

**Universidad Nacional de Costa Rica**  
**Sistema de Estudios de Posgrado (SEPUNA)**  
**Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT)**  
**Maestría en Apicultura Tropical (MAT)**

**Ecología urbana de abejas y educación ambiental: Un estudio de  
caso en Escazú, Costa Rica**

**Mariana Acuña Cordero**

**Heredia, Agosto 2019**

**Trabajo presentado para optar por el grado de Máster en Apicultura Tropical. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica.**

**Tutor: M.Sc. Luis Sánchez Chaves**

**Este trabajo se realizó bajo el auspicio del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), de la Universidad Nacional**

## ***Agradecimientos***

***A mi mamá y mis perros por estar a mi lado***

***A don Luis Sánchez por apoyarme en este proyecto***

***A todo el personal del CINAT-UNA por haberme ayudado de una u otra forma durante la maestría***

***Dedicado a mami y a Pi***

## Resumen

Las abejas nativas poseen una gran importancia ecosistémica, debido a los servicios de polinización que permiten la perpetuidad de los bosques y cultivos. Además, mediante la apicultura y meliponicultura, favorecen la economía local y regional tanto en zonas rurales como urbanas. Asimismo, forman parte del imaginario cultural de diversas sociedades alrededor del mundo. Sin embargo, con el continuo aumento en el cambio del uso del suelo, y la fragmentación de la tierra, las abejas son uno de los grupos que más sufre por pérdida de hábitat en zonas urbanas. Para asegurar el futuro de las abejas y en general de las redes de interconectividad en las que participan, se deben tomar medidas integrales para su conservación. El objetivo de esta investigación fue estudiar y divulgar la diversidad de abejas y plantas melíferas presentes en Escazú, San José, Costa Rica. Esto mediante la elaboración de una base de datos de las especies de abejas nativas y plantas melíferas presentes en Escazú. En conjunto con el diseño y aplicación de una estrategia de educación ambiental en escuelas y asociaciones ambientales. En total se registraron 61 especies de abejas nativas y 112 especies de plantas que ofrecen recursos a estas abejas, en la ciudad de Escazú. A partir de la interpretación de esta información ecológica, se desarrollaron y facilitaron con éxito 11 sesiones, utilizando dos tipos de talleres: Taller para niños “Las Aventuras de la abeja mariola en la ciudad” y taller para adultos “Comunidad Abeja”. Los resultados del presente trabajo son un primer acercamiento a la biodiversidad de abejas nativas y plantas en Escazú, y de las interacciones que se dan a cabo entre ellas. Asimismo, a partir de la respuesta recibida se refleja la oportunidad para darle continuidad a la implementación de programas de educación ambiental con enfoque abeja, que integren ecología de abejas nativas y plantas, función e importancia ecosistémica e impacto económico y social en las comunidades urbanas.

## Tabla de contenidos

Agradecimientos .....	i
Dedicatoria.....	ii
Resumen.....	iii
Lista de figuras.....	v
Lista de cuadros .....	v
1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	2
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
3. Marco teórico.....	4
3.1. Estudios previos de la interacción planta-abeja en zonas urbanas .....	4
3.2. Impacto de la urbanización y cambio climático en comunidades de abejas.....	5
3.3. Importancia de jardines y huertos pequeños en áreas urbanas .....	7
3.4. Iniciativas de educación ambiental enfocadas en abejas .....	9
4. Metodología.....	12
4.1. Fase I .....	12
4.2. Fase II .....	13
4.2.1. Talleres para niños .....	13
4.2.2. Talleres para organizaciones ambientales y sociedad civil:.....	16
4.2.3. Programa del taller “Comunidad Abeja. Conservación de abejas nativas y ciencia ciudadana en Escazú” .....	18
5. Resultados.....	19
5.1. Fase I .....	19
5.2. Fase II .....	21
6. Discusión.....	23
6.1. Fase I .....	23
6.2. Fase II .....	30
7. Conclusiones .....	38
8. Recomendaciones.....	39
9. Anexos.....	40
10. Bibliografía .....	45

## Lista de figuras

Figura 1. Ilustración de Moli la abeja mariola y sus estados de ánimo. ....	14
Figura 2. Ilustración de las abejas Glosi, Trigui y Bibi. ....	14
Figura 3. Número de especies de abejas por familia registradas durante los meses de febrero a abril (2019) en Escazú, San José, Costa Rica. ....	19
Figura 4. Número de especies de abejas registradas según método de muestreo durante los meses de febrero a abril (2019) en Escazú, San José, Costa Rica. ....	19
Figura 5. Distribución de especies con oferta floral, en las seis familias más diversas y las restantes 32 familias. ....	20
Figura 6. Resultados de las evaluaciones (n=87) del contenido, dominio del tema y duración de las sesiones del Taller Comunidad Abeja (Escala: 1-5, siendo 1 el valor más bajo, 5 el más alto). ....	21
Figura 7. Resultados de las evaluaciones (n=87) de las preguntas de opinión de las sesiones del Taller Comunidad Abeja. ....	22
Figura 8. Niña lobato de los Guías y Scouts 109 con colección entomológica y niña de la Escuela Corazón de Jesús jugando con abejas plásticas. ....	30
Figura 9. Niños de la escuela Juan XXIII disfrazados de abejas de distintos colores. ....	31
Figura 10. Niños de la escuela Juan XXIII y dibujos resultantes de la dinámica de retroalimentación. ....	32
Figura 11. Abejas construidas a partir de materiales reciclados en el Taller de verano "Conociendo las abejas de Escazú" ....	33
Figura 12. Colección entomológica y asistentes del taller abierto Comunidad Abeja en el Centro Cívico de Escazú. ....	33

## Lista de cuadros

Cuadro 1. Programa del taller "Comunidad Abeja" ....	18
Cuadro 2. Resultados de las encuestas de evaluación de los talleres "Comunidad Abeja" ....	22
Cuadro 3. Lista de abejas registradas en Escazú. ....	40
Cuadro 4. Lista de plantas visitadas por abejas nativas registradas en Escazú. ....	42

## 1. Introducción

Las abejas poseen una gran importancia ecosistémica, ya que representan uno de los principales grupos que proveen servicios de polinización, incluyendo aproximadamente el 35% de los cultivos de productos alimenticios para el ser humano (Klein *et al.* 2007). Además, permiten la perpetuidad de los bosques y favorecen la economía local y regional tanto en zonas rurales como urbanas, con actividades como la apicultura y más recientemente con la meliponicultura. Asimismo, forman parte del imaginario cultural de diversas sociedades alrededor del mundo.

Sin embargo, con el continuo aumento en el cambio del uso del suelo, y la fragmentación de la tierra, las abejas son uno de los grupos que más sufre por pérdida de hábitat. Esto debido a la reducción de sitios de nidificación, recursos alimenticios y de construcción (néctar, polen, resinas) y al incremento del aislamiento geográfico entre poblaciones, lo que eventualmente podría causar reducción en la variabilidad genética y favorecer extinciones a nivel local (Kremen *et al.* 2002, Suni & Brosi 2011, Ferreira *et al.* 2015). Además, la presencia de plantas exóticas, el uso creciente de agroquímicos, las condiciones socioambientales y la carencia de planificación urbana y paisajística tienen un impacto directo en la dinámica de las abejas presentes en la ciudad y en las zonas circundantes (Lowenstein & Minor 2016).

Para asegurar el futuro de las abejas y en general de las redes de interconectividad en las que participan, se deben tomar medidas integrales para su conservación. Como primer paso en este proceso, se debe investigar que especies están presentes, así como la información ecológica básica que permita comprender los requerimientos de las poblaciones de abejas en una zona dada, la cual se puede dividir en dos categorías principales: diversidad de plantas que ofrecen recursos alimenticios y disponibilidad de sitios de nidificación (Black *et al.* 2009).

A partir de la comprensión de las conexiones entre las abejas y el ecosistema en el que se encuentran, se derivan varios enfoques inclusivos entre sí, a partir de los cuales se puede continuar la construcción de las estrategias de conservación. Uno de ellos es mediante la

educación ambiental, esta herramienta surge para concientizar y acercar a las personas a la naturaleza, al tiempo que las motiva a actuar individual y colectivamente en la resolución de problemas ambientales, en este caso en particular con las abejas como enfoque central (Tidball & Krasny 2010).

Los talleres y charlas de educación ambiental han demostrado ser un instrumento eficaz para distribuir el conocimiento generado en la academia, permitiendo su dispersión a través de la sociedad. Lo cual a su vez abre la puerta para que los ciudadanos puedan tener un papel en la ciencia sin necesidad de ser científicos, y que se involucren en proyectos ecológicos y comunales (Scheuch *et al.* 2018).

En Costa Rica, la información disponible de estudios recientes acerca del estado actual de las abejas, su abundancia, diversidad y potenciales amenazas, especialmente en zonas urbanas es muy escasa, por lo que se destaca la necesidad de iniciar investigaciones que deriven en estrategias de educación ambiental y conservación, tanto en zonas rurales como urbanas (Frankie *et al.* 2018).

## **2. Justificación**

Las investigaciones sobre la diversidad de abejas y plantas melíferas y sus interacciones en zonas urbanas pueden producir información valiosa, como base fundamental para realizar propuestas viables de educación ambiental y conservación, las cuales consideren aspectos como: riqueza y abundancia de especies presentes, interconectividad de ecosistemas, potenciales amenazas, variables ambientales y características sociales de las ciudades.

Tomando en cuenta el continuo aumento de la población, particularmente en zonas urbanas, y la importancia de los servicios ofrecidos por las abejas, se evidencia la necesidad de ciudades con un desarrollo más sostenible y una visión ecosistémica, además es imprescindible contar con una mejor planificación urbana que cuente con un diseño paisajístico inclusivo e

integrador que promueva la salud humana y la conservación de la flora y fauna de forma conjunta.

De esta forma, la educación ambiental utilizando las abejas como enfoque, funge un papel esencial para promover actividades en pro de la concientización y acercamiento a la naturaleza, propiciando un rol activo de la sociedad en la conservación del medio ambiente. Esto mediante actividades interactivas y amigables, con niños en edad escolar, asociaciones ambientales y ciudadanos de la zona de Escazú.

### **2.1. Objetivo general**

- Estudiar y divulgar la diversidad de abejas y plantas melíferas presentes en Escazú, San José, Costa Rica.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Elaborar una base de datos de las especies de abejas y plantas melíferas presentes en Escazú para conocer las interacciones ecológicas entre ambos grupos
- Diseñar una estrategia de educación ambiental en escuelas y asociaciones cercanas a la zona estudiada para concientizar a la población sobre el valor de las abejas y su entorno.

### 3. Marco teórico

#### 3.1. Estudios previos de la interacción planta-abeja en zonas urbanas

Tanto en ciudades tropicales como de clima templado, se ha observado que los centros urbanos son un hábitat importante para muchas especies de abejas. En Colombia, se han realizado diversas investigaciones acerca de la diversidad, abundancia y recursos disponibles para las abejas en áreas urbanas y semi-urbanas. En los cuales se reporta la ausencia de ciertas especies previamente listadas en determinada zona, mientras que algunas otras especies tienden a aumentar de forma importante sus poblaciones (Nates-Parra *et al.* 2008). Por otro lado, estos trabajos no sustentan o definen una base de datos de las plantas que eventualmente estarían manteniendo estas poblaciones de abejas.

En Costa Rica, los únicos estudios de ecología urbana de abejas se han realizado en la provincia de Guanacaste, al norte del país. En estas investigaciones se ha analizado la composición de la comunidad de abejas y la visitación a plantas específicas (Frankie *et al.* 2018). Sin embargo, son realmente pocos los trabajos dirigidos meramente a crear una lista de las plantas nativas o exóticas que provean polen, néctar o resinas en las ciudades de esta parte del país o de alguna otra en el Valle Central. Poveda y Otárola (2013) desarrollaron una lista de especies de hierbas y bejucos melíferos que podrían ser utilizados como base para crear jardines o huertos más atractivos para las abejas. Además, destaca la importancia de las plantas arvenses, pues juegan un papel sumamente importante en la dinámica de las abejas y en la conectividad de los parches de vegetación presentes en la ciudad.

Varios estudios en diversas ciudades han reportado que la pérdida en la diversidad y abundancia de plantas nativas, tiene un impacto negativo en los insectos, aves y mamíferos, pero al mismo tiempo se reporta que las abejas presentes en la ciudad tienden a usar la gran mayoría de recursos disponibles (Pardee & Philpott 2014, Hall *et al.* 2016). Por lo que queda la interrogante de: ¿cómo la gama disponible de plantas nativas y exóticas afecta diferencialmente a las especies de abejas y cómo esto se debe tomar en cuenta a la hora de planear estrategias de conservación y planificación urbana?

### 3.2. Impacto de la urbanización y cambio climático en comunidades de abejas

De forma general, cuando se analiza el impacto que tiene la fragmentación y alteración del uso del suelo sobre comunidades de flora y fauna, se tiende a ver una disminución en la abundancia y diversidad de especies. Debido principalmente a una reducción de los recursos y por el detrimento de las condiciones ambientales (contaminación por agroquímicos, fluctuación de temperaturas, poca agua disponible, entre otros) (Cândido *et al.* 2018).

Dentro de los insectos, las abejas se ven drásticamente impactadas por la pérdida de hábitat debido a diversas razones (Ferreira *et al.* 2015). La variabilidad genética se puede ver reducida debido al aislamiento geográfico entre poblaciones de abejas, entre zonas conservadas y alteradas y dentro de las mismas zonas alteradas. Por ende, el tamaño de las poblaciones podría ser afectado e incluso llegar a ser tan severo como para promover extinciones locales (Suní & Brosi 2011). Lo que conlleva consecuencias ambientales graves debido a los servicios ecológicos que estas prestan, con impacto en la estabilidad y funcionamiento del ecosistema, producción agrícola y salud alimentaria.

Asimismo, conforme aumenta el grado de urbanización, la disponibilidad de zonas conservadas disminuye dramáticamente y por consiguiente la variedad y calidad de las plantas que proveen los recursos previamente mencionados, así como de los sustratos utilizados para la construcción de nidos (cavidades en el suelo, troncos, material vegetal) (Kremen *et al.* 2002). Cabe destacar, que las plantas y abejas exóticas presentes en áreas alteradas juegan un papel en la dinámica de las abejas nativas que no debe ser menospreciado (Vieira *et al.* 2016).

Sin embargo, a pesar de la tendencia en el declive de la abundancia y riqueza de abejas en zonas urbanas, se ha reportado que ciertas especies de abejas solitarias y sociales, logran adaptar su biología a las nuevas condiciones. Dentro de la gran variedad de abejas que existen, algunas presentan características en cuanto a preferencias de recursos alimenticios, hábitos de pecoreo y nidificación que de alguna forma facilitan la transición a las ciudades (Nates-Parra *et*

al. 2008), lo cual también debe ser tomado en consideración a la hora de implementar algún manejo en las comunidades de abejas.

Tal es el caso de *Tetragonisca angustula* (Apidae: Meliponini), especie que está ampliamente distribuida a través del neotrópico, y es particularmente frecuente en zonas con alto grado de alteración, incluyendo centros de ciudad. En un estudio realizado en Medellín, se propone que la dieta poliléctica y la utilización de una gran gama de sustratos para el nido son factores que permiten que esta especie logre mantener poblaciones estables. Esto unido a su pequeño tamaño y la coloración de los individuos, que podría facilitar la termorregulación en ciudades con temperaturas elevadas (Veléz-Ruiz *et al.* 2013).

En un estudio comparativo entre la comunidad de abejas de un bosque conservado y un área urbana, se obtuvo que aunque hay gran diversidad en ambas zonas, el ensamblaje de especies es completamente diferente. Por lo que en caso de que no se conserven los recursos en uno u otro lugar, las especies presentes en un área dada corren potencial riesgo de desaparición. Destacándose la importancia de diseñar estrategias particulares tanto en áreas urbanas como rurales (Harrison *et al.* 2017)

Asimismo, debido al papel clave que juegan las abejas en los ecosistemas y a la respuesta que tienen ante los cambios de este, las abejas se han considerado como un excelente grupo de bioindicadores ambientales, ecológicos y de diversidad. Ya que cumplen con los requisitos de alta riqueza y diversidad de especies, facilidad de observación y monitoreo y fidelidad ecológica. Por ejemplo, se han utilizado muestreos de abejas euglossinas en cultivos de café en Costa Rica, donde se ha reportado que la diversidad y abundancia de estas abejas es mayor en sembradíos con manejo orgánico (Herdstrom *et al.* 2006). Lo cual es un resultado similar al obtenido en México, donde no sólo se encontró una mayor diversidad de abejas en cafetales orgánicos, si no que este número estuvo correlacionado positivamente con la producción de frutos de café (Vergara & Badano 2009).

De igual manera, las abejas se pueden utilizar para ver alteraciones físico-químicas en el ambiente, la abeja de miel *Apis mellifera* ha sido monitoreada para detectar presencia de metales pesados, radioactividad, agroquímicos y contaminantes industriales (Da Rocha *et al.* 2010). Por lo tanto, con las ventajas que presentan las abejas y los métodos estándares reportados para su monitoreo, se pueden definir especies en áreas particulares para determinar la salud del ecosistema, donde se tomen en cuenta tanto las interacciones (*e.g.* mutualismo, parasitismo, depredación) como los procesos ecológicos (*e.g.* polinización, dispersión de semillas) (Meléndez-Ramírez *et al.* 2015).

Asimismo, el cambio climático afecta la fenología de muchas especies vegetales, incluyendo los patrones de floración y por lo tanto la sincronización con sus polinizadores. En el caso particular de las abejas, se ven modificados los patrones de actividad diurna, las redes de interacción y eventualmente podría causar cambios en los patrones de distribución en búsqueda de otros recursos florales y temperaturas más frescas (Giannini *et al.* 2017). Se ha reportado que en áreas donde la temperatura ha aumentado, la diversidad de abejas tiende a disminuir, sin embargo también se observó que áreas con alteración media donde aún se mantiene la vegetación, se crea un efecto amortiguador de la temperatura que permite la supervivencia de las abejas (Papanikolau *et al.* 2017).

### 3.3. Importancia de jardines y huertos pequeños en áreas urbanas

A partir de las plantas disponibles en las zonas urbanizadas, las abejas logran conseguir recursos con cierta constancia a través de las estaciones, en comparación con los monocultivos, donde se depende casi exclusivamente del corto periodo de floración. Para el caso particular de *Apis mellifera*, esta merma de recursos disponibles, especialmente en época de escasez en los trópicos ha sido asociado al síndrome del colapso de la colmena. Las plantas disponibles en los parches de vegetación, en zonas urbanas tropicales, sí han demostrado sostener poblaciones de abejas, pues estas generalmente poseen flora variada y a diferentes estratos, con picos de floración distribuidos a través del año (Kaluza *et al.* 2016).

El hábito de pecoreo de las abejas tiende a ser centralizado respecto al sitio donde anidan, por lo que son altamente dependientes de los recursos que se encuentren en las vecindades. En sitios donde la cobertura boscosa es más alta a nivel local y regional, y la conectividad de los parches de vegetación es mayor, se ha predicho una menor pérdida de abejas en comparación con lugares conservados sólo a nivel local (Garibaldi *et al.* 2014).

Aplicado al caso de zonas urbanas y semi-urbanas, se evidencia la necesidad de tener fuentes suficientes y de buena calidad a una escala más amplia para permitir el mantenimiento de las especies de abejas urbanas (Kaluzá *et al.* 2016). Cabe destacar que cuando se menciona una escala más amplia, no se refiere a aumentar la densidad de recursos en un solo punto, sino más bien a aumentar la distribución e interconectividad de parches pequeños (Simao *et al.* 2017). Esto incluye jardines residenciales, comerciales y parques con plantas melíferas y poliníferas seleccionadas estratégicamente, donde el néctar, polen y resinas sean provistas a través del año (Kaluzá *et al.* 2016).

Otro factor que se debe tomar en cuenta a la hora de realizar investigaciones sobre abejas en ambientes urbanos y el uso que estas le dan a los jardines y huertos, es el componente social de la ciudad. Se ha determinado que la decisión ya sea por utilidad o estética que modela la vegetación urbana en manos del ser humano, tiene más peso que el tipo de suelo, el clima, la gama de plantas nativas y otros factores. Además, esta decisión final, se ve afectada a su vez por características sociopolíticas y económicas del ambiente en particular (Lowenstein & Minor 2016).

En la actualidad, existen muchas facilidades que permiten modificar significativamente la vegetación de una zona, se han desarrollado todo tipo de implementos, agroquímicos y variedades de plantas seleccionadas artificialmente que podrían ser introducidas en un amplio rango de distribución sin importar su origen, afectando la composición de las poblaciones de abejas, su abundancia y diversidad de forma directa (Nates-Parra *et al.* 2008, Lowenstein & Minor 2016).

Asimismo, a pesar de que actualmente en áreas urbanas hay menos posibilidades de disfrutar “experiencias naturales”, las funciones ecosistémicas ya están siendo reconocidas y estudiadas, incluyendo aspectos meramente ecológicos, pero también el papel educativo, emocional y social y su impacto en la salud humana y el bienestar de los ciudadanos. Proyectos de jardines o huertos comunales, han demostrado ser clave en la construcción de la relación humano-naturaleza y en la promoción de comportamientos proactivos y amigables con el medio ambiente (Burr *et al.* 2016)

#### 3.4. Iniciativas de educación ambiental enfocadas en abejas

Las iniciativas de educación o conservación ambiental que utilizan una especie o un grupo animal en particular, como ejemplo y punto de partida son bastantes alrededor del mundo, sin embargo se observa cierta tendencia en el uso de grupos específicos, que dejan por fuera a los insectos. No es coincidencia que esto suceda, se ha reportado que las personas sienten más empatía por animales similares a sí mismos, o en los cuales las emociones humanas puedan ser más fácilmente reflejadas. Y a pesar de que a primera vista no parece ser un asunto de importancia, esto afecta a los insectos, y en este caso a las abejas en varios niveles. En la vida cotidiana, el trato hacia este grupo por parte de los ciudadanos suele ser de indiferencia, al tiempo que se perpetúan mayoritariamente las asociaciones negativas. En el ámbito académico, proporcionalmente a los vertebrados, existen menos estudios y financiamientos disponibles para investigaciones (Clark & May 2002). Lo que conlleva, que a nivel de políticas públicas y privadas, exista menos conocimiento del estado actual e interés por generar estrategias de conservación y educación inclusivas que contemplen a estos insectos (Samways 2018)

Aunque, sí hay varias iniciativas que buscan el acercamiento de las personas a la naturaleza y la concientización sobre problemas ambientales a través de las abejas. En Corea del Sur, implementaron un programa que tenía como meta revivir la biofilia innata en los niños, utilizando abejas de miel como eje a través de los talleres. Los investigadores demostraron que

sí es posible crear empatía y fomentar el interés de los niños hacia las abejas, y progresivamente proyectarlo en otros temas ambientales (Cho & Lee 2018).

En Canadá, se observó como encuentros aleatorios pero consistentes de niños en edad preescolar con abejorros agonizando o ya fallecidos, fue cambiando la percepción de estas abejas como simples objetos a organismos con una historia y un ciclo de vida involucrado en sus propias tareas (Nxumalo 2017). En Austria, la Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida de Vienna, creó un proyecto de ciencia ciudadana (Citizen Science) más complejo y a largo plazo, en el cual se instruyeron profesores de escuela junto con sus respectivos alumnos, con el fin de determinar la biodiversidad de abejas y el impacto del manejo del suelo en las zonas estudiadas. A partir de este estudio, no sólo se obtuvo información ecológica, si no que se involucró a diferentes grupos de la sociedad en investigación y educación ambiental de forma paralela (Scheuch *et al.* 2018).

Con proyectos similares de ciencia ciudadana que involucran abejas y la dinámica de estas con el ecosistema, se ha llegado a la conclusión que esta clase de iniciativas fungen un papel sumamente importante pues pueden llegar a moldear el diseño de las estrategias de conservación, dan indicios de la realidad socioambiental e involucran directamente a personas que de otra forma no serían actores en investigaciones de tal naturaleza (Domroese & Johnson 2017).

Por último, en Costa Rica, entre los años 1986 y 1997 en Guanacaste, en conjunto con las investigaciones de esa zona previamente mencionadas, se creó una organización no gubernamental con un programa de educación ambiental que buscaba compartir con niños información acerca de las abejas y sus interacciones con el entorno. De forma similar en el 2014 se desarrolló un programa en escuelas primarias con enfoque abeja, pero el contenido y logística no fue documentado ni sistematizado. Ninguno de estos proyectos se encuentra activo, pero a partir de informes y resultados similares, demostraron que en su gran mayoría, el público retenía piezas de información y el interés por las abejas (Frankie *et al.* 2018).

Igualmente, el Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales de la Universidad Nacional (CINAT-UNA), ha incursionado en talleres y charlas de extensión y educación con abejas nativas sin aguijón. Esto en el marco del Programa Integrado de Meliponicultura, el cual busca promover la meliponicultura como una actividad artesanal que además de generar impacto económico, favorece la conservación de las abejas sin aguijón. Las sesiones han sido realizadas principalmente en zonas rurales, tanto con niños como adultos.

Más recientemente, en la feria ExpoMiel 2018, organizada también por el CINAT-UNA, se implementó un stand educativo llamado “El Mundo de las Abejas”. En este se expuso información ecológica y productiva de las abejas de Costa Rica, mediante un minitour que guía a los participantes a través del ciclo de vida, producción de miel, diversidad de especies nativas y aspectos técnicos de la apicultura y meliponicultura. Todo esto, utilizando elementos interactivos y amigables con el público, igualmente se contó con actividades para niños. Cabe mencionar que, este stand tuvo una gran acogida por todo el público, tanto de pequeños como grandes.

## 4. Metodología

### 4.1. Fase I – Ecología urbana:

El presente trabajo se va llevó a cabo en Escazú, San José, Costa Rica, entre los meses de enero y julio del año 2019, época que corresponde a la estación seca (enero-abril) e inicios de la estación lluviosa (mayo-julio). Esta área pertenece a la región Valle Central Occidental, con un temperatura promedio que oscila entre 17 y 24 °C y altitud entre 800 y 1600 msnm. La vegetación es de Bosque Húmedo Subtropical con predominancia de suelos litosoles (IMN 2008).

Las zonas estudiadas son un terreno privado en Carrizal de San Miguel de Escazú, el cual se encuentra en el límite entre la Zona Protectora de los Cerros de Escazú y área urbanizada, cercano a bosque en regeneración, cultivos y zona residencial. Según el Plan Regulador del cantón de Escazú, esta finca pertenece a la Zona de Amortiguamiento Agrícola, la cual tiene la finalidad de diluir la urbanización hacia las áreas de conservación con un uso de suelo agrícola y urbano entremezclado. También se investigaron jardines privados y lotes baldíos en San Rafael y San Miguel de Escazú, que pertenecen a Zona Residencial Densidad Alta, Zona Residencial Densidad Media y Zona Comercial Puntual. (Municipalidad de Escazú, 2009).

Las actividades de este periodo se enfocaron en el componente de ecología, en el cual se investigaron la diversidad de abejas y plantas melíferas presentes en la zona mediante muestreos rutinarios tanto en la finca como en los jardines. Con el fin de obtener un listado de las abejas presentes, se utilizaron cuatro métodos de colecta diferentes: red entomológica, trampa de color, trampa Van Somer y trampa para abejas euglosinas (Roubik & Hanson 2004).

En la finca se realizaron 7 transectos de 50 metros de longitud. Para las recolecciones con la red entomológica, cada transecto fue recorrido cada hora durante cuatro horas (7am-11am), un día a la semana. En el caso de la trampa de color, esta consistió en un plato plástico color amarillo con solución 1:1 de agua y miel y jabón detergente. Para las trampas de abejas euglosinas, se utilizaron botellas plásticas transparentes con cuatro atrayentes diferentes por

separado, los cuales fueron metil salicilato, metil benzoato, eucaliptol y vainillina. En cada transecto se colocaron 5 trampas amarillas (cada 10 metros) y 4 trampas de abejas euglosinas (cada 25 metros), durante 24 horas, un día a la semana. Los jardines y lotes baldíos fueron muestreados principalmente con red entomológica y trampas de abejas euglosinas, una vez a la semana durante cuatro horas (7am-11am).

Las abejas fueron sacrificadas colocándolas en un congelador a -15°C. Todo el material entomológico fue identificado en el Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales de la Universidad Nacional y en la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Para la identificación de las plantas que ofrecen algún recurso a las abejas, se utilizaron los recorridos de los transectos previamente mencionados. En estos se realizaron observaciones a la flora (hierbas, enredaderas, arbustos y árboles), se tomaron en cuenta todas aquellas plantas que fueron visitadas por abejas, independientemente del recurso que estaban utilizando (néctar, polen, resinas, material vegetal). El material vegetal colectado fue identificado mediante claves y guías de identificación para generar una base de datos de plantas nativas y exóticas.

#### 4.2. Fase II - Educación ambiental:

En esta etapa se desarrolló la fase de educación ambiental, a partir de la interpretación de la dinámica de la flora y abejas nativas de la zona estudiada. El grupo meta fueron niños, organizaciones ambientales y sociedad civil.

##### 4.2.1. Talleres para niños:

Se implementaron 7 talleres dirigidos a niños de primer ciclo de escuela, en grupos de 25 a 30 niños por institución. Los ejes complementarios que fueron manejados en los talleres fueron: biodiversidad, conservación y polinización, de modo que se integren los temas con la rutina diaria de las zonas urbanas y los conceptos previamente adquiridos por los participantes.

Para esto se utilizó la metodología de “story telling” o tipo cuento, mediante cuatro personajes animados, en representación de una abeja de miel (Bibi), una mariola (Moli), una atarrá (Trigui) y una abeja de las orquídeas (Glossi) (Fig.1 y 2). Se escogieron estas cuatro

especies, pues la primera es la imagen clásica de la abeja y en el caso de las abejas nativas, debido a que son ampliamente distribuidas en zonas urbanas y de carácter dócil y noble. El diseño e ilustración fue realizado por Éricka Sánchez, estudiante de la Universidad Nacional.



**Figura 1.** Ilustración de Moli la abeja mariola y sus estados de ánimo.



**Figura 2.** Ilustración de las abejas Glosi, Trigui y Bibi.

La historia se narró en conjunto con la proyección de material audiovisual y los personajes previamente mencionados y buscó responder tres preguntas básicas en términos de contenido: *¿Dónde viven y qué recursos usan las abejas? ¿Qué problemas enfrentan las abejas actualmente? ¿Cómo podemos ayudarlas?*

El cuento llevó por nombre "Las Aventuras de la Abeja Mariola en la Ciudad" y sigue la historia de Moli, la abeja mariola. La cual siempre ha vivido en los Cerros de Escazú y se aventura a viajar a la ciudad. Lugar donde se debe enfrentar a la soledad, la ausencia de flora y fauna, calentamiento global, uso excesivo de agroquímicos y contaminación ambiental, hasta que los niños y las otras abejas le enseñan que la ciudad también puede ser un lugar amigable y sostenible.

Como diagnóstico, antes de iniciar el cuento se aplicó la pregunta: *¿Qué saben acerca de las abejas?*, y al final de la historia, como método de retroalimentación, se les solicitó a los niños que expresaran lo que aprendieron mediante un dibujo o pintura. Para la actividad final, a los niños se les brindaron trajes de abejas de colores amarillo, negro, azul y verde metálico y dorado para que se vistieran como los personajes del cuento e interpretaran su propia versión de la historia de forma lúdica. También se contó con una colección entomológica a partir de las abejas colectadas en la primera fase, muestras de miel y polen. Cada sesión tuvo una duración aproximada de 2.5 horas.

Los talleres se dictaron en las siguientes instituciones:

- Escuela El Carmen
- Escuela Benjamín Herrera Angulo
- Escuela Corazón de Jesús
- Escuela Juan XXIII.

Todas estas escuelas públicas están ubicadas en el cantón de Escazú y pertenecen al circuito 03 de la Dirección Regional de Educación San José Oeste, del Ministerio de Educación Pública de

Costa Rica. El contacto con las instituciones se realizó mediante cartas avaladas por el departamento de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Escazú y la Alcaldía de Escazú.

Así mismo se realizaron tres sesiones fuera de instituciones educativas:

- Lobatos de la patrulla de Guías y Scouts 109 en Coronado (2 sesiones)
- Taller de vacaciones de verano en conjunto con la Asociación para la Conservación y Desarrollo Sostenible de los Cerros de Escazú

#### 4.2.2. Talleres para organizaciones ambientales y sociedad civil:

El taller que se impartió en los distintos grupos se tituló: “Comunidad Abeja. Conservación de abejas nativas y ciencia ciudadana”. La finalidad de estos talleres fue demostrar que las zonas urbanas y semiurbanas aún poseen biodiversidad de flora y abejas nativas, la importancia ecosistémica y por ende la necesidad de conservarlas, utilizando como caso de éxito: Escazú en conjunto con los resultados obtenidos en la primera fase de este trabajo. Debido a esto, la información fue compartida con énfasis en las actividades y prácticas que se pueden llevar a cabo en las comunidades y como las personas se pueden involucrar en proyectos de ciencia ciudadana relativos a las abejas nativas y la flora que estas visitan y utilizan.

De igual manera se contó con la proyección de una presentación con fotografías de proyecto y la colección entomológica. En cada taller se realizó una exposición de dibujos de los talleres de los niños, muestras de hierbas secas y frescas que brindan recursos a las abejas, hoteles de abejas y muestras de miel y polen. Se regalaron sobres con semillas de plantas ornamentales y cultivos, que ofrecen algún recurso alimenticio a las abejas nativas. La duración total de cada sesión fue de 2.5 horas.

Como método de retroalimentación, se entregó una hoja al inicio del taller a cada participante, en la cual se evaluaba: contenido de la exposición, dominio del tema por parte de la facilitadora y la duración, en una escala del 1 al 5, siendo 1 la puntuación más baja y 5 la más alta. Así mismo, para ver el impacto inmediato se preguntó en la misma encuesta: 1. Después

de este taller, ¿piensa que como ciudadanos podemos realizar acciones en pro de las abejas y el ambiente?, 2. ¿Qué acciones que se pueden implementar en su comunidad?, 3. ¿Le gustaría participar en otro taller? ¿Qué temas le gustaría que se expusieran?

Las organizaciones con las cuales se organizó un taller fueron las siguientes:

- *Río Urbano*: Iniciativa ciudadana que busca cambiar la forma en que los habitantes urbanos ven, sienten y se relacionan con los ríos que atraviesan nuestras ciudades, reencontrándoles y sensibilizándoles con estos espacios naturales e involucrándoles en procesos de regeneración físico-ambiental.
- *Asociación para la Conservación y Desarrollo Sostenible de los Cerros de Escazú (CODECE)*: Proyecto de turismo rural sostenible, que busca preservar y compartir la riqueza cultural y biológica de San Antonio de Escazú, y a su vez, desarrollar nuevas fuentes de ingresos para la comunidad.
- *Guías y Scouts 109*: Etapa Wak (15-18 años) de la patrulla de guías y scouts de Coronado.
- *Taller abierto en Centro Cívico de Escazú*: dirigido a cualquier persona que tenga interés en asistir, independientemente de si pertenece o no a alguna organización o fundación.

El contacto con las organizaciones se realizó mediante correo electrónico, en el cual se envió una pequeña reseña del trabajo y una invitación formal para los talleres. La convocatoria del taller abierto se realizó mediante el Boletín Electrónico Especial de Noticias y Eventos del CINAT y redes sociales.

4.2.3. Programa del taller "Comunidad Abeja. Conservación de abejas nativas y ciencia ciudadana en Escazú"

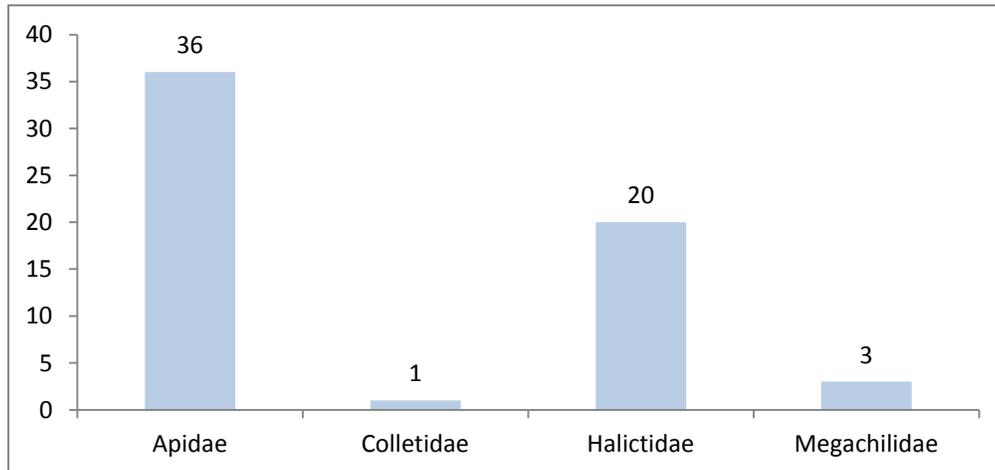
**Cuadro 1.** Programa del taller "Comunidad Abeja"

<b>Etapa y duración</b>	<b>Actividad</b>
<i>Inicio</i>	Introducción al taller y explicación del título
<i>Diagnóstico inicial</i>	Preguntas al público: ¿Qué es una abeja? ¿Qué hace una abeja?
<i>Historia natural de abejas</i>	Anatomía básica, taxonomía básica, nutrición. Hábitos de vida (solitaria vs eusocial). Diversidad de especies.
<i>Función e importancia ecosistémica de las abejas</i>	Polinización de cultivos y flora silvestre. Economía (apicultura y meliponicultura). Producción de miel.
<i>Abejas en la ciudad: Caso de Escazú y San José.</i>	Breve explicación de los resultados de Fase I del proyecto como caso de éxito.
<i>Receso</i>	Explicación de colección entomológica: Aprendiendo a reconocer una abeja.
<i>Casos específicos: Abejas y su papel en el ecosistema.</i>	Caso 1: Árbol <i>Clethra lanata</i> y su red de interacciones. Caso 2: Arbusto <i>Vernonia patens</i> y su red de interacciones.
<i>Estrategias de conservación</i>	Plantas (jardines, huertos), hoteles de abejas, hierbas, uso de agroquímicos.
<i>Ciencia ciudadana</i>	Proyectos e iniciativas con enfoque abeja. Mención de talleres con niños de este proyecto.
<i>Dinámica de plantas y datos curiosos de abejas</i>	Conversatorio de plantas de interés para las abejas y mitos, datos curiosos o leyendas urbanas de relativas a abejas. Explicación de la colección entomológica.
<i>Clausura</i>	Espacio para preguntas

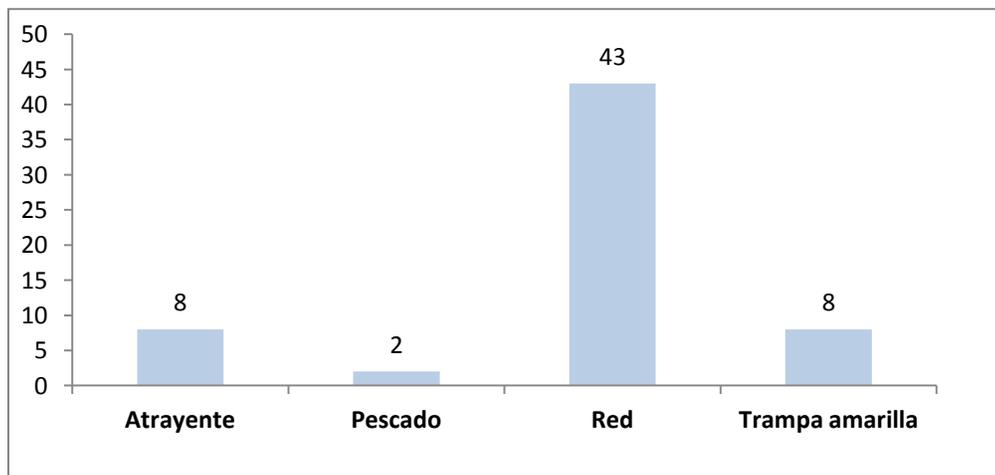
## 5. Resultados

### 5.1. Fase I

Se registraron un total de 61 especies de abejas, pertenecientes a cuatro familias (Anexo 1. Cuadro 3). Algunas especies sólo se determinaron hasta género debido a la falta de revisiones y claves taxonómicas para esos grupos. Las familias Apidae y Halictidae presentan la mayor diversidad de especies de abejas colectadas (Fig.3). El 84% de las especies colectadas son solitarias y 16% de hábitos eusociales. Sólo una especie, *Coelioxys* sp. (Megachilidae) presenta comportamiento cleptoparásito. El método de muestreo con el cual se registraron más especies fue la utilización de la red entomológica (Fig. 4).

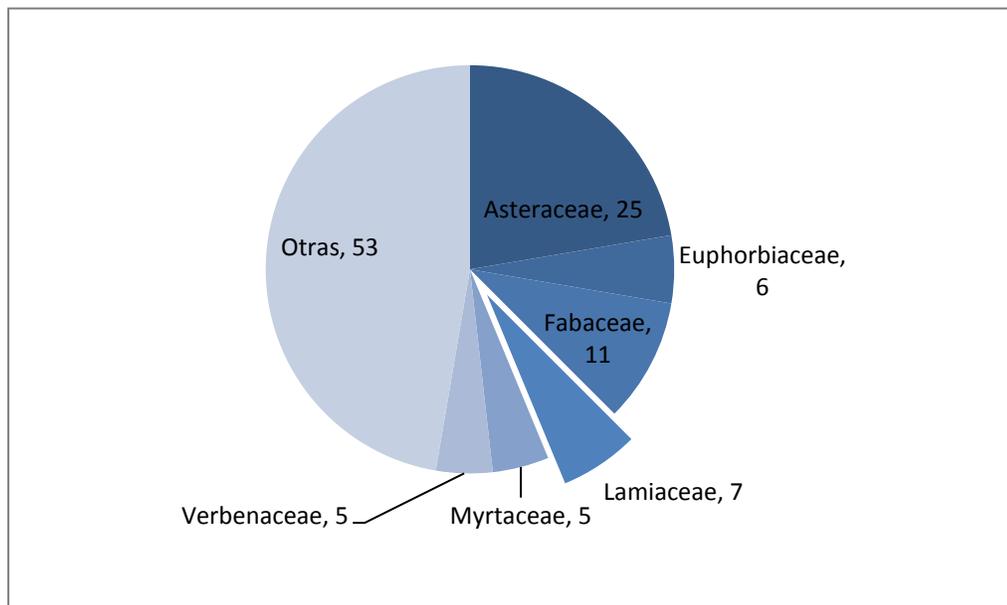


**Figura 3.** Número de especies de abejas por familia registradas durante los meses de febrero a junio (2019) en Escazú, San José, Costa Rica.



**Figura 4.** Número de especies de abejas registradas según método de muestreo durante los meses de febrero a junio (2019) en Escazú, San José, Costa Rica.

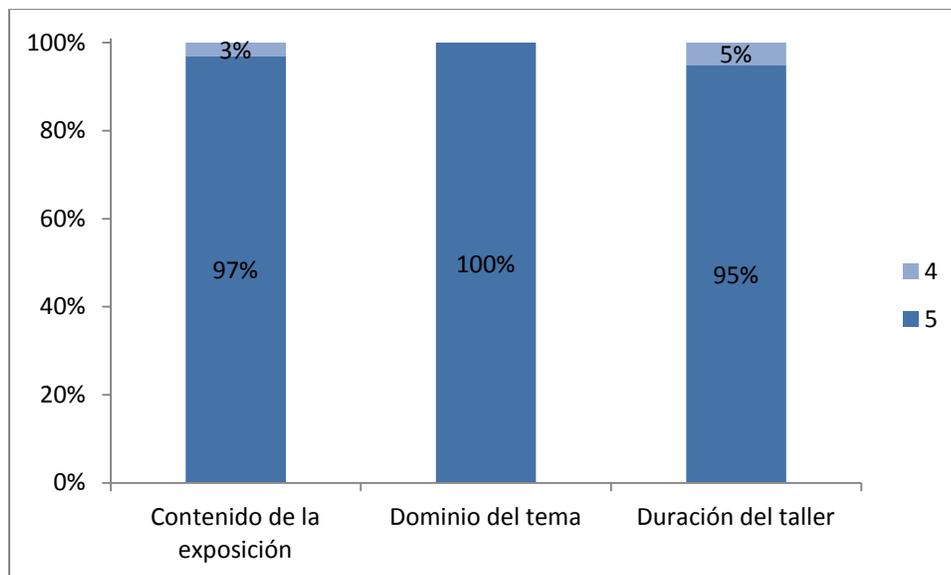
En cuanto a la oferta de recursos florales de las zonas estudiadas, se registraron 112 especies de plantas en 38 familias (Anexo 2. Cuadro 4). El 69% de las especies son de origen nativo, mientras que 31% son especies exóticas. El 42% de las especies son de hábito silvestre, 22% cultivadas, y 36% se encuentran tanto cultivadas como de forma silvestre. Del total se destacan 6 familias de plantas, pues representan el 50% de las especies de plantas registradas (Fig.5). Asimismo, dos especies de plantas sobresalen por la cantidad de abejas recolectadas en ellas, estas son el árbol *Clethra lanata* (Clethraceae) y el arbusto *Vernonia patens* (Asteraceae).



**Figura 5.** Distribución de especies con oferta floral, en las seis familias más diversas y las restantes 32 familias.

## 5.2. Fase II

El taller para niños "*Las aventuras de la abeja Mariola en la ciudad*" se realizó con 7 grupos, abarcando un total de 175 niños, con edades entre los 6 y los 12 años. Como resultado de la dinámica de retroalimentación, se obtuvieron 110 dibujos y 13 abejas realizadas a partir de material reciclado (Taller de verano). Los talleres de "*Comunidad Abeja*", se trabajaron con 4 grupos, para un total de 107 personas, pertenecientes a organizaciones ambientales, gobierno local y sociedad civil. El taller con Río Urbano se realizó en conjunto con el Centro Cultural de España en Barrio Escalante, al cual asistieron 32 personas. La sesión con CODECE, se llevó a cabo en sus instalaciones en San Antonio de Escazú, y asistieron 27 personas. En el caso de los Wak (Guías y Scouts) de Coronado, se trabajó en un salón municipal, y asistieron 23 personas. Por último, el taller abierto se realizó en el Centro Cívico de la Municipalidad de Escazú, en el cual participaron 25 personas. Se recuperaron un total de 87 encuestas de evaluación del taller Comunidad Abeja (Fig. 6, Fig. 7 y Cuadro 2).



**Figura 6.** Resultados de las evaluaciones (n=87) del contenido, dominio del tema y duración de las sesiones del Taller Comunidad Abeja (Escala: 1-5, siendo 1 el valor más bajo, 5 el más alto).

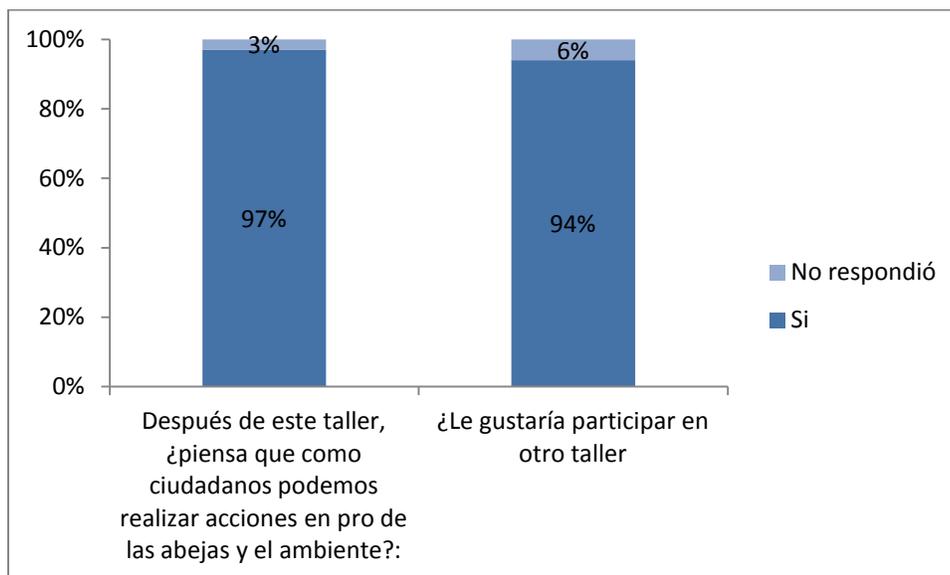


Figura 7. Resultados de las evaluaciones (n=87) de las preguntas de opinión de las sesiones del Taller Comunidad Abeja.

Cuadro 2. Resultados de las encuestas de evaluación del los talleres "Comunidad Abeja"

Pregunta	Respuestas
¿Qué acciones se pueden implementar en su comunidad?:	Hoteles para abejas, huertos caseros y comunales, talleres para comunidades, jardines más diversos, uso de plantas nativas.
¿Qué temas le gustaría que se expusieran? (En caso de participar en otro taller)	Guías de plantas para atraer abejas, construcción de hoteles de insectos, integración de proyectos de abejas con ciudadanía, organización comunal para jardines y huertos, taxonomía de abejas, ecología avanzada de abejas, meliponicultura, mariposas y manejo de enjambres de <i>Apis mellifera</i>

## 6. Discusión

### 6.1. *Fase I*

El ensamble de abejas registrado en las áreas estudiadas es un ejemplo de que las zonas urbanas y semiurbanas logran ofrecer condiciones propicias y sustentar recursos alimenticios, de nidificación, territorios de apareamiento y agregación de machos, para una amplia cantidad de especies de abejas y mantener sus poblaciones. A pesar de esto, debido a la falta de estudios previos en Escazú y zonas aledañas, no es posible determinar si las especies actuales se han beneficiado parcialmente por la urbanización, sustituyendo abejas que toleran menos las modificaciones al ambiente (Nates-Parra *et al.* 2006).

El porcentaje más alto de especies pertenecientes a la familia Apidae, concuerda con estudios previos que demuestran que es la familia con mayor diversidad en las tierras tropicales, y la cual tiene proporcionalmente mayor representación en climas tropicales (Roubik 1989, Martins *et al.* 2013). Asimismo, en Costa Rica y Centroamérica las tribus Meliponini (pantropicales) y Euglossini (neotropicales) poseen una gran diversidad y endemismo, incluso en comparación con México. El género *Ceratina* (Xylcopini), que fue registrado con 10 especies, es considerado uno de los géneros más diversos de Costa Rica. Sin embargo, aún no tiene una revisión para el país, donde es más diverso que en zonas templadas (Ayala *et al.* 1993, Hanson com. pers.). La abeja de miel *Apis mellifera*, fue la única especie exótica registrada en este proyecto.

La familia Halictidae es también una de las familias más amplias en las zonas tropicales, la cual presenta hábitos mayoritariamente polilécticos. Por lo que la amplia oferta floral encontrada, podría eventualmente estar permitiendo el mantenimiento de este grupo de especies (Martins *et al.* 2013). Unido a esto, se ha observado que las zonas verdes urbanas y semiurbanas tienden a favorecer abejas que pecorean en estratos más bajos de la oferta floral disponible (Martins *et al.* 2017), el cual es el caso de varias especies de halíctidos (Ramalho 2004). En un caso similar a *Ceratina*, el género *Lasioglossum* de distribución cosmopolita, es

sumamente amplio en Costa Rica, y también carece de una revisión taxonómica y ecológica exhaustiva, con lo que se demuestra la importancia de una mayor cantidad de investigaciones exploratorias en este tema (Ayala *et al.* 1993, Hanson com. pers.).

Como se mencionó anteriormente, las abejas nativas sin aguijón Meliponini, que son en su totalidad eusociales, son particularmente diversas y abundantes en el neotrópico. Sin embargo la mayoría de especies registradas presentan hábitos solitarios, pues proporcionalmente a la totalidad de especies presentes en este estudio y en Costa Rica, existe una mayor cantidad de abejas con comportamiento solitario (Ayala *et al.* 1993).

Solamente una especie con adaptaciones cleptoparasíticas fue registrada en este estudio, del género *Coelioxys* (Megachilidae). Lo que concuerda con investigaciones previas en zonas urbanas en California y New York, donde encontraron bajos porcentajes de abejas cleptoparasitas, lo que sugiere que requieren poblaciones de hospederos más grandes para sobrevivir (Frankie *et al.* 2005, Matteson *et al.* 2008, Banaszak-Cibicka & Zmihorski 2012).

Al ser las abejas un grupo tan diverso en comportamiento e historia natural, los métodos de muestreo deben ser variados para lograr coleccionar la mayor riqueza posible. Por esto mismo, de acuerdo al método utilizado se ven generalmente tendencias en las abejas coleccionadas. En las trampas amarillas, se recolectaron avispas (Vespidae, Ichneumonidae, Braconidae), cucarachas (Blattellidae), moscas (Drosophilidae, Phoridae y Muscidae) y escarabajos (Chrysomelidae, Elateridae, Tenebrionidae). Pero la cantidad de especies de abejas fue baja, lo cual podría deberse a que en las zonas donde se colocaron, había recursos naturales mucho más atractivos que desvían la atención de una fuente artificial (Smith 1999).

Las trampas con pescado en descomposición se coloraron pues se ha reportado que tienden a atraer abejas que vuelan en estratos más altos, donde se hipotetiza que son atraídas por las sales. Sin embargo, sólo se registraron *Trigona corvina* y *Partamona orizabaensis*, que vuelan a estratos más bajos, y se alimentan mayoritariamente de fuentes vegetales (Smith 1999). Dentro

de los atrayentes para machos Euglossini, fueron capturadas 5 especies con eucaliptol y 3 con vainillina (Anexo 2. Cuadro 3). En el caso de estas especies, la época juega un papel muy importante en sus poblaciones, por lo que no podría descartarse la utilidad de los otros atrayentes (metil salicilato y metil benzoato) en otros momentos del año y con otras condiciones climáticas (McCravy *et al.* 2017). También se registró la abeja sin aguijón *Lestrimelita limao* atraída por el eucaliptol, lo cual ha sido reportado también en dos investigaciones en Brasil (Campos *et al.* 1989, Knoll & Santos 2012). La red entomológica aparenta ser el método más efectivo, por tener una logística simple y la opción de direccionar el esfuerzo en puntos donde hay más probabilidad de encontrar abejas (Smith 1999).

La oferta de recursos de polen, néctar y resinas encontrada en Escazú es amplia y cuenta con especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y enredaderas. Cabe destacar que las abejas son visitantes florales de todas las plantas, pero no necesariamente llevan a cabo el proceso de polinización. Hay casos incluso, donde lo que se da es el robo de néctar, por ejemplo se registró *Partamona orizabaensis* haciendo huecos en la base de flores de *Erythrina berteroana* o Poró nativo. Estas flores no presentan adaptaciones para facilitar la entrada de abejas, sin embargo poseen abundante néctar que de igual forma es aprovechado por estas abejas.

La mayoría de las plantas identificadas en este estudio fueron clasificadas como nativas, lo que demuestra que la flora autóctona de Costa Rica es suficiente para mantener adecuadamente las poblaciones de abejas y otros visitantes florales (mariposas, colibríes, murciélagos, avispas). No hay muchos estudios que indiquen que las plantas nativas son “mejores”, pues en términos de recursos, puede que la flora exótica ofrezca la misma calidad y cantidad o incluso más (Rastandeh *et al.* 2018). Pero partiendo de que efectivamente existen las opciones locales para su uso en cercas vivas, rompevientos, jardines y parques, y programas de reforestación, estas deberían ser la prioridad, al igual que en planes de conservación y restauración de suelos (Pardee & Philpott 2014).

Cabe destacar que ante la ausencia de nichos ecológicos intactos, los parches de plantas exóticas, compensan en alguna medida la disponibilidad de recursos en áreas urbanas y tienen un papel relevante en el mantenimiento de fauna indígena. De hecho, en ambientes donde ya se han instalado y naturalizado plantas exóticas, en caso de que se vayan a implementar estrategias de conservación o remodelación del paisaje, y se pretenda trabajar sólo con flora nativa, se deben tomar medidas para evitar crear un vacío en la oferta floral o nichos de nidificación (Rastandeh *et al.* 2018).

En el caso de las plantas silvestres arvenses, estas se encontraron en muchas ocasiones en parches relativamente pequeños y sin conexión con otros parches. La importancia de las malezas ha sido documentada en orillas de calle, charrales y agrosistemas, pues ayudan a cubrir el suelo, mantener la humedad y evitar la erosión, al mismo tiempo que se atrae una mayor riqueza y abundancia de polinizadores, incluyendo abejas. En zonas urbanas, se ha observado que ciertos polinizadores visitan con mayor frecuencia arvenses nativas y no nativas, que flores sembradas en los jardines, donde algunas incluso no tuvieron ningún visitante, a pesar de estar en época de floración (Florez *et al.* 2002).

Lamentablemente, estas suelen ser eliminadas de forma mecánica o química periódicamente. Ante la continua remoción de plantas arvenses y en vista de la menor cantidad de especies arbóreas en floración luego de las floraciones masivas y durante época lluviosa, queda aún más en evidencia que se debe buscar un balance entre el control de las arvenses y los requerimientos del ecosistema para mantener la biodiversidad (Lowenstein *et al.* 2018).

Las plantas que están cultivadas, obviando las especies para consumo humano, se encuentran en los jardines, en pocas cantidades y en puntos sin conexión con individuos de la misma especie o de otras especies, lo cual podría tener un impacto negativo en la dinámica de pecoreo de las abejas y en general de los insectos que visitan las flores u otras partes de la planta. Se ha observado que cuando los recursos florales presentan interconectividad con otros parches presentan una mayor atracción a una mayor riqueza de abejas, en comparación con

puntos localizados, aunque estos sean muy abundantes. Esto es particularmente importante en las zonas urbanas y en época lluviosa donde las fuentes alimenticias tienden a escasear (Simao *et al.* 2017).

Dado que muchas de las plantas visitadas por las abejas son arvenses, cabe destacar un factor importante que podría tener un impacto ecológico negativo. Este es la utilización de Roundup, un herbicida y desecante de cultivos de amplio espectro a base de glifosato. Este químico está prohibido para zonas urbanas (Ministerio de Salud, 2001), sin embargo, es utilizado con frecuencia en los jardines y orillas de calle para evitar el crecimiento de los estratos más bajos en el suelo. El glifosato además de eliminar las hierbas, afecta la flora intestinal de *Apis mellifera*, aumentando su susceptibilidad a patógenos (Motta *et al.* 2018). Así mismo, el glifosato es altamente tóxico y tiene efectos letales y subletales en las larvas de *Melipona quadrifasciata*, lo que pone en riesgo la supervivencia de la colonia (Seidea *et al.* 2018). Aunque no se hayan realizado trabajos en todas las especies de abejas, estos datos sientan precedente para tomar medidas precautorias en torno a la utilización de este herbicida y su impacto en las comunidades de invertebrados.

A pesar de que la base de datos de plantas no es completa, pues requiere de más muestreos para lograr identificar la mayoría de los posibles recursos a través del año, la gama de especies sí da una idea de cómo las comunidades de plantas incluso en pequeños parches efectivamente afectan la dinámica de pecoreo de las abejas. Con esta información ampliada, se podrían no sólo generar listas de plantas que se pueden cultivar en los jardines, sino también propuestas de manejo orgánico e integrado de las plantas arvenses que permitan la creación de pequeños corredores biológicos entre estas y las plantas melíferas cultivadas por estética o uso comercial.

Las mezclas de plantas que se deben cultivar en zonas semi urbanas, urbanas o agrosistemas no deben enfocarse simplemente en tener la mayor diversidad de especies, sino en seleccionar estratégicamente especies anuales y perennes que provean recursos de manera

complementaria y suficiente a través de las estaciones del año, ya sea en clima tropical o templado, al corto y largo plazo en la zona particular que se vaya a trabajar (Menz *et al.* 2011, Williams *et al.* 2015).

A modo de ejemplo de interacciones planta-abeja, que ejemplifican la importancia de la flora nativa como sustento para abejas y otros visitantes florales, se van a explicar dos especies encontradas durante el estudio, que destacaron por la cantidad de abejas y otros insectos presentes en sus flores:

El árbol *Clethra lanata* Britton (Clethraceae), también conocido como Nancillo o Nance macho, es nativo de Centroamérica. La época de floración es de enero a abril y fructificación de febrero a mayo. En este árbol, se registraron 19 especies de abejas, mariposas, avispa (Vespidae), hormigas y escarabajos. Además, se reportó en un estudio que es un alimento importante para el oso perezoso *Bradypus variegatus* (Bradypodidae), el cual es especialista en cuanto a los recursos nutricionales (Urbani & Bosque 2006, Mendoza *et al.* 2015). Este oso perezoso está presente en Costa Rica, e incluso en zonas altamente modificadas como lo es el Campus Rodrigo Facio, de la Universidad de Costa Rica, en San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *B. variegatus* es a su vez un hospedero de una cantidad importante de artrópodos en su cuerpo, y presenta mutualismo con polillas y algas (Pauli *et al.* 2014). Con esto vemos, como una sola especie de árbol sustenta el ciclo de vida de muchos organismos de diversa naturaleza, y se evidencia una vez más la necesidad de tratar el ecosistema con todos sus componentes.

Por otro lado, en el tuete (*Vernonia patens* Kunth o *Vernonanthura patens* (sin)) perteneciente a la familia Asteraceae se registraron doce especies de abejas, además de mariposas, escarabajos, avispa y moscas. Este arbusto es nativo en Costa Rica, y ha sido utilizado históricamente como planta medicinal para sanar heridas y golpes en todo Latinoamérica. Por estas razones ha sido ampliamente estudiado, y se han logrado comprobar sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y en el tratamiento de la leishmaniasis

(Manzano *et al.* 2015, Chóez-Guaranda *et al.* 2018). Además, es una planta pionera, que podría utilizarse en programas de restauración de áreas alteradas (Adenesky-Filho *et al.* 2017). En este caso, no sólo se dan una serie de interacciones planta-abeja, si no que se trata de una planta con potencial en medicina humana y animal.

Las redes de interacciones recién expuestas, buscan ejemplificar la complejidad de las relaciones que se dan entre la flora y fauna autóctona y la importancia de manejarlas de forma integral. Así como su utilidad como método didáctico en programas de educación ambiental, pues permite mostrar a las personas el verdadero significado de lo que es un ecosistema.

Por último, el factor social se coloca como una variable sumamente importante, pues define que plantas hay, cuántas hay y porqué las hay, lo que moldea la comunidad y las interacciones que tienen las plantas con las abejas y en general con los invertebrados. Este es un aspecto que se debe trabajar de manera paralela a la información biológica, pues situaciones como la eliminación por completo de las arvenses, el uso indiscriminado de glifosato y otros agroquímicos y las quemas, deben no sólo estar incluidas en una legislación o reglamento político, sino también ser tratadas desde el punto de vista educativo.

## 6.2. Fase II

El taller "*Las aventuras de la abeja Mariola en la ciudad*" fue acogido de forma muy positiva por los niños que lo recibieron, hubo alto grado de participación e interacción, durante el cuento y dinámicas de retroalimentación. En el caso particular de la pregunta de diagnóstico *¿Qué saben acerca de las abejas?*, se recibieron abundantes respuestas incluyendo anécdotas e historias con abejas y otros insectos, picaduras, datos científicos y preguntas. Las reacciones ante las colecciones entomológicas fueron de asombro y agrado, y, muy pocas veces se recibió una respuesta de asco o aversión. De forma similar, las fotografías y modelos plásticos de abejas, muestras de polen y miel generaron interés y atracción entre los niños de todos los talleres, evidenciando la visión ecocéntrica, que suelen tener los chicos (Fig. 8 y Fig. 9)



**Figura 8.** Niña lobato de los Guías y Scouts 109 con colección entomológica y niña de la Escuela Corazón de Jesús jugando con abejas plásticas.



**Figura 9.** Niños de la escuela Juan XXIII disfrazados de abejas de distintos colores.

A pesar de que no todos los grupos de niños pertenecían al cantón de Escazú, el cual era el lugar central de estudio, todos los chicos lograron seguir el hilo de la dinámica de bosque-ciudad y su relación con las abejas nativas. El ambiente y la percepción que tiene un niño de este, son clave en el desarrollo de una conciencia ecológica y el comportamiento proambiental, por lo que talleres de esta índole, se vuelven particularmente importantes en áreas urbanas, donde las zonas verdes tienden a ser menos disponibles (Durán-Lopez *et al.* 2016).

Asimismo, de parte de las profesoras a cargo de los niños no hubo intención por participar en la dinámica del taller o adquirir más información para futuras referencias en 3 de las 4 escuelas, lo que demuestra que a pesar de que hay cierto interés inicial por la temática, muchas veces no va más allá para transformarse en proactividad y concientización (Wilson *et al.* 2017). A pesar de que en Costa Rica existe el Programa Integrado de Educación para el Desarrollo Sostenible y la Gestión Ambiental Institucional, este no incluye un programa de conservación de biodiversidad y además no es obligatorio en las escuelas públicas, donde se maneja un currículo académico estático, lo que crea un vacío en materia de educación ambiental (MEP 2014).

Por razones de logística, el taller fue diseñado para ser aplicado una única sesión en cada grupo, por lo cual el instrumento de evaluación no es objetivo. Sin embargo, basándose en los dibujos se revela no sólo el interés de los chicos por el tema de abejas y plantas, sino también la gran retención de detalles. Por ejemplo, del total de 110 dibujos, el 92% hacen referencia a abejas de colores distintos al amarillo y negro, denotándose la comprensión inicial del concepto de biodiversidad de especies de abejas. (Fig. 10).



**Figura 10.** Niños de la escuela Juan XXIII y dibujos resultantes de la dinámica de retroalimentación.

El taller de verano “Conociendo las abejas de Escazú” en conjunto con la Asociación de Desarrollo de los Cerros de Escazú (CODECE), además del cuento y el uso de disfraces de abeja, incluyó una dinámica de construcción de abejas a partir de materiales reciclados (botellas plásticas, revistas y cartón) con la finalidad de incluir el tema de gestión de residuos sólidos dentro de la actividad, el cual es un tema de suma importancia actualmente (Fig. 11).



**Figura 11.** Abejas construidas a partir de materiales reciclados en el Taller de verano "Conociendo las abejas de Escazú".

En el caso de los talleres "*Comunidad Abeja*" para organizaciones ambientales y sociedad civil, estos también fueron recibidos de forma positiva y en todos los casos hubo una buena convocatoria llenando el cupo máximo (Fig.12). Además se contó con el apoyo de diferentes entidades que de una u otra forma validaron el taller y colaboraron con la organización y préstamo de lugares.



**Figura 12.** Colección entomológica y asistentes del taller abierto Comunidad Abeja en el Centro Cívico de Escazú.

Al igual que con los niños, al comienzo del taller se realizó la pregunta diagnóstica *¿Qué saben acerca de las abejas?*, sin embargo contrario a la gran cantidad de respuestas de los niños, se recibieron pocos comentarios y en su gran mayoría relacionados con miel. A partir de este diagnóstico, se denota el desconocimiento general del tema, y además concuerda con Durán-Lopez *et al.* (2016), quienes reportan que las personas adultas tienden a ver a las abejas y otros insectos con una visión antropocéntrica, y no como seres vivientes con funciones ecológicas, que no necesariamente están relacionadas con las personas de forma directa. Lo cual tiene un impacto en el manejo y conservación de abejas nativas, pues como se ha mencionado, el factor social es determinante en la dinámica de flora y fauna en ambientes urbanos (Lowenstein & Minor 2016).

En cuanto al instrumento de evaluación final, el contenido de la exposición y el dominio del tema obtuvieron en su mayoría (97% y 100%), la máxima calificación, de lo que se desprende que a pesar de que se expone una gran cantidad de información, esta es facilitada de forma comprensible y completa. La duración del taller de 2.5 horas fue calificada en su mayoría con el máximo puntaje, y en los casos en que no fue así, se recibieron comentarios de que se podrían hacer sesiones más extensas. Sin embargo a pesar de ser un taller que expone resultados de muestreos ecológicos y estrategias de conservación, sigue siendo una herramienta introductoria para el grueso de los asistentes, por lo que una sesión más larga o densa podría ser contraproducente. Por esta misma razón, es que la parte práctica del taller, en cuanto a identificación de abejas y otros insectos (taxonomía) y elaboración de bases de datos de abejas y plantas por parte de los participantes se mantuvo a un nivel básico.

De la mano de las acciones que potencialmente se podrían aplicar a las comunidades, la mayoría de los asistentes afirmó tener interés en asistir a otros talleres, tanto para profundizar en temas teóricos de ecología e historia natural, como en aspectos más técnicos de taxonomía, meliponicultura y apicultura. Incluso fueron mencionados factores sociales, para el manejo de proyectos de ciencia ciudadana en barrios y comunidades. Como nota, se observó que solo en

2 de las 87 encuestas, se mencionó reducir el uso de agroquímicos, el cual es un factor que afecta la salud del ecosistema en general, y deja en evidencia la necesidad de enfatizarlo en este y otros contextos.

Los dos enfoques utilizados en la ejecución de los talleres de este proyecto (Talleres para niños en edad escolar y talleres para adultos), concuerdan con un estudio de las tendencias encontradas en Costa Rica en materia de educación ambiental. En el modelo destacan la "visión de protección de la naturaleza", la cual busca explicar conceptos ecológicos básicos con una población meta de niños, y la "visión de sostenibilidad", donde se involucran temas de manejo y acción efectiva dirigidos a adultos (Jiménez *et al.* 2015).

Ambas visiones pueden ser manejadas de forma que se complementen y logren pasar la barrera de informar y efectivamente provean a la población con herramientas para la conservación, en este caso de abejas nativas y plantas. Cabe destacar, que la línea entre la dispersión de conocimiento, la concientización y el fomento de la proactividad en temas ambientales no está definida y tampoco se puede generalizar por igual a todos los subconjuntos de una población (Jiménez *et al.* 2015).

En Estados Unidos, se reportó que el desconocimiento acerca de las abejas nativas, excede el interés por ayudarlas, lo que puede llegar incluso a ser contraproducente en los esfuerzos de manejo y conservación de abejas nativas. Por ejemplo, el uso de hoteles inadecuados para abejas, la selección de plantas para jardines y el manejo de la abeja de miel europea, pueden contrarrestar iniciativas que efectivamente están ayudando a conservar las abejas (Wilson *et al.* 2017).

Además, si bien es cierto, lo ideal sería promover la participación ciudadana en la ciencia y empezar a generar iniciativas comunales. No se debe menospreciar la necesidad de inicialmente informar a las personas, ya sean niños o adultos. Como se mencionó anteriormente, a partir de la experiencia en los talleres, el conocimiento básico relativo a

abejas nativas, y su interacción con las plantas y el ecosistema es poco, y este es necesario para la generación de propuestas viables de conservación e investigación de abejas, ya sea a nivel comunal o local (Wilson *et al.* 2017).

De igual forma, como ha sido mencionado previamente, en la metodología de ambos talleres, por ser sesiones únicas y no programas a largo plazo, la evaluación exhaustiva para determinar el grado de información o concientización que se logró, se ve limitado. Sin embargo, a partir de los talleres se empezaron a desarrollar una serie de proyectos con abejas nativas y plantas que dejan en evidencia el impacto e importancia de esta clase de actividades con la sociedad, y por ende la necesidad de continuarlas. Dentro de estas iniciativas destacan:

- Participación con un stand informativo “Abejas Nativas de Escazú” en Feria Ambiental de Escazú en conjunto con la Municipalidad de Escazú.
- Taller de verano para niños “Conociendo las abejas de Escazú” en conjunto con la Asociación de Desarrollo de los Cerros de Escazú (CODECE).
- Curso de actualización “Educación cívica y ciencia ciudadana con abejas” para la Escuela de Historia de la Universidad de Costa Rica.
- Proyecto de “Aceras amigables con polinizadores” en conjunto con el Centro Cultural de España y diversos locales de Barrio Escalante.

Finalmente, con este trabajo queda claro que la ciudad de Escazú, como caso exitoso de estudio, es un lugar que a pesar de presentar un alto índice de desarrollo urbanístico, aún resguarda una gran biodiversidad de abejas nativas y plantas. Lo que demuestra que las ciudades costarricenses presentan la oportunidad de mantener un nivel de desarrollo paralelo a las necesidades de la población, y que a su vez se fomente la sostenibilidad.

Si bien es cierto, en este cantón se deben implementar de forma imperativa una serie de estrategias de conservación, que permitan la expansión de recursos florales y nichos de

nidificación, ya se dio un primer paso en la creación de conciencia en cuanto a la realidad de las abejas en áreas urbanas de Costa Rica.

La información recopilada en la primera fase de este proyecto, tanto de las plantas como las abejas, y las interacciones que tienen entre ellas en la ciudad de Escazú, es sumamente valiosa, ante el vacío existente de trabajos similares. Además, este conocimiento creó el fundamento y la posibilidad de compartir con la sociedad, tanto dentro como fuera de la academia, con el objetivo de insertar las abejas nativas en el imaginario de la vida silvestre y promover las ciudades como lugares sostenibles con la flora, fauna y las personas.

La respuesta de la comunidad recibida durante este trabajo, puede verse como una gran oportunidad para darle continuidad a la implementación de programas de educación ambiental con enfoque abeja, que integren ecología de abejas nativas y plantas, función e importancia ecosistémica e impacto económico y social en las comunidades urbanas.

## 7. Conclusiones

- A partir de los muestreos sistemáticos de abejas en la ciudad de Escazú, se registraron 60 especies de abejas nativas y una especie de abeja exótica. Así mismo, se registraron 112 especies de plantas que aportan néctar, polen y resinas, así como sitios de nidificación, en la ciudad de Escazú, San José, Costa Rica.
- Se desarrollaron dos estrategias metodológicas: “Las aventuras de la abeja mariola en la ciudad” para niños y “Comunidad Abeja” para adultos, con el fin de informar y sensibilizar a las personas acerca de la importancia de las abejas nativas y la interacción que tienen estas con las plantas.
- Se realizaron con éxito 7 talleres “Las aventuras de la abeja mariola en la ciudad” dirigidos a niños en edad escolar y 4 talleres “Comunidad Abeja. Conservación de abejas nativas y ciencia ciudadana” dirigidos a organizaciones ambientales y sociedad civil.

## **8. Recomendaciones**

- Continuar con los muestreos sistemáticos de abejas nativas y plantas a través del año.
- Implementar los talleres con enfoque abeja mediante un programa a plazo, que brinde la posibilidad de profundizar los contenidos, y así favorecer la transmisión del conocimiento y la sensibilización y concientización de la sociedad. Al tiempo que permita la inclusión de un método de evaluación y retroalimentación más exhaustivo.
- Producir material didáctico a partir de la información ecológica obtenida para favorecer los procesos de enseñanza en talleres y charlas de educación ambiental con enfoque abeja (Folletos, guías, manuales, pósters).

## 9. Anexos

**Anexo 1. Cuadro 3.** Lista de abejas registradas en Escazú (Febrero- Julio 2019).

Familia	Tribu	Nombre científico	Método muestreo
Apidae	Apini	<i>Apis mellifera scutellata</i>	Red, trampa amarilla
Apidae	Eucerini	Eucerini	Red
Apidae	Centridini	<i>Centris</i> sp.1	Red
Apidae	Centridini	<i>Centris</i> sp.2	Red
Apidae	Euglossini	<i>Euglossa cognata</i>	Metil salicilato
Apidae	Euglossini	<i>Euglossa dilemma</i>	Eucaliptol
Apidae	Euglossini	<i>Euglossa maculalilabris</i>	Eucaliptol
Apidae	Euglossini	<i>Euglossa</i> sp.	Eucaliptol
Apidae	Euglossini	<i>Eulaema bombiformis</i>	Eucaliptol, vainillina
Apidae	Euglossini	<i>Eulaema cingulata</i>	Eucaliptol, vainillina
Apidae	Euglossini	<i>Eulaema polychroma</i>	Eucaliptol, vainillina
Apidae	Exomalopsini	<i>Exomalopsis</i> sp.1	Red
Apidae	Exomalopsini	<i>Exomalopsis</i> sp.2	Red
Apidae	Meliponini	<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	Red
Apidae	Meliponini	<i>Lestrimellita limao</i>	Eucaliptol
Apidae	Meliponini	<i>Melipona costaricensis</i>	Red
Apidae	Meliponini	<i>Nannotrigona perilampoides</i>	Red
Apidae	Meliponini	<i>Partamona orizabaensis</i>	Red, pescado descompuesto
Apidae	Meliponini	<i>Scaptotrigona obscuripennis</i>	Red
Apidae	Meliponini	<i>Tetragonisca angustula</i>	Red
Apidae	Meliponini	<i>Trigona corvina</i>	Pescado descompuesto
Apidae	Meliponini	<i>Trigona fulviventris</i>	Red, trampa amarilla
Apidae	No corbiculado	<i>No cor1</i>	Red
Apidae	No corbiculado	<i>No cor2</i>	Red
Apidae	No corbiculado	<i>No cor3</i>	Red
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 1	Trampa amarilla
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 10	Red
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 2	Trampa amarilla
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 3	Trampa amarilla
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 4	Red
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 5	Red
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 6	Red
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 7	Red
Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 8	Red

Apidae	Xylocopini	<i>Ceratina</i> sp. 9	Red
Apidae	Xylocopini	<i>Xylocopa</i> sp.	Red
Colletidae	Hylaeinae	<i>Hylaeus</i> sp.	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlora</i> sp. 5	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlorasp.</i> 1	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlorasp.</i> 2	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlorasp.</i> 3	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlorasp.</i> 4	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochloropsis</i> sp. 1	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochloropsis</i> sp. 2	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Neocorynurasp.</i>	Red
Halictidae	Augochlorini	<i>Pseudoaugochlora</i> sp.	Red
Halictidae	Halictini	<i>Agapostemon</i> sp.	Red
Halictidae	Halictini	<i>Agapostemonoides</i> sp.	Red
Halictidae	Halictini	<i>Habralictus</i> sp.	Red
Halictidae	Halictini	<i>Halictus</i> sp.	Red
Halictidae	Halictini	<i>Lassioglossum</i> sp. 7	Red
Halictidae	Halictini	<i>Lassioglossum</i> sp. 1	Trampa amarilla
Halictidae	Halictini	<i>Lassioglossum</i> sp. 2	Trampa amarilla
Halictidae	Halictini	<i>Lassioglossum</i> sp. 3	Trampa amarilla
Halictidae	Halictini	<i>Lassioglossum</i> sp. 4	Red
Halictidae	Halictini	<i>Lassioglossum</i> sp. 5	Red
Halictidae	Halictini	<i>Lassioglossum</i> sp. 6	Red
Halictidae	Halictini	<i>Lassioglossum</i> sp. 8	Red
Megachilidae	Megachilinae	<i>Coelioxys</i> sp.	Red
Megachilidae	Megachilinae	<i>Heriades</i> sp.	Red
Megachilidae	Megachilinae	<i>Megachile</i> sp.	Red

**Anexo 2. Cuadro 4.** Lista de plantas visitadas por abejas nativas registradas en Escazú (Febrero- Julio 2019).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Nativa	Hábito
Acanthaceae	<i>Hypoestes phyllostachya</i>	sarampión	no	Silvestre
Acanthaceae	<i>Thunbergia grandiflora</i>	Jalapa	no	Cultivado
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	no	Ambos
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i>	Cirrí colorado	si	Silvestre
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Jocote	si	Ambos
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>	Culantro	si	Ambos
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Juche	si	Ambos
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i>	Chirca	si	Ambos
Arecaceae	<i>Roystonea regia</i>	Palma real	si	Cultivado
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	viborana	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	Santa Lucía	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Archibaccharis schiedeana</i>	Arvense	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Aster sp.</i>	Aster ornamental	no	Cultivado
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Moriseco	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Calea urticifolia</i>	Jalacate, jaral	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Chaptalia nutans</i>	Arnica	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Conyza apurensis</i>	Botoncillo	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	Arvense	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	Hierba de fuego	no	Silvestre
Asteraceae	<i>Emilia fosbergii</i>	Arvense	no	Silvestre
Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	Arvense	no	Silvestre
Asteraceae	<i>Hypochoeris radiata</i>	Flatweed, falso diente de león	no	Silvestre
Asteraceae	<i>Jaegeria hirta</i>	Arvense amarilla	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	no	Cultivado
Asteraceae	<i>Lantana camara</i>	Arvense	no	Silvestre
Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i>	Arvense blanca	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Pseudogynoxys chenopodioides</i>	Enredadera anaranjada	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Sonchus olearaceas</i>	Serraja	no	Silvestre
Asteraceae	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Margarita amarilla rastrera	si	Ambos
Asteraceae	<i>Titonia diversifolia</i>	Mirasolillo	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	Hierba de burro	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Vernonia patens</i>	Tuete	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Vernonia stellaris</i>	Tuete lila	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Viguiera cordata</i>	Arvense	si	Silvestre
Asteraceae	<i>Zinnia elegans</i>	zinnia	si	Ambos
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	no	Cultivado

Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortéz amarillo	si	Ambos
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble sabana	si	Ambos
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Vainillo	si	Ambos
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Poro poro	si	Ambos
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i>	Raspaguacal	si	Silvestre
Brassicaceae	<i>Lepidicum virginicum</i>	Mastuerzo	si	Silvestre
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Indio pelado	si	Ambos
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	si	Cultivado
Clethraceae	<i>Clethra lanata</i>	Nancillo	si	Silvestre
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro de playa	no	Ambos
Commelinaceae	<i>Tinantia erecta</i>	Lágrima de viuda	si	Silvestre
Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i>	Cucaracha	si	Ambos
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Churristate	no	Ambos
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i>	Ayote	si	Ambos
Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i>	Chayote	si	Cultivado
Cucurbitaceae	<i>Sechium tacaco</i>	Tacaco	si	Ambos
Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i>	Cuita de zoncho	si	Silvestre
Euphorbiaceae	<i>Croton draco</i>	Targuá	si	Ambos
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbia 2	si	Silvestre
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbia	no	Silvestre
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hoffmaniana</i>	Euphorbia	si	Silvestre
Euphorbiaceae	<i>Ixora coccinea</i>	Moño de señora	no	Cultivado
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, ricino	no	Silvestre
Fabaceae	<i>Bauhinia unguulate</i>	Casco de venado	si	Ambos
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i>	Carao	si	Ambos
Fabaceae	<i>Cojoba arborea</i>	Lorito	si	Ambos
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Malinche	no	Cultivado
Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i>	Pega-pega	no	Silvestre
Fabaceae	<i>Diphysa americana</i>	Guachipelín	si	Ambos
Fabaceae	<i>Erythrina berteroana</i>	Poro nativo	si	Ambos
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	si	Ambos
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	si	Ambos
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona	si	Silvestre
Fabaceae	<i>Senna papillosa</i>	Chilillo verde	si	Cultivado
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Mataroncha	si	Silvestre
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i>	Chan	si	Silvestre
Lamiaceae	<i>Mentha piperita</i>	Hierbabuena	no	Ambos
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca	no	Cultivado

Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i>	Oregano	no	Cultivado
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	no	Cultivado
Lamiaceae	<i>Salvia officinalis</i>	Salvia	no	Cultivado
Lamiaceae	<i>Satureja viminea</i>	Menta	no	Ambos
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	Aguacatillo	si	Silvestre
Lauraceae	<i>Persea Americana</i>	Aguacate	si	Ambos
Lythraceae	<i>Punica granatum</i>	Granada	no	Cultivado
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	si	Cultivado
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	si	Ambos
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escobilla	si	Silvestre
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Escobilla	si	Silvestre
Malvaceae	<i>Triumfetta bogotensis</i>	Enredadera flor amarilla	si	Silvestre
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	si	Ambos
Myrtaceae	<i>Callistemon sp.</i>	Cepillo de botella	no	Cultivado
Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp.</i>	Eucalipto	no	Ambos
Myrtaceae	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	Cas	si	Ambos
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	si	Ambos
Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i>	Manzana de agua	no	Cultivado
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	Trébol	si	Silvestre
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilia</i>	Trébol	si	Silvestre
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	Trébol	si	Silvestre
Primulaceae	<i>Ardisia revolute</i>	Tucuico	si	Ambos
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	Durazno	no	Cultivado
Rosaceae	<i>Rubus</i>	Mora	no	Ambos
Rubiaceae	<i>Coffea Arabica</i>	Café	no	Cultivado
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Cafecillo	si	Cultivado
Rubiaceae	<i>Spermacoce exilis</i>	Arvense	si	Silvestre
Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	Cítricos	no	Cultivado
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	Guitite	si	Ambos
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i>	Chile dulce	si	Ambos
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	no	Cultivado
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i>	11 de abril	si	Cultivado
Verbenaceae	<i>Duranta repens</i>	Pingo de oro	si	Cultivado
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Lantana	si	Ambos
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i>	Juanilama	si	Ambos
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	Rabo de zorro	si	Ambos
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	si	Silvestre
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>	Enredadera flor verde	si	Silvestre

## 10. Bibliografía

- Adenesky-Filho, E , J. Macaneiro & M. Vitorino. 2017. How to select potential species for ecological restoration of rain forest – Southern Brazil. *Applied Ecology and Environmental Research*. 15:1671-1684.
- Ayala, R., T. L. Griswold & S. Bullock. 1993. The native bees of Mexico. *In*: T.P. Ramamoorthy, R, Bye, A. Lot & J. Fa. (Eds). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford Press. USA.
- Banaszak-Cibicka, W. & M. Żmihorski. 2012. *Journal of Insect Conservation*. 16:331. doi.org/10.1007/s10841-011-9419-2.
- Black, S., M, Sheperd, M.Vaughan, C. LaBar & N. Hodges. 2009. *Pollinator Conservation Strategy*. Yolo Natural Heritage Program. The Xerces Society for Invertebrate Conservation. USA. 72 p.
- Burr, A., N. Schaeg, P. Muñiz, G. Camilo & D. Hall. 2016. Wild bees in the city: Reimagining urban spaces for native bee health. *Consilience: The Journal of Sustainable Development*. 16: 106-131.
- Campos, L., F. A. Silveira, M. de Oliveiram C. Abrantes, E. Morato & G. Melo. 1989. Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia*. 6:621-626.
- Cândido, M., E. Morato, D. Storck-Tonon, P. Miranda & L. Vieira. 2018. *Journal of Insect Conservation*. doi.org/10.1007/s10841-018-0075-7
- Cho, Y., & D. Lee. 2018. 'Love honey, hate honey bees': Reviving biophilia of elementary school students through environmental education program. *Environmental Education Research*. 24: 445-460.
- Chóez-Guaranda, I., O. Ruiz-Barzola ,J. Ruales & P. Manzano. Antioxidant activity optimization and GC-MS profile of aqueous extracts of *Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob. Leaves, *Nat Prod Res*. 17:1-5. doi: 10.1080/14786419.2018.1539978.
- Clark, J.A. & R. May. 2002. Taxonomic bias in conservation research. *Science*, 297:191-192.
- Da Rocha J. R. M., A. J. Ribeiro, L. G. Aveiro y A. Durval. 2010. Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. *HOLOS Environment* 10: 250-262.

- Durán-López, M., Z. Barrientos & C. Charpentier. 2016. Percepción ambiental de escolares urbanos: influencia de áreas verdes, financiamiento y sexo en Costa Rica. Cuadernos de Investigación UNED. 8: 31-39.
- Ferreira, P.A., D. Boscolo, L. Carvalheiro, J. Biesmeijer, P. Rocha & B. Viana. 2015. Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. *Landscape Ecology* 30:2067–2078.
- Florez, J., R. Muschler, C. Harvey, B. Finegan & D. Roubik. 2002. Biodiversidad funcional en cafetales: el rol de la diversidad vegetal en la conservación de abejas. *Agroforestería de las Américas*. 9:29-36.
- Frankie, G.W., R. Thorp, M. Schindler, J. Hernandez, B. Ertter & M. Rizzardi. 2005. Ecological patterns of bees and their host ornamental flowers in two northern California cities. *J. Kans. Entomol. Soc.* 78:227–246.
- Frankie, G.W., R. E. Coville, J.C Pawele, C.C. Jadallah, S. B. Vinson & L. E. Martínez. 2018. Bee-flower-people relationships, field biologists, and conservation in northwest urban Costa Rica and beyond. *Zoosymposia*. 12: 18-28.
- Freitas, M., V. Imperatriz-Fonseca, L. Medina, A. Kleinert, L. Galetto, G. Nates-Parra & J. Quezada-Euan. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie*. 40: 332–346.
- Jiménez, A., M. Monroe, N. Zamora & J. Benayas. 2015. Trends in environmental education for biodiversity conservation in Costa Rica. *Environment Development and Sustainability*. 19: 221–238.
- Garibaldi, L.A., L. Carvalheiro, S. Leonhardt, M. Aizen, B. Blaauw, R. Isaacs, M. Kuhlmann, D. Kleijn, A. Klein, C. Kremen, L. Morandin, J. Scheper & R. Winfree. 2014. From research to action: practices to enhance crop yield through wild pollinators. *Front. Ecol. Environ* 12:439–447.
- Giannini, T., C. Maia-Silva, A. Acosta, R. Jaffé, A. Carvalho, C. Martins, F. Zanella, C. Carvalho, M. Hrnčir, A. Saraiva, J. Siqueira & V. Imperatriz-Fonseca. 2017. Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. *Apidologie*. 48: 784. doi.org/10.1007/s13592-017-0523-5
- Harrison, T., J. Gibbs & R. Winfree. 2018. Forest bees are replaced in agricultural and urban landscapes by native species with different phenologies and life-history traits. *Glob. Change. Biol.* 24:287–296.

- Hedström I., J. Harris & K. Fergus. 2006. Euglossine bees as potential bio-indicators of coffee farms: Does forest access, on a seasonal basis, affect abundance? *Revista de Biología Tropical*. 54: 1188-1195.
- Instituto Nacional de Meteorología (IMN). 2008. Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía. Costa Rica.
- Kaluza, B. H. Wallace, T. Heard, A. Klein & S. Leonhardt. 2016. Urban gardens promote bee foraging over natural habitats and plantations. *Ecology and Evolution*.
- Klein, M. A., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen & T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society*. 274:303-313.
- Knoll, Fátima R. N., & Santos, Leandro M. 2012. Orchid bee baits attracting bees of the genus *Megalopta* (Hymenoptera, Halictidae) in Bauru region, São Paulo, Brazil: abundance, seasonality, and the importance of odors for dim-light bees. *Revista Brasileira de Entomologia*. 56: 481-488
- Kremen, C., N.M. Williams, & R.W. Thorp. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Pnas*: 16812-16816.
- Lowenstein, D. & E. Minor. 2016. Diversity in flowering plants and their characteristics: integrating humans as a driver of urban floral resources. *Urban Ecosystems*. 19:1735–1748.
- Lowenstein, D. K. Matteson & E. Minor. 2018. Evaluating the dependence of urban pollinators on ornamental, non-native, and ‘weedy’ floral resources. *Urban Ecosystems*. [doi.org/10.1007/s11252-018-0817-z](https://doi.org/10.1007/s11252-018-0817-z)
- Manzano, P., M. Miranda, M.F. Quijano & L. Monzote. 2015. Advances in Studies of *Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob. Growing in Ecuador. In: A. Venket Rao Leticia G. Rao. (Eds.). *Phytochemicals - Isolation, Characterisation and Role in Human Health*. IntechOpen. DOI: 10.5772/59866.
- Martins, A. r. Goncalves & G. Melo. 2013. Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years. *Zoologia*. 30:157-176.
- Martins, K.T., A. Gonzale & M. Lechowicz. 2017. *Urban Ecosystems*. 20: 1359. [doi.org/10.1007/s11252-017-0688-8](https://doi.org/10.1007/s11252-017-0688-8)
- Matteson, K.C., J. Ascher & G. Langellotto. 2008. Bee richness and Abundance in New York City Urban Gardens. *Ann Entomol Soc Am*. 101:140–150

- McCravy, K., J. Van Dyke, T. Creedy & K. Williams. 2017. Comparison of Orchid Bee (Hymenoptera: Apidae) species composition collected with four chemical attractants. *Florida Entomologist*. 100: 3
- Meléndez-Ramírez, V., H. Delfín & R. Ayala. 2015. Abejas como bioindicadores de perturbaciones en los ecosistemas y el ambiente. *In*: C. González, A. Vallarino, J. Pérez & A. Low. *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiente*. ECOSUR-INECC. México.
- Mendoza, J., M. Zachariah, G. Gutiérrez, G. Herrera & J. Pauli. Resource use by the two-toed sloth (*Choloepus hoffmanni*) and the three-toed sloth (*Bradypus variegatus*) differs in a shade-grown agro-ecosystem. *Journal of Tropical Ecology*. 31:49-55.
- Menz, M., R. Phillips, R. Winfree, C. Kremen, M. Aizen, S. Johnson & K. Dixon. 2011. Reconnecting plants and pollinators: challenges in the restoration of pollination mutualisms. *Trends in Plant Science*. 16: doi:10.1016/j.tplants.2010.09.006.
- Ministerio de Educación Pública. 2014. Programa Integrado de Educación para el Desarrollo Sostenible y la Gestión Ambiental Institucional. San José, Costa Rica.
- Motta, E., K. Raymann, & N. Moran. 2018. Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 115: 10305-10310.
- Municipalidad de Escazú. 2009. Adendum para la reglamentación de la zona de amortiguamiento agrícola de Escazú. Subcomisión de Zona Agrícola. Municipalidad de Escazú. 26 p.
- Nates-Parra, G., A. Parra, A. Rodríguez, P. Baquero & D. Vélez. 2006. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología* 32: 77-84.
- Nates-Parra, G., E. Palacios & A. Parra. 2008. Efecto del cambio del paisaje en la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae) en Meta, Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 56:1295-1308.
- Nxumalo, F. 2017. Stories for living on a damaged planet: Environmental education in a preschool classroom. *Journal of Early Childhood Research* 16(2):1476718X1771549
- Ortega, N. & E. Velasco. Manual de educación ambiental para escuelas primarias del estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado. México. 333 p.
- Papanikolaou, A. I. Kuhn, M. Frenzel & O. Schweiger. 2017. Semi-natural habitats mitigate the effects of temperature rise on wild bees

- Pardee, G. & S. Philpott. 2014. Native plants are the bee's knees: local and landscape predictors of bee richness and abundance in backyard gardens. *Urban Ecosyst.* 17: 641. [doi.org/10.1007/s11252-014-0349-0](https://doi.org/10.1007/s11252-014-0349-0)
- Pauli, J.N., J. Mendoza, S. Steffan, C. Carey, P. Weimer & M. Peery. 2014 A syndrome of mutualism reinforces the lifestyle of a sloth. *Proc. R. Soc. B* 281: 20133006. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.3006>
- Poveda, L. & M. Otárola. 2013. *In*: I. Aguilar (presidencia). Congreso Mesoamericano sobre Abejas Nativas. Listado preliminar de hierbas, arbustos y enredaderas de importancia para las abejas nativas en Costa Rica. Heredia, Costa Rica.
- Ramalho, M. 2004. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Botanica Brasilica.* 18:37-47
- Rastandeh, A., M. Pedersen-Zari, D. K. Brown & R. Vale. 2018. Utilising exotic flora in support of urban indigenous biodiversity: lessons for landscape architecture. *Landscape Research.* 43:708-720.
- Roubik, D. W. & P. E. Hanson. 2004. *Orchid Bees of Tropical America: Biology and Field guide.* Heredia. INBio Press. 370 p.
- Roubik, D. W. 1989. *Ecology and Natural History of Tropical Bees.* Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Samways, M. 2018. Insect Conservation for the Twenty-First Century. *In*: M. Manjur Shah (Ed). *Insect Science. Diversity, Conservation and Nutrition.* [dx.doi.org/10.5772/intechopen.73864](https://doi.org/10.5772/intechopen.73864)
- Scheuch, M. T. Panhuber, S. Winter, J. Kelemen-Finan, M. Bardy-Durchhalter & S. Kapelari. 2018. Butterflies & wild bees: biology teachers' PCK development through citizen science. *Journal of Biological Education.* 52:79-88.
- Seidea, V., R. Bernardes, E. Pereira & M. Pereira. 2018. Glyphosate is lethal and Cry toxins alter the development of the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. *Environmental Pollution.* 243: 1854-1860.
- Simao, M., J. Matthijs & I. Perfecto. 2017. Experimental small-scale flower patches increase species density but not abundance of small urban bees. *Journal of Applied Ecology.* 55:1759-1768.
- Smith, H. 1999. Evaluación de cinco métodos de muestreo para abejas en dos estados sucesionales del área de influencia del embalse Porce II (Antioquia). *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín.* 52: 435-450

- Suni, S. & B. Brosi. 2011. Conservation Genetics. 13: 323. [doi.org/10.1007/s10592-011-0284-z](https://doi.org/10.1007/s10592-011-0284-z)
- Tidball, K. & M. Krasny. 2010. Urban environmental education from a social-ecological perspective: conceptual framework for civic ecology education. Cities and the Environment. 3: 11. <http://escholarship.bc.edu/cate/vol3/iss1/11>.
- Urbani, B. & C. Bosque. 2006. Feeding ecology and postural behaviour of the three-toed sloth (*Bradypus variegatus flaccidus*) in northern Venezuela. Mammalian Biology. 72:321-329.
- Veléz-Ruiz, R., V. González & M. Engel. Observations on the urban ecology of the Neotropical stingless bee *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Journal of Melittology. 15:1-8
- Vergara H. C. & E. I. Badano. 2009. Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: The importance of rustic management systems. Agriculture, Ecosystems and Environment. 129: 117-123.
- Vieira, K., P. Netto, D. Amaral, S. Mendes, L. Castro & F. Prezoto. 2016. Nesting stingless bees in urban areas: a reevaluation after eight years. Sociobiology 63:976-981.
- Williams, N., K. Ward, N. Pope, R. Isaacs, J. Wilson, E. May, J. Ellis, J. Daniels, A. Pence, K. Ullmann and J. Peters. 2015. Native wildflower plantings support wild bee abundance and diversity in agricultural landscapes across the United States. Ecological Applications. 25: 2119-2131.
- Wilson, J., M. Forister & O. Messinger. 2017. Interest exceeds understanding in public support of bee conservation. Biology Faculty Publications. Paper 1570. [https://digitalcommons.usu.edu/biology\\_facpub/157](https://digitalcommons.usu.edu/biology_facpub/157)