

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

**INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PARA EL CONOCIMIENTO,**  
**USO Y VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**  
**CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS –CECON-**  
**ENERO 2016 – ENERO 2017**

**DARLENE DENISSE ESCOBAR GONZÁLEZ**  
**PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. EUNICE ENRÍQUEZ**  
**ASESORA INSTITUCIONAL: LICDA. EUNICE ENRÍQUEZ**

**Vo.Bo ASESOR INSTITUCIONAL: \_\_\_\_\_**

**JUEVES 19 DE ENERO DE 2017**

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

**INFORME FINAL DE SERVICIO Y DOCENCIA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PARA EL CONOCIMIENTO,  
USO Y VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD  
CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS –CECON-  
ENERO 2016 – ENERO 2017**

**DARLENE DENISSE ESCOBAR GONZÁLEZ  
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. EUNICE ENRÍQUEZ  
ASESORA INSTITUCIONAL: LICDA. EUNICE ENRÍQUEZ**

**Vo.Bo ASESOR INSTITUCIONAL: \_\_\_\_\_**

**JUEVES 19 DE ENERO DE 2017**

# 1. ÍNDICE

1. ÍNDICE .....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	5
3. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC .....	7
Elaboración de material didáctico para actividad de ¿Quién Lleva el Polen? .....	8
4. ACTIVIDADES REALIZADAS .....	10
4.1ACTIVIDADES DE SERVICIO .....	10
4.1.1 Servicio Preestablecido en Colección Zoológica: Invertebrados Marinos - Listado de Moluscos Utilizados por los Mayas.....	10
4.1.2 Servicio Preestablecido en Colección Zoológica: Invertebrados Marinos – Fotografías de Colección de Moluscos .....	10
4.1.3 Servicio Preestablecido en Colección Botánica: Jardín Botánico – Colecta de semillas en el Jardín	11
4.1.4 Servicio Preestablecido en Colección Botánica: Jardín Botánico – Limpieza de Semillas colectadas dentro del Jardín: .....	11
4.1.5 Servicio Preestablecido en Colección Botánica: Jardín Botánico – Capacitación guiada:.....	11
4.1.6 Cuidado de Colección biológica de Abejas Nativas .....	12
4.1.7 Colaboración en Montaje de un hotel para abejas solitarias.....	12
4.1.8 Montaje de especímenes para Colección de Abejas Nativas. ....	13
4.1.9 Monitoreo de Hotel.....	13
4.1.10 Traslado y División de Colmenas de <i>Nannotrigona perilampoides</i> , <i>Tetragonisca angustula</i> y <i>Melipona beecheii</i> . ....	14
4.1.11 Cuidado y Monitoreo de Colmenas en Meliponario .....	15
4.1.12 Revisión de la base de datos de la colección de Abejas Nativas .....	15
4.1.13 Gira de Campo .....	16
4.1.14 Actividades varias .....	16
4.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA .....	17
4.2.1 Realización de Manuales y Folletos.....	17
4.2.2 Organización de IV Taller sobre Meliponicultura .....	17
4.2.3 Elaboración de material didáctico para actividades de ¿Quién Lleva el Polen?: .....	18
4.2.4 Participación en ¿Quién Lleva El Polen?.....	18

4.2.5 Taxonomía de Meliponinos .....	19
4.2.6 Exposición en Seminario de Meliponicultura de Facultad de Veterinaria y Zootecnia.....	19
4.2.7 Participación en Evento Econciencia en Jardín Botánico .....	20
4.2.8 Presentación de Revista de CECON .....	20
4.2.9 Participación y montaje de Exposición en Aniversario de CECON .....	20
<b>4.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS .....</b>	<b>21</b>
4.3.1 Participación de Actividad Amigos Nocturnos .....	21
4.3.2 Colaborador en Olimpiadas Departamentales.....	21
4.3.3 Diplomado en Reforma Universitaria y del Estado.....	22
4.3.4 Asistencia a Coloquio Interuniversitario .....	22
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>22</b>
<b>5. ANEXOS .....</b>	<b>23</b>
<b>INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE TRES ESPECIES DE MELIPONINOS .....</b>	<b>35</b>
<b>(APIDAE: MELIPONINI) EN GUATEMALA .....</b>	<b>35</b>

## 2. INTRODUCCIÓN

El informe integrado es un reporte detallado de todas las actividades que se realizaron durante el año de práctica de EDC, de servicio, docencia e investigación. Se describen también las actividades de servicio preestablecido a colecciones botánicas y zoológicas de referencia. Se detallan todas las actividades de servicio hacia la Unidad de práctica, haciendo énfasis en la importancia de estas actividades.

El informe abarca las actividades realizadas en el período enero 2016 hasta enero 2017, incluyendo objetivos, proceso y resultados alcanzados, y el tiempo dedicado a cada actividad. También se reportan las actividades que forman parte de la capacitación del estudiante o de su formación, y las actividades de educación ambiental realizadas por parte del estudiante hacia el público interesado.

Las actividades de servicio consisten en su mayoría a la revisión y enriquecimiento de la base de datos de la colección de abejas nativas, enfocadas en actualizar la colección biológica de la unidad. También se realizó apoyo en el cuidado de las colonias de abejas presentes en el Centro de Estudios Conservacionistas como parte de practicar la meliponicultura de manera correcta y para establecer sitios para polinizadores urbanos.

La docencia consistió en exposiciones de la investigación de la unidad, exposiciones de la colección y de la importancia de las abejas nativas y su conservación en actividades abiertas a todo público, aunque muchas veces enfocadas a niños.

Con la investigación se busca utilizar la información recopilada por el equipo de la unidad y darle una aplicación en el conocimiento de las abejas nativas sociales de Guatemala, y enfocarlo a su conservación.



### 3. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa Universitario	Nombre de Actividad	Fecha de Actividad	Horas EDC
<b>Planificación</b>			<b>230</b>
<b>Socialización y elaboración de Informes</b>	Introducción	21 de enero de 2016	3
	Diagnóstico	2 febrero	10
	Plan de trabajo	11 de febrero	13
	Perfil de Investigación	3 y 10 de marzo	12
	Primer Informe Bimensual	25 de febrero	12
	Protocolo de Investigación	14 de abril	25
	Segundo Informe Bimensual	5 de mayo	10
	Informe Final de Servicio y Docencia	24 de mayo	12
	Cuarto Informe Bimensual	21 de julio	6
	Quinto Informe Bimensual	25 de agosto	7
	Sexto Informe Bimensual	22 de agosto	15
	Borrador de Investigación	28 de noviembre	30
	Entrega final de Investigación	15 de diciembre	25
	Informe integrado		50
<b>Servicio preestablecido</b>			<b>40</b>
<b>Preestablecido en Colección Zoológica</b>	Invertebrados Marinos - Listado de Moluscos Utilizados por los Mayas.	8- 10 de febrero	<b>10</b>
	Invertebrados Marinos – Fotografías de Colección.	11 y 12 de febrero	<b>10</b>

<b>Prestablecido en Colección Botánica</b>	Jardín Botánico – Colecta de semillas en el Jardín	22 de febrero	7
	Jardín Botánico – Limpieza de Semillas colectadas dentro del Jardín:	23-25 de febrero	13
	<b>Total de Servicio Prestablecido</b>		<b>40</b>
<b>Docencia, Servicio e Investigación</b>			<b>770</b>
<b>Docencia</b>	Realización de Manuales y Folletos y Revisión de Bibliografía.	Marzo- junio	31
	Organización de Taller sobre Meliponicultura	Viernes 29 de enero- sábado 20 de febrero.	37
	Elaboración de material didáctico para actividad de ¿Quién Lleva el Polen?	Lunes 28 marzo – Sábado 16 de abril.	55
	Participación en ¿Quién Lleva El Polen?	17 de abril 2016	8
	Taxonomía de Meliponinos	Jueves 30 de junio, viernes 15 de junio y Sábado 23 de julio.	29
	Exposición en Seminario de Meliponicultura Zootecnia y Veterinaria	Viernes 11 de marzo y Lunes 14 de marzo.	7
	Participación en Evento Econciencia en Jardín Botánico	Lunes 3 octubre	5
	Presentación de Revista de CECON	5 de agosto 2016	4
	Aniversario de CECON	18 de noviembre	4
		<b>Total horas docencia</b>	
<b>Servicio</b>	Cuidado de Colección biológica de Abejas Nativas	De Marzo a Mayo	22
	Colaboración en Montaje de un hotel para abejas	Abril	4

	solitarias.		
	Montaje de especímenes para Colección de Abejas Nativas	Abril	6
	Monitoreo de Hotel	30 de mayo – 27 de junio	9
	Traslado y División de Colmenas.	27 de enero, 13 de febrero, 7 de abril, 26 de diciembre.	12
	Monitoreo de Meliponario	Febrero – junio	18
	Base de Datos	Mayo-julio de 2016	70
	Gira de campo	27 -28 de mayo de 2016	16
	Actividades varias	Febrero – Mayo 2016	27
	<b>Total de Servicio</b>		<b>184</b>

<b>No Planificadas</b>	Participación de Actividad Mis Amigos Nocturnos	7 de mayo 2016	<b>7</b>
	Colaboración en Olimpiadas Nacional de Ciencias	8 de julio 2016	8
	Diplomado en Reforma Universitaria y del Estado	11 de junio – 8 de octubre 2016	15
	Asistencia a Coloquio Estudiantil Interuniversitario	6 y 7 de octubre	12
	<b>Total de horas No planificadas</b>		<b>42</b>

<b>Investigación</b>	Revisión de Base de Datos		<b>250</b>
	Transformación de datos		<b>44</b>
	Análisis de Datos		<b>60</b>
	Interpretación de resultados y discusión		<b>10</b>
	<b>Total de horas de Investigación</b>		<b>364</b>

**TOTAL DE HORAS: 1040**

## 4. ACTIVIDADES REALIZADAS

### 4.1 ACTIVIDADES DE SERVICIO

#### 4.1.1 Servicio Preestablecido en Colección Zoológica: Invertebrados Marinos - Listado de Moluscos Utilizados por los Mayas.

- a. **Objetivos:** Realización de un medio de identificación de restos de moluscos para arqueólogos y antropólogos.
- b. **Descripción, método o procedimiento:** Se utilizó un listado de especies y familias y se realizó una búsqueda bibliográfica de información importante sobre cada una. Se realizó un descriptor de características morfológicas, tamaño y color. Se reportó la distribución y el hábitat donde hallar cada especie.
- c. **Resultados:** Se realizó un listado con descriptores morfológicos externos de especies de bivalvos y caracoles basados en varios libros sobre los moluscos habitantes de América, la extensión territorial de cada especie, y el hábitat específico donde buscar por cada uno. Se realizó parte del listado, y se dejó pendiente la casilla de imagen, la cual debe llenarse con una imagen de la colección del museo, y un espacio para llenarse con conocimientos arqueológicos de la cultura maya relacionada con los organismos.
- d. **Limitaciones o dificultades presentadas:** -

#### 4.1.2 Servicio Preestablecido en Colección Zoológica: Invertebrados Marinos – Fotografías de Colección de Moluscos

- a. **Objetivos:** Enriquecer la base de datos fotográfica de la colección de invertebrados marinos. Actualizar la base de datos fotográfica con nuevos ingresos a la colección.
- b. **Descripción, método o procedimiento:** Se tomó una colección recientemente llegada a la colección proveniente de Cuba de 50 muestras. Se tomaron varias fotografías con una cámara profesional de cada especie, se organizó según una carpeta con el nombre de la especie, para ser integrados a la base de datos de la colección.
- c. **Resultados:** Se tomaron un promedio de 15 fotografías de cada especie de la colecta. Se creó una carpeta para cada especie con el nombre e imágenes de su correspondiente muestra. Se enriqueció la base de datos fotográfica, se registró cada uno de los organismos de la colección y el registro se almacenó ordenadamente.
- d. **Limitaciones o dificultades presentadas:** La vida de la cámara y capacidad de la memoria de la cámara en ocasiones no fue suficiente.

#### 4.1.3 Servicio Preestablecido en Colección Botánica: Jardín Botánico – Colecta de semillas en el Jardín

- a. **Objetivos:** Recolectar semillas para evaluar su germinación y evitar el gasto de energía excesivo en las plantas del jardín. Conocer la viabilidad de las especies presentes en el jardín.
- b. **Descripción, método o procedimiento:** Se realizó un recorrido a lo largo del Jardín botánico buscando aquellas plantas que presentaran frutos maduros a los cuales se les pudiera extraer las semillas para evaluar su viabilidad. Los frutos se colectaron en bolsas de papel y se anotaron los datos de colecta: Colector, especie, fecha y lugar.
- c. **Resultados:** Se colectó una bolsa o dos bolsas de papel del fruto de cada planta de los géneros *Cacia*, *Regile*, *Tabaco*, *Calliandra*.
- d. **Limitaciones o dificultades presentadas:**

#### 4.1.4 Servicio Preestablecido en Colección Botánica: Jardín Botánico – Limpieza de Semillas colectadas dentro del Jardín:

- a. **Objetivos:** Preparar las semillas colectadas para su experimentación.
- b. **Descripción, método o procedimiento:** Se tomaron los frutos maduros colectados de cada especie, se abrieron y a cada uno de ellos se les extrajo las semillas. Posteriormente las semillas fueron pasadas por un colador y un trozo de papel para eliminar residuos de tierra o de basura y fueron guardados juntos para su futura prueba de germinación.
- c. **Resultados:** Se extrajo las semillas de todos los frutos colectados, y se preparó material para realizar las pruebas de germinación y estudio de semillas.
- d. **Limitaciones o dificultades presentadas:**

#### 4.1.5 Servicio Preestablecido en Colección Botánica: Jardín Botánico – Capacitación guiada:

- a. **Objetivo:** Fomentar la educación ambiental y los conocimientos en botánica a estudiantes de distintas carreras e instituciones.
- b. **Descripción, método o Procedimiento:** Se dio un recorrido guiado a estudiantes de primer año de Perito Agrónomo. Los estudiantes fueron divididos en tres grupos, quienes fueron guiados por cada una de las estaciones a lo largo del jardín en orden evolutivo, donde se encontraba cada uno de los estudiantes guías.

c. **Resultados:** Se dio el recorrido a todos los estudiantes, se hizo énfasis en morfología y anatomía de cada grupo de plantas, y se resolvió dudas. Se impartió un recorrido exitoso a todos los estudiantes, quienes pudieron resolver sus dudas.

d. **Problemas y Limitaciones:**

#### 4.1.6 Cuidado de Colección biológica de Abejas Nativas

a. **Objetivo:** Reparar desperfectos ocasionados a la colección científica de abejas nativas. Rotulación y numeración de las cajas grandes y pequeñas en que se halla la colección, para su fácil identificación y evitar extravíos o mala ubicación de especímenes. Mejorar el orden y organización de los especímenes dentro de la colección.

b. **Descripción, método o procedimiento:** Se revisaron las de etiquetas de los especímenes de la colección, corrección y reimpresión de etiquetas alteradas o deterioradas. SE hicieron rótulos de número de caja y de especies, para cada caja de la colección. Se colocó en cada caja pequeña, el número de caja en la colección al que pertenece, en caso de que esta deba extraerse para el estudio de los especímenes.

c. **Resultados:** Se logró mejorar y estandarizar la rotulación de las cajas entomológicas de la colección. Se rotuló cada caja tanto con su número, como con las especies que esta almacena. Se rotuló el interior de cada una de las cajas pequeñas, para que estas no extravíen al estudiar a los organismos y mejorar el acceso a los mismos. Numeración de la mayoría de cajas. Conteo de especímenes por caja.

d. **Limitaciones o dificultades presentadas:**

#### 4.1.7 Colaboración en Montaje de un hotel para abejas solitarias.

a. **Objetivo:** Crear de un medio de refugio y anidamiento para especies de abejas solitarias. Aprovechar las visitas de abejas solitarias al Jardín botánico.

b. **Procedimiento:** Se utilizaron materiales domésticos, naturales o de reciclaje para formar estructuras adecuadas para el crecimiento de abejas solitarias. Se utilizó un mueble con estantes para la base de los nidos. Se utilizó un barreno para crear agujeros en troncos de troncos, y en ladrillos, aptos para el hábitat de abejas solitarias se colocó equitativamente ladrillos y troncos, así como tubos huecos de bambú en cada nivel del mueble, simulando nidos para abeja y se colocó cerca del meliponario. Se barrenó en un trozo de tronco de gran tamaño simulando los agujeros en un árbol vivo.

c. **Resultados:** Se construyó un nido para abejas a partir de un mueble no utilizado. El nido se llenó con troncos, ladrillos y ramas de bambú, todos con agujeros de distintos diámetros en

su interior. El nido se colocó cerca del meliponario en el jardín botánico. Varias especies tanto de abejas como avispas visitan el nido.

d. **Problemas y Limitaciones:** Humedad en nidos contruidos.

#### 4.1.8 Montaje de especímenes para Colección de Abejas Nativas.

a. **Objetivos:** Enriquecer la colección de abejas nativas presente en la Unidad de Biodiversidad de CECON.

b. **Descripción, método o procedimiento:** Cuando han llegado muestras de especímenes provenientes de distintos lugares, por lo general en alcohol, estos son montados correctamente. Cada uno se atraviesa con un alfiler al centro, se acomodan sus apéndices de manera que se puedan observar todas las patas, abdomen, tórax y cabeza, y se colocan una junto a otra en una caja para muestras entomológicas, la cual posteriormente se coloca en una caja entomológica de mayor tamaño correspondiente en la colección de abejas nativas. Posteriormente se realiza su etiqueta de acuerdo a los datos de colecta. Previo al etiquetado deben ser analizadas taxonómicamente para saber dónde ubicarlas e ingresar el registro.

c. **Resultados:** Se han montado especímenes de distintas partes del país y de distintas colectas correctamente y con etiqueta. Se ha ampliado ligeramente el número de especímenes de la colección y por lo tanto de la base de datos. Se ha mejorado el estado de muchos especímenes que se encontraban lastimados, mal etiquetados, más ordenados, o con apéndices despegados.

d. **Limitaciones o dificultades presentadas:** -

#### 4.1.9 Monitoreo de Hotel

a. **Objetivos:** Establecer un control de la actividad de abejas en los agujeros presentes en las secciones del nido de abejas solitarias.

b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Se creó un código para cada agujero, y se tomó nota, por medio de fotografías y de apuntes, la cantidad de agujeros llenos, y la actividad en cada agujero.

c. **Resultados:** Se registró la actividad de agujeros por varias semanas. Se registró que sólo se ocuparon por abejas los agujeros de madera, y de diámetro ancho. Los agujeros de diámetro más angosto, fueron ocupados en su mayoría por avispas pequeñas. Cada semana aumentaba en gran cantidad la cantidad de agujeros, desde 11 agujeros al principio, hasta más de 50 luego de dos meses.

d. **Limitaciones dificultades presentadas:** Existencia y abundancia de hormigas y de posibles insectos invasores.

4.1.10 **Traslado y División de Colmenas de *Nannotrigona perilampoides*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*.**

a. **Objetivo:** Trasladar de ambiente una colonia de *Nannotrigona* presente en el jardín botánico, a una caja tecnificada. Dividir las colonias de las tres especies con celdas reales, a otra caja para duplicar los nidos. Trasladar de caja las meliponas, para eliminar plagas e invasores.

b. **Descripción, método o procedimiento:** Se trasladó la colonia de *Nannotrigona perilampoides* presente en un tronco de gran tamaño a una caja tecnificada adaptada para una especie pequeña. Se cortó el tronco con una motosierra y se extrajo el nido. Luego de pasar el nido a una caja, se extrajo por medio de succionadores entomológicos a todas las abejas restantes en el tronco, ya que fuesen juveniles, obreras o que se escondieran. Se mantuvo en la parte trasera del museo, para promover la rápida adaptación de los individuos a su nuevo hábitat y no estresarlas más con un nuevo traslado al ser llevadas al meliponario. A la *Tetragonisca*, y a *Melipona beecheii* se les dividió en dos, rápidamente con ayuda de un cuchillo, evitando lastimar a las abejas, y la mitad se trasladó a otra caja, más moderna y en mejor estado. Las abejas jóvenes se trasladaron con ayuda de succionadores entomológicos. Se extrajeron algunos potes de miel y polen y se almacenaron los productos en el refrigerador. Para la *Melipona* se trasladó el nido en su totalidad, a otra caja, y esta sí se colocó dentro del meliponario. Se extrajo algunos potes de miel, se limpiaron y se almacenaron. Hay que asegurarse que en la nueva colonia, o hija, se encuentre una abeja reina o una celda real, para garantizar que se formará un nuevo nido.

c. **Resultados:** La colonia se trasladó completamente del tronco a la caja tecnificada. Se observa actividad de las abejas, y construcción rápida de potes y de involucro. Al final del período, la especie *M. beecheii* demostró ser la más sensible a la humedad, mientras que *Tetragonisca angustula* y *nannotrigona*, se adaptaron muy bien durante el período 2016. Los traslados y divisiones se realizaron a principio de año (enero y febrero) por ser la época seca, época de mayor crianza y nacimiento de reinas. En varias ocasiones se ha hecho limpieza y ordenamiento del meliponario, lo cual ha mejorado su apariencia y condiciones.

d. **Problemas y Limitaciones:** La biología de los organismos que a veces requiere horarios difíciles de completar, es decir muy temprano, o mucho tiempo de corrido. No ha imposibilitado los traslados.

#### 4.1.11 Cuidado y Monitoreo de Colmenas en Meliponario

- a. **Objetivos:** Garantizar el desarrollo y cuidado de las colonias de abejas nativas presentes en el meliponario experimental para su estudio y aprovechamiento.
- b. **Descripción, método o procedimiento:** Se realizan visitas esporádicas al lugar de las colonias, ya sean que se encuentren ya en el meliponario, como la *Melipona beecheii* ; o que se encuentren aún en estado de recuperación luego de un traslado, como la *Nannotrigona perilampoides* y la *Tetragonisca angustula*. Se toma nota de la actividad de las abejas, incluyendo construcción y alimentación dentro de la caja tecnificada, número de abejas que entran y salen por minuto, presencia de celdas reales, presencia de plagas o invasores, necesidad de alimentación artificial, actividad de las guardianas, etc. También se anota el clima del día de revisión. Si existiera una anomalía, esta debe ser reportada y se intenta corregir inmediatamente. También es importante el mantenimiento y limpieza del meliponario, evitar la humedad en él, y realizar revisiones en busca de animales invasores que puedan estar en contacto con las colonias.
- c. **Resultados:** Se ha cuidado y monitoreado las 3 especies presentes en la Unidad de investigación: *Melipona beecheii*, *Tetragonisca angustula* y *Nannotrigona perilampoides*. *T. angustula* y *N. perilampoides* son muy abundantes, y presentan un crecimiento y adaptación rápidos. Contándose a veces hasta el movimiento de 80 individuos/minuto. Sus nidos también crecen de forma rápida formando involucro abundante y gran cantidad de crías. *M. beecheii* fue muy sensible a la humedad de la época lluviosa, además de ser atacada al mismo tiempo por insectos depredadores o por plagas.
- d. **Limitaciones o dificultades presentadas:** Clima dificulta la observación de individuos y puede reducir su trabajo. Condiciones de temperatura y humedad en meliponario.

#### 4.1.12 Revisión de la base de datos de la colección de Abejas Nativas

- a. **Objetivos:** Actualizar los datos que no han sido registrados o que han sido ingresados erróneamente a la base de datos de la colección de abejas nativas. Mejorar la calidad de la información presente en la base de datos de la colección de abejas nativas del Centro de Estudios Conservacionistas. Revisar la descripción de los lugares de colecta, para llenar vacíos.
- b. **Descripción, método o procedimiento:** Se revisa la base de datos de sitios de colecta con datos dudosos. Si existe una coordenada terrestre presente, esta se revisa con programas de posición satelital en línea, para verificar que el dato ingresado corresponda al lugar indicado de colecta. Si no existe ningún dato, se busca en dicho programa la coordenada

geográfica del sitio descrito, desde departamento, municipio y sitio geográfico específico. Los datos revisados se aplican a los registros que correspondan a dicha colecta. Para revisar que los datos estén ingresados, se revisa el código del espécimen presente en la colección y se ingresa la información para colector, sitio de colecta, altura, etc. Si el dato no existe, o tiene datos faltantes que sí se hallan en la etiqueta del espécimen, estos se actualizan en la base de datos.

- c. **Resultados:** Se amplió y mejoró la base de datos de meliponios. Se agregó la información de fecha de colecta, sitio de colecta, colector, determinador, y planta en que se colectó, a más de 6000 individuos. Las coordenadas geográficas fueron revisadas, algunas cambiaron de sistema, y muchas fueron agregadas a la base.
- d. **Limitaciones o dificultades presentadas:** Tiempo de trabajo para la cantidad abundante de especímenes por revisar.

#### 4.1.13 Gira de Campo

- a. **Objetivos:** Enriquecer la colección de abejas nativas de Guatemala con muestreos en el volcán de Acatenango.
- b. **Descripción, método o procedimiento:** Se realizó un viaje de 2 días al Volcán de Acatenango, Chimaltenango. Se recorrió gran parte de la superficie del volcán, en busca de especies de abejas, las cuales fueron colectadas con redes entomológicas e introducidas en cámaras con cianuro. Se tomaron los datos geográficos y se determinaron posteriormente.
- c. **Resultados:** Se colectaron varias especies de abejas nativas, principalmente *Bombus*, debido a sus adaptaciones a climas más fríos y alturas elevadas. Se colectaron muchas especies de la familia Halictidae y muy pocos meliponinos. Se determinaron, y montaron en cajas entomológicas y se etiquetaron. Los individuos fueron ingresados a la colección y a la base de datos de la colección.
- d. **Limitaciones o dificultades presentadas:** El clima muy húmedo retardó el ascenso en el volcán, causó problemas de logística.

#### 4.1.14 Actividades varias

- a. **Objetivos:** Mantener la organización de la unidad. Cumplir con obligaciones inesperadas.
- b. **Descripción, método o procedimiento:** Consiste en mantener el orden luego de que son utilizados los materiales de la unidad o parte de la colección para eventos. La organización y el almacenamiento del material didáctico o el equipo. La revisión, el mantenimiento o la compra de equipo o cualquier material para uso de la Unidad y de sus investigadores. Apoyo en pequeñas actividades relacionadas.

c. **Resultados:** Se ha apoyado en proyectos como recorridos del jardín, para familiarizarse con las flores preferidas por los polinizadores. Cuidado de los materiales utilizados para las exposiciones, para el estudio y determinación de especímenes, de las computadoras o cañoneras, y se mantiene la limpieza del área de trabajo.

d. **Limitaciones o dificultades presentadas:**

## 4.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA

### 4.2.1 Realización de Manuales y Folletos

a. **Objetivos:** Crear un medio visual para promover en el público en general interesado la conservación y aprovechamiento de los meliponinos y aprovechamiento sustentable de los mismos.

b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Se recabó información relacionada a la biología e importancia ecológica de los meliponinos y demás abejas nativas. Abarcar información de importancia al público como métodos de captura, su aprovechamiento sustentable. Se ha escrito parte del folleto incluyendo generalidades de las abejas sociales nativas, su función, comportamiento, producción, y se ha hecho énfasis en su hábitat y sus formas de anidamiento. Se busca dar una introducción a la meliponicultura, su aprovechamiento y la forma de sacarle provecho de manera que sea sostenible y siga siendo un servicio ecosistémico.

c. **Resultados:** Creación de gran parte de la parte escrita del manual, pobre aún en parte gráfica e información de manipulación.

d. **Limitaciones dificultades presentadas:** -

### 4.2.2 Organización de IV Taller sobre Meliponicultura

a. **Objetivo:** Involucrar al público en la conservación y aprovechamiento sustentable de los meliponinos.

b. **Descripción, método o Procedimiento:** Organización de salón, de material y atención a los participantes. Colaboración con el manejo de colmenas en parte práctica de taller.

c. **Resultados:** Se colaboró con la revisión de un libro otorgado a los participantes, revisión de los diplomas, inscripción de los participantes, se realizó una exposición de productos realizados a partir de elementos de los meliponinos. Se reprodujeron claves e ilustraciones para la familiarización con las abejas sin aguijón. Se llevó a cabo la logística del evento.

d. **Problemas y Limitaciones:**

#### 4.2.3 Elaboración de material didáctico para actividades de ¿Quién Lleva el Polen?:

- a. **Objetivos:** Planificar, organizar y realizar varias de las actividades de entretenimiento infantil para llevarse a cabo en dicho evento. Buscar y producir actividades que muestren la importancia de las abejas como polinizadores. Producir juegos que demuestren las características biológicas de las abejas nativas.
- b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Se recopilaron ideas escritas para realizarse. Se compraron materiales a lo largo de la primera semana para realizar juegos con manualidades. Se buscaron dibujos de laberintos, sopas de letras, dibujos para colorear, crucigramas, mensajes, recuerdos, unir puntos, y se imprimieron varios de cada uno. Se trabajaron materiales de librería y de reciclaje para fabricar panales y potes grandes para simular una colmena gigante. Para simular una colmena, se realizaron cámaras de cría con tubos de papel higiénico, y se pintaron hasta formar panales de 3 pisos. Se forró una estructura con forma de globo, para representar potes de miel y polen. Se crearon flores de gran tamaño con envases reutilizados, para pretender ser flores. Se pintaron y forraron esferas de duroport de amarillo, para simular ser granos de polen.
- c. **Resultados:** Se realizaron actividades para el evento enfocadas a niños. Se realizó la colmena a gran escala, con potes, panales y piquera a gran escala, para ser utilizada en la manera en que funciona una colonia de insectos sociales. Se imprimieron varios juegos y coloreables.
- d. **Limitaciones dificultades presentadas:** Traslape con horario de actividades académicas. No se imposibilitó ningún avance.

#### 4.2.4 Participación en ¿Quién Lleva El Polen?

- a. **Objetivos:** Involucrar a niños de todas las edades en el interés hacia los polinizadores de manera didáctica y visual. Realizar una serie de juegos y actividades que enseñen la importancia y biología de las abejas nativas de manera amigable para niños.
- b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Con todo lo elaborado para el día, se les hizo a los juegos varias actividades y juegos. Se les dio una mesa para colorear sus dibujos. Niños y adultos pasaron por una presentación de la importancia ecológica de las abejas sociales y solitarias como polinizadores y observaron el hotel para abejas solitarias previamente realizado. Se les dio una exposición sobre los productos de meliponinos y de la importancia de la meliponicultura, se expuso un nido real de *Melipona* vacío. Los niños realizaron un juego en el que recrearon la actividad de una colmena. Se disfrazaron de abejas y cada quien realizó la función de una casta de abejas: la reina, el zángano y las colectoras, quienes

iban a flores colocadas cerca del juego, y bebían fresco para simular coleccionar polen; o se pegaban esferas en las rodillas, que simulaban ser polen en las corbículas.

- c. **Resultados:** Se dio un gran gusto de los niños por jugar, y se les explicó la importancia de las actividades que realizaban, en las abejas reales. Muchos padres de familia presentaron gran interés por las abejas, tanto por sus productos como por los nidos de abejas sociales y solitarias.

d. **Limitaciones dificultades presentadas:** -

#### 4.2.5 Taxonomía de Meliponinos

a. **Objetivos:** Desarrollar la capacidad de determinar correctamente especies de meliponinos de Guatemala para su posterior revisión en la colección y en otras colecciones.

b. **Descripción, método o procedimiento:** Se utilizaron estereoscopios y claves dicotómicas de las especies de meliponinos para determinar e identificarse con las características propias de cada especie de la colección.

c. **Resultados:** Se han determinado todas las especies presentes en la colección, excepto las especies del género *Plebeia*. Se ha realizado un listado y una descripción de las características propias de cada especie y se han fotografiado las estructuras determinantes de cada especie para su recopilación.

d. **Limitaciones o dificultades presentadas:** Horario de clases en la Universidad a veces reduce el tiempo de estudio o interfiere en las fechas de trabajo.

#### 4.2.6 Exposición en Seminario de Meliponicultura de Facultad de Veterinaria y Zootecnia

a. **Objetivos:** Exponer la investigación realizada por la Unidad de Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad en estudiantes y profesionales de las carreras de zootecnia y afines.

b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Se montó una exposición con productos de meliponinos, folletos y libros realizados por investigadores de la Unidad de biodiversidad, y cajas de la colección de meliponinos de Guatemala. Se expuso acerca de la importancia en la ecología y la conservación de las abejas meliponinas

c. **Resultados:** Se expuso la investigación y los esfuerzos de conservación a público ajeno a la carrera de biología. Se impartió conocimiento sobre las consecuencias de la mala práctica de la meliponicultura. Se promovió el sitio en internet para informarse al público interesado en la meliponicultura.

d. **Limitaciones dificultades presentadas:**

#### 4.2.7 Participación en Evento Econciencia en Jardín Botánico

- a. **Objetivos:** Involucrar a niños de todas las edades en el interés hacia los polinizadores de manera didáctica y visual. Realizar una serie de juegos y actividades que enseñen la importancia y biología de las abejas nativas de manera amigable para niños.
- b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Se utilizó material didáctico preparado previamente para enseñar sobre la importancia de las abejas nativas. Se les dio una charla sobre importancia ecológica de las abejas sociales y solitarias como polinizadores, sus amenazas y formas de conservación. Observaron el hotel para abejas solitarias previamente realizado. Se les dio una exposición sobre los productos de meliponinos y de la importancia de la meliponicultura. Se les explicó a los niños el funcionamiento de la colonia utilizando el nido de gran tamaño.
- c. **Resultados:** Los niños presentaron gran interés en las abejas, principalmente, las de colores o tamaños inusuales o diferentes a *Apis mellifera*. Mostraron interés cuando se les explicó la importancia biológica y ecológica de las abejas. A todos se les enseñó el funcionamiento jerárquico de una colmena por medio de la colmena a gran escala.
- d. **Limitaciones dificultades presentadas:** -

#### 4.2.8 Presentación de Revista de CECON

- a. **Objetivos:** Conocer las investigaciones que se han realizado por los investigadores del Centro de Estudios Conservacionistas.
- b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Los investigadores con artículos, ensayos o noticias en el volumen de la revista presentaron su trabajo frente al público del Centro de estudios conservacionistas y público en general.
- c. **Resultados:** Se presentaron 2 artículos, 2 ensayos y 1 noticia. Se presentó los avances y novedades en la página de internet de la revista de Ciencia y Conservación. Se incentivó a los investigadores a participar con sus proyectos en la revista.
- d. **Limitaciones dificultades presentadas:**

#### 4.2.9 Participación y montaje de Exposición en Aniversario de CECON

- a. **Objetivos:** Conocer los avances en investigación de varias unidades de investigación del Centro de Estudios Conservacionistas.
- b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Se realizó una conferencia por parte de investigadores de CECON sobre la orientación y el enfoque de la investigación en los últimos años. Se trasladaron cajas entomológicas de la colección de abejas nativas de Guatemala, folletos, libros y pósters realizados por investigadores de la Unidad de

Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad para exponer a todo el público asistente.

c. **Resultados:** Se dieron a conocer muchas de las investigaciones realizadas por todas las unidades y departamentos del Centro de estudios conservacionistas. Se informó sobre la orientación y el enfoque de la institución y de la incursión en el ámbito legal. Se expuso el trabajo y parte de la colección de la Unidad de Biodiversidad para la observación de todo el público.

d. **Limitaciones dificultades presentadas:**

### 4.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

#### 4.3.1 Participación de Actividad Amigos Nocturnos

a. **Objetivos:** Demostrar al público interesado las técnicas utilizadas por los biólogos para el estudio de organismos nocturnos. Enseñar a niños y adultos los animales y plantas que se pueden estudiar y atrapar en la noche.

b. **Descripción, método o procedimiento:** Se consiguieron juegos, dibujos, y demás material didáctico y para colorear y se juntó en las mesas del Museo de Historia Natural. Se ubicó en las mesas a las familias con niños para entretenerse y esperar hasta llegar a su turno de iniciar el recorrido en el Jardín Botánico.

c. **Resultados:** Se entretuvo a familias completas y no solo niños desde las 5 pm hasta las 10 pm. Las familias posteriormente llevaron a cabo el recorrido al jardín con todas las estaciones especializadas en un tipo de organismos específico.

d. **Limitaciones o dificultades presentadas:** La probabilidad de lluvia. La asistencia de cantidad público mucho mayor a la esperada a la que se tenía capacidad, lo cual aceleró el ritmo de los recorridos y sobrepasó el espacio del museo.

#### 4.3.2 Colaborador en Olimpiadas Departamentales

a. **Objetivos:** Evaluar pruebas en las Competencias Departamentales de Guatemala de las Olimpiadas de Ciencias.

b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Entre dos personas, se tuvo a cargo un aula de 100 estudiantes de nivel básico, realizando la prueba de matemática en la Competencia Departamental del Departamento de Guatemala de las Olimpiadas Nacionales de Ciencia. Se estuvo a cargo del orden, de impartir las instrucciones, los exámenes, la recepción de los mismos y de la entrega de diplomas. Posteriormente, se realizó la evaluación de cada prueba, y se escogieron las calificaciones más altas para premiación.

c. **Resultados:** Se observó y otorgó la prueba a todos los estudiantes de la sección a cargo y se supervisó por la duración de la prueba. Se redactó y se entregó el diploma de participación a todos los estudiantes que realizaron la prueba. Se calificaron todas las pruebas de la sección y se ordenaron de forma descendente de calificación.

d. **Limitaciones dificultades presentadas:**

#### 4.3.3 Diplomado en Reforma Universitaria y del Estado

a. **Objetivos:** Conocer el estado legal de los movimientos para implementar la reforma del Estado y la Reforma de las leyes universitarias.

b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Se atendió a clases magistrales y conferencias impartidas por profesores de las Escuelas de Ciencias Políticas e Historia de la Universidad de San Carlos, profesionales de la política de Guatemala y Periodistas.

c. **Resultados:** Se completó el diplomado con un total de 15 horas. Se discutieron los temas relacionados a la pobreza, educación y comercio a través de la Historia en Guatemala. Se habló de la posición de la política y de los funcionarios públicos en Guatemala, de los cambios que son necesarios en las leyes básicas de Guatemala. Se discutió acerca de los cambios que deben realizarse en la Ley orgánica de la Universidad, enfocándose en los derechos de las Escuelas, de las leyes electorales y la poca difusión de los movimientos legales.

d. **Limitaciones dificultades presentadas:**

#### 4.3.4 Asistencia a Coloquio Interuniversitario

a. **Objetivos:** Conocer las investigaciones realizadas por estudiantes de la carrera de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Universidad del Valle de Guatemala.

b. **Descripción, Método o Procedimiento:** Se asistió un día a conferencias en la Universidad del valle de Guatemala, y el segundo día, a una serie de conferencias en el campus central de la Universidad de San carlos de Guatemala.

c. **Resultados:** Se dio a conocer la investigación y la orientación de los estudiantes de ambas Universidades, se realizaron debates y foros enfocados a los retos de la conservación y los impactos del cambio climático.

d. **Limitaciones dificultades presentadas:**

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 5. ANEXOS

### Material Didáctico elaborado para actividades de ¿Quién Lleva el Polen?



Participación y organización de actividad de ¿Quién Lleva El Polen? - Diploma de Participación y actividades realizadas. El 17 de abril de 2016, en el Jardín Botánico.





**Nido u "Hotel" de Abejas Solitarias realizado previo a las actividades de ¿Quién Lleva el Polen? A los que se les llevó el control de movimiento y actividad de nidificación en agujeros.**



**Exposición de Cajas tecnificadas, productos y colecciones de Meliponinos de Guatemala en Seminario de Meliponicultura en Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Lunes 14 de marzo de 2016.**



**Diploma de organización de actividad “Mis Amigos Nocturnos”. El 7 de mayo de 2016 en el Museo de Historia Natural –MUSHNAT-**



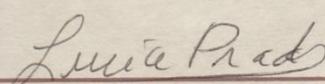
**El Jardín Botánico y El Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Otorga el presente diploma a:

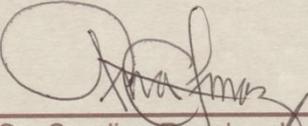
**DENISSE ESCOBAR**

Por su participación como comité organizador de la actividad  
**“MIS AMIGOS NOCTURNOS”**

Guatemala, 7 de mayo del 2016

  
M. Sc. Lucía Prado  
Directora  
Museo de Historia Natural



  
M. Sc. Carolina Rosales de Zea  
Coordinadora  
Unidad Jardín Botánico



**Organización de Taller de Meliponicultura. En Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-, el 19 y 20 de febrero de 2016.**



**Actividades de Gira de Campo a Volcán de Acatenango para enriquecer la colección de abejas nativas.  
Colecta y Montaje de Especímenes. El 28 de mayo de 2016.**



**División y/o Traslado de Colmenas del Meliponario del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-**  
**División de nido, búsqueda de celdas y abeja real, traslado de nido, y transmisión en vivo del proceso.**  
**De En enero y febrero de 2016.**



**Abejas Nativas GT** transmitió en vivo.

26 dic. a las 11:21 • ⚙

División de colmenas. DONCELLITA



**Talleres de Determinación y conocimiento de la Taxonomía de Meliponinos.**



**Exposición de Colecciones de abejas nativas, productos e información a estudiantes de primaria en actividad de ECONCIENCIA. En el Jardín Botánico el 3 de octubre de 2016.**





Exposición de productos y colección de abejas nativas de Guatemala en el 35 Aniversario del Centro de Estudios Conservacionistas – CECON-



Diploma de Colaboración como evaluadora en la Olimpiada Nacional de Ciencias, en la Competencia Departamental de Guatemala. En el campus central de la Universidad de San Carlos el 8 de julio de 2016.

29 años  
*Olimpiada Nacional de Ciencias*  
El comité Organizador de la XXIX edición  
otorga a:

*Darlene Denisse Escobar G.*

*Diploma*  
*por su valiosa colaboración durante ocho horas en la*  
*Competencia Departamental de Guatemala.*

*[Signature]*  
Secretario

*[Signature]*  
Presidente

Guatemala, 8 de julio de 2016

The diploma features several logos at the bottom: the USAC Tricentennial logo (Universidad de San Carlos de Guatemala), the logo of the Government of Guatemala (Gobierno de la República de Guatemala) and the Ministry of Education (Ministerio de Educación), the logo of the National Science Olympiad (Olimpiada Nacional de Ciencias), and the logo of SENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología Guatemala).

Diplomado en Reforma del Estado y Reforma Universitaria. Llevado a cabo del 11 de junio al 8 de octubre de 2016.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Dirección General de Extensión Universitaria  
Jornadas Académicas, Rectoría 2016  
Escuela de Ciencia Política  
Escuela de Historia

Certifican que

*Darlene Denisse Escobar González*

ha concluido satisfactoriamente su participación en el

**DIPLOMADO:**  
*Reforma del Estado y  
Reforma Universitaria*

Realizado en la ciudad de Guatemala, del 11 de junio al 8 de octubre de 2016,  
y que de conformidad al Reglamento del Sistema de Estudios de Postgrado de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala, CAPÍTULO VI, DE LOS CURSOS DE ACTUALIZACIÓN,  
el presente Diplomado equivale a cinco créditos a nivel de postgrado y tres del pregrado.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*[Signature]*  
Dr. Carlos Alvarado Cerezo  
Rector

*[Signature]*  
Dr. Carlos Camey Rodas  
Secretario General

*[Signature]*  
Dra. Artemis Torres Valenzuela  
Directora, Escuela de Historia

*[Signature]*  
Dr. Marcio Palacios Aragón  
Director, Escuela de Ciencia Política



**JORNADAS ACADÉMICAS**  
Rectoría 2016

**ECP**  
ESCUELA DE CIENCIA POLÍTICA

**ESCUELA DE HISTORIA**  
USAC

**DIGEU**  
Dirección General de Extensión Universitaria

**CIP** Coordinadora de Información Pública

Comisión de Apoyo Técnico  
Congreso de la República de Guatemala

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

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PARA EL CONOCIMIENTO,**  
**USO Y VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**  
**CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS**  
**ENERO 2016 – ENERO 2017**

**DARLENE DENISSE ESCOBAR GONZÁLEZ**  
**PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. EUNICE ENRÍQUEZ**  
**ASESORA INSTITUCIONAL: LICDA. EUNICE ENRÍQUEZ**

**Vo.Bo ASESOR INSTITUCIONAL: \_\_\_\_\_**

**JUEVES 19 DE ENERO DE 2017**



# DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE TRES ESPECIES DE MELIPONINOS (APIDAE: MELIPONINI) EN GUATEMALA

Darlene Denisse Escobar González<sup>1,2</sup>, María Eunice Enríquez<sup>1</sup>

1 Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad, Centro de Estudios  
Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala.

2. Programa de Experiencia Docente con la Comunidad. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Correo electrónico: [escobargdd@gmail.com](mailto:escobargdd@gmail.com)

## RESUMEN

Las abejas sin aguijón son insectos polinizadores de gran importancia ecológica para la vegetación silvestre y agrícola. Algunas especies de abejas sin aguijón son sensibles a los cambios en temperatura y humedad ambientales. Se conoce poco sobre el efecto de las condiciones ambientales sobre la distribución de los meliponinos en Guatemala. Para conocer la importancia de algunas condiciones ambientales que afectan la distribución de tres especies de meliponinos de importancia económica y cultural en Guatemala, se utilizó la información correspondiente a especímenes colectados en el territorio nacional. Se realizó un modelado de distribución potencial utilizando MaxEnt, y se representó por medio de mapas de distribución potencial. La mínima temperatura del mes más frío y el rango de temperatura anual fueron las variables más influyentes en la distribución potencial de *Partamona bilineata*. La precipitación del trimestre más húmedo y la máxima temperatura del mes más cálido, fueron las variables con más importancia para el modelado de *Melipona beecheii*; y las del modelado de *Nannotrigona perilampoides* fueron la precipitación del trimestre más frío y el rango de temperatura.

**Palabras clave:** distribución potencial, MaxEnt, Abejas sin aguijón, temperatura, variables climáticas.

## **ABSTRACT**

Stingless bees are pollinating insects of great ecological importance to agricultural and wild vegetation. Some stingless bees species are easily affected by temperature and humidity changes. Very little is known about the effect of environmental conditions on the distribution of Meliponini in Guatemala. To understand the importance of environmental conditions that affect three species of Meliponini of Guatemala, selected due to their economic and cultural importance, a potential distribution model was created. The model was run using MaxEnt with a set of selected environmental variables. Minimum temperature of the coldest month and the temperature annual range were the climatic variables with the highest contribution to the modeling of *Partamona bilineata*. Precipitation of the wettest quarter and maximum temperature of the coldest quarter, were the variables with highest contribution to the modeling of *Melipona beecheii*, and the most important variables for *Nannotrigona perilampoides* were precipitation of the coldest quarter and the temperature anual range.

**Keywords:** Stingless bees, Potential distribution, MaxEnt, temperature, climate variables.

## **INTRODUCCIÓN**

Los meliponinos (Tribu Meliponini) son abejas eusociales sin aguijón nativas de los trópicos (Michener, 2007; Roubik, 1992). Son responsables de la mayoría de procesos de polinización en áreas silvestres y cultivadas a nivel mundial (Michener, 2007; Altieri, *et al.*, 2015). Además de su valor como polinizadores, varias especies de abejas sin aguijón pueden ser manejadas para obtener productos como miel (Enríquez, *et al.*, 2012; Enríquez, *et al.* 2014). La meliponicultura es el cultivo de las abejas sin aguijón ().

Estos organismos suelen ser sensibles, a cambios en temperatura, altitud (Ortiz, *et al.*, 1995; Reyes *et al.*, 2009) y necesitan cavidades vegetales para la creación de sus nidos y colonias

(Yanez, Trujano y Llorente, 2008; Ruano, 2015). Factores como el cambio de temperatura, la humedad, la pérdida de hábitat por deforestación y desplazamiento por parte de otras especies (Carvaleiro, et al., 2011) han reducido las poblaciones de la mayoría de abejas sin aguijón (Altieri, *et al.*, 2015).

La mayoría de áreas boscosas en el área mesoamericana se están reduciendo drásticamente (Vieira, et. al. 2012); debido a la acción humana por presión de uso del suelo, o la deforestación (Villanueva et. al., 2013; Samejima, et. al. 2004). Esta pérdida causa en las abejas nativas aislamiento en parches de vegetación (Carvaleiro, et. al., 2011; Fierro, et al., 2012) y la pérdida de hábitat de alimentación y de anidamiento (Brosi, 2009). Añadido a esto, se ha observado que el cambio climático está causando la redistribución de muchas poblaciones de especies sensibles a las variaciones ambientales (Dos Santos, et al., 2015;). Lo cual resulta en la pérdida de hábitat por la reducción de áreas boscosas por deforestación o por cambio de uso del suelo; y el cambio en temperatura y humedad (Carvahleiro, et al. 2011; Giannini, et al. 2012). La mala práctica de la meliponicultura también puede influir más hacia la extinción de las especies que a su mantenimiento debido a traslados indebidos o al desconocimiento de su distribución y/o condiciones apropiadas para sobrevivir (Enríquez, et al., 2014). Por lo que se busca conocer las zonas de distribución y las zonas con las condiciones adecuadas para estas especies para permitir el mejor manejo de la meliponicultura, traslados, y de zonas de potencial conservación.

. Los análisis de distribución potencial se han utilizado últimamente para conocer las áreas donde puede habitar una especie basados en las condiciones de los lugares donde se ha detectado (Miranda et al., 2015). Un análisis de distribución potencial evalúa variables climáticas, geográficas, biológicas y de otros tipos para crear un modelo de máxima entropía que describa el comportamiento espacial de las especies (Elith, Graham y Anderson, 2008). Estos Análisis pueden tener aplicaciones en el conocimiento de distribución y desplazamiento

de esta (Vieira, et al. 2012), la definición de posibles áreas de conservación, medir y predecir la pérdida de rango de distribución una especie y/o analizar la distribución desde un punto de vista geológico o ambiental (Giannini, 2012; Palva, et. al., 2015; Rasmussen, 2013; Miranda et. al., 2015). Tiene implicaciones en la conservación ya que puede detallar los lugares que cumplen con las características ambientales que permiten la presencia de una especie, para la iniciativa y la delimitación de zonas para la conservación de las especies estudiadas, puede ayudar a predecir la expansión de una especie invasora y a crear modelos para mitigar su daño y desarrollo, (Morales, 2012). La información producida por estos modelos puede dar un indicio del estado de conservación de las especies, y de cómo éstas podrán verse afectadas en un futuro cercano o lejano, utilizando predicciones del comportamiento del clima, y del comportamiento de otras especies con las que interactúa (Morales, 2012).

Existen 33 especies en Guatemala y varias de ellas son cultivadas de manera tradicional (). Algunas de las más conocidas son *Melipona\_beechei* (Bennet, 1831), *Tetragonisca\_angustula* (Latreille), y *Nannotrigona\_perilampoides* (Cresson, 1878), debido a su producción de miel, cera, propóleo (Enríquez, et al., 2012; Enríquez, et al, 2014).

A pesar de la importancia ecológica, económica, cultural y ecosistémica de los meliponinos, no existe un conocimiento claro de la distribución de las especies en Guatemala. Existen estudios de la distribución de algunas especies en Centroamérica (Ruano, et al., 2015), y varios análisis de distribución potencial en el área de México, utilizando variables climáticas y biogeográficas (Ayala, 1999;-). En Guatemala se han realizado estudios sobre la diferenciación en poblaciones del género *Melipona*, pero no de otros géneros de Meliponinos (Recinos, 2011).\_Existen estudios sobre la distribución de abejorros (*Bombus\_sp.*) y de abejas de las orquídeas (Euglossini), Además de estudios de la riqueza y diversidad de abejas en general (Armas, 2009; Enríquez, et al., 2012; Vásquez, et al., 2010). Debido al poco conocimiento de la

distribución de meliponinos en Guatemala, no es posible estimar la pérdida de poblaciones o registrar la reducción de hábitat de estas especies.

El presente estudio busca conocer la distribución de las especies de meliponinos de importancia económica y/o cultural en Guatemala, y cuáles son las potenciales zonas en que estas pueden habitar de acuerdo a variables climáticas. Se realizó una recopilación de los registros de abejas sin aguijón de Guatemala. Se estimó la distribución espacial de las especies, utilizando datos geográficos y modelos de máxima entropía. Con el objetivo de conocer la influencia de algunas variables climáticas en la distribución potencial de cada especie, se evaluó el efecto de cada una, según las estimaciones generadas por el modelo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Obtención de los Datos**

Los registros utilizados fueron proporcionados por la Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON- de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC- los cuales forman parte de la base de datos de la Colección de Abejas Nativas de Guatemala. La información utilizada consistió en los datos de especie y posición geográfica de especímenes de las tres especies seleccionadas: *Partamona bilineata*, *Melipona beecheii*, y *Nannotrigona perilampoides*, colectados en Guatemala. Sólo se utilizaron los registros de especímenes cuyos datos geográficos pudieron ser revisados y corroborados.

Para evaluar las variables climáticas influyentes en los patrones de distribución, se utilizaron capas de información climática de la base de datos de BioClim (Hijmans, *et al.*, 2005).

### **Análisis de datos**

Se utilizó el software Maxent v3.3.3.k (Phillips, Anderson y Schapire, 2005), para construir un modelado de la distribución potencial de cada especie, por medio de un estimador de máxima entropía. Para construir la distribución potencial de las especies estudiadas se utilizaron los datos de presencia de todos los especímenes de cada especie y los valores ambientales de las 19 variables climáticas de la base de WorldClim en Guatemala presentes en la base de datos (Phillips y Dudik, 2006). Se utilizó el software ArcGis 10.2 (ESRI, 2014) para elaborar mapas que representen gráficamente el modelo estimado. La validez del modelo se evaluó calculando el valor de AUC-Área bajo la curva del receptor ROC. Un modelo con AUC igual a 5 es considerado no explicar más que el azar, uno mayor que 7 se considera aceptable, y uno cercano a 1 se considera casi perfecto.

Se evaluó la contribución de cada variable en los modelos obtenidos, para saber cuáles presentan mayor influencia en la distribución de las especies. Se realizó un análisis de correlación entre los valores todas las variables (Cuadro 1) para los sitios georreferenciados; el modelado se realizó evaluando variables que no se encontraran relacionadas entre sí.

## **RESULTADOS**

Se observa en la figura 1 la distribución potencial estimada para *Partamona\_bilineata*. El modelo presentó un valr de AUC (Area Under The Curve) de ROC de 0.981, lo que indica que el modelo calcula una distribución potencial mucho mejor que el azar. Los valores de probabilidad de distribución potencial calculados fueron de probabilidad alta: 0.7 – 0.91; probabilidad media: 0.4-0.7; y probabilidad baja: 0.15-0.35. El modelo sigue una tendencia a presentar la mayor probabilidad de ocurrencia en que el área centro y sur de Guatemala, rodeadas por zonas de probabilidad media –baja. La menor probabilidad de ocurrencia se halla hacia el norte en climas más cálidos. Las zonas con una distribución potencial con probabilidad media de ocurrencia, son muy escasas, mientras que la mayor parte del territorio, tiene una baja probabilidad de ser un hábitat potencial para la especie. Las zonas costeras también

presentaron valores muy bajos de probabilidad de ser hábitat potencial. El modelo presentó una contribución del 40.1% de la variable 6: Mínima Temperatura del mes más frío. Un 36.2% de la contribución proviene de la variable 7: Rango de Temperatura Anual y la variable 11: Promedio de Temperatura del trimestre más frío, presenta el 18.3% de la contribución al modelo.

En el modelaje realizado para *Melipona\_beecheii* el modelo presentó un valor de AUC (Area Under The Curve) de ROC de 0.896, lo que indica que el modelo calcula una distribución potencial mucho mejor que el azar. Los valores de probabilidad de distribución potencial fueron de probabilidad alta: 0.7-0.88; probabilidad media: 0.45-0.7; y probabilidad baja: 0.15-0.3. El modelo indica que existe un rango de distribución potencial más extenso que con las otras 2 especies analizadas, con muchas zonas con probabilidades medias de distribución potencial. Las zonas con la mayor probabilidad son las más escasas y se restringen a franjas cerca del centro del país. Las zonas de probabilidad media son las más extensas y se hallan desde la parte sur, hasta el centro y oriente en abundancia; además de unas pequeñas zonas al norte. Las zonas con probabilidad baja se restringen a las zonas costeras, y a algunas áreas del norte. Para la distribución potencial de *Melipona\_beecheii*, la variable que más contribuyó al modelo fue la 16: Precipitación del trimestre más húmedo (60 %) junto con la variable 5: Máxima temperatura del mes más cálido (36%). La variable 16: -Precipitación del trimestre más húmedo- aportó más información al modelaje por sí sola.

En el modelaje realizado para *Nannotrigona\_perilampoides* el modelo presentó un valor de AUC (Area Under The Curve) de ROC de 0.950, lo que indica que el modelo calcula una distribución potencial mucho mejor que el azar. Los valores de probabilidad de distribución potencial fueron de probabilidad alta: 0.75-0.85, probabilidad media: 0.45-0.7 y probabilidad baja: 0.15-0.3. El rango con alta probabilidad es más abundante que en las otras especies analizadas, se halla desde la zona costera, y es más abundante en el centro y oriente

del país. Las zonas con probabilidad media se encuentran en la costa y en la zona de occidente, con pequeñas zonas en el norte. Las áreas con baja probabilidad de distribución potencial se encuentran casi en su totalidad en el norte del país, en las zonas más húmedas. Casi todo el territorio excepto Petén tiene una probabilidad media y alta de distribución potencial y se observan pocas zonas con una probabilidad muy baja. Las variables que más influyen en el modelo son la 7: Rango de Temperatura Anual en un 75.6% y la variable 19: Precipitación del trimestre más frío en un 19.8%. La variable rango de Temperatura Anual presentó más información por sí sola al modelo y la que presentó la mayor información ausente en el resto de variables.

## **DISCUSIÓN**

Las variables que contribuyen a la formación de los modelos en la mayoría de especies son las relacionadas con la temperatura. La variable 11 se interpreta como la temperatura en el trimestre más frío indicando la sensibilidad de estas especies a los cambios de temperatura en temporadas frías (Ignizio y O'Donnell, 2012). La contribución de la máxima temperatura del mes más cálido, indica que distribución potencial sí es afectada por anomalías en la temperatura cálida durante el año (Ignizio y O'Donnell, 2012). Muchas especies de abejas son sensibles a los cambios en las temperaturas, y por lo general, son menos tolerantes a las temperaturas frías y más afín a las cálidas, aunque no presentan grandes intervalos de tolerancia (Macías, et al., 2011).

Como se espera, las especies se distribuyen en hábitats que suelen tener altas temperaturas (). La mayoría de abejas sin aguijón no son tolerantes a las temperaturas templadas y menos a las muy frías, lo que se observa en que su diversidad se halla en los trópicos (Michener, 2007; Roubik, 1992). Se conoce que la mayoría de meliponinos se distribuyen en ambientes similares debido a una intolerancia en la mayoría de especies hacia las temperaturas extremas, principalmente las bajas (Macías, et al. 2011). La distribución potencial indica mayor

probabilidad de hábitat o de ocurrencia en los sitios con altas temperaturas, aunque los extremos de estas tampoco resultan beneficiosos para la especie, debido al déficit de otros elementos, como agua o néctar (Macías, et al. 2011).

La mayoría de abejas sin aguijón son muy poco tolerantes a las bajas temperaturas. Es por ello que las especies de meliponinos se hallan restringidas a los Trópicos, y generalmente a las tierras bajas. En condiciones de frío, las poblaciones, y algunas obreras que se hallen fuera del nido, pueden entrar en un estado de letargo para el ahorro de la energía y el mantenimiento del calor (Roubik, 1992), sin embargo, si estas condiciones son muy prolongadas, o las temperaturas son en extremo bajas, puede darse la muerte de gran parte de la población (Macías, 2011). A pesar de su método de termorregulación, basado en nidificar en lugares que resguarden calor, en condiciones frías se incrementa grandemente la demanda energética, por lo que tienen mayor requerimiento de carbohidratos. Por eso la variable 6 y 11, correspondientes al rango de temperatura y a la mínima del período más frío, son las más influyentes en la distribución potencial de *Partamona bilineata*, indicando que esta es más sensible al frío que a la alta temperatura, y más sensibles que *M. beecheii* y *N. perilampides*.

Las especies estudiadas, no tienen un registro de ser muy resistentes a las variaciones extremas en su rango de temperatura. *Melipona beecheii* ha demostrado ser muy sensible y poco resistente y adaptable a cambios muy altos o muy bajos, de temperatura, en comparación con otras especies de meliponinos (Macías, et al., 2011). Cuando las especies son nativas de tierras bajas, generalmente no desarrollan mecanismos de regulación térmica fisiológicos, o tolerancia a los cambios de temperatura, debido a que los aumentos aunque leves, en temperatura, son más intensos en las zonas de los trópicos (Deutsch, et al., 2008; Macías et al., 2011). Además de esto, la mayoría de insectos son mucho más sensibles a los cambios climáticos cuando son nativos de latitudes más bajas y cercanas al Ecuador. Los insectos tropicales ya han alcanzado sus condiciones de temperatura óptima, por lo que aumentos a esta, resultan perjudiciales para

las poblaciones (Deutsch, et al., 2008). Por otro lado, las especies nativas de zonas con altitudes elevadas, son las que cuentan con adaptaciones endotérmicas para la regularización de la temperatura, la cual sí toma valores muy extremos de cálido a frío en períodos cortos (Macías, 2011).

La precipitación también representó una gran contribución a la distribución potencial de las especies, como se observa en los tres modelados. Se observa una baja probabilidad en las áreas más húmedas, debido a la sensibilidad de mucha abejas sin aguijón presentan hacia la humedad en exceso. Las fuertes lluvias, no solo puede implicar el descenso a veces de la temperatura, sino que dificulta el tiempo de vuelo y de colecta en algunas especies (Hrncir, Jarau y Barth, 2016).

Es crítico al utilizar estos modelajes para la predicción de hábitat o de áreas de conservación, la consideración de los demás factores del sitio. Por muchas razones biológicas, el área de hábitat de estas especies puede verse limitado o explicado por las variables bioclimáticas estimadas por el modelo, sin embargo, otro factor crucial para la predicción de la especie es el de los recursos florales o de anidación, y la elevación del terreno (Reyes, et al., 2009; Vieira, et al., 2012 ). Ante una posible pérdida de hábitat en el futuro, por pérdida de recursos o por cambios climáticos en la temperatura, estas especies no pueden simplemente desplazarse a áreas de temperaturas similares. Es necesario integrar los factores de sitios de anidación, de recursos florales abundantes, fuentes de agua abundantes, y la intolerancia a las elevaciones altitudinales, para poder predecir zonas adecuadas biótica y abióticamente para el desarrollo de estas especies (Marshall, et al., 2015).

## **AGRADECIMIENTOS**

Personal de la Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON- de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-.

## LITERATURA CITADA

1. Altieri, M., Nicholls, C., Gillespie, M., Waterhouse, B., Wratten, S., Gbehounou, G., y Gemmill, B. (2015). Crops, Weeds and Pollinators. Understanding Ecological Interaction for Better Management. FAO.
2. Anderson, R. y Raza, A. (2010). The effect of the extent of the study region on GIS models of species geographic distributions and estimates of niche evolution: preliminary tests with montane rodents (genus *Nephelomys*) in Venezuela. *J Biogeography*. 37:1378–1393.
3. Armas, G. (2009). *Riqueza y Distribución Potencial de las Abejas Euglosinas (Apinae: Euglossini) en Guatemala*. Guatemala: Tesis de Licenciatura de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Ayala, R. (1999). Revisión de las Abejas sin Aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folio de Entomología*, 106.
5. Brosi, B. (2009). The Complex Responses of Social Stingless Bees (Apidae: Meliponini). *Forest Ecology and Management*. 258.
6. Carvalho, A. y Del Lama, A. (2015). Predicting priority áreas for conservatio from historical climate modelling: Stingless bees from Atlantic Forest hotspot as a case study. *Journal Insect Conservation*. DOI 10.1007/s10841-015-9780-7.
7. Carvalheiro, L., Veldtman, R., Shenkute, A., Tesfay, G., Pirk, C., Donaldson, J. y Nicolson, S. (2011). Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. *Ecology Letters* 14: 251–259.
8. Deutsch, C.; Tewksbury, J.; Huey, R.; Sheldon, K.; Ghalambor, C.; Haak, D. y Martin, P. (2008). Impacts of Climate Warming on Terrestrial Ectotherms Across Latitude. *The National Academy of Sciences of the USA*. 105(18): 6668-6672.

9. Dos Santos, C., Acosta, A., Nunes, P., Mauro, A., y Blochtein, B. (2015). Climate Warming May Threaten Reproductive Diapause of a Highly Eusocial Bee. *Environmental Entomology*. 1-10. DOI: 10.1093/ee/nvv064.
10. Elith, J., Graham, C., Anderson, R.. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29:129–151.
11. Elith, J.; Phillips, S.; Hastie, T.; Dudik, M.; EnChee, Y. y Yates, C. (2011). A Statistical explanation of MaxEnt for Ecologists. *Biodiversity and Distributions*. 17: 43-57.
12. Enríquez, E., Yurrita, C., Ayala, R., Marroquín, A., & Griswold, T. (2012). Diversidad de Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Guatemala. En B. Cano, & J. Schuster, *Biodiversidad de Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala.
13. Enríquez, E., Yurrita, C., Dardón, M., Armas, G., Vásquez, M., y Escobedo, N. (2014). Manual de Meliponicultura. Guatemala: Centro de Estudios Conservacionistas. Universidad de San Carlos.
14. ESRI. (2014) ArcGIS Desktop: Release 10.2. Estados Unidos: Environmental Systems Reserch Institute..
15. Fierro, M., Cruz, L., Sánchez, D., Villanueva, R., & Vandame, R. (2012). Effect of Biotic Factors on the Spatial Distribution of Stingless Bees. *Neotropical Entomology*, 41, 95-104.
16. Giannini, T., Acosta, A., Garófalo, C., Saravia, A., Alves, I., y Imperatriz, V. (2012). Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil, *Ecological Modelling*. 244(): 127-131.
17. Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones P., y Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 25(15): 1965-1978.
18. Hrcir, M., Jarau, S., y Barth, F. (2016). Stingless bees (Meliponini): senses and behavior. *Journal of Comparative Physiology*. 202: 597-601.

19. Ignizio, D., y O'Donnell, M. (2012). Bioclimatic Predictors for Supporting Ecological Applications in the Conterminous United States. Estados Unidos: U.S. Geological Survey. Data Series 691.
20. Macías, J.; Quezada, J.; Contreras, F.; Tapia, J.; Valle, H. y Ayala, R. (2011). Comparative Temperature Tolerance in Stingless Bee Species from Tropical Highlands and Lowlands of Mexico and Implications for their Conservation (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie* 42: 679-689.
21. Morales, N. (2012). Modelos de Distribución de especies: Software Maxent y sus Aplicaciones en Conservación. *Revista Conservación Ambiental*. 2(1): 1-5.
22. Marshall, L.; Carvalheiro, L.; Aguirre, J.; Bos, M.; Arjen de Groot, A.; Klejin, D.; Potts, S.; Reemer, M.; Roberts, S.; Scheper, J. y Biesmeijer, J. (2015). Testing projected wild bee distributions in agricultural habitats: predictive power depends on species traits and habitat type. *Ecology and Evolution*. 5(19): 4426-4436.
23. Michener, C. (2007). *The Bees of the World*. Kansas, Estados Unidos: Johns Hopkins University Press.
24. Miranda, E., Carvalho, A., Andrade, A., Silva, C. y Del lama, M. (2015). Natural history and biogeography of *Partamonarustica*, and endemic bee in dry forests of Brazil. *Insect Society*. DOI 10.1007/s00040-015-0400-z.
25. Ortiz, R., Van Veen, J., Corrales, G., & Sommeijer, M. (1995). Influence of Altitude on The Distribution of Stingless Bees (Hymenoptera Apidae: Meliponinae). *Apiacta*, 4.
26. Phillips, S., Anderson, R., Schapire, R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling*. 190:231-259.

27. Rasmussen, C. (2013). Stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) of the Indian subcontinent: Diversity, taxonomy and current status of knowledge. *Zootaxa*: 3647 (3): 401-428.
28. Recinos, M. (2011). Estudio de la variación métrica inter e intraespecífica de *Meliponabeecheii*, *M. solani* y *M. yucatanica* de Guatemala. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos. Guatemala.
29. Reyes, E., Meléndez, V., Delfín, H., & Ayala, R. (2009). Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) Como Bioindicadores en el Neotrópico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10: 1-13.
30. Roubik, D. (1992). Ecology and Natural History of Tropical Bees. Estados Unidos: Cambridge University Press. Tropical Biology Series.
31. Ruano, C., Hernández, M., Alas, L., Claros, M., Rosales, D., & Rodríguez, A. (2015). Stingless bee distribution and richness in El Salvador (Apidae, Meliponinae). *Journal of Apicultural Research*, 1-9.
32. Samejima, H., Marzuki, M., Nagamitsu, T., & Nakasizuka, T. (2004). The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biological Conservation* (120): 577-587.
33. Vásquez, M., Yurrita, C., y Escobedo, N. (2010). Determinación de la Diversidad y Distribución de las Especies de Abejorros (*Bombus*) en las Áreas Bióticas Chimalteca, Escuintleca y Volcánica de Guatemala. Informe final de CONCYT.
34. Vieira, B., De Marco, P., Correa, C., & de Oliveira, L. (Diciembre de 2012). Modeling Potential Geographical Distribution of the Wild Nests of *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera, Apidae): Conserving Isolated Populations in Mountain Habitats. *Brazilian Journal of Nature Conservation*, 10(2): 199-206.

35. Villanueva, R., Roubik, D., Colli, W., Güemez, F., & Buchmann, S. (2013). A Critical View of Colony Losses in Managed Mayan Honey-Making Bees (Apidae: Meliponini) in the Heart of Zona Maya. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 86(4): 352-362.
36. Yanez, O., Trujano, M., & Llorente, J. (2008). Patrones de Distribución de las Especies de la Tribu Meliponini (Hymenoptera:Apoidea:Apidae) en México. *Interciencia*, 33(1): 41-46.
37. Yurrita, C., Ortega, M., y Ayala, R. (2016). Distributional analysis of Malipona stingless bees (Apidae:Meliponini) in Central America and Mexico: setting the baseline information for their conservation. *Apidologie*.

**Cuadro 1. Capas de Variables Climaticas presentes en Worldclim para el modelado espacial.**

<b>Bio_1</b>	Promedio de la Temperatura anual
<b>Bio_2</b>	Promedio de rango diurno
<b>Bio_3</b>	Isotermalidad
<b>Bio_4</b>	Temperatura por temporalidad.
<b>Bio_5</b>	Máxima temperatura del mes más cálido
<b>Bio_6</b>	Mínima Temperatura del mes más frío
<b>Bio_7</b>	Rango de Temperatura Anual
<b>Bio_8</b>	Promedio de Temperatura del trimestre más húmedo
<b>Bio_9</b>	Promedio de Temperatura del trimestre más seco
<b>Bio_10</b>	Promedio de Temperatura del trimestre más cálido
<b>Bio_11</b>	Promedio de Temperatura del trimestre más frío
<b>Bio_12</b>	Precipitación anual
<b>Bio_13</b>	Precipitación del mes más húmedo
<b>Bio_14</b>	Precipitación del mes más seco
<b>Bio_15</b>	Precipitación por temporada
<b>Bio_16</b>	Precipitación del trimestre más húmedo
<b>Bio_17</b>	Precipitación del trimestre más seco
<b>Bio_18</b>	Precipitación del trimestre más cálido
<b>Bio_19</b>	Precipitación del trimestre más frío

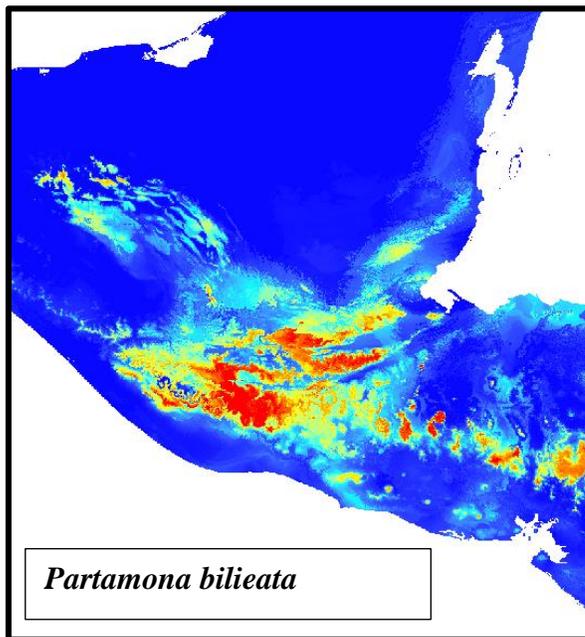
Valores de variables bioclimáticas obtenidos de la página de internet de libre acceso (worldclim.org). Datos generados por Hijmans, et al., 2005.

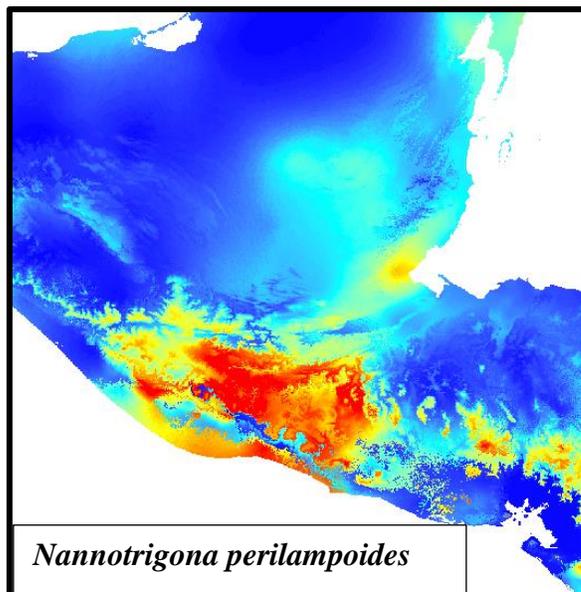
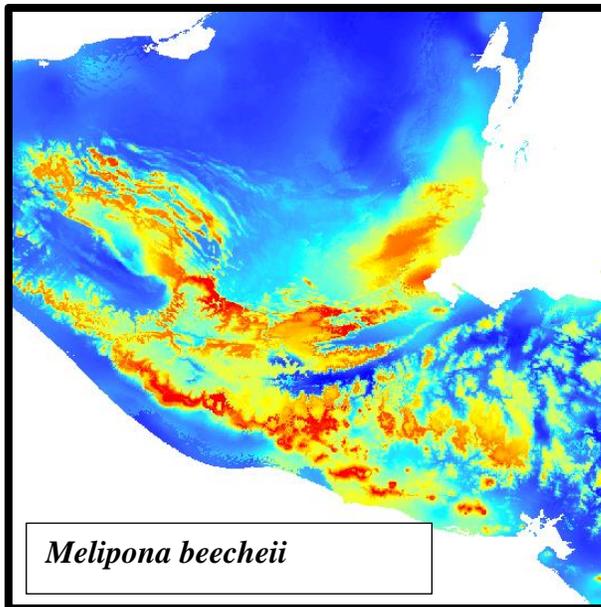
**Cuadro 2. Variables utilizadas en el modelado de distribución potencial de cada especie y contribución al modelo.**

	Contribución de la variable al modelo en %		
	<i>Partamona bilineata</i>	<i>Melipona beecheii</i>	<i>Nannotrigona perilampoides</i>
<b>Bio 5:</b>	-	36	-
<b>Bio 6:</b>	40.1	-	-
<b>Bio 7:</b>	36.2	-	75.6
<b>Bio 11:</b>	18.3	-	2.8
<b>Bio 16:</b>	1.5	60.6	1.8
<b>Bio 17:</b>	4	-	-
<b>Bio 19:</b>	-	-	19.8
<b>Bio 18:</b>	-	3.4	-

Valores obtenidos utilizando un modelado de distribución potencial en el software MaxEnt.

**Figuras**





**Figura 1:** Modelo de distribución potencial de las especies *Partamona bilineata*, *Melipona beecheii*. Y *Nannotrigona perilampoides*. Arriba se observa la distribución de *Melipona beecheii*, en el medio, la de *Partamona bilineata* y abajo *Nannotrigona perilampoides*. Los tonos rojos representan una alta probabilidad de ocurrencia de la especie, las zonas amarillas y naranja, representan los sitios con una probabilidad media de ocurrencia, y las zonas azules y celestes representan los sitios con la menor probabilidad de distribución potencial. Calculado con MaxEnt y graficado con ArcGis 10.2.



