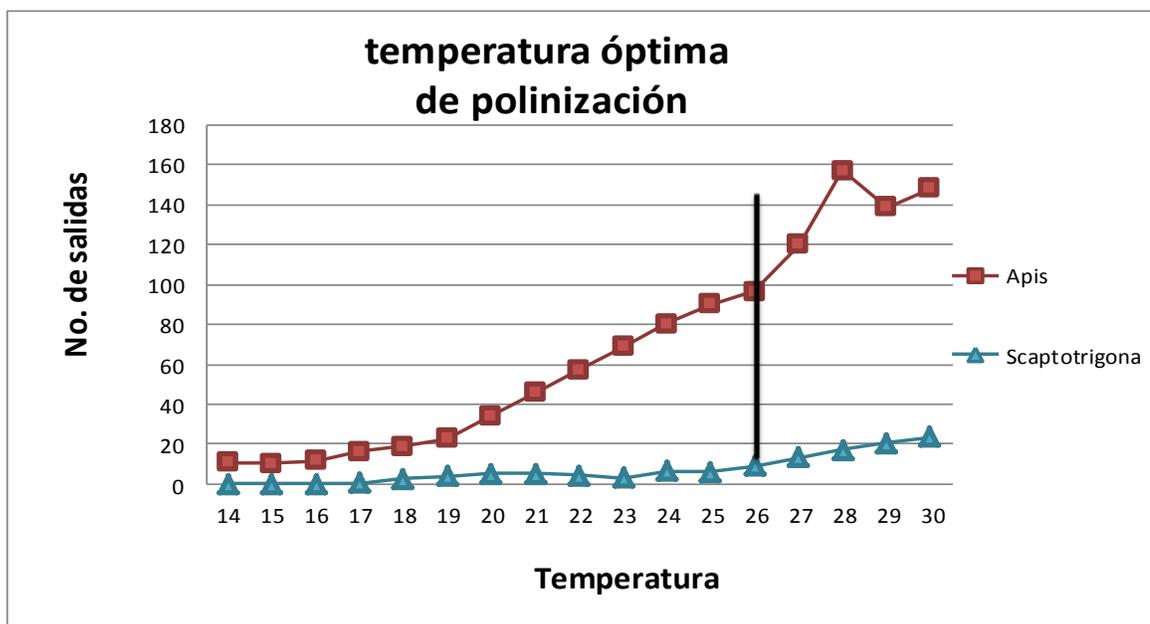


Figura 1. Numero de de las salidas *Apis mellifera* y *Scaptotrigona mexicana*, en manzanos de la variedad *Golden Delicius*.

Para el caso del número de individuos registrados para las visitas por metro cuadrado en los diferentes tratamientos, en la (Figura 2) podemos observar, que el tratamiento de *A. mellifera* fue la que presentó un mayor número de visitas con un promedio de 67 abejas cada cinco minutos. Para el tratamiento dos (*S. mexicana* cuatro colmenas por ha) presentó un número de visitas con un promedio de ocho abejas por cada cinco minutos. Finalmente para el tratamiento tres (*S. mexicana* ocho cajones por ha) presentó un número de visitas con un promedio de 7 abejas por cada cinco minutos. Siendo *A. mellifera* un 12 y 13 % superior a los tratamientos dos y tres. Esto posiblemente se debe a que *A. mellifera* sus colonias presentaban un mayor número de individuos, mientras que las colonias de *S. mexicana*, por naturaleza sus colonias son de un menor número de individuos.

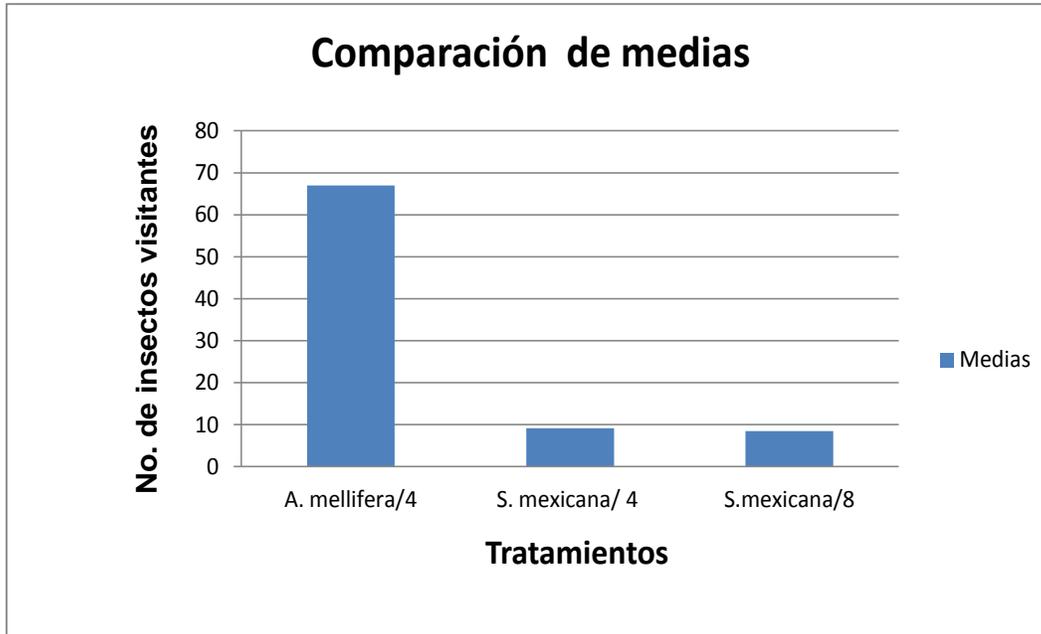


Figura 2. Comparación del número de visitas por metro cuadrado de *Apis mellífera* y *Scaptotrigona mexicana*, en manzanos de la variedad Golden Delicious.

La actividad de las dos especies con relación a los dos puntos cardinales norte y sur (Figura 3), observamos que las visitas de los insectos polinizadores prefieren pecorear donde se encuentran directamente con los rayos del sol (Parte norte), que está más expuesta a los rayos solares, por el tipo de ubicación y trazo de la huerta. *A. mellifera* como *S. mexicana* tienen más visitas en este punto cardinal del árbol. Pero *A. mellifera* tubo mas visitas como se muestra en la (Figura 3).

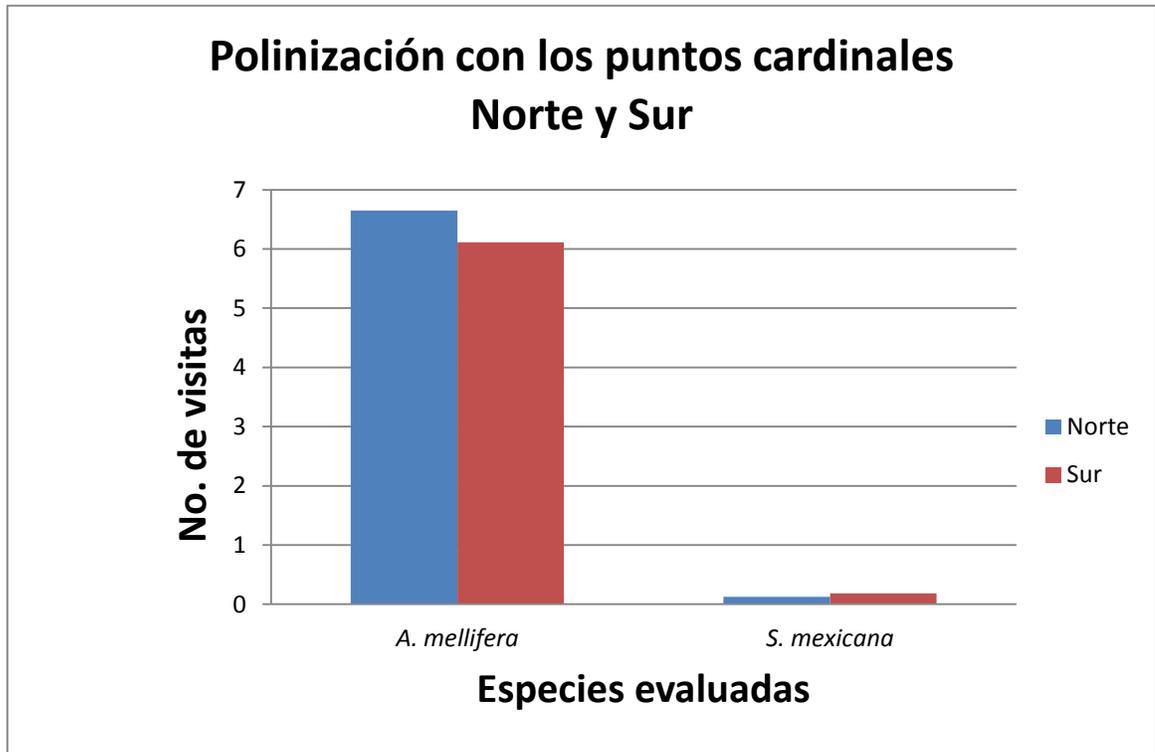


Figura 3. Visita de *Apis mellifera* y *Scaptotrigona mexicana*, en manzanos de la variedad *Golden Delicious*, con relacion a los puntos cardinales norte y sur.

Castañeda (2000), menciona que las abejas pecorean a medida que aumenta la temperatura y prefieren las caras del árbol mas expuestas a la luz solar, con esto respondemos por que el norte tiene mas visitas de insectos polinizadores, por ser la parte mas expuesta al sol durante mas tiempo.

Al comparar el número de visitas en la mañana y tarde, en la (Figura 4), podemos observar que la actividad fue superior en la tarde con un promedio de 145 visitas en los tres tratamientos, mientras que en las mañanas el número de visitas fue solo de 21. Siendo un 85% superior la actividad en las tardes que por la mañana. Al respecto Cuich (2004) reportó que la temperatura y la humedad afectan a las actividades fuera

de las colmenas, donde la actividad de las abejas disminuye en presencia de una alta humedad relativa y bajas temperaturas.

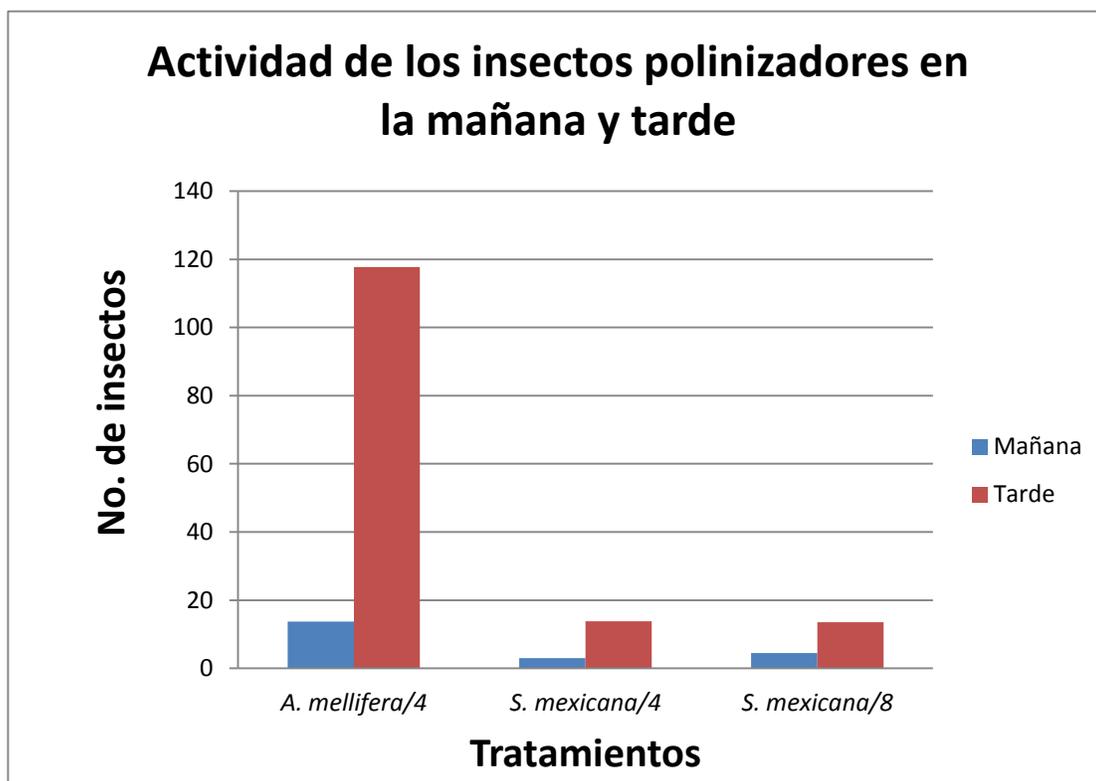


Figura 4. Salidas de insectos polinizadores durante la mañana y tarde durante cuatro fechas de muestreo en arboles de manzano variedad *Golden Delicious*.

CONCLUSIONES

La familia Apidae presenta una gran variedad de grupos, los cuales presentan diferentes hábitos en especial los polinizadores. Siendo una abeja polinizadora potencial las especies nativas sin aguijón como *Scaptotrigona mexicana*, por lo que en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

La especie *S. mexicana* pecorea a temperaturas más elevadas (30°C). Mientras que *A. mellifera* a los 28°C. Sin embargo las dos especies detuvieron su actividad al llegar por debajo de los 15°C.

Las abejas que presentaron una mayor actividad fue *A. mellifera* con un promedio de 67 abejas, mientras que *S. mexicana* solo de 8 y 7. La parte norte fue la más visitada del árbol por ambas especies. Así como el mayor número de organismos activos fue por la tarde para las dos especies.

Finalmente podemos mencionar que *A. mellifera* sigue presentando buenos estándares como polinizador (actividad y número de visitas), mientras que *S. mexicana* para este estudio presento valores muy bajos.

BIBLIOGRAFÍA

- Appl Entom Zool. 2003;38:275-280.
- Ayala, R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae:Meliponinae). *Folia Entomologica Mexicana* 106: 1-123.
- Baquero, L. Y Stamatti, G. 2007. Cria y manejo de abejas sin aguijón. Ediciones del subtropico. Tucuman, Argentina.
- Baraona, M. y Sancho, E. 1998. Fruticultura general. Editorial Universidad Estatal a distancia, San Jose, Costa Rica. pp 25 y 131.
- Cabrera G., nates-Parra G. uso de las abejas por comunidades indígenas: Los Nukak y las abejas sin aguijón. Programa, Resúmenes y Memorias III Reunión de la IUSI Bolivariana. Fondo FEN Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 122p. 1999
- Castañeda, a. 2000. Identificación y eficiencia de insectos polinizadores del aguacatero en los estados de México y Michoacán, México. Tesis de Postgrado. Montecillo, Texcoco, México. Colegio de Post graduados,
- Cedeño R, B. 1999. La polinización del manzano y su efecto en el amarre de ruta. Tesis Maestría en horticultura. UAAAN 81 p.
- Childers, N.F. 1982. Fruticultura Moderna. Editorial Hemisferio Sur. Mexico, D.F. pp.134-161.
- Cuéllar Valdés, Pablo M., Geografía del estado de Coahuila. Saltillo, Coahuila, biblioteca de la Universidad Autónoma de Coahuila, v.7 1981.

- Darchen R. (1969). La biología Des Trigona des Melipones (Hymenopteres, Apidae) a la limiere des travaux recents. Ann Biol 8(7,8): 455-499
- Dávila G. 2007. Sistema de producción y comercialización del manzano. Tesis Santiago N.L. pp. 6.
- De la Cuadra I., S. 1998. La polinización con abejas en huertos frutales para exportación en Chile. Memorias del VI Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura y XII Seminario Americano de Apicultura. Mérida, Yucatán, México. pp1-8.
- Dennis F G, J Hull (2003) Deciduous tree fruit. HortScience 38(5):901-910.
- Devoto, M y Martínez, Q. 2000. Polinización de frutales de pepita. Buenos Aires, Argentina.
- Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. 388 p. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Fraume, N.J. 2007. Diccionario ambiental. pp 176.
- Gil, 2000. Fruticultura: la producción de fruta. Primera edición. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile. 583p.
- Gil, G. 1992. El raleo químico de manzanos. Revista Frutícola 13:57-66.
- Gil-Albert Velarde, F. 1995. Tratado de Arboricultura Frutal, Volumen I Morfología y Fisiología del Árbol Frutal, 4ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 41-44.
- González JM (1992). Cría de abejas criollas sin aguijón como alternativa en ciertas zonas tropicales. Tecnologías alternativas para el uso y conservación de bosques tropicales: 11-121
- Heard Ta.(1988) The requirements of insect pollinisation and the pollinator efficiency of Trigona bees.Proceedings of the Fourth Australian Conference of Tree

and Nuts crops. Agust 1988, Lismmore, NSW, Australia, pp. 14-20 , 219-223.

Heard, T. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. Ann. Rev. Entomol.44:183-206.

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencia Agrícola. 87p.

Irrifrut 2.0, PUC, 2007. Enciclopedia de riego en frutales.

Kwon YJ, Saeed S. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus*

Lesser, R. 1995. Manual de apicultura moderna. Editorial Universitaria. pp. 66

Lira, S.R.H. 1990. Macro de referencias y principales programas de investigación del centro de investigaciones forestales y agropecuarias de Coahuila. Memorial del primer Simposio sobre planeación de la Ciencia y la tecnología en Coahuila, 17 y 18 de mayo. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 65-81.

López-Cárdenas DG. (2000) Influencia de Fórmulas Alimenticias y Suministro de Cerumen en la propagación de colonias de abejas “Congo” (*Scaptotrigona mexicana*). Facultad de Ciencias Químicas, UNACH.

Coque, Fuertes, B. Díaz Hernández y J.C: García Rubio. 2012. El cultivo del manzano, Variedades de sidra y mesas. pp 25.

Macías, M.J.O. 2001. Abejas polinizadoras. Revista apitec (Enero-Febrero). Num. 25. pp. 15-20.

Martínez-Hernandez E, Cuadriello-Aguilar JI, Ramírez-Arriaga E, Medina-Camacho M, Sosa-Nájera MS y E. M-SJ (1994). Foraging of *Nannotrigona testaceicornis*, *Trigona (Tetragonisca) angustula*, *Scaptotrigona mexicana* and *Plebeia* sp. In the Tacaná region, Chiapas, México. Grana 33: 205-217

- Martínez-Pérez de Ayala LR (2000). El Género *Scaptotrigona* en México. *Apitec* 20: 29-33.
- Mayer, D.F. 1992. Efective fruit set depends on good pollination plan. *Good fruit grower*. 43(8):26-29.
- Mayer, D.F; C.A. 1985. Honey bee Foraging behavior on Ornamental Crabapple Pollenizers and Comercial Apple Cultivars. *Hort. Sci.* 24 (3):519-512.
- Nogueira Neto P, Carvalho A y Antunes Filho H (1959). Efeito de exclusao dos insectos polinizadores na producao do café bourbon. *Bragantia* 18(29): 441-468.
- Obregón HF y Arzaluz GA (2000) Manual de propagación de abejas “congo” (*Scaptotrigona mexicana*), manejo, multiplicación, conservación y productos.
- Ortíz Caballero, Gilberto, Geografía de Coahuila, Texto para las escuelas primarias del estado. Coahuila, Gobierno del Estado de Coahuila, 1975.
- Parra-Canto AR (1999). Avances en el uso de las abejas sin aguijón en la polinizacion de cultivos comerciales. *APITEC* 15: 24-26.
- Pessarakli, M. 2001. Handbook of plant and crop physiology. 1000 p. 2nd ed. Marcel Decker Inc., New York, USA.
- Pisté M., M.J., 2011. Caracterización y termorregulación del nido de la abeja sin aguijón *Scaptotrigona mexicana* alojado en cavidades artificiales. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados Campus Campeche. 65 p.
- Quero, A. 2004. Las abejas y la apicultura. Universidad de Oviedo Vicerrectorado de Extensión Universitaria. pp 48.
- Quezada, J. 2005. Biología y uso de las abejas sin aguijón de la península de Yucatan, Mexico Hymenoptera Meliponini. universidad autónoma de yucatan. pp 71

- Ramírez, R.H. y M. Cepeda S. 2001. El manzano. Cuarta edicio. Editorial Trillas. Mexico. pp. 11-79.
- Razeto, B. 1993. Para entender la fruticultura. 314 pp. Vivarium
- Reyes, C.J y R.P. Cano. 2003. Manual de polinización apícola. Programa nacional para el control de la abeja africana (SAGARPA). pp. 42.
- Room, C.R.1985. Bud development and vigor. In pollination y fruit set. Short course Proceedings Published by Good fruit Grower. Yakima, Wa. USA. pp. 64
- Roubik, D.W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press. U.K. 514 pp.
- Sanzol J, P Rallo, M Herrero (2003) Stigmatic receptivity limits the effective pollination period in "Agua de Aranjuez" pear. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 128(4):458-462.
- Schwarz HF (1948). Stingless Bees (meliponini). Bulletin American Museum of Nature History 90: 12-167
- Simo, Z.E. 2003. unio de llauradors i Ramaders-COAG. las abejas de miel y la polinización.http://www.beekeeping.com/articulos/zaragoza/abejas_polinizacion.htm
- Sommeijer, M.J. 1994. Pollen foraging strategies of two domesticated stingless bee species in Costa Rica. En Proceedings of the fifth international conference in apiculture in tropical climates, Trinidad and Tobago, 7-12 September 1992. Cardiff, UK; IBRA (1994)214-220.
- Terrestris (Hymenoptera:Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annum* L.).
- Thomson J D, K Goodell (2001) Pollen removal and deposition by honeybee and bumblebee visitors to apple and almond flowers. J. Appl. Ecol. 38:1032-1044.

- Velthuis, H.1997. The biology of stingless bees. Dept. of Entomology and Socioecology. Utrecht University, the Netherlands. 33 p.
- Vicens N, J Bosch (2000) Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on Red Delicious apple. *Environ. Entomol.* 29(2):235-240.
- Viejo, J.L. y Ornos, C. 1997. Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica. Departamento de biología, universidad autónoma de Madrid. pp. 71- 74
- Waldschmidt, A.M., Fernandes, S.T.M., Goncalves-Barros, E., Campos-Lucio,
- Winston, M.1987. The Biology of the Honey Bee. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Yuri J.A. , V. Lepe M., C. Moggia. 2005. Pomáceas, Boletín Técnico editado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca.
- Yuri, J.A; G. Lobos; V. Lepe. 2002. El Boletín Técnico del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca es de aparición periódica.

APÉNDICE

Cuadro A1. Concentración de datos de las salidas de los diferentes tratamientos en insectos polinizadores en el manzano, variedad *Golden delicious* en relación a su temperatura.

Tratamiento	Repeticiones	Tiempos	Temperatura	Salidas
1	1	1	17	10
1	1	1	17	13.666667
1	1	1	18	19
1	1	1	19	22.5
1	1	2	27	104.25
1	1	2	27	109
1	1	2	27	133
1	1	2	27	148.66667
2	1	1	18	3
2	1	1	19	3
2	1	1	19	7
2	1	1	20	12
2	1	2	27	12
2	1	2	27	18
2	1	2	27	7
2	1	2	27	14
3	1	1	20	7
3	1	1	20	5
3	1	1	20	3
3	1	1	21	2.5
3	1	2	27	15.5
3	1	2	28	15
3	1	2	28	13.5
3	1	2	28	20
1	2	1	14	10.5
1	2	1	15	14
1	2	1	16	24.666667
1	2	1	17	30.333333
1	2	2	27	113.75
1	2	2	27	107.8
1	2	2	28	149
1	2	2	28	162
2	2	1	18	3
2	2	1	20	0

2	2	1	20	4
2	2	1	20	3
2	2	2	28	23
2	2	2	28	18
2	2	2	28	18
2	2	2	28	13
3	2	1	23	3
3	2	1	24	6.5
3	2	1	24	8
3	2	1	24	9
3	2	2	29	15.5
3	2	2	29	19.5
3	2	2	29	19
3	2	2	30	23.5
1	3	1	15	6.6666667
1	3	1	16	8.5
1	3	1	16	8.5
1	3	1	16	11.25
1	3	2	25	89.75
1	3	2	25	90.75
1	3	2	24	89.666667
1	3	2	24	78.5
2	3	1	16	0
2	3	1	16	0
2	3	1	16	0
2	3	1	16	0
2	3	2	25	3
2	3	2	25	7
2	3	2	25	8
2	3	2	25	7
3	3	1	17	0
3	3	1	17	1
3	3	1	18	2
3	3	1	18	3
3	3	2	24	3
3	3	2	25	3
3	3	2	25	7
3	3	2	26	9
1	4	1	16	5
1	4	1	17	17

1	4	1	17	14
1	4	1	17	11.25
1	4	2	26	96.666667
1	4	2	27	125.16667
1	4	2	28	161.66667
1	4	2	28	157
2	4	1	19	2
2	4	1	19	0
2	4	1	19	4
2	4	1	19	7
2	4	2	29	22
2	4	2	29	16
2	4	2	29	18
2	4	2	29	18
3	4	1	20	6
3	4	1	20	4
3	4	1	20	7
3	4	1	21	8
3	4	2	28	19
3	4	2	28	15
3	4	2	27	12
3	4	2	26	9

Cuadro A2. Información del nivel de clases

Clase	Niveles	valores
Trat	3	1 2 3
Rep	4	1 2 3 4
Tiempo	2	1 2
Temp	16	14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Numero de observaciones 96

Cuadro A3. ANVA con los datos de las salidas de *A. mellifera* y *S. mexicana* en la polinización del manzano variedad *Golden delicious*.

Variable dependiente: salidas

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	30	174729.9415	5824.3314	142.76	<.0001
Error	65	2651.8096	40.7971		
Total correcto	95	177381.7511			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	salidas Media
0.985050	22.65181	6.387258	28.19757

Cuadro A4. Sumatoria de las visitas de *A. mellifera* y *S. mexicana* según los puntos cardinales Norte y Sur.

	A. mellifera	S. mexicana
Norte	5.425	0.025
Sur	4.966	0.03333

Cuadro A5. Actividad de los tratamientos durante la mañana y tarde en el manzano variedad *Golden Delicious*

	T1	T2	T3
Mañana	13.7166667	3	4.5
Tarde	117.75	13.875	13.5625

Cuadro A6. Actividad de las especies *A. mellifera* y *S. mexicana* en los cuatro días durante mañana y tarde.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	
	mañana	mañana	Mañana	mañana	Total
T1	6.25	2.5	0	3.25	3
T2	4.375	6.625	1.25	5.75	4.5
T3	17.53333333	18	8.86666667	10.4666667	13.7166667
	Tarde	Tarde	Tarde	Tarde	
T1	12.75	18	6.25	18.5	13.875
T2	16	19.375	5.5	13.375	13.5625
T3	122.066667	128.466667	95.53333333	124.9333333	117.75