

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO Y DOCENCIA  
CENTRO DE DATOS PARA LA CONSERVACIÓN –CDC-  
SECCIÓN DE UNIDADES DE MANEJO Y SECCIÓN DE FAUNA  
PERÍODO DE REALIZACIÓN  
ENERO 2016 – JULIO 2016

NAVIL DUNYAZAD VENTURA SÁENZ  
PROFESORA SUPERVISOR DE EDC: LICDA. EUNICE ENRÍQUEZ  
RESPONSABLE INSTITUCIONAL CDC – SECCIÓN DE UNIDADES DE MANEJO: CLAUDIA BURGOS

Vo. Bo. \_\_\_\_\_

## ÍNDICE

	Página
Introducción	2
Cuadro de resumen de las actividades de EDC	3
Servicio Pre-establecido	
- Actividades realizadas en Herbario USCG	4
- Actividades realizadas en colección de Aves en el Museo de Historia Natural –MUSHNAT-	4
Docencia y Servicio	
- Actividades realizadas en servicio	5
- Actividades realizadas en docencia	6
- Actividades no planificadas	6
Referencias	7
Anexos	8
Investigación	14

## INTRODUCCIÓN

Las actividades de servicio y docencia permiten un acercamiento al qué hacer profesional de un biólogo en formación, a través del acompañamiento y colaboración de una entidad externa La Actividad de servicio se realizó con el fin de contribuir con el trabajo del Centro de Datos para la Conservación, alimentando las bases de datos con información debidamente clasificada. Esta información corresponde a la fauna de Guatemala. También se colaboró con el avance en la digitalización de la base de datos del proyecto Tapir para el año 2016, lo cual consistió en procesar las fotocapturas obtenidas por cámaras trampa.

También se recolectó información con respecto a las aves observadas en los biotopos Chocón Machacas y Monterrico. A través de revisión bibliográfica y búsquedas en línea.

Entre las actividades de docencia, se clasifican en: las recibidas y las impartidas. Entre las impartidas están los eventos de educación ambiental, los cuales constituyen una forma factible y de bajo presupuestos (relativamente) en la que existe una comunicación directa con la comunidad. Durante el período de EDC se atendió a aproximadamente 1,400 personas en las actividades de ¿Quién lleva el polen? y Amigos Nocturnos del Jardín Botánico y Museo de Historia Natural; se elaboró material didáctico previamente y se impartieron charlas el día del evento. Se logró proporcionar información confiable acerca de las aves y su dinámica, es decir, su forma de estudio, importancia, alimentación y demás aspectos importantes. También se promovió su observación como un tipo de pasatiempo, con el fin de dar una alternativa a la costumbre de adquirirlas como una mascota. A través de dichas actividades, se pudo interactuar exitosamente con la población, resolviendo dudas y escuchando observaciones en las mesas de exposición, promoviendo un espacio para compartir y divulgar los esfuerzos realizados a nivel nacional.

Las actividades de docencia recibida, permiten al estudiante enriquecer el conocimiento en otros temas de formación profesional, entre ellas se encuentra la participación en un diplomado y una charla respecto al estado de la ley de aguas, entre otros.

### RESUMEN DE ACTIVIDADES

No	Programa	Fecha propuesta	Actividad	Horas EDC asignadas	Horas EDC ejecutadas	% de horas acumuladas
<i>SECCIÓN DE AVES – MUSHNAT</i>						
1	Servicio (Horas pre-establecidas)	Febrero	Organización de la colección de pieles de aves	20 horas	22:20	111%
2		Febrero	Elaboración de etiquetas de colecta para ejemplares de la colección			
3		Febrero	Elaboración de pieles de aves			
<i>HERBARIO USCG</i>						
4	Servicio (Horas pre-establecidas)	Febrero	Clasificación de plantas en proceso previo a ingresar a la colección	20 horas	20:00	100%
5		Febrero	Organización de biblioteca			
<i>SECCIÓN UNIDADES DE MANEJO–CDC-</i>						
6	Docencia	Febrero – marzo	Colaboración en la actividad “¿Quién lleva el polen?”	16 horas	55:30	507 %
7	Servicio	mayo - junio	Elaboración de Resúmenes Fuente de literatura disponible en el CDC	40 horas	40:55	102%
8	Servicio	Junio	Recopilar y actualizar información para los listados de aves de biotopos	100 horas	100:00	100%
<i>SECCIÓN FAUNA–CDC-</i>						
9	Servicio	Abril-Mayo	Enriquecimiento de las Bases de Datos – Rastreo de Elementos	100 horas	99:19	97.3%
10	Servicio	Mayo – Junio	Procesamiento de los datos del proyecto TAPIR	36 horas	36:30	1.38%
11	Docencia	Marzo-abril	Organización de capacitación para el personal de CECON	35 horas	4:00	11.43%
11	Docencia	Marzo-Junio	Ejercicio Académico CDC	35 horas	8:00	22.85%
<i>ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS (resumen)</i>						
12	Docencia y/o servicio	-	Actividades varias	-	50:45	-

#### Horas acumuladas en Docencia y Servicio

No.	Programa	Horas asignadas	Horas ejecutadas
1	Servicio	276	182:24
2	Docencia	110	157:30
3	Actividades no planificadas	-	50:45
Total		386	390:19

## ACTIVIDADES DE SERVICIO (HORAS PRE-ESTABLECIDAS)

### A. SECCIÓN AVES – MUSHNAT (Ver anexo 1a)

#### Actividad 1: **Organización de la colección de pieles de aves**

Objetivos: Agrupar las pieles de aves con relación a su orden evolutivo.

Descripción: Se sacaron las pieles de aves por secciones y se agruparon en las gavetas de los armarios, colocándolas en orden evolutivo.

Resultados: Las pieles quedaron ordenadas, se identificaron ejemplares sin etiqueta o datos, los cuales se apartaron de los demás para completar la información faltante.

Objetivos alcanzados: La colección se terminó de organizar por géneros solamente.

Limitaciones: El espacio físico es un poco reducido y hubo que ingeniárselas para movilizar con cuidado las gavetas. No se terminó de clasificar a las aves por especie, sino solamente los géneros por falta de tiempo.

#### Actividad 2: **Elaboración de etiquetas de colecta para ejemplares de la colección**

Objetivos: Ingresar a los individuos a la colección de referencia

Descripción: Se buscó la información en el archivo físico para luego elaborar la etiqueta y posteriormente ingresar el individuo a la base de datos.

Resultados parciales: Se elaboraron 3 etiquetas y se buscó la información faltante. Objetivos alcanzados: 3 individuos ingresados exitosamente a la colección

Limitaciones: familiarizarse con la forma en la que están almacenados los datos

#### Actividad 3: **Elaboración de pieles de aves**

Objetivos: Aprender a elaborar pieles de aves

Descripción: Se limpió el individuo de la carne sobrante y se le colocó un relleno de algodón para posteriormente coserlo.

Resultados: Pieles de aves de colibrís elaboradas exitosamente (2).

Objetivos alcanzados: Pieles de colibrís listas para pasar al segundo proceso (elaboración de etiqueta de colecta)

Limitaciones: Ninguna

### B. HERBARIO USCG (ver anexo 1b)

#### Actividad 1: **Clasificación de plantas en proceso previo a ingresar a la colección**

Objetivos: Clasificar y ordenar las plantas colectadas durante varios viajes de campo

Descripción: Se examinó cada ejemplar (junto con sus respectivas copias) y se agrupó con sus similares.

Resultados: Se depuraron las plantas puestas a disposición.

Objetivos alcanzados: Parte de las plantas fue clasificada y colocada en los armarios destinados para poder dar seguimiento al proceso de ingreso a la colección.

Limitaciones: Ninguna

#### Actividad 2: **Organización de biblioteca**

Objetivos: Clasificar y ordenar la colección del material de la biblioteca.

Descripción: Se cotejaron los libros en físico junto con la base de datos elaborada previamente para luego, organizarlos en las librerías de la manera requerida por el personal que labora en el herbario.

Resultados: Se depuró parte de la colección de la biblioteca.

Objetivos alcanzados: Libros organizados en las librerías.

Limitaciones: Ninguna

## **ACTIVIDADES DE SERVICIO**

### **A. SECCIÓN DE FAUNA**

#### **Actividad 1: Enriquecimiento de la Base de Datos de Fauna (ver anexo 7)**

Objetivos: Agregar nuevos registros a la Base de Datos.

Descripción: Se revisaron los artículos asignados para completar los registros de la Base de Datos en la sección de “Descripción de Fauna” e “Interacción Fauna”.

Resultados: 185 nuevos registros para la sección de “Descripción de Fauna” y 52 para “Interacción Fauna”.

Objetivos alcanzados: Se depuraron 20 artículos pendientes.

Limitaciones: El equipo presentó fallos técnicos que se hicieron de conocimiento con el personal a cargo, lo que limitó el tiempo de procesamiento de la información.

#### **Actividad 2: Procesamiento de datos del proyecto TAPIR**

Objetivos: Digitalizar y analizar información generada a partir del proyecto Tapir

Descripción: Se recibió capacitación acerca del uso del programa Camera Base el día 26 de abril.

Resultados: Introducción al uso del programa.

Limitaciones: ninguna

### **B. SECCIÓN DE UNIDADES DE MANEJO**

#### **Actividad 1: Elaboración de Resúmenes Fuente**

Objetivos: Elaborar Resúmenes Fuente a partir de literatura prioritaria para el CDC.

Descripción: Cada material físico proporcionado (libros, artículos y demás) se lee y se procesa conforme a la metodología de Patrimonio Natural, con el fin de extraer y clasificar la información que puede proporcionar dicho material

Resultados: 15 documentos de Resúmenes Fuente.

Objetivos alcanzados: Se depuraron varios artículos pendientes.

Limitaciones: Ninguna

#### **Actividad 2: Actualización de información de aves para la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico y el Biotopo para la conservación del manatí “Chocón machacas” (ver anexo 9)**

Objetivos: Estimar la cantidad de avistamientos registrados en ambas reservas.

Descripción: Se hicieron visitas en línea a una base de datos de gratuita. También se hizo una revisión bibliográfica de documentos proporcionados por CDC, extrayendo los datos de los avistamientos.

Resultados: Todo el material disponible fue procesado

Objetivos alcanzados: Los avistamientos de aves actualizados

Limitaciones: Ninguna

## ACTIVIDADES DE DOCENCIA

### SECCIÓN DE UNIDADES DE MANEJO

#### Actividad 1: **Participación en la actividad ¿Quién lleva el polen? (Ver anexo 2)**

Objetivos: Trasladar información sobre la polinización por parte de las aves (ornitofilia).

Descripción: Se colaboró presencialmente durante el evento, dando a conocer datos importantes acerca de la ornitofilia y la observación de aves, previamente se propuso, cotizó, compró y elaboró material didáctico para que los niños pudieran hacer manualidades y los adultos tomarse fotografías con máscaras alusivas a la temática.

Objetivos alcanzados: Los visitantes participaron activamente con los expositores, e incluso algunos posteriormente en la red social Facebook.

Limitaciones: Ninguna

### SECCIÓN DE FAUNA

#### Actividad 1: **Organización de capacitación para el personal de CECON**

Objetivos: Transmitir conocimiento a través de capacitación con tema a convenir entre los estudiantes.

Descripción: Se realizó el contacto con el personal de la Municipalidad de Guatemala y se le envió una carta solicitando la misma.

Resultados: No se ha tenido comunicación efectiva con la municipalidad

Limitaciones: La gestión no fue posible debido a que la municipalidad no le dio seguimiento.

#### Actividad 2: **Ejercicio Académico CDC**

Objetivos: Procesar y transmitir información..

Descripción: Se elaboró un resumen de un artículo propuesto por la unidad y se realizó una entrevista con la Ingeniera Marie Storek, quien dirigió la coordinación del Jardín Botánico en años anteriores.

Resultados: Resumen y entrevista realizados.

Objetivos alcanzados: Información obtenida.

Limitaciones: Ninguna

## ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

#### Actividad 1: **Charla de orientación CDC**

Objetivos: Conocer la dinámica de trabajo del CDC

Descripción: El 22 de febrero se realizó una charla de carácter inductivo con una duración de 2:15 horas.

Limitaciones: Ninguna

#### Actividad 2: **Reunión de Trabajo CDC**

Objetivos: Fortalecer la dinámica de trabajo del CDC

Descripción: El 14 de marzo se observaron y discutieron videos informativos acerca de comunicación asertiva y demás información importante con duración de 3:30 horas.

Limitaciones: Ninguna

#### Actividad 3: **Manejo de Cámaras trampa**

Objetivos: Conocer el funcionamiento de las cámaras trampa

Descripción: El 15 de marzo se recibió una charla informativa por parte de Vivian González y se procedió a revisar las cámaras recién adquiridas. Duración: 3:30 horas.

Limitaciones: Ninguna

**Actividad 4: Participación en la charla sobre la Ley de Aguas (Anexo 3)**

Objetivos: Obtener información acerca del estado de la Ley de Aguas

Descripción: Se asistió a la charla el día 30 de marzo con duración y posteriormente se procedió a la entrega de las certificaciones. Duración total: 4:15 horas.

Limitaciones: Ninguna

**Actividad 5: Recorridos guiados dentro del jardín botánico (Anexo 4)**

Objetivos: Informar a la población acerca de las plantas del jardín botánico.

Descripción: Se realizaron dos (2) recorridos con duración de 1:30 hora c/u a los colegios Iberoamericano (30 de marzo) y La Preparatoria (6 de abril). Total: 3:00 horas

Limitaciones: Ninguna

**Actividad 6: 1ª Sesión de diplomado “Jóvenes investigadores” del IIQB (ver anexo 5)**

Objetivos: Conocer la dinámica de la planeación e implementación de una investigación

Descripción: Se asistió a la primera sesión en la USAC. Duración: 4:30 horas

Limitaciones: Ninguna

**Actividad 7: Participación en la actividad de observación de aves**

Objetivos: Observar aves dentro del jardín botánico

Descripción: Se observaron aves dentro del jardín botánico. Duración: 1 hora

Limitaciones: Ninguna

**Actividad 8: Exposición del protocolo de investigación**

Objetivos: Mejorar el protocolo de investigación

Descripción: Se expuso el protocolo y se atendió a dudas puntuales por parte de los asistentes. Duración: 4:15 horas.

Limitaciones: Ninguna

**Actividad 9: Participación en la actividad Amigos Nocturnos del Jardín Botánico y Museo de Historia Natural (Ver anexo 6)**

Objetivos: Trasladar información sobre la dinámica nocturna de las aves.

Descripción: Se preparó el material a exhibir y el contenido de la charla durante el viernes 6 de mayo, para posteriormente, el sábado 07 de mayo se implementó lo preparado. Se reprodujo sonidos característicos de una de las especies presentes (indicando la procedencia de una Base de Datos) y varias personas indicaron el nombre común con el que conocían al ave, se indicó además que dichos sonidos son de libre acceso para el público y que podían consultarlos en internet. Se ocuparon 12:50 horas en la actividad.

Objetivos alcanzados: Los visitantes participaron activamente con los expositores, recibiendo información acerca de la biología y forma de estudiar el grupo de las aves nocturnas e incluso algunos posteriormente.

Limitaciones: Ninguna

**Actividad 9: Participación en la Segunda gira y taller de apreciación para para la conservación de las aves (Ciudad Capital) impartidos por la Asociación Nacional de Aviturismo y conservación de Vida Silvestre (ver anexo 8)**

Objetivos: Aprender a reconocer aves que se pueden encontrar en la ciudad de Guatemala.

Descripción: Se recibió una charla informativa con características visuales útiles para diferenciar cada especie para posteriormente, poder poner en práctica los conocimientos en campo.

Objetivos alcanzados: Entrenamiento en la observación e identificación de aves

Limitaciones: Ninguna

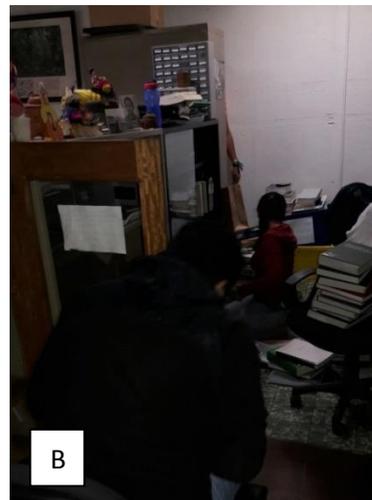
**REFERENCIAS**

- Alquijay, B. y Enríquez, E. (2016). *Programa Analítico para la realización de la práctica de EDC para los estudiantes de la carrera de Biología*. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp 4-12

**ANEXOS**

**Nota:** Con fines prácticos, los anexos a continuación enlistados están enumerados en orden cronológico y no en el orden en que las actividades (por sí mismas) han sido enumeradas con anterioridad.

**Anexo 1 – Servicio de horas preestablecidas en el Museo de Historia Natural de la escuela de Biología y Herbario USCG del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON–.**



## Anexo 2 – Actividad ¿Quién lleva el polen?



## Anexo 3: Participación en la Charla “Ley de Aguas”



#### Anexo 4: Recorridos guiados en el Jardín Botánico

**USAC**  
TRICENTENARIA  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-

Guatemala 19 de mayo del 2016  
Of. CECOM-JB 059-2016

**A QUIEN INTERESE:**

Por este medio hago constar que la estudiante **NAVIL VENTURA** con carné universitario: 201013710 desarrolló las siguientes actividades para el programa educativo del Jardín Botánico:

ACTIVIDAD	ATENCIÓN A	FECHA	TIEMPO
Dar recorrido en colección viva	Estudiantes del Colegio La Preparatoria	31 de marzo	90 minutos
Dar recorrido en colección viva	Estudiantes del Colegio Iberoamericano	5 de abril	90 minutos

Para los usos que a la interesada convengan se extiende a presente:

**"Id y Enseñad a Todos"**

*[Firma]*  
Carolina Rosales de Zeig MSc.  
Coordinadora del Jardín Botánico

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
JARDÍN BOTÁNICO  
GUATEMALA, C. A.**

c.c. arch.

Av. Reforma La Reforma, D.A. Zona 10 CP 01010 - Guatemala, Guatemala, C. A.  
Tels. - (502) 2331-8304 / 2334-7882 / 2381-5450 / 2381-5441 / 2381-5487 / 2333-2888 Fax: (502) 2334-7884  
cecon@usac.edu.gt

#### Anexo 5: Participación en el Diplomado "Jóvenes Investigadores" del IIQB – pendiente de entrega debido a un error ortográfico en el nombre

## Anexo 6: Participación en Actividad “Amigos nocturnos del Jardín Botánico y Museo de Historia Natural”



## Anexo 7: Enriquecimiento de Bases de Datos

### Sección Fauna

NOMBRE C	NombreComún	NombreIngl	NombreMay	BIOLOGÍA	DISTRIB	ABUNDANC	DENSIDAD	ECOLOG	USO	REPROD	COMP
DENDROICA GI				Parte posterior							Su área de cria
DENDROICA GI				Parte trasera n Residente en l							
DENDROICA GI				Parte trasera n Residente en l							
BUTEO PLATYP		Broad-winged		La mayoría de:							
PENLOPINA N		Mountain Guan				Se especula q	Se especula q			Época de crian	Duran

## Sección Interacciones

Base de datos: PatrimONIO Natural

Interacciones Fauna

CITA: Thorstrom.2000.The food habits of sympatric forestfalcons

Género1: MICRASTUR  
Especie1: SEMITORQUATUS

Interacción: Se lo come  
Tipo: Carnivoria  
Parte:   
Tipo:   
Clase:   
Orden:   
Familia:   
GENERO: CYANOCORAX

CITA	Género1	Especie1	Parte	Comentario	Clase	Orden	Familia	GENERO	Especie2	Fecha
Thorstrom.200	MICRASTUR	SEMITORQUATUS		Temporada de				CYANOCORAX	MORIO	
Thorstrom.200	MICRASTUR	SEMITORQUATUS		Temporada de				COLUBER	SPP	
Thorstrom.200	MICRASTUR	SEMITORQUATUS		Temporada de				CORYTOPHANI	SPP	
Thorstrom.200	MICRASTUR	SEMITORQUATUS		Temporada de				SCIURUS	YUCATANENSI	
Thorstrom.200	MICRASTUR	SEMITORQUATUS		Temporada de				REMPONICIA	HOMOCORPA	

## Anexo 8: Diploma de participación en la Segunda gira y taller de apreciación para para la conservación de las aves (Ciudad Capital)

No. 0324-2016

Mesa Nacional de Aviturismo  
Guatemala, C.A.

Asociación Nacional de Aviturismo y conservación de vida silvestre  
y El Instituto Guatemalteco de Turismo  
-INGUAT-

Otorgan el presente reconocimiento a:

**Navil Dunyazad Ventura Sáenz**

Por su participación en el curso:  
**Segunda Gira y taller de apreciación para la conservación de las aves (Ciudad Capital)**  
Duración: 8 horas

Lic. Marco Vinicio Centeno  
Presidente  
-Asociación Nacional de Aviturismo -  
Guatemala de la Asunción, 2016

Guatemala  
Corazón del Mundo Maya

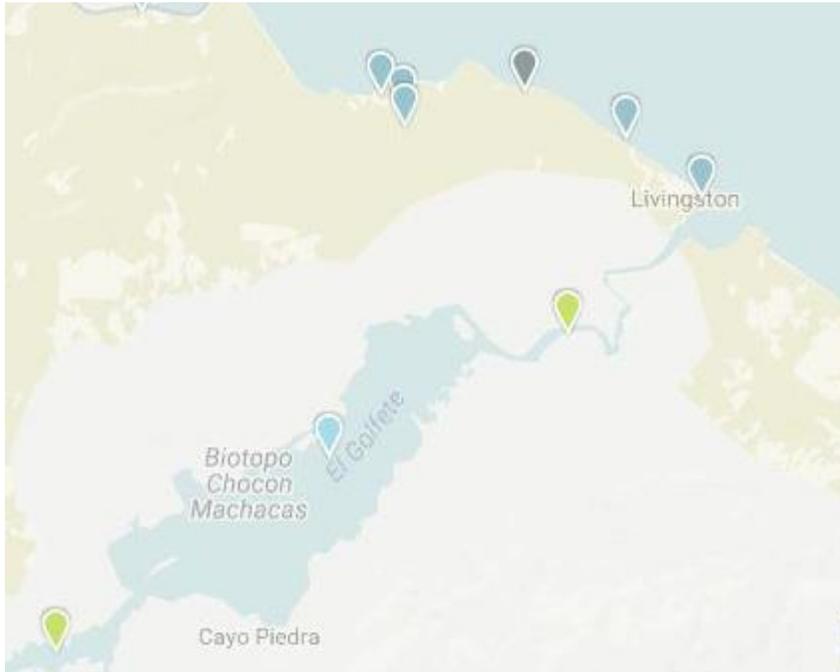
Guatemala  
aviturismo  
patrimonio auténtico

**Anexo 9: Gráfica de parte de las regiones procesadas para las reservas.**

Puntos utilizados para recolección de datos de avistamiento de aves dentro de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico



Puntos utilizados para recolección de datos de avistamiento de aves dentro del Biotopo para la conservación del manatí “Chocón machacas”



## **Composición de ensambles de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en parcelas experimentales en dos tratamientos: Cercano a bosque y área de cultivo**

Navil Ventura<sup>1\*</sup> y Natalia Escobedo-Kenefic<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-, Subprograma Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; navil.dunyazad@gmail.com

<sup>2</sup>Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad, Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; rihannon52@yahoo.com

**Resumen:** La configuración del paisaje es un aspecto de interés en cuanto al establecimiento y producción de los cultivos. Se ha comprobado que cuando parches de vegetación natural se integran en una matriz de cultivo, la productividad de éste se ve aumentada. Este aumento se debe tanto a la diversidad de especies polinizadoras, como a la densidad de individuos de cada especie. Un buen manejo de la matriz agrícola en conjunto con parches de vegetación natural ha dado como resultado un importante incremento en los ingresos percibidos (\$60,000 en 1100 ha por año) en comparación con lugares donde solamente se encuentran los cultivos. En este estudio se propone comparar la diversidad y composición de las comunidades (ensambles) de abejas en parcelas experimentales de *Brassica rapa* (L) establecidas en dos de tratamientos, con el objetivo de identificar si existe una diferencia entre ambos que pudiera sugerir un proceso de polinización más eficiente, en el caso de las parcelas experimentales. O bien, un estado preliminar de las especies y su respuesta a la dinámica circundante. Los índices ecológicos empleados reflejan una leve diferencia entre los tratamientos, sin embargo, esta no resulta estadísticamente significativa en un análisis de varianza para ambos tratamientos. Encontramos que tanto la riqueza como la abundancia se incrementan en el área de los cultivos. Posiblemente porque los cultivos evaluados no presentaban agricultura intensiva que según reportes previos, causa una disminución en la diversidad.

**Palabras clave:** abejas, *Brassica rapa*, fragmentos de bosque naturale, polinización.

## INTRODUCCIÓN

La polinización es la transferencia de polen desde los estambres hasta el estigma dando como resultado la fecundación y, por ende, la producción de frutos y semillas (Pantoja, Smith-Pardo, García, Sáenz & Rojas, 2014). La polinización está catalogada como uno de los servicios (o beneficios) ecosistémicos más importantes que proveen los ecosistemas (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). La mayoría de plantas superiores depende principalmente de insectos para obtener una polinización exitosa (Kearns, Inouye & Waser, 1998). En los trópicos se calcula que un 94% de las plantas con flor son polinizadas por animales (Ollerton, Winfree & Tarrant, 2011). A nivel mundial, en el 2005 se calculó que la contribución de los polinizadores en la producción de alimento para consumo humano a nivel mundial fue de €153 mil millones (Gallai, Salles, Settele & Vaissière, 2009). Mientras que en México se estima que el 85% de las 236 especies cultivadas con fines alimenticios, dependen de polinizadores para lograr una polinización efectiva (Ashworth, Quesada, Casas, Aguilar & Oyama, 2009). Además, se ha observado que al examinar volúmenes relativos de la producción de comida por unidad de área, las cosechas dependientes de polinización producen el doble de volumen que las no dependientes; concluyendo que los polinizadores maximizan el volumen de producción y los ingresos por hectárea (Ashworth *et al.*, 2009).

Dentro del grupo de polinizadores las abejas son, por excelencia, el grupo que mejor presta este servicio. Esto se debe a que son forrajeras altamente eficientes y algunas incluso tienen pelos plumosos en sus patas o debajo del abdomen que les permiten coleccionar el polen en estructuras especializadas (Moisset & Buchmann, 2011). Por esta razón se ha propuesto que tienen una gran importancia económica y ecológica en los agroecosistemas. Tan solo en los Estados Unidos de América se les ha relacionado con casi 3 billones de dólares provenientes de la producción anual de frutas y vegetales (Pantoja *et al.*, 2014).

A pesar de la importancia que tiene la polinización para la dinámica de los ecosistemas, la Millenium Ecosystem Assessment (2005) reporta un aparente descenso global en la abundancia de polinizadores. Como ejemplo, se sabe que algunas abejas europeas (géneros *Bombus* y *Psithyrus*) han presentado descensos en sus poblaciones, probablemente debido a la competencia con abejas melíferas, o a cambios en la estructura de la vegetación. En Estados Unidos Gixti *et al.* reportaron una situación similar para el género *Bombus*, encontrando que el descenso en la riqueza de especies coincide con un período de intensificación en la agricultura (Gixti, Wong, Cameron & Favret, 2009). Morandin y Winston (2006) en Alberta, Canadá encontraron que un descenso en la abundancia de abejas conlleva a una menor producción de semillas en *Brassica napus*, relacionando la abundancia de abejas con la cercanía de hábitat en regeneración. Las perturbaciones antropogénicas afectan negativamente la riqueza y abundancia de abejas silvestres, afectando la heterogeneidad existente en una comunidad, como resultado de los distintos grados de tolerancia de las especies (Winfree, Aguilar, Vásquez, LeBuhn & Aizen, 2009). Una de las principales causas para este cambio es la agricultura, que ha sido catalogada recientemente como la principal causa de deforestación a nivel mundial (Hosonuma *et al.*, 2012; CEPAL, FAO & IICA, 2015; FAO, 2016).

Es importante mencionar que para Latinoamérica se reporta que la agricultura comercial a gran escala es el factor de la deforestación con mayor prevalencia (Hosonuma *et al.*, 2012).

En sitios con agricultura intensiva, los remanentes de vegetación natural permiten a los potenciales polinizadores colonizar y recolonizar poblaciones fluctuantes (Kearns, Inouye & Waser, 1998), proporcionando un hábitat tanto para los polinizadores como para depredadores naturales de plagas agrícolas, ayudando de esta manera al mantenimiento de las poblaciones (FAO, 2016). En California, Kremen, Williams, Bugg, Fay, & Thorp (2004) encontraron que los servicios polínicos provistos por comunidades de abejas nativas dependen la disposición de un hábitat natural en las cercanías. En Costa Rica la Millenium Ecosystem Assessment (2005) reporta que la polinización proveniente del bosque incrementa las cosechas (y calidad) de café en un 20%. También (Ricketts (2004) agrega que en los cultivos de café, la cercanía de parches de vegetación natural parecer ser de ayuda en la estabilidad de la actividad de los polinizadores. En otros cultivos de interés alimentario como la sandía (Kremen, Williams, & Thorp, 2002). Por esta razón, algunos autores recomiendan la recreación de hábitats diversos dentro de los cultivos, como refugios, sitios de anidamiento y/o plantas con néctar, que puedan promover el establecimiento de poblaciones de polinizadores (Richards, 2001). En Guatemala, poco se conoce acerca de la relación entre la cercanía de vegetación natural con respecto a la ubicación de un cultivo y su influencia en la disponibilidad de polinizadores. Sin embargo existe evidencia de una relación positiva entre el aumento de la diversidad de abejas y un paisaje con una composición heterogénea que incluye áreas perturbadas y remanentes boscosos (Escobedo, Dardón, López, Martínez & Cardona, 2014).

Con el objetivo de explorar la disponibilidad de abejas encontradas en cultivos cercanos y no cercanos a parches de vegetación natural se evaluaron dichos insectos colectados en parcelas experimentales usando *Brassica rapa* L. en dos departamentos altamente agrícolas. Se emplearon 20 parcelas experimentales separadas en función de la disponibilidad de parches de vegetación natural en los alrededores. Estas parcelas se instalaron inmersas en cultivos locales. En los cultivos de los alrededores de las parcelas se colectaron todos los insectos posibles. Dentro de la parcela instalada, se colectaron insectos (en físico y observaciones personales) que realizaban visitas florales a *Brassica rapa* L. Tanto los datos de campo como los insectos colectados, y debidamente identificados, fueron ingresados a la Colección de Abejas Nativas de Guatemala –CANG- que se encuentra a cargo de la Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad del Centro de Estudios del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON- de la Universidad de San Carlos de Guatemala. También se identificó la variación en la proporción de abejas visitantes florales encontradas dentro de las parcelas, en relación a los visitantes florales de los alrededores, según la presencia o ausencia de parches de vegetación natural.

## **METODOLOGÍA**

### *Selección de una especie para su uso en las parcelas experimentales*

*Brassica rapa* (L) es una especie con dependencia a la polinización entomófila, característica común a su género (Witter *et al.*, 2014), el cual ha sido investigado y estudiado en varias ocasiones. Se encuentra presente entre los cultivos de Sacatepéquez y Chimaltenango. Se colectaron semillas incluyendo ambos departamentos y, al azar, se germinaron varios individuos los cuales se trasladaron a las parcelas experimentales.

### *Establecimiento de las parcelas experimentales*

En sitios aleatorios de los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango, se establecieron 20 parcelas experimentales embebidas en la matriz de cultivos locales, estas tenían 1m<sup>2</sup> de área cada una. En cada una se documentó el uso de suelo en un radio de 1km utilizando un mapa de uso de suelo proporcionado por el MAGA. Con base a criterios propios, distintas áreas (ej. bosques o astilleros municipales) se tomaron como parches de vegetación natural. Las parcelas se separaron en función del área total cubierta por los parches de vegetación natural en los alrededores. Estas parcelas fueron tomadas como parcelas con dos diferentes tratamientos: (1) con presencia de vegetación natural y (2) con ausencia de vegetación natural. En cada parcela se instalaban individuos maduros de *Brassica rapa* L.

### *De la colecta de insectos*

Esta fue realizada por dos personas, una dentro y otra en los alrededores de la parcela experimental, de manera simultánea. En los alrededores: se colectaron manualmente todos los insectos posibles en la matriz de cultivo que circundaba a cada parcela experimental. Dentro de la parcela: se hicieron tanto colectas como observaciones de campo para los insectos que realizaban visitas florales a los individuos de *Brassica rapa* L. instalados dentro de la parcela. Tanto los datos de campo como los insectos colectados, y debidamente identificados, fueron ingresados a la Colección de Abejas Nativas de Guatemala –CANG- que se encuentra a cargo de la Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad, Centro de Estudios del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON- de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### *Análisis de los datos*

Inicialmente, se realizó un análisis discriminante que permitió discernir las parcelas más similares en cuanto a la proporción de área de parches de vegetación natural encontrados.

Con el objetivo de identificar la variación entre la disponibilidad de especies de abejas en ambos tratamientos, los datos recolectados en los alrededores de las parcelas experimentales fueron tabulados y comparados con una prueba de Análisis de Varianza. Finalmente, se realizó una prueba de t a una cola para saber la media mayor de los tratamientos. También se identificó la variación en la proporción de abejas visitantes florales encontradas dentro de las parcelas, en relación a los visitantes florales de los alrededores, según la presencia o ausencia de parches de vegetación natural.

Tanto el análisis discriminante como el análisis de varianzas y los índices de diversidad de las comunidades se calcularon con el Programa PAleontological STatistics –PAST- en su versión 3.14 (Hammer, Harper, & Ryan, 2001). Para los Análisis de Varianza se verificó el cumplimiento de los supuestos requeridos con la prueba de Shapiro-Wilk (normalidad de residuos) y el Test de Levene (homocedasticidad) también realizados en PAST. La prueba de T se calculó usando el programa R (R Core Team, 2016).

## RESULTADOS

Del análisis discriminante se obtuvieron 8 parcelas tomadas como con tratamiento 1 o presencia de parches de vegetación natural y las 12 restantes tomadas como tratamiento 2 o ausencia de parches de vegetación natural.

### Diversidad de especies de abejas en bosque y cultivo

TABLA 1. Riqueza total de especies, encontradas en las veinte parcelas evaluadas y Visitantes florales de *Brassica rapa* L.

Especies	Visitantes florales de <i>Brassica rapa</i> L.		
	Bosque	Cultivo	Ambas
Familia Colletidae			
Colletes	1 morfoespecie	x	
Caupolicana	7 morfoespecies	1 ME*	
Familia Andrenidae			
Andrena	5 morfoespecies		1 ME*
Perdita	4 morfoespecies		2 ME*
Familia Halictidae			
Agapostemon	1 morfoespecie		
Lasioglossum	12 morfoespecies	2 ME*	2ME*
Sphecodes	1 morfoespecie	x	
Augochlora	1 morfoespecie	X	
Augochloropsis metallica			
Familia Megachilidae			
Coelioxys	1 morfoespecie		
Megachile	1 morfoespecie	X	
Osmia azteca			
Trigona fulviventris		X	
Familia Apidae			
Anthophora	1 morfoespecie		
Anthophora califonica			
Apis mellifera			X
Centris agiloides			
Bombus ephippiatus			X
Bombus weisi			
Bombus willmatae			X
Ceratina	6 morfoespecies	3ME*	
Epeolus	1 morfoespecie		
Partamona bilineata			x
Plebeia			
Thygater			
Xylocopa tabaniformis			
Xylocopa guatemalensis			

“X”: Presente; \*:Morfoespecie

TABLA 2. Análisis de varianza de la abundancia y la riqueza de especies de abejas entre los tratamientos evaluados (bosque y cultivos).

Fuente de variación	Resultados			
	F	DF	P	Significativo
<b>Abundancia</b>				
- Incluyendo <i>A. mellifera</i>	1.106	18	0.306	No
- Sin incluir <i>A. mellifera</i>	5.14	18	0.035	Sí
<b>Riqueza</b>				
- Incluyendo <i>A. mellifera</i>	6.06	18	6.54	Sí
- Sin incluir <i>A. mellifera</i>	0.02	18	0.01	Sí

Se encontraron un total de 22 géneros, distribuidos en 5 familias (Tabla 1). Sin embargo, debido a la presencia constante y abundante de *Apis mellifera* se realizó el análisis de varianza incluyéndola y no incluyéndola (Tabla 2). Para la abundancia, se encontró que al incluir a *A. mellifera*, el ensamble difiere significativamente entre los dos tratamientos. Al evaluar el ensamble separado, no se encuentra diferencia entre los cultivos y el bosque, como sucede también en cuanto a la riqueza de especies. Posteriormente, se realizó una prueba de t a una cola ( $gl=17.3$ , valor de  $p=0.0063$ ) para establecer si la media del tratamiento de cultivos era “mayor” a la media del tratamiento de bosque. Esto con las variables de abundancia y riqueza de individuos.

En la tabla 1 se observa que las visitas florales a las unidades experimentales no fueron homogéneas. Las abejas del bosque presenta la menor riqueza con cinco especies. Le sigue el cultivo, con seis especies y finalmente el valor mayor, nueve especies, es para las especies compartidas entre los tratamientos.

### Proporción de abejas visitantes florales

TABLA 3

Índices de diversidad y equidad tanto para el interior de las parcelas experimentales, como para sus alrededores en bosque y cultivo.

Índice	Bosque		Cultivo	
	Dentro	Alrededores	Dentro	Alrededores
Dominancia	0.7921	0.137	0.8498	0.04121
Simpson	0.2079	0.863	0.1502	0.9588
Shannon-W	0.6082	2.326	0.4371	3.474
Equidad	0.2305	0.7639	0.1614	0.8927

En la Tabla 3 se puede observar el valor para el índice de dominancia dentro de las parcelas experimentales. Esto indica que existe una especie que utiliza mayormente a *B. rapa* como recurso en ambos tratamientos. En consecuencia el índice de Simpson, que mide la una distribución igualitaria de las especies, arroja un valor bajo para las mismas condiciones. Sin embargo, los valores para el índice de Shannon-W sugieren que este recurso es utilizado por más especies en el bosque (0.6) que en el cultivo (0.4).

Para los alrededores de las parcelas experimentales, se observan valores de dominancia bajos, lo que indica que dentro del ensamble no se presentan especies dominantes. En consecuencia el índice de

Simpson, arroja un valor alto para las mismas condiciones ya que la distribución de los taxa de abejas es bastante igualitaria. Finalmente, según los valores tomados para el índice de Shannon-W indican que el ensamble del bosque es ligeramente más diverso que el de los alrededores.

## DISCUSIÓN

En cuanto a la diversidad de abejas encontradas, este estudio reporta géneros distintos, al efectuado por Escobedo, Dardón, López, Martínez, & Cardona (2014). En la Tabla 1 se observa un total de 22 géneros distribuidos en 5 familias. Agregando a la lista siete morfoespecies de *Caupolicana*, cinco morfoespecies de *Andrena*, dos de *Osmia* y *Trigona fulviventris*.

El análisis de varianza refleja que *A. mellifera* ejerce una clara influencia en la abundancia de individuos encontrada (Cuadro 2) entre bosque y cultivo. Ya que se encuentra igualmente distribuida en ambos tratamientos. Esto se debe a su característica cosmopolita y de amplia aceptación del recurso floral. Esto encontraron Córdova-Córdova, Ramírez-Arriaga, Martínez-Hernández, & Zaldívar-Cruz (2013) al analizar la miel, reportando que incluía polen de 32 familias. En nuestro trabajo, se le encontró como un visitante floral para *B. rapa* en dieciocho de las veinte parcelas experimentales evaluadas. Esto sugiere que *B. rapa* es un recurso floral bastante aceptado en el área de Sacatepéquez y Chimaltenango. Al indagar sobre esta aceptación del recurso en abejas nativas se encuentra que para *Tetragonisca angustula*, su miel incluye hasta 18 familias vegetales (Dardón & Enríquez, 2008), por lo que la competencia por las especies en común podría suceder.

Sin embargo, en la riqueza de especies *A. mellifera* no es influyente, ya que el análisis de varianza encuentra diferencia significativa entre el bosque y los cultivos. Siendo el tratamiento con cultivos el más diverso encontrado por la prueba de t. Si bien, estudios han encontrado una relación positiva entre la diversidad de abejas y un paisaje heterogéneo con áreas perturbadas y remanentes boscosos (Escobedo *et al.*, 2014), en este trabajo se encontró un aumento en la diversidad para los cultivos. Este fenómeno también ha sido reportado por (Winfree, Griswold, & Kremen, 2007), por su parte Tschardtke, Klein, Kruess, Steffan-Dewenter & Thies (2005) sugieren que un paisaje estructuralmente complejo aumenta la diversidad de los agroecosistemas.

Una razón para no encontrar diferencia significativa entre los tratamientos podría ser que la agricultura que se practica en el lugar no es intensiva, por lo que su impacto no es significativo, un suceso similar al de Winfree *et al.*, 2007. También puede ser que la época de colecta no haya sido la más oportuna, ya que otros estudios con abejas reportan colectas tanto en época lluviosa como en época seca.

Finalmente, no se encontró una relación significativa entre los tratamientos y las variables evaluadas (riqueza y abundancia). Esto se comprobó al obtener valores por encima de 0.05 para “p” en las correlaciones de Pearson realizadas con el programa R (R Core Team, 2016). Por esta razón podría sugerirse una mejora para un próximo muestreo.

Las parcelas experimentales cercanas al bosque presentan el valor menor para la riqueza de abejas. Esto difiere de otros estudios en donde, como se mencionó anteriormente, si existe una relación positiva entre la riqueza de especies y la cercanía del lugar de muestreo a un bosque.

A continuación se encuentra el cultivo con una especie más. Finalmente en las especies compartidas se pueden observar nueve especies, lo que indica que las visitas florales son muy similares en ambos

tratamientos; de hecho, no difieren estadísticamente. Especies del género *Bombus*, que según Escobedo *et al.*, (2014) cuentan con potencial para ser utilizados en la polinización de cultivos. Este potencial también ha sido reportado (para *Bombus ephippiatus* específicamente) por Torres-Ruiz & Jones, (2012) quienes no encontraron diferencia significativa al compararlo con *Bombus impatiens*, una especie ya utilizada en la polinización manual.

Debido al alto valor para la abundancia de *A. mellifera*, se reconoce que es la especie que influye en los índices de dominancia para dentro de las parcelas. Este valor sugiere la preferencia de *B. rapa* como recurso floral, en comparación con los recursos de los alrededores. El índice de Simpson en consecuencia, refleja la poca homogeneidad de las parcelas experimentales comparado con los alrededores en ambos tratamientos.

El mayor valor para el índice de Shannon-W Bosque (0.6) muestra que hay mayor disponibilidad de especies en bosque que en cultivo (0.4), aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa (Tabla 2). El índice de equidad refleja que las abundancias de las diferentes especies de los alrededores de las parcelas experimentales son bastante homogéneas. Esto difiere del interior, ya que la influencia de *A. mellifera* se refleja en el bajo valor del índice.

## AGRADECIMIENTOS

A Adriana Rivera, por su valiosa colaboración a lo largo de todo el proceso de revisión, tanto de los especímenes como del manuscrito. Al personal de la Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad del Centro de Estudios para la Conservación –CECON- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por su amplia disposición y apoyo durante la revisión de los especímenes ingresados a la Colección de Abejas Nativas de Guatemala –CANG-, por su disposición para ofrecer el espacio y equipo necesario para trabajar. Finalmente, a Sara Barrios por sus oportunas sugerencias al manuscrito en este manuscrito.

## REFERENCIAS

- Ashworth, L., Quesada, M., Casas, A., Aguilar, R., & Oyama, K. (2009). Pollinator-dependent food production in Mexico. *Biological Conservation*, 142(5), 1050–1057.  
<http://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.016>
- CEPAL, FAO, & IICA. (2015). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016*. San José, C.R. Retrieved from <http://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2015/b3695e.pdf>
- Córdova-Córdova, C., Ramírez-Arriaga, E., Martínez-Hernández, E., & Zaldívar-Cruz, J. (2013). Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopolinológicas. *Universidad Y Ciencia: Trópico Húmedo*, 29(1), 163–178. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v29n2/v29n2a6.pdf>

- Dardón, M., & Enríquez, E. (2008). Caracterización fisicoquímica y antimicrobiana de la miel de nueve especies de abejas sin aguijón (Meliponini) de Guatemala. *Interciencia*, 33(12), 916–922. Retrieved from <http://www.scielo.org.ve/pdf/inci/v33n12/art11.pdf>
- Escobedo, N., Dardón, M., López, J., Martínez, O., & Cardona, E. (2014). Efecto de la configuración del paisaje en las comunidades de abejas (Apoidea) de un mosaico de bosque pino-encino y áreas agrícolas de Sacatepéquez y Chimaltenango, Guatemala. *Ciencia, Tecnología Y Salud*, 1(1), 13–20.
- FAO. (2016). *El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. Roma. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i5588s.pdf>
- Grixti, J., Wong, L., Cameron, S., & Favret, C. (2009). Decline of bumble bees (*Bombus*) in the North American Midwest. *Biological Conservation*, 142, 75–84. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.09.027>
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Software, Palaeontologia Electronica.
- Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L., ... Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environ. Res. Lett. Environ. Res. Lett*, 7(7), 44009–12. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044009>
- Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29(29), 83–112.
- Kremen, C., Williams, N. M., Bugg, R. L., Fay, J. P., & Thorp, R. W. (2004). The area requirements of an ecosystem service: Crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters*, 7(11), 1109–1119. <http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00662.x>
- Kremen, C., Williams, N., & Thorp, R. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(26), 16812–16816. <http://doi.org/10.1073/pnas.262413599>
- Millenium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington, DC.: Island Press.
- Moisset, B., & Buchmann, S. (2011). *Bee Basics: An Introduction to Our Native Bees*. USDA Forest

Service and Pollinator Partnership Publication. Retrieved from  
[http://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5306468.pdf](http://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5306468.pdf)

- Morandin, L. A., & Winston, M. L. (2006). Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *116*(3–4), 289–292. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.012>
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, *120*(3), 321–326. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Pantoja, A., Smith-Pardo, A., García, A., Sáenz, A., & Rojas, F. (2014). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Lationamérica y El Caribe*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-.
- Richards, A. (2001). Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany*, *88*(2), 165–172. <http://doi.org/10.1006/anbo.2001.1463>
- Ricketts, T. H. (2004). Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology*, *18*(5), 1262–1271. <http://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00227.x>
- Team, R. C. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- Torres-Ruiz, A., & Jones, R. (2012). Comparison of the efficiency of the bumble bees *Bombus impatiens* and *Bombus ephippiatus* (Hymenoptera: Apidae) as pollinators of tomato in greenhouses. *Journal of Economic Entomology*, *105*(6), 1871–1877. <http://doi.org/10.1603/EC12171>
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - Ecosystem service management. *Ecology Letters*, *8*(8), 857–874. <http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
- Winfree, R., Aguilar, R., Vásquez, D., LeBuhn, G., & Aizen, M. (2009). A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. *Ecology*, *90*(8), 2047–2056.
- Winfree, R., Griswold, T., & Kremen, C. (2007). Effect of human disturbance on bee communities in a forested ecosystem. *Conservation Biology*, *21*(1), 213–223. <http://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00574.x>

Witter, S., Blochtein, B., Nunes-Silva, P., Tirelli, F. P., Lisboa, B. B., Bremm, C., & Lanzer, R. (2014). The bee community and its relationship to canola productivity in homogenous agricultural areas. *Journal of Pollination Ecology*, 12(April 2013), 15–21. Retrieved from [http://www.pollinationecology.org/index.php?journal=jpe&page=article&op=view&path\[\]=23](http://www.pollinationecology.org/index.php?journal=jpe&page=article&op=view&path[]=23)

5