

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

IDENTIFICACIÓN DE POLINIZADORES SILVESTRES DE MELÓN; VALLE DEL MOTAGUA,  
ZACAPA  
TESIS DE GRADO

**MARIO DAVID RECINOS ESPAÑA**  
CARNET 20493-10

ZACAPA, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

IDENTIFICACIÓN DE POLINIZADORES SILVESTRES DE MELÓN; VALLE DEL MOTAGUA,  
ZACAPA  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**MARIO DAVID RECINOS ESPAÑA**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS

ZACAPA, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
LIC. MICHELLE BUSTAMANTE CASTILLO

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
MGTR. EDGAR ROLANDO GUIROLA OSORIO  
MGTR. YULMA YANILETH TOBAR SALAZAR  
LIC. MANUEL ALEJANDRO BARRIOS IZAS

Guatemala, 06 de octubre de 2017

Honorable Consejo de  
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Mario David Recinos España, que se identifica con carné 2049310, titulado: "**Identificación de la diversidad de polinizadores silvestres en el cultivo de melón (*Cucumis melo*) en la Región Semiárida del Valle del Motagua, departamento Zacapa**", el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Licda. Michelle Bustamante

Colegiado No.3894



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradicón Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 061008-2018

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MARIO DAVID RECINOS ESPAÑA, Carnet 20493-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 06141-2018 de fecha 25 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

IDENTIFICACIÓN DE POLINIZADORES SILVESTRES DE MELÓN; VALLE DEL MOTAGUA,  
ZACAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de septiembre del año 2018.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
Universidad Rafael Landívar

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios que me dio la vida y el don de la perseverancia para alcanzar nuestra meta.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por abrir sus puertas para ser mejores personas y buenos profesionales.

Licda. Michelle Bustamante por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

## **DEDICATORIA**

A:

Dios: Por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Mis padres: Rina España y Mario Recinos, gracias a ellos que siempre están apoyándome incondicionalmente, enseñándome a desafiar los retos y alcanzar mis metas.

Mi hija y mi esposa: Sophia Valentina Recinos Ramos y Beatriz Ramos que las amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

Mi familia: Gracias a ustedes por su fortaleza, por cada palabra de aliento y su amor incondicional.

Mis amigos: Presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas.

## ÍNDICE

### Contenido

RESUMEN.....	i
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Origen y clasificación del cultivo del Melón .....	3
2.2. Etapas y condiciones climáticas óptimas para el cultivo de Melón.....	3
2.3. La importancia de la polinización en la producción hortícola.....	6
2.4. Disminución en el proceso de polinización silvestre.....	8
2.5. La polinización y las abejas silvestres .....	9
2.6. Importancia económica de la polinización en la agricultura.....	10
2.7. Estudios realizados sobre el Melón en la Región Semiárida del Valle del Motagua –RSVM-.....	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	12
4. OBJETIVOS.....	13
4.1. General.....	13
4.2. Específicos .....	13
5. METODOLOGÍA .....	14
5.1. Área de estudio .....	14
5.2. Unidades de análisis .....	14
5.3. Tipo de Investigación.....	15
5.4. Instrumento .....	15
5.5. Procedimiento .....	16
5.5.1. Periodo de investigación .....	16
5.5.2. Actividad I. Selección de sitios de muestreo .....	17
5.5.3. Actividad II. Conteo de abejas visitantes del cultivo de Melón .....	17
5.5.4. Actividad III. Identificación taxonómica y enriquecimiento de colección entomológica.....	18



5.6. Análisis de la información.....	19
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
6.1. Riqueza de abejas potenciales polinizadores de Melón en el área de estudio.	20
6.2. Riqueza de potenciales polinizadoras que no son abejas del cultivo de Melón	21
6.3. Riqueza esperada de abejas y otros potenciales polinizadores para el cultivo de Melón	24
6.4. Patrones temporales en la riqueza y abundancia de especies de abejas silvestres .....	28
6.5. Abundancia relativa de las especies de abejas y otros potenciales polinizadores del cultivo de Melón.....	29
6.6. Estrategias de polinización del cultivo de Melón mediante la conservación de polinizadores silvestres en el valle del Motagua .....	31
7. CONCLUSIONES .....	33
8. RECOMENDACIONES.....	34
9. BIBLIOGRAFIA .....	35

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación botánica del cultivo de Melón.....	3
Cuadro 2. Nombre, duración y descripción de las etapas fenológicas del cultivo de Melón.....	4
Cuadro 3. Potenciales polinizadores encontrados en flores de cultivo de Melón en el departamento de Zacapa. Fuente datos: (Bustamante, M. en ejecución). ....	11
Cuadro 4. Riqueza de abejas nativas e introducidas visitantes florales del cultivo de Melón registradas en el área de estudio, durante los tres eventos de muestreo realizados. ....	20
Cuadro 5. Especies de insectos visitantes florales del cultivo de Melón registradas durante los muestreos en el área de estudio.....	23
Cuadro 6. Riqueza de potenciales polinizadores registrada y esperada para los cultivos de Melón en el área de estudio. ....	27
Cuadro 7. Número de individuos por especie de abeja registrados durante los muestreos en el cultivo de Melón en el área de estudio.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formato de boletas de campo para recolección de información. ....	16
Figura 2. Croquis de Distribución de parcelas y puntos de muestreo.....	17
Figura 3. Curva de acumulación de especies de abejas visitantes florales del cultivo de Melón en el área de estudio. ....	25
Figura 4. Curva de acumulación de especies visitantes florales que no son abejas del cultivo de Melón en el área de estudio. ....	26
Figura 5. No. de individuos registrados por especie nativa durante todo el estudio. ....	31

## **Identificación de polinizadores silvestres de melón; Valle del Motagua, Zacapa**

### **RESUMEN**

El presente estudio es una descripción e identificación de la diversidad de polinizadores silvestres en el cultivo de melón *cucumis melo* en la región semiárida del valle del motagua, departamento de Zacapa. Como la mayoría de cucurbitáceas, el melón es una planta de polinización entomófila, es decir que requiere los servicios de polinización de insectos, es por ello que la productividad de este cultivo se relaciona estrechamente con la utilización de abejas. En la actualidad las extensas unidades productivas ubicadas en el valle del Motagua en el departamento de Zacapa han requerido la introducción de colmenas de abejas (*Apis mellifera*) como agentes polinizadores; lo cual conlleva a la implementación de labores adicionales como el mantenimiento de las colmenas y que tienen impactos significativos en la elevación de los procesos y aumento de costos de producción. Debido a la importancia del cultivo de melón en la zona, el presente estudio tuvo como objetivo generar datos sobre la diversidad de polinizadores silvestres que existen en la región del Valle del Motagua con el fin de que esta información contribuya en la búsqueda de polinizadores alternativos y en el desarrollo de estrategias que pretendan mejorar las técnicas de polinización de este cultivo.

# 1. INTRODUCCIÓN

La producción de Melón en el país es cada vez más importante debido a la demanda que existe en los mercados internacionales, lo cual repercute en forma positiva en la implementación de nueva tecnología y prácticas que vayan dirigidas a obtener una mejor producción. El Melón es uno de los cultivos más importantes para Guatemala ya que aproximadamente aporta unos 4, 028,332 jornales/año o un equivalente de 14,387 empleos permanentes. Además el arrendamiento de 36,200 manzanas de tierras y \$156, 797,839 millones por ingresos de divisas al país según partida arancelaria: 0807.19.00 (DIPLAN - MAGA, 2013, con datos de BANGUAT)

Como la mayoría de cucurbitáceas, el Melón (*Cucumis melo* L. 1753) es una planta de polinización entomófila (requiere de los servicios de polinización de insectos), por ello la productividad de este cultivo se relaciona estrechamente con la utilización de abejas. Se estima que la producción de Melón depende de entre un 20 a un 40% de los servicios de polinización. Sin embargo, no se han realizado pruebas recientes en nuevas variedades (González, 2009). En el Melón la polinización cruzada contribuye a la producción de frutos de calidad que cumplen con las características físicas y organolépticas necesarias para su exportación (Cano, Nava & Reyes, 2009). En el Melón la autofecundación no es frecuente debido principalmente a que el polen es pesado, pegajoso y solo puede ser trasladado por insectos. Además, el número de visitas a la flor tiene efecto sobre el rendimiento y calidad del fruto, pues entre mayor número de visitas recibe una flor mayor será el número de semillas que se produzcan (Cortés, 1997).

En la actualidad las extensas plantaciones ubicadas en el Valle del Motagua en el departamento de Zacapa han requerido la introducción de colmenas de abejas (*Apis mellifera*) como agentes polinizadores; lo que conlleva a la implementación de labores adicionales como el mantenimiento de las colmenas y que tienen impactos significativos en la elevación de los procesos y aumento de costos de producción. Usualmente, las colmenas introducidas tienden a perderse por efecto de las enferm

edades, mal manejo y pesticidas que son utilizados en el proceso de producción del cultivo. Es por ello que todas las aplicaciones de agroquímicos se realizan en el transcurso de la noche (Chávez, Fu, Grageda & Sabori, 1998).

Debido a la importancia del cultivo de Melón, el presente estudio tuvo como objetivo generar datos sobre la diversidad de polinizadores que existen en la región del Valle del Motagua con el fin de que esta información contribuya en la búsqueda de polinizadores alternativos y en el desarrollo de estrategias que pretendan mejorar las técnicas de polinización de este cultivo. Esta información también podrá ser utilizada en procesos de mejora de la calidad, tamaño, forma y cantidad de los frutos de este cultivo y en el desarrollo de estrategias para la conservación de polinizadores silvestres de cultivos en la región del Valle del Motagua.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen y clasificación del cultivo del Melón

El Melón es nativo de la región tropical y sub tropical de África Occidental y de las regiones meridionales de Asia y La India. Irán, Rusia Meridional y China son considerados centros de origen secundario (Fersini, 1976). Es una especie de magnoliopsida perteneciente a la familia Cucurbitácea (Dubón, 2006).

**Cuadro 1.** Clasificación botánica del cultivo de Melón.

<i>Reino</i>	<i>Plantae</i>
<i>Subreino</i>	<i>Embryobionta</i>
<i>División</i>	<i>Magnoliophyta</i>
<i>Subdivisión</i>	<i>Magnoliophytina</i>
<i>Clase</i>	<i>Magnoliopsida</i>
<i>Subclase</i>	<i>Dillidae</i>
<i>Orden</i>	<i>Violales</i>
<i>Familia</i>	<i>Cucurbitaceae</i>
<i>Género</i>	<i>Cucumis</i>
<i>Especie</i>	<i>C. melo</i>

Fuente: Dubón, 2006.

### 2.2. Etapas y condiciones climáticas óptimas para el cultivo de Melón

El cultivo de Melón puede dividirse en siete etapas desde la siembra hasta la cosecha (Cuadro 2). El cultivo requiere entre 56 a 65 días hasta el aprovechamiento. En el Cuadro 2 se describen las etapas del cultivo, los días empleados en cada una de ellas y los principales acontecimientos que ocurren en cada etapa.

**Cuadro 2.** Nombre, duración y descripción de las etapas fenológicas del cultivo de Melón.

N.	Etapas fenológica	Días	Observación
1	Siembra	0	Se realiza en pilón
2	Trasplante	14-18 después de la siembra	Dos cotiledones y dos hojas verdaderas
3	Desarrollo herbáceo	14-16 días después del trasplante	Empieza a desarrollarse la guía y las flores masculinas
4	Floración	22-24 días después del trasplante	Se desarrollan las flores femeninas y son necesarios los insectos polinizadores, dura 14 días la polinización efectiva
5	Cuajado y llenado de frutos	4 días después de la polinización	Formación y desarrollo del fruto
6	Formación de la red	12-14 días después del cuajado del fruto	Inicia la formación de la redcilla
7	cosecha	56-65 días después del trasplante	El fruto se encuentra formado totalmente

Fuente: Modificado de Ramírez, 2014

Los departamentos en los que principalmente se cultiva el Melón son los más calurosos del país: Zacapa, Santa Rosa, Chiquimula y Jutiapa (Ramírez, 2014). El cultivo de Melón se adapta muy bien a condiciones de clima cálido a seco y temperaturas que oscilan entre 15° y 30 °C. Prefiere suelos ligeros y bien drenados con una moderada conductividad eléctrica (hasta 4 dS/m) y con alto contenido de materia orgánica (2.5 a 3.0 %). El pH óptimo para el cultivo se encuentra entre 6 y 7 (Botto, 2011).

Al igual que la mayoría de los cultivos, la temperatura del suelo y del ambiente son fundamentales e inciden en los procesos de germinación, floración, fecundación y maduración del fruto. En zonas con escasa intensidad solar, el desarrollo del fruto disminuye, lo cual provoca bajos índices de rendimiento y calidad de los frutos (Botto



2011 citado por Ramírez, 2014). La humedad relativa óptima para el desarrollo adecuado del cultivo es de 65% - 75%, para la floración, 60% - 70% y para el fructificación, 55% - 65% (Ramírez, 2014).

El Melón es un cultivo que no es muy exigente desde el punto de vista de los suelos; mas sin embargo se obtienen mejores resultados cuando se cultiva en un suelo que tiene como características: profundidad, mullidez, adecuada aireación, buen drenaje, franco. Por lo contrario, no se obtienen buenos resultados en suelos con pH demasiado acido. (Marco, 1969; citado por Ramírez, 2014).

Otro factor importante para el desarrollo del fruto es la luminosidad, pues los tejidos del ovario de la flor se desarrollan influenciados por la temperatura y las horas luz, los días largos y con altas temperaturas favorecen a la formación de las flores masculinas, y los días cortos y temperaturas moderadas favorecen a la formación de flores con ovarios. (Monardes, 2009).

Al igual que en la mayoría de las cucurbitáceas, las raíces del Melón son abundantes y rastreras. Algunas raíces pueden llegar a descender hasta un metro de profundidad o más, pero especialmente es entre los 30 a 40 centímetros del suelo en donde la planta desarrolla unas raíces abundantes y de crecimiento rápido (SAGARPA, 2002).

El tallo es herbáceo y puede ser rastrero o trepador, lo cual es posible gracias a sus zarcillos. El tallo está cubierto de vellos blancos y empieza a ramificarse después de que se ha formado la quinta o sexta hoja (SAGARPA, 2002). Las hojas pueden ser de una gran variedad de tamaños y formas, pueden ser enteras, provistas de 3 a 7 lóbulos, pentagonales, etc. Tanto las hojas como los tallos son vellosos. El tamaño puede oscilar entre 8 y 15 cm.

En relación a la flor, el cultivo del Melón puede estar provisto por tres tipos de flores distintas, entre ellas: estaminadas (macho), pistiladas (hembras) y hermafroditas (flores que presentan al mismo tiempo los órganos masculinos y femeninos) (SAGARPA,

2002). De acuerdo a la presencia de estas flores en una planta, estas pueden ser: Monoicas: Es decir que la planta es portadora de flores estaminadas y pistiladas. Este es el caso de las antiguas variedades francesas “Cantalupo Obus”, “Cantalupo de Argel” y “Sucrin de Tours”. Andromonoicas: Caracterizadas por el hecho de que la planta es portadora de flores estaminadas y flores hermafroditas. A este grupo pertenece la mayoría de los híbridos de Melón Cantaloupe actuales (Cano, 1994; Schultheis, 1998; citado por SAGARPA, 2002).

En términos científicos el Melón es considerado una baya pepónide, la cual posee un número abundante de semillas, su forma es bastante variable al igual que sus dimensiones (Salvat, 1979; Leño, 1978; citado por SAGARPA, 2002). Posee un buen número de semillas, de tamaño moderado, forma ovalada y no marginadas, las semillas del Melón poseen aceite, su endospermo es escaso y posee cotiledones bien desarrollados (SAGARPA, 2002).

### **2.3. La importancia de la polinización en la producción hortícola**

La polinización consiste en la transferencia de polen desde los estambres que son la parte masculina de la flor hasta el estigma la cual es la parte femenina de la flor y esto hace posible una fecundación, y por lo tanto una buena producción de frutos y semillas. Aunque la polinización puede ser llevada a cabo por dos vectores como lo son los bióticos (animales) y abióticos (agua y viento), la mayoría de las plantas con flores dependen del primer vector, principalmente la que es llevada a cabo por los insectos (Ecocolmena, 2017).

La polinización mediada por animales contribuye a la reproducción del 90% de alrededor de 250 mil especies de angiospermas (Kearns, *et al.* 1998). Se estima que un tercio de los alimentos que consumimos está disponible gracias a la polinización, y aproximadamente la mitad de los animales que polinizan las plantas tropicales son abejas (O’Toole, 1993). Además, los animales como insectos, aves y mamíferos, sobre todo los voladores afectan el 35% de la producción de cultivos del mundo. Los

polinizadores también contribuyen a aumentar la producción de 87 de los principales cultivos del mundo (Klirin *et al.*, 2006).

La polinización aparte de incrementar la producción de los cultivos, mejora la calidad de estos en gran medida, ya que la mayoría de los cultivos necesitan que casi todos sus óvulos sean fecundados, para obtener el tamaño y características químicas deseadas por los consumidores (Almaza, 2007; SAGARPA, 2014).

En lo que respecta a polinizadores y biodiversidad, los insectos son la categoría más antigua y también el grupo más grande de polinizadores, y los órdenes más importantes son: himenópteros, dípteros, lepidópteros y coleópteros (APOLO, 2012).

Las abejas son probablemente, el grupo de insectos mejor adaptado a la visita floral, porque a diferencia de sus parientes cercanos las avispas que son carnívoras y otro tipo de insecto, las abejas son vegetarianas y su alimentación y la de sus crías se ve estrechamente ligada con las flores, debido al gran número de especies y a la abundancia de algunas de estas, se convierten en un grupo esencial para la polinización y por tanto para la reproducción sexual de la mayoría de las plantas con flor, en especial para muchas plantas de interés agrícola APOLO, 2012).

Uno de esos cultivos es el Melón (*C. melo*) el cual depende en gran medida de la polinización cruzada para poder producir frutos que cumplan con las características tanto físicas como organolépticas para poder ser exportable (Lack, Proctor & Yeo, 1996; Michener, 2000).

En el Neo trópico, existen 6000 especies de abejas —3000 especies de lengua larga (Apidae y Megachilidae) y 3000 de lengua corta (Colletidae, Andrenidae, Halictidae) las cuales con visitas frecuentes en las flores se han convertido en polinizadores eficientes, a diferencia de otros animales, que solo visitan las flores ocasionalmente (Roubik, 1995).

En lo que corresponde a la seguridad alimentaria, la diversidad de los alimentos cultivados, la nutrición humana y los precios de los alimentos dependen todos ellos en gran medida de los animales polinizadores, principalmente las abejas (FAO, 2008). La diversificación de los cultivos hortícolas está siendo utilizada como elemento para contrarrestar la pobreza en muchos agricultores del mundo. Es muy probable que la disminución de los polinizadores que se ha observado en los últimos años afecte a la producción, calidad y los costos de los cultivos ricos en vitaminas como las frutas y hortalizas, lo cual conlleva a que cada vez existan más desequilibrios alimenticios y problemas de salud (FAO, 2008).

#### **2.4. Disminución en el proceso de polinización silvestre**

En el pasado, la naturaleza ha facilitado la polinización sin costo explícito para las comunidades humanas. A medida que se ha venido ampliando la superficie de cultivo y aumentando el uso de productos químicos agrícolas, han aumentado también las pruebas de una posible grave disminución de las poblaciones de polinizadores en el ámbito del desarrollo agrícola (FAO, 2008).

La abeja melífera domesticada, (*Apis mellifera*) y sus diversos parientes asiáticos se han utilizado para proporcionar sistemas de polinización en régimen de gestión, pero para muchos cultivos, las abejas no son eficaces o no llegan a ser polinizadores óptimos. Las poblaciones de abejas en régimen de gestión se enfrentan también con crecientes amenazas de plagas y enfermedades. El proceso para obtener polinizadores eficaces para prestar servicio en los campos agrícolas está resultando difícil de lograr, y hay un renovado interés en ayudar a la naturaleza a proporcionar servicios de polinización mediante prácticas que favorecen la presencia de polinizadores silvestres (FAO, 2008).

Una polinización insuficiente se traduce en escasa producción de fruta. En el caso de la sandía al igual que el Melón, cuando hay más intervención de polinizadores la fruta adquiere un color más oscuro y su sabor es más intenso. La falta de polinización ha

aumentado la sensibilización acerca del valor de este servicio y de los requerimientos de su ordenación. La polinización eficaz requiere recursos, tales como refugios de vegetación natural prístina. Allí donde tales refugios han disminuido o se han perdido, los polinizadores empiezan a escasear y será necesario aplicar prácticas de ordenación adaptativas para mantener la producción alimentaria.

## **2.5. La polinización y las abejas silvestres**

Se considera que en una colmena mediana habitan en promedio 60,000 abejas de las cuales alrededor de 40,000 salen todos los días a recolectar polen y néctar con frecuencia de 11 a 15 viajes por día y que durante cada viaje visitan entre 30 y 50 flores, teniéndose un total de veinte millones de flores visitadas por una colmena en un día, igualmente se considera que una abeja puede sobrevolar en promedio una distancia de 1500 metros de radio (Cano & Reyes, 1995).

La polinización silvestre es un servicio clave del ecosistema, aunque la polinización de cultivos es comúnmente citada como un claro ejemplo de un servicio del ecosistema en peligro de extinción, el contacto con los polinizadores también puede ser una forma de mantener la diversidad genética en los cultivos (FAO, 2008).

Si bien la polinización no es un factor en la producción de hortalizas de hoja ni raíces, es importante en la producción de semillas. Las estimaciones del incremento de semillas debido a una óptima polinización oscilan del 100 por ciento en el caso del rábano y la col, a más del 350 por ciento en el de la cebolla. Se considera que, de las poco más de 100 especies de cultivos que proporcionan el 90 por ciento del suministro de alimentos para 146 países, 71 son polinizadas por abejas (casi todas silvestres), y muchas otras por trips, avispas, moscas, escarabajos, polillas y otros insectos. Se estima que por lo menos 20 géneros de animales, aparte de las abejas, funcionan como polinizadores para los cultivos más importantes del mundo (FAO, 2008).

Si bien no todas las plantas necesitan de los animales para la polinización a los cereales, por ejemplo, los poliniza el viento; casi todos los cultivos de horticultura y forrajeros sólo pueden producir semillas y fruta si los animales pasan el polen de las anteras masculinas a los estigmas femeninos de la misma o de otra flor.

## **2.6. Importancia económica de la polinización en la agricultura**

La abeja es el insecto de mayor utilidad para el hombre (Hubbell, 1997), por la producción de miel, propóleos, polen, cera, etc., sin embargo, su valor en el servicio de polinización a los cultivos es el más importante ya que representa de 10 hasta 20 veces su valor con respecto a la producción de miel (Kearns, 1998; McGregor, 1976). La importancia económica directa de la polinización por insectos, radica principalmente en el aumento de los rendimientos de los cultivos que se produce ya sea para el consumo humano o para la fabricación de medicamentos, ya que el aumentar los rendimientos significa mayor producción por área y por consecuente mayores ingresos económicos para los productores (Bertozzi, 2012).

Es difícil cuantificar cuánto de la producción de alimentos para consumo humano depende de los servicios proporcionados por los polinizadores naturales. Pero según una estimación, el valor monetario anual de los servicios de polinización en la agricultura mundial podría ascender hasta a 200.000 millones de dólares EE.UU. Una investigación reciente realizada en los cafetales de Costa Rica ha demostrado que la polinización que llevan a cabo las abejas silvestres de las zonas boscosas colindantes contribuye a incrementar las cosechas un 20 por ciento (FAO, 2008).

## **2.7. Estudios realizados sobre el Melón en la Región Semiárida del Valle del Motagua –RSVM-**

En la RSVM se ha realizado una gran cantidad de estudios a nivel de tesis en base al mejoramiento de las técnicas y métodos de producción del cultivo del Melón y sobre la utilización de nuevos cultivares, sin embargo, aun con la gran importancia que representa los estudios de diversidad en lo que a polinizadores nativos se refiere, no

existe ningún estudio de este tipo. Kearns, (1998) argumentó que los sistemas de polinización se encuentran en una crisis creciente que tiene como base la fragmentación de los hábitats, cambios en el uso del suelo, prácticas de agricultura moderna, uso de plaguicidas e invasión de plantas y animales no nativos a los ecosistemas naturales.

Un estudio reciente de cultivos de Melón en Zacapa (Bustamante, M. en ejecución) a determinado que al cultivo de Melón se presentan diversos visitantes florales. A continuación, se presenta un listado de especies registradas en las flores de este cultivo.

**Cuadro 3.** Potenciales polinizadores encontrados en flores de cultivo de Melón en el departamento de Zacapa. Fuente datos: (Bustamante, M. en ejecución).

<b>N.</b>	<b>Grupo taxonómico</b>	<b>N.</b>	<b>Grupo taxonómico</b>
1	<i>Anthoporidae sp1</i>	12	<i>Scarabaeidae</i>
2	<i>Apis mellifera</i>	13	<i>Scarabaeidae sp1</i>
3	<i>Eulaema polycroma</i>	14	<i>Scarabaeidae sp2</i>
4	<i>Exomalopsis sp1</i>	15	<i>Sirphidae sp 1</i>
5	<i>Halictidae sp1</i>	16	<i>Tabanidae sp1</i>
6	<i>Halictidae sp2</i>	17	<i>Trigona (Geotrigona) acapulconis</i>
7	<i>Halictidae sp3</i>	18	<i>Trigona sp.</i>
8	<i>Lassioglossum sp1</i>	19	<i>Trigonisca pipioli</i>
9	<i>Muscidae sp1</i>	20	<i>Vespidae sp1</i>
10	<i>Muscidae sp2</i>	21	<i>Xylocopa guatemalensis</i>
11	<i>Paratrigona guatemalensis</i>		

Fuente: (Bustamante M, 2018)

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La polinización de los cultivos representa un gran valor económico. Por ejemplo, se estima que cerca del 84% de las 1,500 especies de cultivos del mundo son polinizadas por abejas (FAO, 2015). En los últimos años se le ha prestado especial importancia a los efectos de las reducciones de la abundancia y diversidad de polinizadores, ya que estos brindan un servicio muy importante para los sistemas tanto naturales como agrícolas.

La llamada "crisis de la polinización", dada por el decremento de las poblaciones de vectores animales por procesos de perturbación humana, afecta no sólo a procesos ecológicos y evolutivos sino también la producción y rendimiento de cultivos que requieren forzosamente de la presencia de vectores animales, y se calcula que a nivel global los beneficios económicos que esta interacción provee a la humanidad son alrededor de 153 billones de Euros anuales. (INRA, 2005). Es por ésta razón que el servicio de la polinización en la agricultura debe ser uno de los tópicos de estudio más importantes en la agricultura actual (Kenmore & Krell, 1998; De Marco & Monteiro, 2004).

Debido a la importancia del cultivo de Melón, el presente estudio tuvo como objetivo generar datos sobre la diversidad de polinizadores que existen en la región del Valle del Motagua con el fin de que esta información contribuya en la búsqueda de polinizadores alternativos y en el desarrollo de estrategias que pretendan mejorar las técnicas de polinización de este cultivo. Esta información también podrá ser utilizada en procesos de mejora de la calidad y tamaño de los frutos de este cultivo y en el desarrollo de estrategias para la conservación de polinizadores silvestres de cultivos en la región del Valle del Motagua.



## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

- Analizar la diversidad temporal de abejas polinizadoras del cultivo de melón con el fin de plantear estrategias para su conservación y contribuir a la producción del cultivo en la zona de estudio.

### **4.2. Específicos**

- Comparar la riqueza y abundancia relativa de especies de abejas silvestres visitantes de dos tipos de cultivo de Melón, durante un ciclo de cultivo en el valle del Motagua, Zacapa.
- Identificar patrones temporales en la riqueza y abundancia de abejas silvestres visitantes de dos variedades de Melón en el Valle del Motagua.
- Proponer estrategias para la conservación de las abejas silvestres visitantes de cultivos de Melón en el Valle del Motagua.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. Área de estudio**

El estudio se realizó en cultivos de Melón material Honey Drew ubicados en los municipios de Teculután (presenta una zona de vida bosque espinoso seco tropical, clima cálido seco, suelos franco limosos profundos y temperaturas entre 20° - 38° C) y Río Hondo (presenta zona de vida denominada bosque seco tropical, clima cálido con temperaturas que oscilan entre los 20.5°-35.5° C). Ambos municipios del Departamento de Zacapa en Guatemala. Se seleccionaron dos áreas de colecta dentro de parcelas de cultivo que pertenecen a la empresa Agroexportadora Mundial S.A. La selección de las áreas de muestreo se realizó en base a verificaciones de campo y a los permisos que se obtuvieron a partir de las solicitudes necesarias. Se seleccionaron áreas de muestreo que se encontraban en las primeras etapas de floración del cultivo.

### **5.2. Unidades de análisis**

Las unidades de estudio fueron las especies e individuos de abejas presentes en el cultivo de Melón del material Honey Dew de los sitios en estudio. Además, se incluyeron otros insectos potenciales polinizadores del cultivo en el área.

Uno de los objetivos principales del estudio fue realizar una comparación de diversidad de abejas entre dos tipos de Melón (Cantaloupe y Honey Drew). Sin embargo, solo se pudo trabajar en parcelas de Melón del tipo Honey Drew. Esto se debió básicamente a cuestiones de logística y al interés de la empresa en que se trabajara en este tipo de Melón. Aunque la empresa siempre apoyo el trabajo de esta tesis, un cambio de administración también provocó atrasos en los permisos de trabajo y complicó los muestreos. A pesar de esto, se realizaron suficientes muestreos en parcelas de este tipo y se obtuvieron datos valiosos sobre diversidad de agentes polinizadores silvestres de cultivos de Melón en la zona.

El material de melón Honey Dew, también conocido como melón dulce, posee un fruto redondo ligeramente ovalado de 15-22 cm de largo y con un peso promedio que oscila entre las 4 y 8 libras de peso, color verde pálido, cascará lisa, posee gran cantidad de semillas; en lo que respecta a su floración, posee flores masculinas, femeninas y hermafroditas, de polinización cruzada favorecida por las grandes y vistosas flores que poseen nectarios; polinización entomófila y con una importante participación de las abejas.

### **5.3. Tipo de Investigación**

Esta investigación es de tipo descriptiva y cuantitativa. En ella se observaron y determinaron las especies de insectos que juegan el papel de potenciales polinizadores del cultivo del Melón. En la investigación se realizaron capturas de insectos polinizadores con ayuda de redes entomológicas y se realizaron avistamientos directos que permitieron realizar conteos de abundancias relativas de las especies.

### **5.4. Instrumento**

Se emplearon redes entomológicas para captura de insectos visitantes de las flores del cultivo y libretas de campo que facilitaron la recopilación de información tal como: número de captura, localidad, parcela, punto de muestreo y sitio de muestreo de las diferentes fuentes hasta llegar a la descripción e identificación taxonómica de los polinizadores silvestres presentes en las parcelas seleccionadas, dicha identificación fue realizada usando estereoscopios, tubos de ensayo, y otros materiales propiedad del laboratorio de Universidad Rafael Landívar, campus San Luis Gonzaga, sede Zacapa.

**Figura 1.** Formato de boletas de campo para recolección de información.

<b>BOLETA DE CAMPO</b>					
<b>Lugar:</b>			<b>Fecha:</b>		
<b>Hora</b>	<b>Cod. Colecta</b>	<b>Parcela</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Ubicación sitio de muestreo</b>	<b>Especie de flor</b>

**5.5. Procedimiento**

**5.5.1. Periodo de investigación**

Se debe de tomar en cuenta que en la región existen tres periodos de cosecha los cuales son: para la exportación, las cosechas se realizan de diciembre-abril y de septiembre-diciembre, y los pequeños agricultores siembran en los meses abril-agosto para satisfacer las necesidades del mercado local.

El estudio se realizó durante la segunda etapa de producción del año para exportación que corresponde a los meses de septiembre-diciembre, en donde la floración se prolonga durante uno o dos meses, por lo que fue en esa época en donde se realizó la

mayoría de los muestreos. Los primeros meses se enfocaron en la toma de datos en campo y los subsiguientes en el análisis de la diversidad de polinizadores en el cultivo.

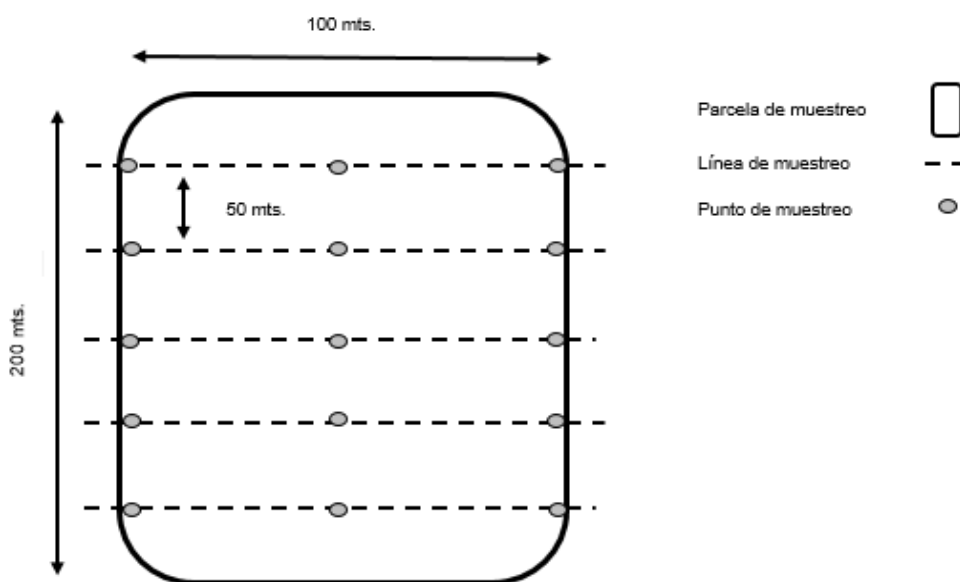
### 5.5.2. Actividad I. Selección de sitios de muestreo

Se seleccionaron tres áreas de colecta de datos para la variedad con la que se trabajó según los permisos otorgados en cada localidad. La selección de las áreas de muestreo se realizó en base a verificaciones de campo, en las cuales se constató que se tratara del material Honey Dew, tomando en cuenta que se encontraran en las primeras etapas de floración (25 ddt y que coincide con el levantado de cobertura).

### 5.5.3. Actividad II. Cuento de abejas visitantes del cultivo de Melón

Dentro de cada área de muestreo se seleccionaron cinco parcelas de aproximadamente 2.00 Ha. En cada parcela se marcaron diez sitios de muestreo; cada sitio de muestreo consistió en tres puntos de colecta que se ubicaron en línea recta uno del otro. Cada muestreo tuvo una duración de cinco días.

**Figura 2.** Croquis de Distribución de parcelas y unidades de muestreo.



La posición de los puntos fue la siguiente: uno dentro del cultivo, otro en el borde del cultivo y el tercero en el borde más cercano a la vegetación de regeneración (Figura 1). Cada punto se marcó utilizando GPS y tomando datos de la distancia a la cual se encuentra la colmena de abejas introducida más cercana.

Las abejas hacen su aparición en el cultivo de Melón a partir de las 6:00 hrs. y su número incrementa en el transcurso de la mañana, alcanzando su máximo a las 11:00 hrs. se mantiene constante hasta las 15:00 hrs. y luego empieza a descender hasta cesar su presencia al anochecer (Valega, 2001). Por lo que los muestreos se realizaron durante las primeras horas de la mañana (06-11 am).

Cada individuo colectado fue almacenado en tubos Ependorff (abejas y pequeños insectos) o en bolsas de papel en el caso de los lepidópteros para evitar que el polen que acarrean se mezcle y evitar causar daños al espécimen.

#### **5.5.4. Actividad III. Identificación taxonómica y enriquecimiento de colección entomológica.**

Todos los especímenes fueron preparados e ingresados a la colección entomológica del centro de estudios de la Universidad Rafael Landívar, campus San Luis Gonzaga, Zacapa. Los especímenes fueron identificados utilizando las siguientes claves entomológicas de identificación: The bees of the world (Michener, 2000). El capítulo de abejas de Ricardo Ayala en la revista "Folia entomológica mexicana (1,999) y el Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical región (Melo, Melo, Moure & Urban, 2007). Con los datos de presencia y abundancia se generó una base de datos de diversidad de abejas de la región.

## 5.6. Análisis de la información.

Se elaboraron cuadros descriptivos sobre la riqueza de abejas y otros insectos polinizadores de los cultivos de Melón. Dichos cuadros se elaboraron a partir de datos de muestreo durante todo el estudio y por muestreo realizado.

Se crearon gráficas de barras en base a la abundancia de los visitantes florales del cultivo de Melón en el área de estudio. La presencia de los individuos por especie en cada período de colecta, se presenta en cuadros.

Se construyó una curva de acumulación de especies para evaluar el esfuerzo de muestreo a través del tiempo. Una curva de acumulación de especies es una gráfica del número acumulado de especies encontrado con respecto al número de unidades de esfuerzo de muestreo. Esta curva se incrementa en función del esfuerzo y generalmente alcanza una asíntota; la asíntota indica el número total de especies en un tiempo determinado. En este caso, la curva se construyó en base a los datos obtenidos en los 3 eventos de muestreos que se realizaron en el área de estudio.

Para construir la curva se utilizó la función *specaccum* del paquete Vegan de R (Jari *et al.*, 2014) y se utilizó el estimador Bootstrap. Además, para toda el área de estudio se estimó la riqueza esperada utilizando la función *Specpool* del paquete Vegan de R (Jari *et al.*, 2014). Esta función utiliza 5 estimadores de riqueza de especies: S (Abundance-based Coverage Estimator), Chao de primer orden, Jackknife de primer orden (Jackknife 1), Jackknife de segundo orden y Bootstrap.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Riqueza de abejas potenciales polinizadoras de Melón en el área de estudio

Se registraron un total de 11 especies nativas potenciales polinizadoras del cultivo de Melón y una especie introducida de abeja (cuadro 4). Las especies registradas pertenecen al mismo orden y a tres diferentes familias. La riqueza de especies registrada es similar a la registrada en otros cultivos de Melón en bosques secos. Por ejemplo Winfree et al. (2007) registraron un total de 18 especies de abejas nativas en cultivos de melón ubicados en bosques secos estacionales de Pennsylvania. En otro estudio, Kremen (*et al.* 2004) se registraron 30 especies de abejas nativas en cultivos de melón de Florida. Sin embargo, este último estudio abarcó la riqueza de abejas de un área mucho más grande que la muestreada en la presente investigación. Además, solo una parte del área presentaba bosque seco.

**Cuadro 4.** Riqueza de abejas nativas e introducidas visitantes florales del cultivo de Melón registradas en el área de estudio, durante los tres eventos de muestreo realizados.

N.	Orden	Familia	Subfamilia	Nombre Científico	Nombre común
1	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	Abeja de la miel
2	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Geotrigona acapulconis</i> (Moure & Camargo, 1992)	Talnete
3	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Paratetrapedia</i> sp	Abeja nativa
4	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	Doncellita
5	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Trigona septentrionalis</i> (almeida, 1992)	Abeja nativa sin aguijón
6	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Trigona</i> sp1	Abeja nativa sin aguijón
7	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Trigona</i> sp2	Abeja nativa sin aguijón
8	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Trigonisca pipioli</i> Ayala 1999	Abeja nativa sin aguijón
9	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Trigonisca</i> sp.	Abeja nativa sin aguijón
10	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Paratrigona guatemalensis</i> (Schwarz, 1938)	Abeja sin aguijón



11	Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Plebeia</i> sp.	Abeja sin aguijón
12	Hymenoptera	Halictidae	Halictinae	<i>Halictus</i> sp. (Latreille, 1804)	Abeja nativa sin aguijón

Fuente: datos de muestreos, años 2015 -2016.

## 6.2. Riqueza de potenciales polinizadoras que no son abejas del cultivo de Melón

Además de las especies de abejas registradas, también se registraron 16 especies de insectos visitantes florales del Melón que pueden actuar como potenciales polinizadores de este cultivo (cuadro 2). Esta riqueza incluyó especies de escarabajos, mariposas, mosca y avispa. Estas especies se distribuyeron en cinco órdenes y 10 familias.

De estos potenciales polinizadores, las moscas presentaron mayor riqueza con cuatro especies. Las moscas que visitan flores suelen ser polinizadores muy efectivos principalmente las especies con más pelos pilosos que pueden mover grandes cantidades de polen mientras se alimentan (Parra, 2005.). Varios estudios alrededor del mundo han documentado su importancia. Por ejemplo, en Europa, (Ssymank's, 2001.) llevó a cabo observaciones durante 10 años con más de 21,000 observaciones de diferentes especies de plantas con flor, y encontró que el 80% de las plantas con flores de una región de Alemania fueron visitadas por mosca de las flores, incluyendo una serie de plantas que previamente se pensaba que eran visitadas solamente por abejas. En América del Norte, un estudio regional de los polinizadores de pastizales en Colorado mostró que aproximadamente el 65% de las especies de plantas con flores estudiadas fueron visitados por las moscas, y el 44% fueron visitados por dieciséis especies de sírfidos (Ssymank, 2001.).

Durante el estudio registramos dos especies de moscas nectaríferas pertenecientes a la familia Syrphidae (cuadro 2). Además de ser buenas polinizadoras, sus larvas son consideradas depredadoras de pulgones (Rotheray, Thompson & Zumbado, 2012). Sería necesario preservar áreas boscosas en las cuales estas especies se reproducen y que pueden funcionar como sitios de anidación para muchos potenciales

polinizadores silvestres. En el caso del área de estudio, estas especies viven y se reproducen en los remanentes de bosque seco por lo que mantener estas áreas de bosque puede contribuir a la polinización silvestre del cultivo.

Otra especie potencial polinizadora del cultivo que se registró fue la Doradilla (*Diabrotica balteata*). En este estudio, se le consideró potencial polinizador del cultivo de Melón debido a que fue observada dentro de las flores de este cultivo y se observó a varios individuos cubiertos de polen, por lo que pueden actuar como polinizadoras transportando el polen entre flores de distinta planta. Sin embargo, esta especie puede ser una plaga importante en este cultivo (Capinera, 1999).

Esta especie es omnívora, y se alimenta de todas las partes de la planta por lo que puede causar daño en su etapa de larva en las raíces y en el resto de partes de la planta en etapa adulta. Las formas más frecuentes en las que afecta los cultivos es por defoliación por parte de los adultos y daño a raíces y semillas en etapa de larva (Capinera, 1999). Por lo tanto, el servicio de polinización que esta especie puede aportar a la planta se contrarresta con los efectos negativos que puede causar económicamente, por lo que resulta importante mantener un control de esta potencial plaga en el cultivo de Melón y no puede ser considerada como un buen polinizador del cultivo.

También registramos dos especies de escarabajos que podrían estar contribuyendo a la polinización del cultivo de Melón. Muchas especies de este orden (Coleóptera) contribuyen a la polinización de cultivos importantes, e incluso la polinización de muchos de ellos depende directamente de estas especies, como por ejemplo la polinización de la palma africana (Woodcock, 2012).

Algunos grupos de escarabajos, tales como los escarabajos de flores y miembros de las familias Melyridae y Mordellidae están adaptados para utilizar los recursos florales. Algunos Cantaridos (Familia Cantharidae) se alimentan principalmente de polen y puede moverse a muchas flores diferentes durante su vida adulta (Capinera, 1999). Sin

embargo, muchas especies de escarabajos tienden a visitar la flores para alimentarse de tejidos florales y muchos de ellos pueden causar daños a las flores y a los frutos en proceso de desarrollo (Woodcock, 2012). Por lo tanto, sería necesario evaluar el papel ecológico que estas especies están desempeñando en el cultivo de Melón pues algunas de ellas podrían ser buenos polinizadores y otras podrían actuar como plaga.

Finalmente, también registramos tres especies de mariposas (cuadro 2). Generalmente, las especies de este Orden (Lepidóptera) utilizan su probóscide para sondear el néctar y no suelen interactuar fuertemente con la flor; por lo tanto, a menudo no reciben grandes cantidades de polen en su trompa o su cuerpo. Sin embargo, algunas plantas están especializadas para hacer uso de estos insectos como polinizadores, especialmente en los trópicos (Ruchisansakun *et al.* 2016). Al igual que para los escarabajos, moscas y otros potenciales polinizadores sería necesario mayor observación y pruebas en campo para determinar si están contribuyendo a la polinización de este cultivo.

**Cuadro 5.** Especies de insectos visitantes florales del cultivo de Melón registradas durante los muestreos en el área de estudio.

N.	Orden	Familia	Subfamilia	Nombre Científico	Nombre común
1	Coleóptera	Crysomelidae	Galerucinae	<i>Diabrotica balteata</i> J. L. LeConte, 1865	Doradilla
2	Coleóptera	Curculionidae		Curculionidae sp1	Escarabajo picudo
3	Coleóptera	Scarabidae		Scarabaeidae	Escarabajo
4	Díptera	Dolichopodidae		Dolichopodidae sp.	Moscas de patas largas
5	Díptera	Syrphidae sp1		Desconocido	Moscas nectaríferas
6	Díptera	Syrphidae sp2		Desconocido	Moscas nectaríferas
7	Díptera	Muscidae		Desconocido	Mosca
8	Hemíptera	Miridae		Desconocido	Chinche
9	Hymenoptera	Formicinae	Ectatomminae	<i>Ectatomma</i> sp.	Hormiga

10	Hymenoptera	Vespidae	Polistinae	<i>Polistinae</i> sp	Avispa del papel
11	Hymenoptera	Vespidae	Polistinae	<i>Polybia</i> sp1	Avispa
12	Hymenoptera	Vespidae		Vespidae sp1	Avispa
13	Hymenoptera	Vespidae		Vespidae sp2	Avispa
14	Lepidóptera			<i>Pyrisitia lisa</i> (Boisduval & Le Conte)	Mariposa
15	Lepidóptera			<i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, 1,790)	Mariposa
16	Lepidóptera			<i>Microtia elva</i> , (Bates, 1,864)	Mariposa

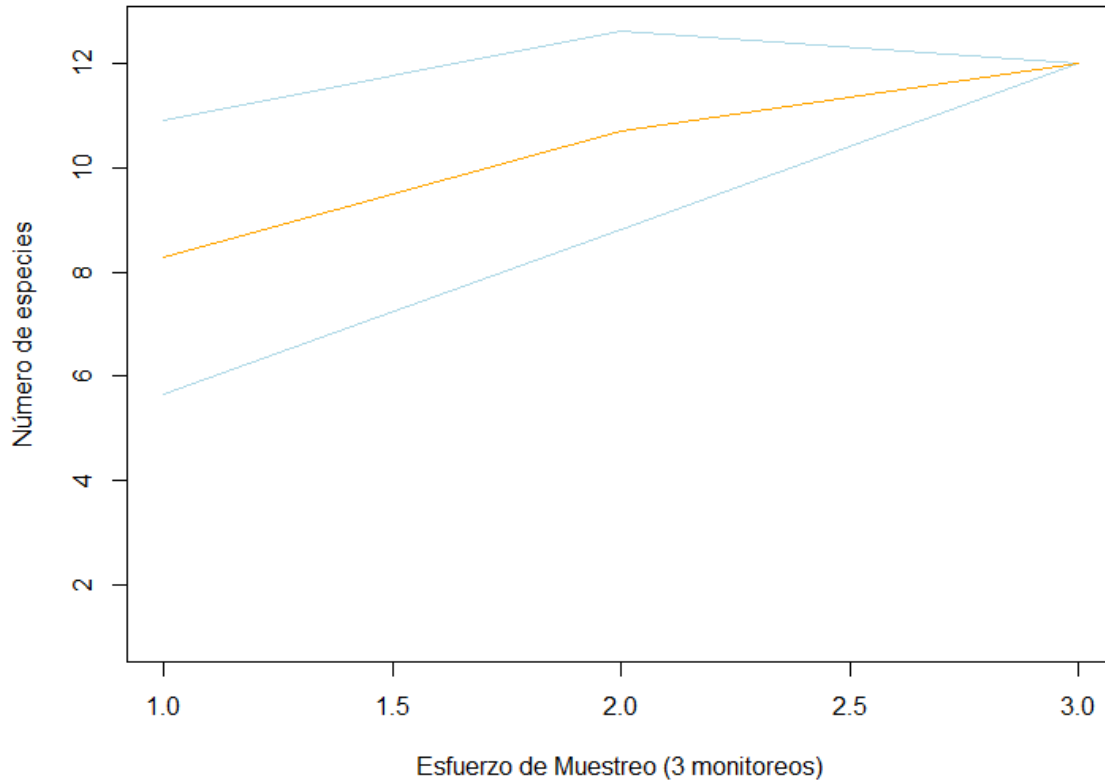
Fuente: datos de muestreos, 2015-2016.

### 6.3. Riqueza esperada de abejas y otros potenciales polinizadores para el cultivo de Melón

La curva de acumulación de especies (Figura 3) indica que aún hacen falta registrar un número considerable de especies de abejas potenciales polinizadoras del cultivo de Melón en el área de estudio. La curva se encuentra en crecimiento; esto indica que aún se requiere de mayor número de muestreos para registrar todas las especies visitantes de este cultivo en el área de estudio. Los estimadores puntuales de riqueza indican que la riqueza de abejas para el lugar se encuentra entre 15 (estimador Bootstrap 1) y 45 especies (estimador Chao 1; figura 3).

Tomando en cuenta la estimación más alta, se registró únicamente alrededor del 28% de especies de abejas polinizadoras de este cultivo. A pesar de que la proporción de abejas registrada parece ser baja debe tomarse en cuenta que esta estimación corresponde a toda el área del Valle del Motagua, que es bastante grande, por lo que es lógico que el registro de toda la diversidad de abejas silvestres requiera mucho tiempo y esfuerzo, por lo tanto puede considerarse que el esfuerzo que se realizó es óptimo y que contribuyó a registrar algunas de las especies más comunes y que pueden actuar en mayor medida como potenciales polinizadores de este cultivo en el área de estudio. Para registrar las especies faltantes sería necesario realizar mayor número de muestreos y abarcar toda la temporada de cultivo (que en la región ocurre de septiembre a abril).

**Figura 3.** Curva de acumulación de especies de abejas visitantes florales del cultivo de Melón en el área de estudio.



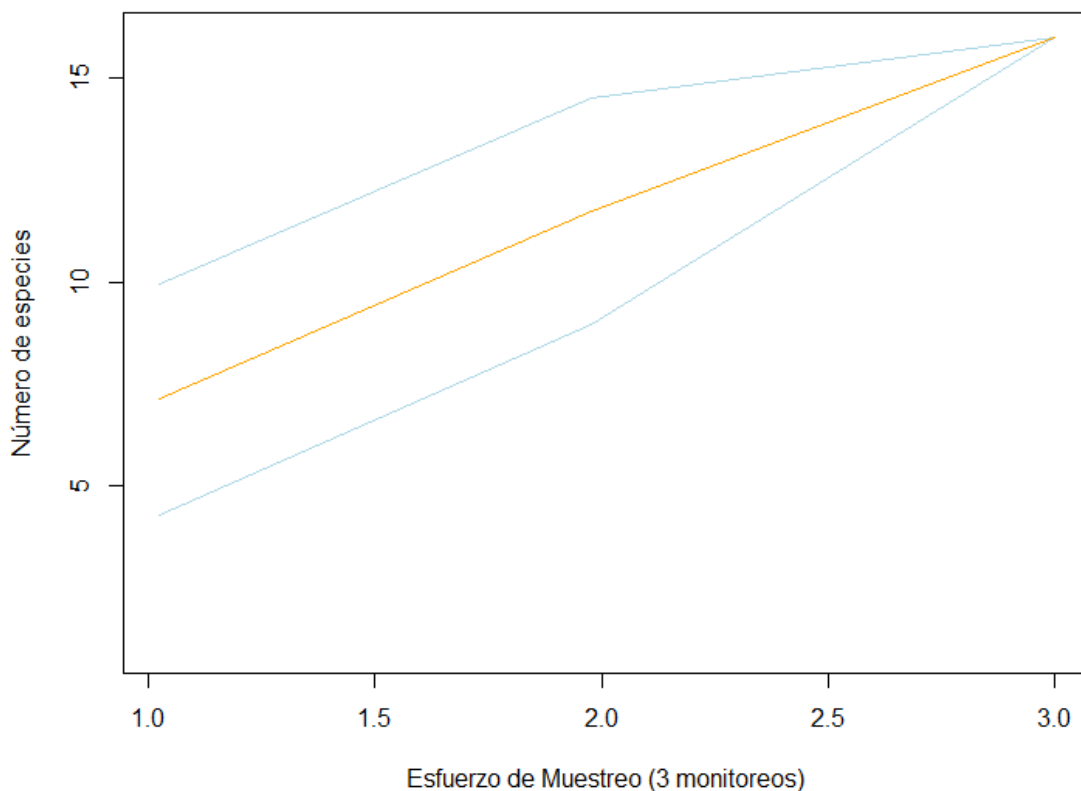
Fuente: datos de muestreos, año 2015 y 2016.

La curva se elaboró utilizando los datos de riqueza de abejas registrada durante los tres eventos de muestreo dentro del cultivo de Melón. La línea naranja representa la estimación de riqueza y las franjas celestes el error estándar de la estimación.

La curva de acumulación de especies de visitantes florales que no son abejas también indica que aún hace falta registrar varias especies de este tipo (figura 4). La curva de acumulación en este caso es aún más pronunciada que la curva generada para las especies de abejas. Esto quiere decir que el número de potenciales de polinizadores que no son abejas que hace falta registrar es bastante alto. En este caso, si se toma en cuenta el valor más alto de riqueza estimado ( $Chao1 = 51 \pm 75$ ) (cuadro 2), se registraron alrededor del 20% de las especies de este tipo. A pesar de que aún hacen

falta registrar varias especies el porcentaje registrado durante este estudio es considerable si se toma en cuenta que el área de estudio es grande y que la mayoría de cultivos están rodeados de parches de bosque seco en diferente estado de conservación que seguramente albergan una alta diversidad de especies potenciales polinizadoras de este cultivo.

**Figura 4.** Curva de acumulación de especies visitantes florales que no son abejas del cultivo de Melón en el área de estudio.



Fuente: datos de muestreos, año 2015 y 2016.

La curva se elaboró utilizando los datos de riqueza de abejas registrada durante los tres eventos de muestreo dentro del cultivo de Melón. La línea naranja representa la estimación de riqueza y las franjas celestes el error estándar de la estimación.

**Cuadro 6.** Riqueza de potenciales polinizadores registrada y esperada para los cultivos de Melón en el área de estudio.

Sitio	Riqueza observada	Estimador			
		Chao1	Jack1	Jack2	Boot
Riqueza de abejas	*12	45 ± 40	19 ± 5	22	15 ± 2
Riqueza de otros visitantes florales (no abejas)	*16	81 ± 75	25 ± 7	30	20 ± 4

\*Observada durante los tres eventos de monitoreo realizados en el área de estudio, empleando el método de capturas con redes entomológicas.

Fuente: datos de muestreos, años 2015 y 2016.

Las estimaciones se realizaron utilizando los estimadores Chao de primer orden (Chao1), Jackknife de primer orden (Jack1), Jackknife de segundo orden (Jack2) y Bootstrap (Boot). El valor de estimación está acompañado de la desviación estándar de la estimación.

Además, se han realizado estudios en los que se demostró que *A. mellifera* es un visitante frecuente de cultivos pero no siempre uno de los más eficientes, esto se hace más evidente cuando se realizan comparaciones entre algunas especies de abejas silvestres y *A. mellifera* (Freitas, 1998; Westerkamp, 1991)

Una decisión errónea tomada por algunos agricultores cuando detectan problemas de polinización es incrementar el número de colmenas de *A. mellifera* por área, lo cual conduce a una saturación de abejas en el cultivo, más de las que pueden ser sostenibles, dando lugar a colmenas hambrientas, estrés y alta tasa de mortalidad, en algunas ocasiones es necesario adicionar suplementos alimenticios a las colmenas para evitar que se alejen a explorar otros recursos (Gottsberger & Westerkamp, 2002)

#### 6.4. Patrones temporales en la riqueza y abundancia de especies de abejas silvestres

En relación a la riqueza y abundancia relativa de abejas por muestreo, se observó que la diversidad de abejas fue muy baja durante el primer muestreo. Esto se debió a que este primer muestreo fue un plan piloto, y que para la toma de datos se visitaron parcelas con baja floración, ya que éstas tenían alrededor de 10 días de haber sido retirada la cobertura. A diferencia de este primer muestreo, los siguientes dos muestreos se realizaron al inicio de la floración y en un número similar de parcelas por lo que se pueden realizar comparaciones de riqueza y abundancia entre ellos. En este sentido, la riqueza de especies de abejas nativas fue mayor durante el tercer muestreo en el que se registraron 7 de ellas en comparación con el segundo muestreo en el que se registraron únicamente 3 especies. Estas diferencias pueden deberse a muchos factores. Uno de ellos puede ser la temporalidad, pues el segundo muestreo se realizó en verano época en la cual las temperaturas son más elevadas, lo cual limita a las especies nativas a permanecer en mayor medida en los remanentes de bosque que suelen encontrarse en los límites de las parcelas del cultivo de Melón.

**Cuadro 7.** Número de individuos por especie de abeja registrados durante los muestreos en el cultivo de Melón en el área de estudio.

N.	Familia	Especie	Primero	Segundo	Tercero	Total
1	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	5	131	129	265
2	Apidae	<i>Geotrigona acapulconis</i> (Moure & Camargo, 1992)	5			3
3	Apidae	<i>Paratetrapedia</i> sp			1	1
4	Apidae	<i>Paratrigona</i> <i>guatemalensis</i> (Schwarz, 1938)		1	13	14
5	Apidae	<i>Plebeia</i> sp.		2		2
6	Apidae	<i>Tetragonisca</i> <i>angustula</i> (Latreille, 1811)			16	16



7	Apidae	<i>Trigona septentrionalis</i> (almeida, 1992)			2	2
8	Apidae	<i>Trigona</i> sp1			3	3
9	Apidae	<i>Trigona</i> sp2			1	1
10	Apidae	<i>Trigonisca pipioli</i> Ayala 1999	4			4
11	Apidae	<i>Trigonisca</i> sp.		3		3
12	Halictidae	<i>Halictidae</i> sp.			1	1
		<b>Total</b>	14	137	166	317

Fuente: datos de muestreos, años 2015 y 2016.

Uno de los objetivos específicos de la investigación era el comparar la abundancia y diversidad de polinizadores en dos variedades diferentes de cultivo de Melón, lo cual ya no se logró llevar a cabo debido a que la empresa denominada “Agroexportadora Mundial S.A.” quien otorgó todos los permisos necesarios para llevar a cabo la investigación, sufrió un cambio de administración sin previo aviso cuando la investigación se encontraba en curso, la nueva administración de la empresa, canceló los permisos que habían sido aprobados con anterioridad, por lo que se decidió trabajar con los datos que ya se habían recopilado. A raíz de este inconveniente se pueden manejar dos hipótesis en lo que respecta a la diversidad de polinizadores que visitan las dos variedades de Melón, la primera: los polinizadores que visitan las dos variedades de Melón son potencialmente los mismos, la segunda hipótesis: los polinizadores que realizan visitas florales a las dos variedades de Melón son diferentes debido a las diferencias en la morfología de la flor.

#### **6.5. Abundancia relativa de las especies de abejas y otros potenciales polinizadores del cultivo de Melón**

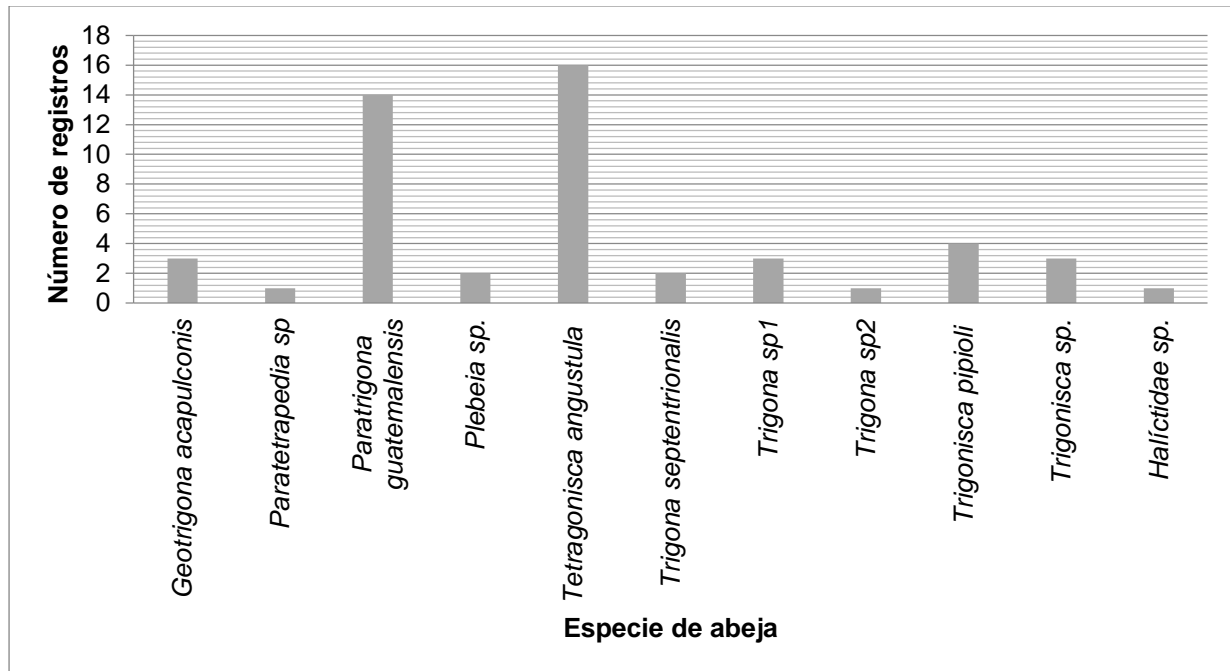
Como era de esperarse, la abeja de la miel (*Apis mellifera*) fue la más abundante (número de individuos registrados en los tres eventos de muestreo). Esto era de esperarse pues se introducen cajas de esta especie en las parcelas de cultivo para asegurar la polinización de las flores del Melón. Sin embargo, también se registraron especies de abejas nativas con abundancias relativamente altas.

Las especies nativas con mayor abundancia relativa fueron la Doncellita (*Tetragonisca angustula*) y *Paratrigona guatemalensis* (figura 4). Debido a su presencia en el área y su relativa alta abundancia ambas especies podrían criarse en colmenas y utilizarse al igual que *Apis mellifera* en la polinización del cultivo del Melón.

El uso de estas especies en la polinización del Melón puede contribuir a la conservación de la diversidad de polinizadores nativos de la región, debido a que después de la destrucción del hábitat natural, la introducción de especies, es la segunda causa más importante de la pérdida de diversidad biológica (Vitousek *et al.* 1997). Un ejemplo típico, es la introducción de *A. mellifera* en el sur de la India, que trajo consigo el desplazamiento de la especie nativa y su eventual extinción local. Una forma de conservar la diversidad de abejas consiste en promover su conocimiento integral, identificando las especies que existen a nivel local, reconociendo sus usos potenciales como polinizadoras de cultivos y estudiando detalladamente su biología con el fin de establecer técnicas para su manejo que permita emplearlas como especies de crianza para la polinización del cultivo de interés.

El resto de especies nativas fueron poco comunes y registraron únicamente entre uno y cuatro individuos para cada una. Su baja abundancia puede deberse a características biológicas propias de las especies relacionadas con su densidad en hábitats silvestres o puede deberse a factores externos relacionados con la cantidad y calidad de hábitat nativo. En los alrededores de los cultivos de melón suelen encontrarse parches de bosque seco pero estos suelen estar altamente perturbados y también suelen ser áreas muy pequeñas.

**Figura 5.** No. de individuos registrados por especie nativa durante todo el estudio.



Fuente: Datos de muestreos años 2015 y 2016

### **6.6. Estrategias de polinización del cultivo de melón mediante la conservación de polinizadores silvestres en el valle del Motagua**

Varios son los factores que amenazan a los polinizadores: la pérdida de hábitats, las prácticas de la agricultura industrializada, como los monocultivos (menor disponibilidad y diversidad de alimento para estos insectos), el uso de plaguicidas; parásitos y enfermedades; especies vegetales y animales invasoras; y los impactos del cambio climático.

Las cifras del problema que sufren los polinizadores son contundentes. El informe “El declive de las abejas” advierte que las poblaciones de abejas disminuyeron en Europa un 25% entre 1985 y 2005. Pero también otras especies están padeciendo la misma suerte. Datos recientes revelaron que el 46% de las 68 especies de abejorros europeos están en declive y 24% en peligro de extinción. También las mariposas.

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) ha mostrado en el informe “UNEP Emerging Issues” que el declive de las abejas está ocurriendo en todo el mundo y que el resto de polinizadores están en la misma situación. De hecho, las recientes restricciones en la UE a cuatro insecticidas se basan en recientes evidencias científicas que confirman la nocividad de estos productos para las abejas.

Como estrategias de conservación se debe iniciar por moderar el uso de los plaguicidas tóxicos para las abejas y utilización de los mismos en horarios que no sean perjudiciales, ya que representa una de las mayores amenazas en cuanto a la disminución de posibles agentes polinizadores. Deben ponerse en marcha planes integrales encaminados a la conservación de los remanentes de bosque seco ubicados regularmente en los límites de las parcelas productoras de Melón ya estos actúan como hábitat natural de muchas especies de insectos, incluyendo abejas silvestres las cuales son consideradas como potenciales polinizadores.

Una solución definitiva es la adopción de la agricultura ecológica encaminada a una producción sostenible, este cambio es responsabilidad de todos a nivel de país, iniciando por los políticos, apostando por un modelo de agricultura ecológica y legislado a favor de ello; los agricultores, cambiando sus prácticas de cultivo; las empresas, desarrollando líneas de productos y técnicas ecológicas y el consumidor, aumentando la demanda de productos ecológicos.

## 7. CONCLUSIONES

A lo largo de los monitoreos de campo fueron registradas 11 especies nativas que son potenciales polinizadores del cultivo de Melón, además de 1 especie introducida. Según clasificación taxonómica, las 11 especies pertenecen al mismo orden, pero a 3 familias diferentes. Además, se registraron 16 especies de insectos que realizan visitas florales en el cultivo y podrían estar actuando como polinizadores, entre estas especies podemos mencionar insectos del orden coleóptera, lepidóptera, himenóptera y díptera. Entre estos potenciales polinizadores, las moscas presentaron mayor riqueza con 4 diferentes especies, Estudios anteriores revelan que las moscas pueden ser muy Buenos y efectivos polinizadores, principalmente las especies que poseen mayor número de bellos pilosos los cuales son capaces de mover grandes cantidades de polen.

También se capturaron individuos que se les podía observar dentro de las flores y cubiertos de polen, pueden tomar parte en la polinización del cultivo, pero a su vez también pueden ser considerados como plaga y causar daños económicos debido a que son especies omnívoras y su dieta alimenticia está constituida por todas las partes de la planta incluyendo raíces.

En los muestreos se pudo encontrar que en el área de estudio existen dos especies nativas con una abundancia relativamente alta, estas pueden criarse en colmenas y utilizarse al igual que *Apis mellifera* en la polinización del cultivo, además puede contribuir en la conservación de la diversidad de polinizadores, evitando que se introduzca una especie exótica.

El número de individuos pertenecientes a especies nativas fue mayor en las áreas de muestreo que se encontraban rodeadas por parches de bosque seco de tamaño considerable, los cuales juegan el papel de hospederos en el ciclo de vida de las diferentes especies y son de vital importancia como estrategia para la conservación de las abejas silvestres.

## 8. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar un mayor número de muestreos cubriendo mayor área de estudio ya que según las curvas de acumulación de especies obtenidas a partir de los estimadores puntuales de riqueza aún hay un gran número sin registrar, esto se debió a que el área que es utilizada para la producción del cultivo de melón denominada Valle del Motagua es bastante grande y se necesita más tiempo y mayor número de esfuerzos de muestreo para registrar la totalidad de especies.

Como fue mencionado con anterioridad, no fue posible la obtención de datos de riqueza y abundancia de polinizadores silvestres en los dos materiales de melón que se cultivan con mayor frecuencia en el área de estudio, por ello, se recomienda que futuros estudios sean enfocados en conocer la riqueza de abejas nativas presentes en el área y que contribuyan en la polinización del tipo de melón que no pudo muestrearse en la presente investigación, al igual que en materiales que sean de reciente introducción al mercado y que los datos de este estudio puedan ser utilizados para que se realicen las comparaciones para observar posibles diferencias entre dichas variedades o híbridos.

Se recomienda que futuros estudios enfocados en el tema, tengan como objetivo conocer la riqueza y diversidad de polinizadores silvestres en distintas épocas de cosecha a la descrita en este estudio, con el objetivo de poder realizar comparaciones de patrones temporales en las distintas fechas de producción en la zona, tanto para exportación como para comercio local.

Se deben de realizar estudios que den a conocer los impactos que tiene la polinización en diversos factores agronómicos, al igual que la influencia sobre las características organolépticas que favorecen la calidad del fruto en la zona de producción del Valle del Motagua, Zacapa. Comparar la riqueza y abundancia de los polinizadores silvestres presentes en el cultivo de melón con la que puede ser identificada en otros cultivos, al igual que los impactos de este tipo de servicio natural en la producción agrícola.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Almanza, 2007. Management of *Bombus atratus* bumblebees to pollinate lulo (*Solanum quitoense* L), a native fruit from the Andes of Colombia. Ecology and Development Series No. 50: 121p.
- Bertozzi, E. 2012. La polinización y los alimentos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina "INTA". <http://inta.gob.ar/documentos/abejas-la-polinizacion-y-los-alimentos>.
- Botto, A. 2011. Evaluación del rendimiento y el total de sacarosa disuelta (°Bx) de quince cultivares de Melón (*Cucumis melo* L.) en sustrato compost y mezcla compost con arena bajo condiciones de macro túnel. Universidad Zamorano Honduras. Tegucigalpa, Honduras.
- Cano, P. & Reyes, J. 1995. Programa Nacional para el control de la abeja africana. Manual de polinización apícola. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, México.
- Cano, P. 1992. Nuevo sistema melonero para la Comarca Lagunera. Revista de Hortalizas, Frutas y Flores. Leaflet 2253. Dic. pp. 19–24.
- Cano, P. Theran, K. y Esparza, J. 2004. Calidad de fruta de híbridos de Melón reticulado (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de La Comarca Lagunera. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 3(2): 123-130.
- Capinera, J. 1999. Banded Cucumber Beetle, *Diabrotica balteata* LeConte (Insecta: Coleóptera: Chrysomelidae) Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension EENY-093.

- Constanza, R.; d'Arge, R.; Groot, R. Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; O'Neill, R.; Paruelo, J.; Raskin, R.; Sutton, P y Van der Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.
- Corbet, 1991. Beekeeping, wild bees and pollination in the european comunity. Institute of arable crops research, Rothamsted Experimental Station, UK.
- Cortéz, J. 1997. Identificación de los sistemas de producción de Melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera y Parras de la Fuente Coahuila. Tesis de Maestría, UAAAN–UL. p.203.
- David, W. y Roubik. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, Panamá. Bulletin 118.
- De Marco, P. & Monteiro, F. 2004. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity and Conservation* 13:1245-1255.
- Dirección de planeamiento del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA, 2013. El agro en cifras. Ingresos de divisas por exportaciones. Guatemala, Guatemala.
- Dubón, O. 2006. Principales plagas del cultivo de Melón y sus enemigos naturales en el Valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala. Guatemala: Informe de Post–grado de Especialización en Protección de Plantas de la Universidad Rafael Landívar de Guatemala y la Universidad de Vicosa de Brasil. 120 p.
- Eco-colmena, 2017. Importancia de la polinización para una agricultura sostenible [blog post]. Disponible en: <https://ecocolmena.com/la-importancia-de-la-polinizacion-para-una-agricultura-sostenible/>.



FAO, 2008. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Biodiversidad y polinizadores. (Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación) Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica, Roma, Italia.

FAO, 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales. (Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación) Roma, Italia, 163, 346 pp.

FAO, 2015. El valor de las abejas para la polinización de los cultivos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.) Publicación electrónica, Punto de Mira: siete frutas y hortalizas para las abejas. Disponible en: <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/329193/>.

FAO/WHO, 2001. Food Standard Programme. Codex Alimentarius Commission. (Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación) Alinorm 1/25. Including Codex Circular Letter CL 2000-5-S. 33 pp.

FDN-TNC, Fundación defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy, 2006. Plan de Conservación del Patrimonio Natural y Cultural de la Región Semiárida del Valle Del Motagua, Guatemala. 69 pp.

Fersini, A. 1976. Horticultura práctica. México: Ediciones Diana. 527. p.

Freitas, B. 1998. La importancia relativa de *Apis mellifera* y otras especies de abejas en la polinización de cultivos agrícolas. En Encuentro sobre las abejas (3, 1998). Anales. En el caso de las mujeres. (S). 10-20.

González, J. 2009. Efecto de la Polinización abierta en el Cultivo de Melón. Guanacaste, Costa Rica, C.A.

Hubbell, S. 1997. Trouble with Honeybees. *Natural History*. 106 (4):32-41. Disponible en: <http://nfs.unl.edu/sites/unl.edu.nebraska-forest-service.nebraska-forest-service/files/documents/SpecialtyForest/Hill.pdf>.

INRA, 2005. Impacto del déficit de insectos polinizadores en la seguridad alimentaria mundial. (Instituto Nacional de la Investigación Agronomica de Francia.) Boletín electrónico disponible en: <http://presse.inra.fr/es/Comunicados-de-prensa/impacto-del-deficit-de-insectos-polinizadores-en-la-seguridad-alimentaria>.

Jari, O. et al. 2014. Community Ecology Package. Vegan. URL <http://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>.

Kearns, C.; Inouye, D. & Waser, N. 1998. Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator Interactions. *Annual review of Ecology and Systematics* 29:83-112.

Klein, A.; Vaissiere, J.; Cane, H.; Steffan S.; Cunningham, A.; Kremen, T. y Tscharntke. 2006. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops (importancia de los polinizadores en la modificación de los paisajes para la producción de cultivos del mundo). The proceedings of the Royal society of London, Series B, October 2006 (Deliberaciones de la Royal Society of London. Serie B, Octubre de 2006).

Krell, & Kenmore. 1998. Potential economic losses if pollinators were lost: Global estimates for selected commodities from FAO's productivity database. FAO presentation to International workshop on Conservation and Sustainable use of Pollinators in Agriculture.

Kremen, C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters* 8:468-479.

- Kremen, C.; Williams, N. y Thorp, R. 2004. Crop pollination from native bees at risk; from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Science* 99:16812-16816.
- McGregor, S. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. USDA, Agricultural Handbook 496:1–411. U.S. Government printing office, Washington, D.C, USA.
- Michener, C. 2000. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. XIV, 913 pp.
- Monardes, H. 2009. Manual de cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y Melón (*Cucumis melo*) Universidad de Chile [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual\\_Cultivo\\_sandia\\_melon.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_Cultivo_sandia_melon.pdf).
- Murcia, C. 1996. Forest fragmentation and the pollination of Neotropical plants. *Forest Patches in Tropical Landscapes*. Island Press, Covelo, California. Páginas 19-36.
- Nates, G. 1995. Las abejas sin aguijón del género *Melipona* (Hymenoptera: Meliponinae) en Colombia. *Bol Mus Ent Univ Valle*. 3(2):21-33.
- Nates, G. 2001. Las Abejas sin Aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana*. 2(3):233-248.
- Nates, G. 2005. Abejas corbiculadas de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p. 156.
- Nates, G. 2007. Hymenoptera - Apidae. Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia.
- Nates, G.; Gómez, M. Libro de Memorias II Encuentro Colombiano de Abejas Silvestres. Bogotá: Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. p. 156.

Nates, G.; González, V. 2000. Las abejas silvestres de Colombia: por qué y cómo conservarlas. *Acta Bio Colom.* 5(1):5-37.

Nates, G.; Montoya, P.; Chamorro, F. 2008. Editores. IV Encuentro colombiano sobre abejas silvestres. *Memorias*. Bogotá: Laboratorio de investigaciones en abejas LABUN. Universidad Nacional de Colombia. p. 71.

Nates, G.; Palacios, E.; Parra, 2008. Efecto del cambio del paisaje en la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae) en Meta, Colombia. *Rev Biol Trop.*

Observatorio de Agentes Polinizadores –APOLO-, 2012. Situación actual de polinización y biodiversidad. Asociación Española de Entomología (AeE), Jardín Botánico Atlántico (JBA) y Centro Iberoamericano de Biodiversidad (CIBIO). Secretaría de la Asociación Española de Entomología, José M. Hernández, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid.

Observatorio de agentes polinizadores, 2005. En colaboración con el ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente de España, fundación Biodiversidad y ADAPA. *Polinizadores y Biodiversidad*. España.

Otoole, C. 1993. Diversity of Native bees and agroecosystems. En LaSalleJ. y Gauld ID. Ed. *Hymenoptera and Biodiversity*. Wallingford, UK. Cap. 17: 227 - 232.

Proctor, M.; Yeo, P. y Lack, A. (1996). *La Historia Natural de la Polinización*. Timber Press, Portland, OR.

Ramírez, A. 2014. efectos del distanciamiento de siembra y aplicación de un regulador de crecimiento en Melón tipo Galia; La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Zacapa, Guatemala, URL, 47 p.

- Reyes, J.; Cano, P. y Nava, U. 2009. Período óptimo de polinización del Melón con abejas melíferas (*Apis mellifera*). Agricultura técnica en México. Vol. 35 No. 4.
- Reyes, J.; Cano, P. y Nava. 2009. Período óptimo de polinización del Melón con abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) Agricultura técnica de México, vol. 35. Ciudad de México.
- Richards, A. 2001. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany* 88:165-172.
- Roubik, D. 1995. *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics*. FAO Agricultural services bulletin, Rome.
- Ruchisansakun, S.; Tangtorwongsakul, P.; Cozien, R.; Smets, E. y Timotheüs, V. 2016. Floral specialization for different pollinators and divergent use of the same pollinator among co-occurring *Impatiens* species (Balsaminaceae) from Southeast Asia. *Botanical Journal of the Linnean Society*. Open Acces. DOI: 10.1111/boj.12427.
- Sabori, P.; Grajeda, G.; Chávez, C. y Fu, M. 1998. Guía para la producción de cucurbitáceas en la costa de Hermosillo, Sonora, SAGARPA, INIFAP-Produce. Folleto Técnico. P, México. p. 139.
- SAGARPA, 2002. *Tecnología de producción y comercialización*. Matamoros, Coahuila, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- SAGARPA, 2014. Programa nacional para el control de la abeja africana, Manual de polinización apícola. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. México D.F.
- Secaira, E. 2008. Evaluación del impacto ambiental y socio-económico del cultivo de Melón en el valle del Motagua, Negreros (ed). II Seminario de investigaciones para la

conservación y desarrollo sostenible de los bosques secos de Guatemala, con énfasis en la región semiárida del Valle del Motagua: Libro de resúmenes. FDN/TNC, Pp. 48-49.

Ssymank, A. 2001. Vegetation und bliitenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft [Vegetation and flower-visiting insects in cultivated landscapes] - Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg 64, 513 pp.

Thompson, C. F., Rotheray, G. H., & Zumbado, M. A. (2012). Syrphidae (Flower flies). En Brown, B. V., Borkent, A., Cumming, J. M., Wood, D. M., Woodley, N. E., & Zumbado, M. A. (Eds.), Manual of Central American Diptera Vol. 1 (pp: 763-779), Ontario: NCR Research Press.

Valega, O. 2001. Polinización intensiva de cultivos frutales y de semilla. Productor apícola de: "Apícola don Guillermo", San Juan, Argentina.

Vitousek, P.; Mooney, H.; Lubchenco, J. and Melillo, J. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277:494–499.

Westerkamp, C. & Gottsberger, G. 2002 The Costly Crop Pollination Crisis. IN: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL (eds) -Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature - Ministry of Environment / Brasília. p.51-56.

Westerkamp, C. 1991. Honeybees are poor pollinators-why? *Plant Systematic and Evolution* 177:71-75.

Woodcock, T. 2012. Pollination in the Agricultural Landscape. Best Management Practices for Crop Pollination. Canadian Pollination Initiative (NSERC-CANPOLIN). University of Guelph.