

Iniciativa Colombiana de Polinizadores

Capítulo Abejas



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA



Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN

I. Marco conceptual

Biodiversidad, polinizadores y polinización

Polinización como un Servicio ecosistémico (María Argenis Bonilla)

Por que conservar los polinizadores en Colombia?

II. Antecedentes

Iniciativas Internacionales de polinizadores

Iniciativa colombiana de Polinizadores capitulo Abejas

III. Estado del conocimiento:

Diagnostico sobre la situación de los polinizadores abejas y polinización en Colombia

IV. Objetivos ICPA

V. Líneas de Acción

VI. Conclusiones y recomendaciones

VII. Bibliografía

VIII. Anexos: I. Estudio de Caso

II. Lista preliminar de algunas especies vegetales y su interacción con insectos, especialmente abejas

INICIATIVA COLOMBIANA DE POLINIZADORES

INTRODUCCIÓN

I. MARCO CONCEPTUAL

I.1. BIODIVERSIDAD, POLINIZADORES Y POLINIZACIÓN

Existen cerca de 250.000 especies de plantas con flor, que constituyen una diversidad asombrosa en nuestro planeta, ocupando todos sus ambientes. Hay plantas [arbustivas](#) y [herbáceas](#), las hay terrestres y acuáticas, se encuentran tanto en los desiertos como en los pantanos, en el nivel del mar como en lo alto de las montañas.

La aparición de las plantas con flores se da relativamente tarde en el curso de la evolución de los vegetales (-130 mill. años), que habían ocupado los mares y continentes desde hacía muchos millones de años. La especialización de las estructuras reproductivas formando el órgano floral y el desarrollo de frutos y semillas han significado un gran éxito evolutivo por cuanto hoy en día cerca del 90% de las plantas terrestres pertenecen a este grupo.

Los órganos florales son estructuras complejas cuyo plan organizacional está muy conservado, constituido por unas piezas infértiles que protegen y atraen, sépalos y pétalos, y por unas piezas fértiles con la función reproductiva, estambres y carpelos. Sin embargo, esta organización tan invariable no significa que no exista una tremenda diversidad en la [morfología](#) y [fisiología](#) de todas y cada una de las piezas que componen a la flor. Estas modificaciones en las Angiospermas han surgido por la necesidad de un agente externo para la transferencia de los gametos masculinos hasta el estigma y de esta manera completar la fecundación. Esta necesidad fue probablemente en un principio satisfecha por el viento pero pronto entran en juego miles de especies de animales que son atraídos por los recursos localizados en las flores: néctar, polen, aceites, resinas, albergue etc. estableciéndose de esta manera una relación mutualista por excelencia entre la planta y su polinizador.

Diferentes tipos de polinizadores requieren diferentes tipos de atractivos, así las flores zoófilas han evolucionado y se han diversificado en una gran variedad de tipos los cuales pueden agruparse en síndromes florales, que constituyen una serie de características similares tales como forma, tamaño, color, aroma, tipo y cantidad de recompensa, que serán preferidas por cierto polinizador. Así por ejemplo las flores rojas, de corolas tubulares y con abundante néctar diluido, atrae típicamente pájaros.

Aunque en la naturaleza existe el mecanismo de autopolinización, la polinización cruzada es muy importante, pues este es el mecanismo que permite el intercambio de caracteres genéticos entre las plantas, lo que promueve la diversidad y una mayor capacidad de adaptación de las poblaciones al ambiente. Por tanto la mayoría de especies de plantas favorecen el cruzamiento y para ello necesitan a los polinizadores. Esta relación mutualista se extiende también a las plantas cultivadas por el hombre. Más del 75% de los cultivos del mundo y el 80% de las especies de plantas con flores dependen de polinizadores animales, si esta relación se rompe podríamos dejar de tener acceso a cientos de frutas, verduras y legumbres que hacen parte de nuestra dieta actual.

Es claro entonces que gran parte de la diversidad vegetal y por tanto la diversidad estructural y funcional de los ecosistemas están basadas en la biología reproductiva de las plantas, que a su vez dependen en gran parte de los polinizadores animales.

I. 2 LA POLINIZACIÓN COMO SERVICIO ECOSISTÉMICO

María Argenis Bonilla Gómez^{1,2}

¹Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
mabonillag@unal.edu.co

²Visiting Scholar, Dirzo Lab. Biology Department, Stanford University, Stanford, CA, 94305.

Introducción

Un servicio ecosistémico es un proceso natural que beneficia a las sociedades humanas (Daily 1997); son todos los beneficios tangibles e intangibles que obtienen las personas de los ecosistemas (MA, 2005a). Aunque ésta definición parece simple, es necesario preguntarnos: ¿Cómo podemos relacionar la biodiversidad con el servicio que ésta presta al bienestar humano? Esta pregunta es importante, para entender cómo el uso que el hombre hace de la naturaleza está afectando el funcionamiento de los ecosistemas y cuáles son las implicaciones que tiene esto para el bienestar humano (Balvanera, Kremen y Martínez-Ramos, 2005; Kremen, 2005; Kremen y Ostfeld, 2005; Dobson *et al.*, 2006; Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010).

Para responder la pregunta planteada anteriormente es necesario considerar que los servicios de los ecosistemas que demanda la sociedad provienen de la biodiversidad en sí misma (individuos, poblaciones y especies) y de las interacciones entre ésta y el medio físico, que a su vez configuran las funciones en los ecosistemas (Fig. 1). Así, servicios como la provisión de alimento por los agroecosistemas y los ecosistemas naturales y la regulación de ciclos hidrológicos que hacen los bosques surgen básicamente de funciones relacionadas con interacciones mutualistas planta-animal como la polinización y la dispersión de frutos y semillas. Si estas interacciones se alteran drásticamente de manera no aleatoria la función podría desaparecer y por tanto el servicio que éstas prestan al bienestar humano (Memmott, Waser y Price, 2004; Bascompte y Jordano, 2007; Kremen y Chaplin-Kramer, 2007), afectando de manera diferencial a algunas comunidades humanas más que a otras (Díaz *et al.* 2011).

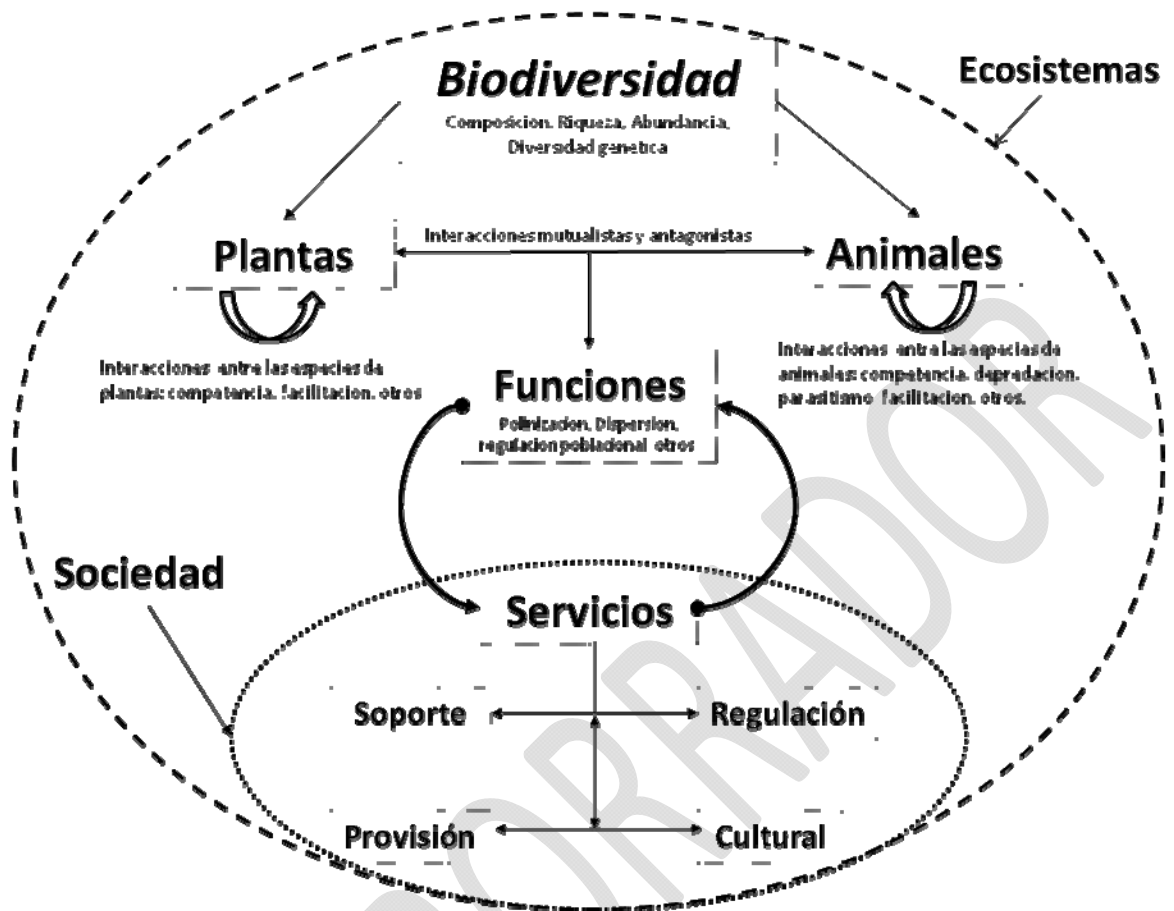


Figura 1. Marco conceptual que muestra la relación entre la biodiversidad, las funciones y los servicios de los ecosistemas. Tanto la biodiversidad como la sociedad están inmersas en los ecosistemas. Los servicios surgen por la demanda y la utilización que hace la sociedad de la naturaleza. El uso que hace la sociedad afecta las funciones y a su vez a los servicios.

En la última década ha crecido el interés por el conocimiento de la relación entre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos dado que algunos ciclos fundamentales para el sostenimiento del planeta dependen de las interacciones entre los diferentes elementos en los ecosistemas. Así, el interés de los investigadores y aún de los gobiernos se ha centrado en analizar el efecto de la pérdida de la biodiversidad, el aumento de las especies invasoras, el cambio en la composición de especies en las comunidades y de diversas formas de intervención antrópica sobre algunas funciones en los ecosistemas y sobre los servicios ambientales que estos prestan para el bienestar humano (Duffy *et al.*, 2007; Balvanera *et al.*, 2006; Díaz *et al.*, 2005; Hooper *et al.*, 2005; MA, 2005a; 2005b; Tschamtkke *et al.*, 2005; Balvanera *et al.*, 2001).

En este contexto, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA) surge en el 2001 como una iniciativa de la Naciones Unidas para analizar las consecuencias del cambio en los servicios de los ecosistemas sobre el bienestar humano y establecer las bases científicas para tomar las medidas necesarias para aumentar la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas (MA, 2003a).

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2003b; 2005a) propuso, con fines puramente operativos, cuatro categorías en los servicios de los ecosistemas: aprovisionamiento, regulación, cultural y de soporte. Estas categorías se traslapan ampliamente y su delimitación pretende que se incluyan la mayor cantidad posible de servicios.

Los servicios de provisión son los productos obtenidos de los ecosistemas como: alimento, fibras, combustibles, medicinas naturales y agua dulce. Los servicios de regulación son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas como: el clima, la circulación del agua, control de la erosión, purificación del agua, control biológico de plagas y protección contra desastres naturales. Por su parte, los servicios de soporte son aquellos necesarios para la producción de todos los otros servicios de los ecosistemas. Algunos de estos servicios son: polinización, formación y retención de los suelos, ciclado de nutrientes, producción primaria, producción de oxígeno desde la fotosíntesis, provisión de hábitats, entre otros. Finalmente, los servicios culturales son los beneficios inmateriales que obtiene la gente de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación y experiencias estéticas.

Muy recientemente, Díaz *et al.* (2011) propusieron un marco conceptual y metodológico para lograr una aproximación interdisciplinaria que permita analizar de manera integrada las relaciones entre la diversidad funcional, los servicios de los ecosistemas y las acciones humanas. Esta aproximación permite conectar el entendimiento del papel ecológico de la biodiversidad con su relevancia social como servicio ecosistémico.

El objetivo de esta revisión es brindar elementos conceptuales para el entendimiento de la relación entre la biodiversidad y la prestación del servicio de polinización, ofrecido fundamentalmente por abejas. Se busca también mostrar un panorama de hacia dónde se han dirigido los esfuerzos en diferentes lugares y escuelas del mundo para entender el servicio de polinización y con ello orientar la identificación de problemas y el planteamiento de preguntas para el desarrollo de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores, capítulo Abejas en el contexto de un país tropical como Colombia, con una producción agrícola importante que requiere del servicio de polinización y cuya prestación puede estar amenazada por la intensificación de la agricultura y la disminución, fragmentación y destrucción de los hábitat naturales.

La polinización biótica como servicio ecosistémico

La polinización biótica es un servicio ecosistémico resultante de la interacción mutualista entre la necesidad de las plantas movilizar su polen hasta estigmas co-específicos usando para ello un animal como vector del polen y la necesidad de los animales de encontrar en las plantas recursos para su alimentación y su reproducción. Así, la interacción planta-polinizador involucra, fundamentalmente, elementos del componente reproductivo de la adecuación para las plantas (aunque no podemos desconocer los “compromisos” entre la reproducción y la supervivencia) y elementos tanto de la supervivencia como de la reproducción para los animales (Fig. 2).

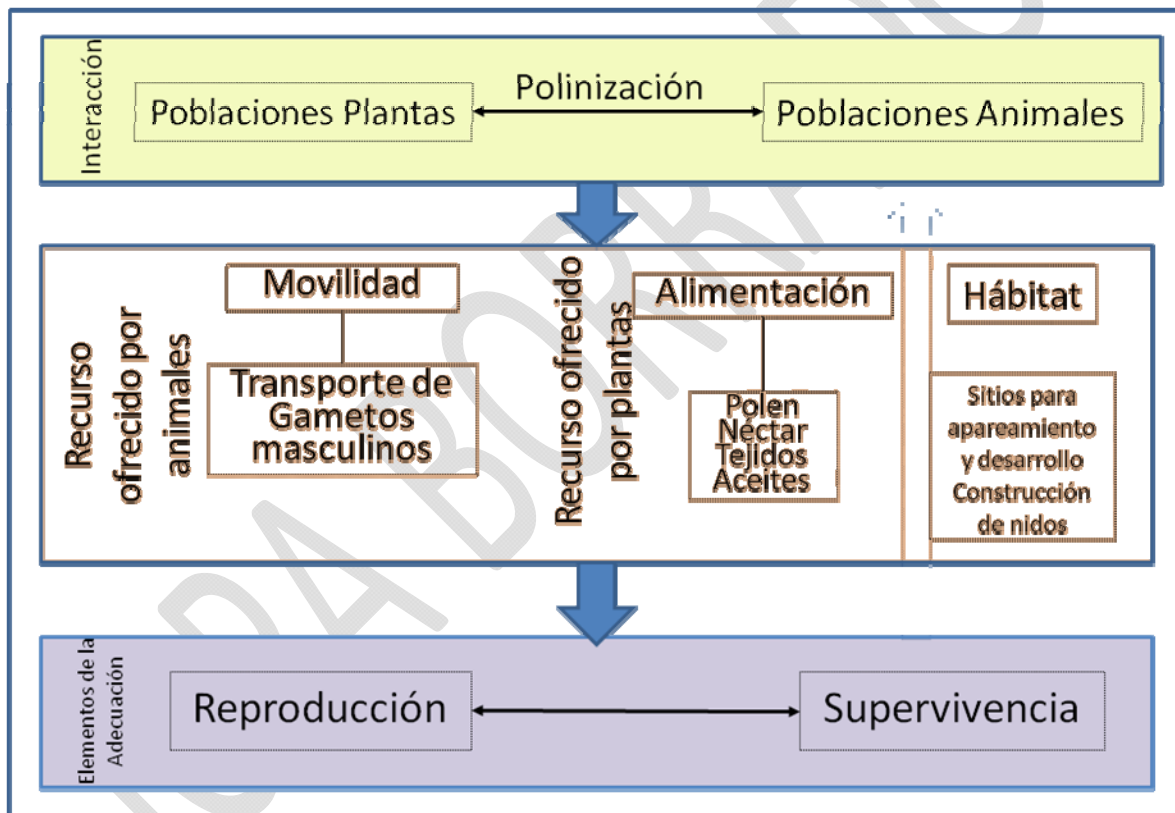


Figura 2. Modelo conceptual de los recursos y elementos involucrados en la interacción planta-polinizador. En la interacción las plantas buscan que los animales movilicen sus gametos masculinos y para ello ofrecen recursos a los animales para su supervivencia y reproducción como hábitat, alimentación y sitios para la reproducción. El uso que las plantas y los animales hacen de estos recursos afecta elementos de la adecuación relacionados con la reproducción y la supervivencia, los cuales a su vez afectan la dinámica de las poblaciones de las plantas y los animales.

Para las plantas una falla en el transporte y depósito del polen en el estigma representa una disminución en su potencial reproductivo que puede afectar notablemente su adecuación. Así, se considera que la planta presenta una limitación reproductiva debida al polen y características de la comunidad de polinizadores como su identidad, abundancia y diversidad pueden aumentar la intensidad de esta limitación (Gómez *et al.*, 2010).

En algunos casos los animales que actúan como polinizadores no solo buscan alimento en las plantas sino que realizan todo su ciclo de vida en el interior de flores o inflorescencias. Esta estrecha interacción ha presionado la evolución tanto en las plantas como en los animales. Dos de los casos más intensamente estudiados son: la interacción entre las polillas de los géneros *Parategeticula* y *Tegeticula* (Lepidoptera: Prodoxidae) que polinizan las flores de las agaváceas del género *Yucca* (Bogler, Neff y Simpson, 1995) y las avispas agaónidas que polinizan diversas especies del género *Ficus* (Cook y Rasplus, 2004; Machado *et al.*, 2005).

El servicio de polinización biótica es prestado por diversos grupos de animales incluyendo mamíferos, aves e insectos. Ollerton, Winfree y Tarrant (2011) estimaron que 308.006 especies de plantas con flores son polinizadas por animales; este es el 87,5% de la diversidad total de angiospermas. Así mismo, estos investigadores enfatizaron que, en promedio, el 94% de las especies de plantas con flores en las zonas tropicales son polinizadas por animales en contraste con el 78% en las zonas templadas. Estas estimativas destacan la importancia de la disminución de los polinizadores, la cual podría poner en riesgo la existencia de una porción importante de la flora del planeta.

Con una riqueza entre 3.7 y 2.5 millones de especies, estimada recientemente por Hamilton *et al.* (2010), los insectos se consideran como los polinizadores más importantes tanto en ecosistemas naturales como en agroecosistemas (Kremen y Chaplin-Kramer, 2007). Así mismo, han tenido un papel preponderante en la evolución de las angiospermas desde el Cretáceo temprano (Crane, Friis y Pedersen, 1995; Hu *et al.*, 2008). Actualmente, grupos basales de las angiospermas que incluyen Nymphaeaceae, Magnoliaceae, Annonaceae y Aristolochiaceae son polinizadas por coleópteros grandes (*Cyclocephala*), moscas altamente especializadas y trips (Endress, 2010).

Entre los insectos polinizadores se destacan las abejas ya que representan la mitad de todos los animales que polinizan las plantas tropicales (Roubik, 1995), tanto en áreas cultivadas como en ecosistemas naturales.

Las abejas silvestres y las manejadas (fundamentalmente *Apis mellifera*) son las principales polinizadoras de muchos cultivos (James y Pitts-Singer, 2008). Distintos grupos de abejas

están involucrados en la producción de frutos y semillas o en el mejoramiento de la producción de los siguientes grupos de cultivos (Roubik 1995):

1. Frutales como manzana, durazno, naranja, limón, nuez, mango, cereza, coco, uva, dátil, papaya, chirimoya, melón, sandía, granadilla, maracuyá, uchuva, fresa, frambuesa, agraz, arazá, copuasú, entre otros.
2. Legumbres y verduras como calabaza, arveja, fríjol, remolacha, pepino, auyama, tomate.
3. Semillas de aceite como lino, mostaza, girasol, palma, oliva, maní, ajonjolí.
4. Condimentos y bebidas como pimienta negra, cacao, cardamomo, endivia, café, té, vainilla.
5. Forrajes como alfalfa.
6. Fibras como algodón y cabuya.

Adicionalmente, la mayoría de frutos y verduras económicamente importantes que se autopolinizan se benefician de la visita de abejas silvestres y de abejas manejadas ya que aumentan el llenado o el tamaño y calidad de los frutos (Klein *et al.*, 2007). Así mismo, la polinización realizada por abejas incrementa la producción total de semillas de canola en Canadá (Morandin y Winston, 2006) y mejora la calidad y cantidad de los frutos de la sandía (Klein *et al.*, 2003).

La situación de las abejas manejadas para polinización en cultivos comerciales

Con relación a las abejas manejadas (básicamente *Apis mellifera*), Allsopp, de Lange y Veldtman (2008) encontraron que en el Cabo Oeste en África del Sur, la producción de frutas deciduas (manzanas, ciruelas, peras, duraznos, nectarines, albaricoques) depende fundamentalmente de la polinización de estas abejas. Su contribución a la polinización se ha estimado entre \$28 y 122,8 millones de dólares, de los cuales solamente \$1,8 millones se pagan actualmente. En contraste, la contribución de los polinizadores silvestres se ha estimado entre \$49 y 310,9 millones de dólares, de los cuales los productores no pagan ni un centavo. Dada la dificultad de valorar el servicio de polinización en términos económicos, Allsopp, de Lange y Veldtman (2008) asignaron un valor al servicio de polinización calculando el costo de reemplazarlo en estos cultivos comerciales en África del Sur y para ello reemplazaron la polinización natural por el costo de la polinización manual y de espolvorear el polen sobre las flores y encontraron que el valor del servicio de polinización era significativamente más alto que los precios actuales del mercado por el servicio de polinización.

En los Estados Unidos la polinización por abejas manejadas es responsable de un valor agregado en los cultivos de \$15 mil millones de dólares, particularmente para cultivos especializados como las nueces, bayas, frutas y hortalizas (USDA 2010). En 2007 los servicios de polinización prestados por estas abejas contribuyeron a la producción de estos alimentos equivalente a \$75 mil millones de dólares. Así, la desaparición de miles de colonias de abejas manejadas en más de 22 estados de los Estados Unidos conocida como el Desorden del Colapso de las Colonias (Colony Collapse Disorder, CCD) ha puesto en peligro la producción de cultivos que dependen de la polinización por estas abejas (USDA 2010).

Dado que cerca del 90% de los servicios de polinización de muchos cultivos en Norte América y otras partes del mundo son prestados por una única especie (*Apis mellifera*), Kremen y Chaplin-Kramer (2007) consideran demasiado arriesgado confiar a una sola especie de abeja tan importante tarea. Según Kremen (2008) los riesgos de esta dependencia en una sola especie radican en dos aspectos básicos. Por una parte, el reto de mantener una provisión estable de abejas manejadas que se ha vuelto crítico en los últimos años con el aumento del Desorden del Colapso de las Colonias (CCD, por sus siglas en inglés) causado en parte por la incidencia de patógenos y parásitos como el ácaro *Varroa destructor*. Y por otra, la limitación en el servicio de polinización prestado por una sola especie, comparado con el que prestan muchas especies de abejas nativas en áreas que aún conservan hábitats naturales. Con relación a este punto, Winfree *et al.* (2007) encontraron que en un cultivo de sandía las abejas nativas por sí solas fueron suficientes para la polinización completa del cultivo en las diferentes fincas. Los autores destacan que la alta diversidad de abejas nativas (46 especies) pueden considerarse como un “seguro” ya que pueden compensar la pérdida de los servicios por la disminución de los polinizadores manejados.

Kremen (2008) enfatiza que es necesario superar la alta dependencia en las abejas manejadas para polinización de cultivos y por tanto se deben considerar las siguientes ventajas que tienen las abejas nativas para la prestación de este servicio. En primer lugar, las abejas nativas pueden reemplazar parcial o totalmente el servicio de abejas manejadas si su función es redundante con la éstas. Segundo, pueden aumentar los servicios de polinizadores manejados a través de comportamientos que incrementan su efectividad. Tercero, pueden ofrecer el servicio a plantas que no son eficientemente polinizadas por polinizadores manejados. Y, cuarto, pueden aumentar la productividad en plantas autopolinizadas, cuya polinización raramente es manejada.

Finalmente, no es posible tomar una sola de estas alternativas para enfrentar los enormes problemas por los que pasan las abejas manejadas actualmente. Dada la oportunidad que representan las abejas silvestres para el servicio de polinización varios autores han propuesto alternativas como la domesticación y comercialización de más especies de abejas silvestres y la conservación y aumento de los polinizadores silvestres cerca de cultivos (Kremen, 2008).

Es necesario destacar que en el Neotrópico ya existen iniciativas para domesticar especies silvestres nativas manejadas como se ha realizado con éxito en México, Brasil y Colombia con varias especies de abejas sociales silvestres sin agujón de la subfamilia Meliponinae (Nogueira-Neto, 1997; Rosso y Nates-Parra, 2005; Nates-Parra, 2005).

La situación del servicio de polinización prestado por abejas silvestres

En diferentes partes del mundo la riqueza y abundancia de las abejas silvestres están disminuyendo de una manera alarmante a escala local, regional y aún de país como lo demuestran los estudios a largo plazo publicados sobre Gran Bretaña y Holanda por Biesmeijer *et al.* (2006) y Estados Unidos por Cameron *et al.* (2011). Un meta-análisis de 54 publicaciones realizado por Winfree *et al.* (2009) mostró que los disturbios antrópicos tuvieron un efecto negativo significativo sobre la riqueza y la abundancia de las abejas silvestres no manejadas, aunque la magnitud del efecto no fue grande. Adicionalmente, el disturbio con mayor efecto sobre la riqueza y la abundancia de las abejas silvestres fue la fragmentación y la pérdida de hábitat.

Un estudio reciente de Cameron *et al.* (2011) en Estados Unidos demostró que la abundancia relativa de cuatro especies de abejorros del género *Bombus* (*Bombus affinis*, *B. occidentalis*, *B. pensylvanicus* y *B. terricola*) disminuyó en un 96% y que sus rangos de distribución geográfica se contrajeron en 23% para *B. pensylvanicus* y en 87% para *B. affinis* en los últimos 20 años. Adicionalmente, estas poblaciones mostraron niveles de infección altos del microsporidio patógeno *Nosema bombi* y menor diversidad genética que las poblaciones de otras especies de *Bombus* que han permanecido estables. Este desalentador panorama prende una alarma sobre la interacción entre la disminución de la abundancia de las abejas nativas, su relación con el “empobrecimiento genético” de las poblaciones, la incidencia de patógenos y los efectos que puedan tener la interacción de estos factores sobre la prestación del servicio de polinización en ecosistemas naturales y en agroecosistemas.

Factores como la intensificación de la agricultura, la pérdida del hábitat, la fragmentación, el uso de plaguicidas en la agricultura, los parásitos y las enfermedades han sido identificados como los principales causantes de este vertiginoso descenso (Brittain *et al.*, 2010, Buchmann y Nabhan, 1996).

La intensificación de la agricultura, que aumenta el tamaño de los cultivos, disminuye el tamaño de los hábitats naturales necesarios para el sostenimiento de los polinizadores nativos y usa grandes cantidades de plaguicidas y agroquímicos, ha puesto en peligro el servicio de polinización de los cultivos por las abejas nativas toda vez que afecta el mantenimiento de la diversidad y la abundancia de las abejas (Kremen *et al.*, 2007; Kremen y Chaplin-Kramer, 2007).

La cantidad de hábitat natural disponible cerca de áreas cultivadas puede afectar notablemente la prestación del servicio de polinización por abejas nativas. En un estudio realizado en California por Kremen *et al.*, (2004) encontraron que la polinización en los cultivos realizada por abejas nativas estuvo positiva y significativamente relacionada con la proporción del hábitat natural remanente alrededor de las fincas; la escala de acción del servicio estuvo relacionada con la distancia de forrajeo de las abejas. El servicio de polinización fue más estable y predecible a medida que aumentaron los hábitats naturales disponibles.

Adicionalmente, el tipo de manejo que se hace en el cultivo en fincas orgánicas y fincas convencionales también afecta la polinización por abejas nativas. Kremen, Williams y Thorp (2002) encontraron que en fincas orgánicas en el norte de California, localizadas cerca de hábitats naturales, los requerimientos de polinización, aún para especies altamente demandantes como la sandía, fueron totalmente satisfechos por las abejas nativas sin necesidad de incluir abejas manejadas. En contraste, en las fincas convencionales y distantes de hábitats naturales la polinización por abejas nativas fue insuficiente. Así mismo, Greenleaf, y Kremen (2006) encontraron que en 14 fincas orgánicas que cultivan tomates en el norte de California, las especies de abejas nativas que coexisten en el área (*Anthophora urbana* y *Bombus vosnesenskii*) aumentaron la producción de tomate pero respondieron de manera distinta a la cantidad del hábitat natural disponible y a la distancia del mismo a la finca. En conjunto, los resultados de estas investigaciones demuestran que la intensificación de la agricultura reduce la abundancia y diversidad de las abejas nativas y por tanto disminuye el servicio que ellas prestan a los cultivos comerciales y además que es necesario considerar la historia natural de cada especie al hacer recomendaciones de diseño y manejo espacial de las fincas.

Pocos estudios han mostrado la importancia del manejo tradicional ancestral o campesino poco tecnificado de los cultivos para el mantenimiento de la diversidad tanto de los polinizadores como del servicio que ellos prestan a los cultivos y a las plantas nativas. En un estudio realizado en cultivos de café de sombra en el sur de Chiapas en México, Jha y Dick (2010) demostraron que el manejo de tradicional del café de sombra es necesario para el sostenimiento de una diversa fauna de abejas nativas que aumentan la fecundidad y la diversidad genética de árboles que crecen tanto en el interior del bosque como en los cafetales y que requieren polinizadores especializados (abejas que zumben para extraer el polen). Las abejas nativas llevaron polen de *Miconia affinis* a distancias superiores a 1800 m y el polen fue llevado dos veces más lejos en las plantas que estaban al interior de la plantación de café de sombra que las estaban en los bosques cercanos.

En áreas tropicales o subtropicales donde los cultivos aún están rodeados por grandes extensiones de bosques nativos poco alterados varios estudios demostraron que la distancia del cultivo al bosque afecta la diversidad y abundancia de los polinizadores nativos y por tanto su

efectividad en la polinización de cultivos comerciales. Klein (2009) encontró que en plantaciones de café en Indonesia que crecieron cerca del bosque nativo, donde las abejas eran más diversas y abundantes, el llenado de los frutos (“fruit set”) fue más estable que en plantaciones lejanas al bosque que recibieron la visita de pocas especies de abejas. Estas diferencias podrían estar relacionadas con cambios espacio-temporales en las necesidades de las abejas, afectando con ello la estabilidad en el servicio de polinización en los cultivos. De la misma manera, Ricketts *et al.* (2004), en un estudio realizado en Costa Rica en plantaciones de café, encontraron que la cosecha fue superior en un 21% en las plantaciones cercanas a parches de bosque, básicamente por la polinización realizada por las abejas nativas. En estas plantaciones, la polinización también mejoró la calidad de los granos de café y redujo en un 27% la frecuencia de semillas pequeñas (peaberries). Tanto la actividad de las abejas nativas como la eficacia de su polinización disminuyeron significativamente a medida que aumentó la distancia de los cultivos al bosque.

Por otra parte, en plantaciones de mango en África del Sur Carvalheiro *et al.* (2010) encontraron que un aumento en el uso de abejas manejadas (*Apis*) no pudo contrarrestar los efectos negativos de la distancia al hábitat natural sobre la polinización del cultivo. La abundancia y riqueza de las abejas polinizadoras cayó en un 80% a distancias superiores a 500 m del bosque, sugiriendo que los polinizadores voladores de las flores de mango son particularmente susceptibles a cambios extensivos en el hábitat. Adicionalmente, la producción cayó en un 40% en áreas aisladas a más de 500 m de distancia. En este caso, ni el tamaño de las áreas naturales circundantes ni el uso de abejas manejadas mejoraron los efectos negativos de la distancia a los hábitats naturales sobre la abundancia de las abejas. Así, aún en áreas rodeadas por zonas naturales con alta biodiversidad puede presentarse una disminución de la abundancia y riqueza de los principales polinizadores si los cultivos son muy grandes.

Dado que el efecto de la fragmentación, la pérdida de los hábitats y el uso de plaguicidas inciden sobre la polinización no solo a nivel local (en cada finca) sino a escalas mayores como la de paisaje, varios autores han llamado la atención para considerar en los análisis del servicio de polinización no solo el tamaño de las fincas y los cultivos o el tipo de manejo que se hace (orgánico vs convencional), sino la configuración del paisaje a diferentes escalas. Fahrig *et al.* (2011) proponen que el mantenimiento de los servicios de la biodiversidad en los agroecosistemas debe considerar explícitamente el análisis de la heterogeneidad en la composición de los paisajes (el número y la proporción de diferentes tipos de cobertura vegetal) y de la heterogeneidad en la configuración de los mismos (el arreglo espacial de los tipos de cobertura). De la integración de estos dos elementos depende el análisis de la heterogeneidad funcional del paisaje.

En un estudio detallado en campos de trigo en Alemania, Holzschuh, Steffan-Dewenter y Tschamntke (2010) encontraron que la diversidad de abejas, avispa y parasitoides se ve

afectada por la importancia relativa de la composición vs la configuración del paisaje y el tipo de hábitat vs el sistema de producción en las fincas. Así, la abundancia de las abejas incrementó donde había proporciones altas de hábitat natural (composición del paisaje), mientras que las avispas aumentaron donde aumentó la densidad de los bordes (configuración del paisaje). Estos resultados sugieren que en ecosistemas altamente transformados el mantenimiento de la abundancia de las abejas depende de la cantidad relativa del hábitat natural disponible ya que allí encuentran sitios para nidificación y refugio contra depredadores.

Teniendo en cuenta el arreglo espacial de los remanentes de hábitat natural con relación al cultivo, es posible establecer un diseño óptimo del paisaje para la prestación del servicio de polinización. Brosi, Armsworth, Daily (2008) propusieron un modelo que considera los elementos del paisaje como celdas y formularon diversos arreglos espaciales buscando la optimización del servicio de polinización. Los resultados del modelo propuesto mostraron tres características no intuitivas en el diseño del paisaje agrícola. Primero, los diseños óptimos de fincas tienen los remanentes del hábitat natural diseminados en toda la amplitud de la finca y no concentrados en el centro. Algunas fincas podrían tener una mayor densidad de remanentes en los bordes que en el centro. Segundo, la configuración óptima no es una combinación simple de remanentes uniformes en tamaño y distancia. Al contrario, muchos diseños óptimos incluyen parches grandes para asegurar la persistencia de las poblaciones de abejas, con parches pequeños dispersos para proporcionar un servicio de polinización espacialmente uniforme. Y, tercero, la necesidad de un servicio de polinización especialmente homogéneo restringe la capacidad de los finqueros para mantener los remanentes naturales en las áreas menos fértiles en las fincas heterogéneas. En conclusión, el modelar el diseño del paisaje permite establecer las combinaciones de posición y cantidad de los remanentes del hábitat natural necesarios para optimizar la prestación del servicio de polinización.

Como aspecto final, no por ello menos importante, Hegland *et al.* (2009) llaman la atención sobre la cual el calentamiento global podría afectar el servicio de polinización al modificar características de la estructura de las interacciones planta-polinizador, particularmente generando desacoples espaciales y temporales entre las plantas y sus polinizadores. Al respecto, Memmott *et al.* (2007) analizaron los cambios en la fenología en una red bien conocida de plantas y sus visitantes florales, simulando el efecto del enriquecimiento con CO₂ en la atmósfera. Los resultados de esta investigación mostraron que el calentamiento global puede generar cambios en la fenología de las plantas que llegaría a “desorganizar” el acople temporal entre los polinizadores y sus fuentes de recursos en las plantas. Igualmente, estas simulaciones predicen que los polinizadores especializados con amplitud de dieta más estrecha son los más vulnerables a este desacople y que se pueden presentar extinciones locales de polinizadores que no coinciden con la fenología de sus fuentes de alimento. Sin embargo, Hegland *et al.* (2009) enfatizan que, si bien la simulación es vía importante para la

investigación del efecto del cambio climático global, es necesario conocer las premisas, las restricciones y los alcances de los modelos para hacer las simulaciones y además que se requiere hacer trabajo de campo a largo plazo que permita obtener la evidencia empírica de la forma en la cual se ha generado un desacople entre las plantas y sus polinizadores.

Nuevas herramientas para el estudio de la complejidad del servicio de polinización

Para abordar la complejidad de estas relaciones involucradas en el servicio de polinización en los últimos diez años ha tomado fuerza el uso de las herramientas proporcionadas por el análisis de redes complejas (Bascompte, Jordano y Olesen, 2006; Bascompte y Jordano, 2007; Ings *et al.*, 2008; Vázquez *et al.* 2009a; 2009b; Blüthgen, 2010; Gómez, Verdú y Perfectti, 2010).

El uso de esta aproximación y sus herramientas analíticas permiten la simulación de escenarios predictivos útiles para el manejo, conservación y restauración del servicio de polinización y brindan elementos para entender los patrones y mecanismos que subyacen en la “arquitectura de la biodiversidad” en palabras de Bascompte y Jordano (2007). Esta aproximación permite superar el nivel descriptivo en los estudios planta-polinizador e integrar la información de la interacción considerando su estructura, funcionalidad y robustez. Así, es posible simular la estabilidad y la susceptibilidad a la extinción de la función en redes de polinización en las cuales los polinizadores son los nodos conectores principales (Memmott, Waser y Price, 2004; Memmott *et al.*, 2007).

El uso de las herramientas metodológicas ofrecidas por el análisis de redes complejas ha permitido encontrar patrones generales en las redes mutualistas como las de polinización y dispersión de frutos y semillas (Bascompte y Jordano 2007) y peces en estaciones de limpieza (Guimarães *et al.* 2007). Con relación a los mecanismos involucrados en la estructuración de las redes mutualistas planta-animal y los patrones que emergen Vázquez *et al.* (2009a) revisaron los siguientes patrones generales. Primero, en una red mutualista solo ocurren unas pocas interacciones del total posible. Segundo, muchas especies tiene pocas conexiones y pocas especies tienen muchas conexiones. Tercero, muchas conexiones son débiles y pocas conexiones son fuertes. Cuarto, Muchas interacciones son asimétricas (Vázquez y Aizen, 2004). Quinto, las redes mutualistas tienden a ser anidadas, esto es la tendencia de las especies poco conectadas a interactuar más que lo esperado por azar, con un subconjunto de especies altamente conectadas (Bascompte *et al.*, 2003). Y, sexto, las redes mutualistas tienden a ser compartimentalizadas o modulares, esto significa la existencia de grupos de especies claramente definidos con muchas conexiones dentro del grupo y pocas conexiones entre los grupos (Olesen *et al.*, 2007).

Estas características de las redes mutualistas, particularmente de las redes de polinización y dispersión han sido examinadas desde múltiples perspectivas. Recientemente, Bastolla *et al.* (2009) analizaron conjuntamente datos empíricos y resultados de simulaciones en redes de polinización y dispersión y encontraron que el anidamiento en estas redes reduce la competencia interespecífica y aumenta el número de especies que coexisten. Este tipo de análisis son fundamentales para cuantificar la importancia de la estructura de la red para el mantenimiento de la biodiversidad. Fundamentalmente, esta aproximación puede brindar luces para evaluar las contribuciones relativas de distintos mecanismos para el mantenimiento de las interacciones y por tanto de las funciones y los servicios que prestan la biodiversidad al bienestar humano.

A pesar de la reciente popularidad de los análisis de redes complejas, Blüthgen (2010) alerta sobre las trampas que presentan estos análisis cuya interpretación biológica en muchos casos puede no ser la más apropiada debido a fallas profundas en la formulación de las preguntas de investigación y en el diseño de los muestreos y experimentos realizados. En este caso es importante considerar que el uso apropiado de las herramientas de simulación no se basa solo en los paquetes disponibles para hacer los análisis sino en un conocimiento detallado de la interacción estudiada y en una fundamentación conceptual en ecología de las interacciones estudiadas.

Consideraciones Finales y Síntesis

A manera de síntesis, se propone un modelo conceptual general que busca integrar los diferentes elementos analizados en esta revisión y que además sea útil para el estudio, manejo, mantenimiento, conservación y restauración del servicio de polinización (Fig. 3) con miras a la implementación de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores.

En primer lugar, es fundamental considerar el contexto del paisaje a diferentes escalas en el cual se presta el servicio de polinización. Esto es, la identificación de la composición y configuración del paisaje con relación a los tipos y cobertura de los cultivos y los remanentes de vegetación natural disponibles; en muchas áreas del país la matriz del paisaje está constituida por cultivos y solo permanecen algunos remanentes de vegetación natural. Los remanentes de hábitat natural son importantes para las abejas silvestres porque allí encuentran recursos como sitios y materiales para la nidificación y refugios que no existen en los cultivos.

Esta consideración espacial permitiría establecer estrategias para el mantenimiento de los remanentes existentes y la búsqueda de arreglos espaciales que faciliten la construcción de corredores para mejorar la conectividad entre los parches remanentes. Otro elemento importante a considerar es el tamaño y tipo de manejo que se hace a los cultivos en las fincas. Estos aspectos junto con la forma en que se relacionan con los remanentes de hábitats naturales son fundamentales para el estudio de la estabilidad del servicio de polinización.

En segundo lugar, se requiere un conocimiento detallado y a largo plazo de la composición y de las dinámicas espacio-temporales de la comunidad de polinizadores silvestres en las áreas con cultivos. Así, con estudios a largo plazo y el uso de modelos que permiten la simulación de escenarios de requerimientos de nicho para diferentes especies, es posible analizar los cambios en riqueza y abundancia en escalas espaciales y temporales grandes. En este mismo contexto, se requiere el análisis de las dinámicas espacio-temporales de enfermedades y parásitos de las abejas silvestres y las manejadas y el modelamiento de la dispersión de las mismas usando las herramientas anteriormente mencionadas. Adicionalmente, se requiere integrar la información de la interacción planta-polinizador usando la aproximación de redes complejas y las herramientas desarrolladas recientemente para el análisis de las mismas. Es posible integrar las redes en análisis espaciales para entender a diferentes escalas los patrones y los mecanismos que surgen en la arquitectura de las redes interactivas. Estos resultados permitirán establecer el estado actual de tamaño y salud de las poblaciones y comunidades de abejas silvestres y con esto la identificación de prioridades para su manejo y conservación.

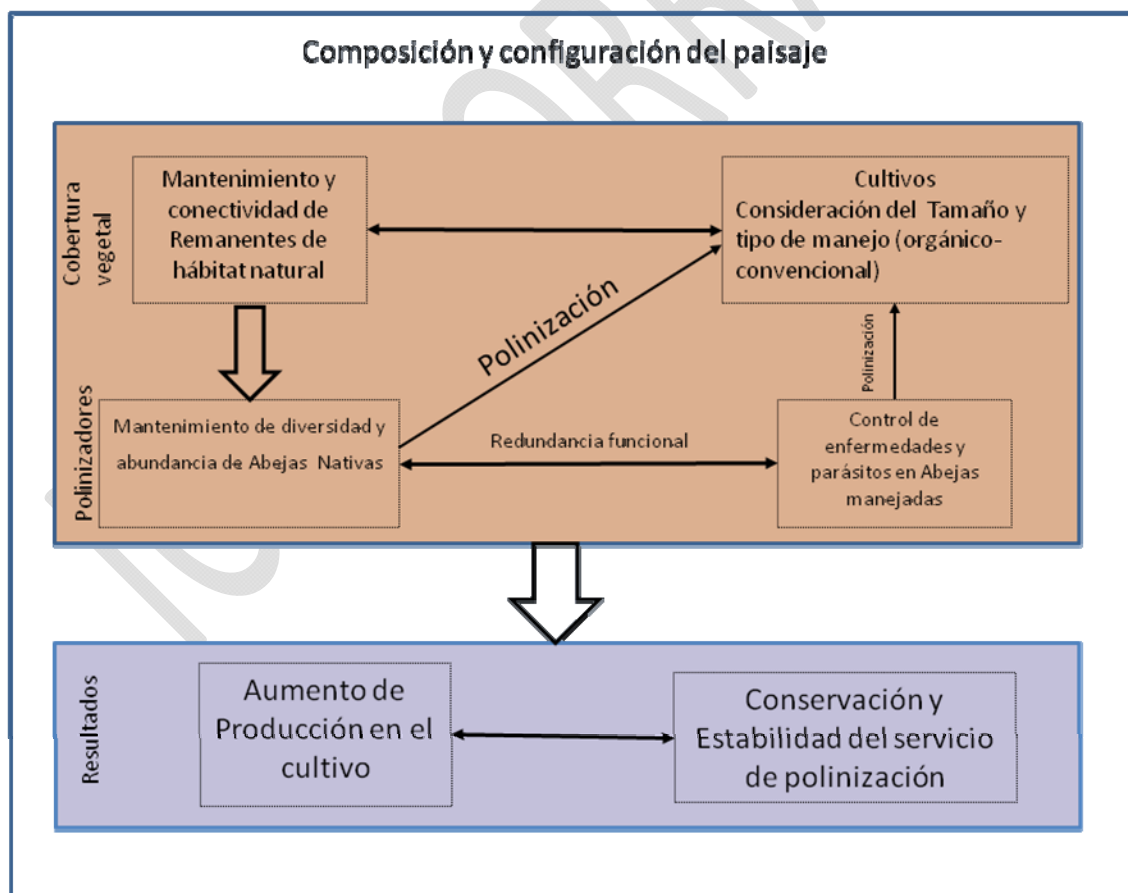


Figura 3. Modelo conceptual de los elementos a considerar para el mantenimiento y la restauración del servicio de polinización en áreas con cultivos que aun mantienen remanentes de hábitat natural a su alrededor.

Finalmente, buscamos tanto el mejoramiento como la conservación y restauración del servicio de polinización que redundará en beneficio, tanto de los cultivadores como del mantenimiento de la biodiversidad en zonas altamente transformadas como la mayoría de áreas cultivadas.

Agradecimientos

Agradezco la revisión del manuscrito a la Directora del LABUN, Profesora Guiomar Nates-Parra y la lectura externa hecha por Alejandro Pulido, que contribuyeron a mejorar y enfocar la propuesta inicial.

Este documento fue desarrollado como parte de las actividades del año sabático concedido por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia y realizado como Visiting Scholar del laboratorio del Dr. Rodolfo Dirzo en la Universidad de Stanford en California (Estados Unidos).

Literatura Citada

1. Allsopp, M. H., W. J. de Lange, R. Veldtman. 2008. Valuing Insect Pollination Services with Cost of Replacement. *PLoS ONE* 3(9): e3128. doi:10.1371/journal.pone.0003128.
2. Balvanera, P., A.B. Pfisterer, N. Buchmann, J.S. He, T. Nakashizuka, D. Raffaelli. 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9: 1146–1156.
3. Balvanera, P., C. Kremen y M. Martínez-Ramos. 2005. Applying Community Structure Analysis to Ecosystem Function: Examples from Pollination and Carbon Storage. *Ecological Applications* 15 (1): 360-375.
4. Balvanera, P., G. C. Daily, P. R. Ehrlich, T. H. Ricketts, S. Bailey, S. Kark, C. Kremen, H. Pereira. 2001. Conserving Biodiversity and Ecosystem Services. *Science*, New Series, 291 (5511): 2047.
5. Bascompte, J., & Jordano, P. 2007. Plant–animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 38: 567–593.
6. Bascompte, J., P. Jordano y J. M. Olesen. 2006. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. *Science* 312: 431–433.
7. Bascompte, J., P. Jordano, C. J. Melián y J. M. Olesen. 2003. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *PNAS* 100: 9383–9387.
8. Bastolla, U., M. A. Fortuna, A. Pascual-García, A. Ferrera, B. Luque y J. Bascompte. 2009. The architecture of mutualistic networks minimizes competition and increases biodiversity. *Nature* 458: 1018-1020.
9. Biesmeijer, J.C., S.P.M. Robert, M. Reemer 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313: 351–354.
10. Blüthgen, N. 2010. Why network analysis is often disconnected from community ecology: A critique and an ecologist's guide. *Basic and Applied Ecology* 11:185–195
11. Bogler, D. J., J. L. Neff y B. B. Simpson. 1995. Multiple origins of the yucca-yucca moth association (pollination/mutualism/coevolution). *PNAS* 92: 6864-6867.

12. Brittain, C., R. Bommarco, M. Vighi, S. Barmaz, J. Settele y S. G. Potts. 2010. The impact of an insecticide on insect flower visitation and pollination in an agricultural landscape. *Agricultural and Forest Entomology* 12: 259–266.
13. Brosi, B. J., P. R. Armsworth y G. C. Daily. 2008. Optimal design of agricultural landscapes for pollination services. *Conservation Letters* 1: 27–36
14. Buchmann, S. L., y G. P. Nabhan. 1996. The Forgotten pollinators. Island Press, Washington, DC, USA. 292 pp.
15. Cameron, S.A., J. D. Loziera, J. P. Strangeb, J. B. Kochb, N. Cordesa, L. F. Solterd y T. L. Griswold. 2011. Patterns of widespread decline in North American bumble bees. *PNAS* 108(2): 662–667.
16. Carvalheiro, L. G., C. L. Seymour, R. Veldtman, S. W. Nicolson. 2010. Pollination services decline with distance from natural habitat even in biodiversity-rich areas. *Journal of Applied Ecology* 47 (4): 810–820.
17. Cook, J. M. y J. Y. Rasplus. 2003. Mutualists with attitude: coevolving fig wasps and figs. *Trends in Ecology and Evolution* 18 (5): 241-248.
18. Crane, P.R., Friis, E.M. & Pedersen, K.R. (1995) The origin and early diversification of angiosperms. *Nature* 374: 27-33.
19. Daily, G. C. 1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington, DC.
20. Díaz, S., F. Quétiera, D. M. Cáceres, S. F. Trainorc, N. Pérez-Harguindeguya, M. S. Bret-Harted, B. Finegane, M. Peña-Claros y L. Poorter. 2011. Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society. *PNAS* 108 (3): 895–902.
21. Díaz, S., D. Tilman, J. Fargione, F. I. Chapin, R. Dirzo. 2005. Biodiversity regulation of ecosystem services. In: Hassan R, Scholes R, Ash N, editors. Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group Washington D. C.: Island Press. pp 297–329.
22. Dobson, A., D. Lodge, J. Alder, G. S. Cumming, J. Keymer, J. McGlade, H. Mooney, J. A. Rusak, O. Sala, V. Wolters, D. Wall, R. Winfree, M. A. Xenopoulos. 2006. Habitat Loss, Trophic Collapse, and the Decline of Ecosystem Services. *Ecology* 87 (8): 1915-1924.

23. Duffy, J. E., B. J. Cardinale, K. E. France, P.B. McIntyre, E. Thébault y M. Loreau. 2007. The functional role of biodiversity in ecosystems: incorporating trophic complexity. *Ecology Letters* 10: 522-538.
24. Endress, P. K. 2010. The evolution of floral biology in basal angiosperms. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365: 411-421.
25. Fahrig, L., J. Baudry, L. Brotons. 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters* 14: 101–112.
26. Gómez, J. M., M. Abdelaziz, J. Lorite, A. J. Muñoz-Pajares y F. Perfectti. 2010. Changes in pollinator fauna cause spatial variation in pollen limitation. *Journal of Ecology* 98: 1243–1252.
27. Gómez, J. M., [M. Verdú](#), y [F. Perfectti](#). 2010. Ecological interactions are evolutionarily conserved across the entire tree of life. *Nature* 465: 918-922.
28. Greenleaf, S. S., y C. Kremen. 2006. Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. *Biological Conservation* 133: 81–87.
29. Guimarães, Jr. P. R., C. Sazima, S. Furtado dos Reis y I. Sazima. 2007. The nested structure of marine cleaning symbiosis: is it like flowers and bees? *Biol. Lett.* 3: 51–54.
30. Hamilton, A. J., Y. Basset, K. K. Benke, P. S. Grimbacher, S. E. Miller, V. Novotny, G. A. Samuelson, N. Stork, G. Weiblen, y J. Yen. 2010. Quantifying Uncertainty in Estimation of Tropical Arthropod Species Richness. *The American Naturalist* 176 (1): 90-95.
31. Hegland, S. J., A. Nielsen, A. Lázaro, A. L. Bjerknes y Ø. Totland. 2009. How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology Letters* 12: 184–195.
32. Holzschuh, A., I. Steffan-Dewenter y T. Tscharntke. 2010. How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? *Journal of Animal Ecology* 79: 491–500.
33. Hooper, D. U., F. S. Chapin, J. J. Ewel, A. Hector, P. Inchausti. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75:3–35.
34. Hu, S., D. L. Dilcher, D. M. Jarzen, D. Winship-Taylor. 2008. Early Steps of Angiosperm-Pollinator Coevolution. *PNAS* 105 (1): 240-245.

35. Ings, T.C., Montoya, J.M., Bascompte, J., Blüthgen, N., Brown, L., Dormann, C.F. (2008). Ecological networks—Beyond food webs. *Journal of Animal Ecology*, 78, 253–269.
36. James, R. R. y T. L. Pitts-Singer. 2008. Bee Pollination in agricultural ecosystems. Oxford University Press. NY, USA. 232 pp.
37. Jha, S. y C. W. Dick. 2010. Native bees mediate long-distance pollen dispersal in a shade coffee landscape mosaic. *PNAS* 107 (31): 13760–13764.
38. Klein, A. M. 2009. Nearby rainforest promotes coffee pollination by increasing spatio-temporal stability in bee species richness. *Forest Ecology and Management* 258: 1838–1845.
39. Klein, A. M., B. Vaissiere, J.H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen. 2007. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 274: 303–313.
40. Klein, A.M., I. Steffan-Dewenter, & T. Tschardtke. 2003. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 270: 955–961.
41. Kremen, C. 2008. Crop pollination services from wild bees. En: James, R. R. y T. L. Pitts-Singer (Eds), *Bee Pollination in agricultural ecosystems*. Oxford University Press. Pp: 1-26.
42. Kremen, C. y R. Chaplin-Kramer. 2007. Insects as providers of ecosystem services: crop pollination and pest control. In: *Insect Conservation and Biology*, Eds. A.J.A. Stewart, T.R. New and T. O. Lewis. The Royal entomological Society, London, UK.
43. Kremen, C. y R. S. Ostfeld. 2005. A call to ecologists: measuring, analyzing, and managing ecosystem services. *Frontiers in Ecology and Environment* 3(10): 540–548.
44. Kremen, C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters* 8: 468–479.
45. Kremen, C., N.M. Williams, R. L. Bugg, J. P. Fay y R.W. Thorp. 2004. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters* 7: 1109–1119
46. Kremen, C., Williams, N.M., y R.W. Thorp. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *PNAS* 99 (26): 16812–16816.

47. Machado, C. A., N. Robbins, M. Thomas, P. Gilbert y E. A. Herre. 2005. Critical review of host specificity and its coevolutionary implications in the fig/fig-wasp mutualism. *PNAS* 102 (1): 6558–6565.
48. Memmott, J., N. M. Waser y M. V. Price. 2004. Tolerance of Pollination Networks to Species Extinctions. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 271 (1557): 2605-2611.
49. Memmott, J., P. G. Craze, N. M. Waser y M. V. Price. 2007. Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions. *Ecology Letters* 10: 710–717.
50. Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005a. Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. Washington D. C.: World Resources Institute. 86 p.
51. Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005b. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 155p.
52. Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2003a. Living Beyond Our Means: Natural Assets and Human Well-being. Statement from the Board. Washington D. C.: Island Press. 28p.
53. Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2003b. *Ecosystems and Their Services*. In: *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Washington D. C.: Island Press. pp 49–70.
54. Morandin, L.A. y M. L. Winston. 2006. Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **116**: 289–292.
55. Nates-Parra, M. G. 2005. Abejas Corbiculadas de Colombia. Editorial Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Laboratorio de Investigación en Abejas–Labun. 156 pp.
56. Nogueira-Neto, P. 1997. Vida e Criação De Abelhas Indígenas Sem Ferrão. Editora Noguirapis, São Paulo, Brasil. 447 pp.
57. Olesen, J. M., Bascompte, J., Dupont, Y. L., Jordano, P. 2007. The modularity of pollination networks. *PNAS* 104: 19891–19896.
58. Ollerton, J., R. Winfree y S. Tarrant. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321–326.

59. Raudsepp-Hearne, C., G. D. Peterson, M. Tengö, E. M. Bennett, T. Holland, K. Benessaiah, G. K. MacDonald y L. Pfeifer. 2010. Untangling the Environmentalist's Paradox: Why Is Human Well-being Increasing as Ecosystem Services Degrade? *BioScience* 60 (8): 576-589.
60. Ricketts, T. H., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., & Michener, C. D. 2004. Economic value of tropical forest to coffee production. *PNAS* 101: 12579–12582.
61. Rosso-Londoño, J. M. y G. Nates-Parra. 2005. Meliponicultura: una actividad generadora de ingresos y servicios ambientales. LEISA, revista de Agroecología. Publicado On line en: <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/3-animales-menores-un-gran-valor/meliponicultura-una-actividad-generadora-de>.
62. Roubik, D.W. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. FAO Agricultural Services Bulletin No. 118. FAO, Rome, Italy.
63. Tschardtke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter y C. Thies, 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity—ecosystem service management. *Ecol. Lett.* 8: 857–874.
64. USDA 2010. Honey Bee Pests and Diseases Survey Project Plan for 2010. www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/honey_bees/
65. Vázquez, D. P., M. A. Aizen. 2004. Asymmetric specialization: a pervasive feature of plant-pollinator interactions. *Ecology* 85: 1251–1257.
66. Vázquez, D. P., N. Blüthgen, L. Cagnolo, y N. P. Chacoff. 2009a. Uniting pattern and process in plant-animal mutualistic networks: A review. *Annals of Botany* 103: 1445–1457.
67. Vázquez, D. P., N. Chacoff, y L. Cagnolo. 2009b. Evaluating multiple determinants of the structure of mutualistic networks. *Ecology* 90: 2039–2046.
68. Winfree, R., R. Aguilar, D.P. Vázquez, G. LeBuhn y M.A. Aizen. 2009. How do bees respond to anthropogenic disturbance? A meta-analysis. *Ecology* 90: 2068-2076.
69. Winfree, R., N. M. Williams, J. Dushoff y C. Kremen. 2007. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecology Letters* 10: 1105–1113.

I.3 POR QUE CONSERVAR LOS POLINIZADORES EN COLOMBIA?

La polinización de las plantas con flores es el resultado de la interacción mutualista entre estas y los vectores que transfieren el polen. De esta interacción mutuamente beneficiosa resulta una mejor funcionalidad reproductiva de las especies involucradas y cierto grado de interdependencia que podemos conceptualizar como un servicio mutuo.

Estas interacciones y los servicios ecosistémicos derivados de ellas son entonces una consecuencia de la biodiversidad. Entre más complejo sea un ecosistema, emergen mas propiedades e interacciones y por lo tanto se pueden identificar y valorar un mayor número de servicios ecosistémicos derivados de la polinización.

En los ecosistemas tropicales- tanto naturales como en los agroecosistemas- es de esperar que las interacciones de polinización sean más complejas y numerosas que en la zona templada. Es por esta razón que se plantea la necesidad de conocer objetivamente a los polinizadores mediante la investigación en diferentes áreas relacionadas, como la biología floral de las plantas silvestres y cultivadas, la variabilidad y estado de conservación de la fauna potencialmente polinizadora y su influencia en los rendimientos de los cultivos.

Como objeto de investigación y elemento clave en la funcionalidad de los ecosistemas naturales y agroecosistemas, los polinizadores deberían ser entonces objeto de conservación y fomento.

Por otra parte, solo en unos pocos casos los polinizadores y su importante función son reconocidos por los agricultores de nuestro país. El servicio de polinización ofrecido por la fauna silvestre de las áreas poco intervenidas o por las abejas melíferas es frecuentemente desconocido y es mucho menor la conciencia sobre la magnitud o el valor económico que la polinización puede llegar a alcanzar en el marco de la producción hortifrutícola. En este campo, se hace necesario emprender acciones educativas hacia el reconocimiento, valoración y naturalmente hacia la conservación de los polinizadores y su servicio en la producción agrícola. Definitivamente, la disminución en la diversidad y el numero de polinizadores es un riesgo en el marco de la sostenibilidad de la agricultura y lamentablemente la presencia y el servicio de los polinizadores naturales es un hecho del que solo somos plenamente conscientes cuando son escasos y de alguna manera se manifiestan los efectos negativos de esa escasez, por ejemplo en el rendimiento de los cultivos.

De una manera similar a los insectos benéficos o controladores de plagas, los polinizadores naturales empiezan a faltar cuando la relación de área cultivada vs. áreas naturales empieza a ser demasiado desigual y ciertos recursos como por ejemplo los sitios de nidificación o ciertas plantas productoras de resinas o sustancias aromáticas ya no están disponibles para las abejas silvestres y otros potenciales insectos polinizadores. Este fenómeno, conocido como “Crisis de

polinizadores” ha sido reconocido alrededor del mundo y precisamente el monitoreo de esta disminución así como sus causas e impacto son prioridades de acción en el marco de la Iniciativa Internacional de Polinizadores (Kevan & Imperatriz-Fonseca, 2006).

Por otro lado

Retomando lo anterior, podemos afirmar que los polinizadores deben ser objeto importante de conservación como una conexión funcional entre la agricultura y la naturaleza y que los esfuerzos orientados a su mantenimiento tendrán consecuencias importantes para garantizar la sostenibilidad de nuestros ecosistemas.

ICPA BORRADOR

II. ANTECEDENTES

II.1 Iniciativa Internacional de Polinizadores

El uso de las abejas en la polinización de cultivos de importancia y en el mantenimiento de la biodiversidad de las áreas naturales fue uno de los temas discutidos en la Convención de la Diversidad Biológica desde 1995.

Uno de los compromisos de los representantes de todos los continentes que asistieron a la reunión de Rio de Janeiro (1992) fue la de mantener la diversidad de la vida. La agenda 21 se adoptó durante la Cumbre de la Tierra (también llamada Rio 92), promovida por UNICEF, como un plan de acción global para el siglo 21, para la preservación y buen uso de los recursos naturales. Aquí, en esta reunión se generó la Convención de la Diversidad Biológica (CDB), implantada a partir de 1993.

Los países firmantes de la CDB se reúnen anualmente en lo que se conoce como la Conferencia de las Partes (COP), que es el cuerpo decisorio de la CDB; durante esos encuentros se analizan asuntos relacionados con la Agenda 21, los cuales son previamente discutidos por un comité técnico subsidiario (SBSTTA).

En 1995 la COP2 introdujo la biodiversidad agrícola como un tema a tratar en la CDB. La polinización y la conservación de suelos fueron temas considerados muy importantes para el mantenimiento de la diversidad agrícola. Posteriormente, por sugerencia del gobierno brasilero, en la COP3 se le dió prioridad al estudio de los polinizadores de importancia agrícola (decisión III/11).

En 1998 el Ministerio del Medio Ambiente de Brasil y el Instituto de Biociencias de la Universidad de São Paulo organizaron una reunión a la que asistieron representantes de 15 países y 5 organizaciones internacionales, para discutir sobre conservación y uso sostenible de los polinizadores, con énfasis en abejas. Surgió entonces un documento llamado la Declaración de São Paulo sobre polinizadores (Díaz, et al., 1999), en donde se presentaron las iniciativas originadas en reuniones anteriores y se propuso un plan de acción.

La declaración de São Paulo sobre polinizadores fue presentada ante la Convención sobre diversidad Biológica (CDB) en Montreal en el año 2000 y ratificada ese mismo año en Nairobi por la Quinta conferencia de las Partes (COP5). Fue precursora de la Iniciativa Internacional para la Conservación y uso sostenible de los Polinizadores (IPI) establecida por la COP5 en Nairobi en el marco de la Diversidad Agrícola.

El propósito de la IPI es promover acciones mundiales coordinadas para:

1. Monitorear la disminución de polinizadores, sus causas y su impacto en los servicios de polinización.
2. Tratar la falta de información taxonómica sobre polinizadores
3. Medir el valor económico de la polinización y el impacto económico de la disminución de los servicios de polinización.
4. Promover la conservación, restauración y uso sostenible de la diversidad de polinizadores en la agricultura y ecosistemas relacionados.

En 2002, con la FAO como facilitadora, durante la VI reunión de la CDB en Holanda, se definió el plan de acción para el desarrollo de la IPI en todo el mundo. Se formuló el proyecto Conservación y manejo de polinizadores para agricultura sostenible, a través de una aproximación ecológica, el cual incluía acciones en Brasil, África y el sudeste Asiático. Se presentó al GEF (Global Environmental Facility), que es el mecanismo financiero del CDB y se aprobó en 2007.

Durante esa misma época en Norte América la NAPCC (North American Pollinators Protection Campaign) y en Europa la EPI (European Pollinators Initiative) iniciaron sus proyectos de acción a 10 años. La Unión Europea dio su apoyo al proyecto ALARM (Assessing Large scale Risks for biodiversity with tested Methods) enfocado en la medición de la biodiversidad y los riesgos económicos asociados a su pérdida, utilizando herramientas y protocolos estandarizados

En Brasil se realizaron diversas reuniones tanto en el ámbito gubernamental como en el Académico, en el transcurso de las cuales se dio forma a la Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP), presentada oficialmente en 2002, durante el XIV Congreso Brasileiro de Apicultura y el V Encuentro sobre Abejas de Ribeirao Preto.

Se inicia entonces una serie de actividades tendientes a promover la IBP y a motivar a los investigadores brasileiros para trabajar e investigar no solo sobre el conocimiento de la relación planta abeja, sino también en la recopilación y sistematización de toda la información dispersa en laboratorios, bibliotecas y colecciones científicas (Imperatriz-Fonseca, 2007).

Igualmente se realizan reuniones conjuntas de las diferentes iniciativas de donde surgen publicaciones importantes no solamente para la comunidad científica sino también para quienes toman las decisiones a nivel mundial, como por ejemplo: Freitas y Pereira eds (2004); Alves dos Santos (2005); Eardley et al eds (2006); Imperatriz-Fonseca et al (2006).

Tan importante como el conocimiento de los polinizadores es la digitalización de los registros disponibles en las colecciones de abejas y otros polinizadores además de la evaluación del

estado de las colecciones (Alves dos Santos, 2005). Desde mediados de los años 90 se inicio la publicación en línea de la información sobre los polinizadores nativos del Brasil, a través de la página web del laboratorio de abejas de la Universidad de São Paulo (http://www.webbee.org.br/bpi/ibp_english.htm); aquí se puede encontrar información sobre muchas especies de abejas sin aguijón (Meliponini) y sobre varias actividades de la Iniciativa Brasileira de Polinizadores. La experiencia obtenida por los investigadores brasileiros en el desarrollo de este sistema (Saraiva et al, 2003) sirvió para ayudar a desarrollar la Red temática de polinizadores de la IABIN (Inter American Biodiversity Information Network) (<http://pollinators.iabin.net/>). Este proyecto permite introducir y recuperar información sobre listas de polinizadores, expertos, especímenes, relaciones planta-polinizador y literatura, para todos los países americanos. Este sistema tiene vínculos con otras redes globales como GBIF (Global Biodiversity Information Facility). A raíz de la participación de investigadores brasileiros en el programa GBIF, se inicio el proceso de digitalización de varias colecciones de abejas y otros polinizadores. En el 2002 se llevó a cabo el Workshop World Bee Checklist (<http://www.cria.org.br/eventos/tdbi/wbcw>) y se estableció una metodología para unir todas las listas de abejas; posterior a este evento se hizo posible la digitalización del Catálogo de la colección del Padre J.J. Moure, constituido por fichas con más de 11.000 nombres y notas sobre las abejas tropicales. El catálogo de las abejas neotropicales (Moure et al, 2007) (<http://moure.cria.org.br/catalogue>) proporciona mucha información sobre las abejas tropicales, pero especialmente sobre los meliponinos con una exhaustiva revisión de la literatura hasta el año 2005 (Camargo y Pedro 2007) así como lista de los ejemplares reexaminados.

En el 2008 se lleva a cabo en Brasil el primer curso Internacional sobre biología y ecología de los polinizadores, con énfasis en Agricultura.

Para el 2009 en la COP9 reunida en Bonn (Alemania) se presenta el estado actual del trabajo de las Iniciativas de polinizadores ya establecidas. A pesar de que se evidencia un incremento en el número de investigaciones y actividades dirigidas al mantenimiento de los servicios de polinización, todavía falta mucho para conservar la diversidad biológica en todo el mundo (Ssymank et al, 2009).

En el marco de la IPI se han generado diferentes iniciativas en distintas partes del mundo:

- **Iniciativa Brasileira de los Polinizadores (BPI):** Se estableció en el 2000 gracias a los esfuerzos del Ministerio del Ambiente de Brasil, la Universidad de São Paulo y la Corporación Brasileira de investigaciones agrícolas. Sus objetivos principales están enmarcados dentro de los postulados de la Iniciativa Internacional para la conservación y uso sostenible de los polinizadores (IPI). La BPI ha participado en muchas actividades como la preparación de propuestas financieras, organización de simposios

y talleres nacionales e internacionales, publicación de varios libros (Brazilian Bees, Systematics and Identification-Silveira et al 2002; Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices- VL.Imperatriz Fonseca et al, 2006; Pollinating Bees: the Conservation link between Agriculture and Nature- P.Kevan y VL.Imperatriz-Fonseca, 2006). Se organizó un taller sobre la importancia de las abejas solitarias en polinización del cual resultó un excelente libro que está en línea (Freitas & Pereira Eds.,2004). Las abejas sin aguijón también son un tema importante dentro de la BPI. Una reunión conjunta de las Iniciativas de polinizadores, realizada en África del Sur en 2002 (Mabula Workshop) generó un libro de prácticas y políticas sobre polinizadores y polinización (Eardley et al eds., 2006), dirigido a los tomadores de decisiones. La Declaración de São Paulo sobre polinizadores, propuesta en 2003, sirvió de base para la formulación del Plan de acción de la Iniciativa Internacional, preparado por la FAO y la secretaría del Convenio de Diversidad Biológica. En el país han surgido Iniciativas de polinizadores locales como REPOL, una red para estudio de los polinizadores inicialmente propuesta por el estado de Bahía y ahora con la participación del estado de Pernambuco. REPOL ha organizado varias actividades, entre ellas la semana de los polinizadores y el establecimiento de una Ruta de Polinizadores en el parque Nacional de Mucugé, ofrecida a turistas y observadores de las abejas. Esta misma red inicio los Cursos sobre Polinización (en donde se trabajan sistemas de polinización y polinizadores en áreas naturales del Brasil), con la participación de especialistas nacionales y extranjeros. Hasta ahora se han realizado 5 cursos en los cuáles han participado más de 150 estudiantes y profesionales nacionales y extranjeros.

- **Iniciativa Hindu Kush-Himalaya (de ICIMOD).** ICIMOD (International Centre for Integrated Mountain Development) inició sus programas de polinizadores/polinización en 1991, dirigidos a la investigación aplicada y desarrollos relacionados con polinizadores y polinización. El objetivo principal de ICIMOD es mejorar la calidad de vida de la población de las montañas fomentando la productividad agrícola y la conservación de la biodiversidad a través de la conservación de los polinizadores nativos, para asegurar la polinización sostenible de cultivos y otras especies de plantas nativas de la región de Los Himalaya del Hindu Kush. En ésta región más del 90 por ciento de la población de las montañas vive primordialmente de la pequeña agricultura de subsistencia y los recursos naturales. Las abejas melíferas autóctonas contribuyen significativamente a los medios de subsistencia de la población de las montañas, sin embargo, está demostrado que las especies silvestres de abejas melíferas están disminuyendo debido al exceso de explotación, a la pérdida de posibilidades de alimentarse y de hábitats para reproducirse, así como a la introducción de parásitos a través de la importación de especies foráneas de abejas. El Centro Internacional para la

Ordenación Integrada de las Montañas (ICIMOD) llevó a cabo en Bhután, China, la India, Nepal y Pakistán un proyecto sobre abejas melíferas autóctonas de los Himalayas. Con un enfoque participativo para conservar la biodiversidad e incrementar la productividad agrícola, el proyecto demostró la función crucial de las abejas autóctonas en los medios de subsistencia sostenibles de la población de las montañas a través de la producción de miel y cera y, lo más importante, la polinización de los cultivos. La apicultura de *Apis cerana* la única especie de abeja autóctona, utilizada en la polinización y para obtener sus productos, ofrece posibilidades reales de creación de medios de subsistencia sostenibles, manteniendo a la vez la biodiversidad y ofreciendo incentivos para la conservación de los hábitats. (<http://bees4livelihood.icimod.org>)

Iniciativa Africana de los Polinizadores (API): Está constituida por un amplio grupo de personas e instituciones cuya misión es promover la polinización como un servicio ecosistémico esencial para el desarrollo sostenible y la conservación de la diversidad biológica en África. Fue fundada en 1999 durante el primer simposio de la Sociedad Sur-Africana de Sistemática Biológica. En 2002 la API realizó un primer encuentro en Nairobi (Kenya) donde un grupo de biólogos, extensionistas, educadores y conservacionistas propusieron la Declaración de Kasarani, la cual establece la misión de la API, identifica los componentes de un Plan de acción y elige un comité directivo. En 2003 se publica el Plan de Acción de la API el cual incluye cuatro componentes principales: Conciencia y educación pública; Ubicación de la polinización dentro de las políticas públicas y planes de gobierno; Conservación y restauración; y construcción de capacidades. Dentro de los logros conseguidos por la API está la publicación de un libro sobre Taxonomía de abejas (Eardley et al 2010) y junto con la Iniciativa Norteamericana, la publicación de un manual sobre prácticas y políticas para la conservación de polinizadores, la realización de reuniones nacionales e internacionales; el apoyo para formulación y ejecución de proyectos específicos como Conservación y Manejo sostenible de abejas sin aguijón en comunidades del Parque Nacional Kakum en Ghana, Capacitación de estudiantes de pre y postgrado, Realización de cursos de taxonomía de abejas para agricultores, extensionistas, técnicos, estudiantes e investigadores.

- **Campaña Norteamericana para protección de los polinizadores (NAPPC).** La campaña está constituida por un grupo de colaboradores de más de 120 organizaciones e individuos que promueven e implementan un plan de Acción Continental para fomentar actividades dirigidas a la protección de los polinizadores animales. La NAPPC tienen como objetivos aumentar la conciencia y educación pública y promover diálogos constructivos acerca de la importancia de los polinizadores en agricultura, salud de los ecosistemas y suministro de alimentos; fomentar la colaboración entre los participantes y con las autoridades gubernamentales y fortalecer

las redes de organizaciones asociadas trabajando a favor de los polinizadores; promover la conservación, protección y restauración del hábitat de los polinizadores; documentar y apoyar las investigaciones científicas, económicas y políticas y la creación del primer banco de datos internacional de información sobre polinizadores. Dentro de las muchas actividades y publicaciones la NAPPC creó un Comité sobre el Estado de los polinizadores en Norteamérica del cual se generó la publicación *Status of Pollinators in North America*. En este libro se presenta evidencia de la disminución de algunas especies de polinizadores, incluyendo la especie más manejada, *Apis mellifera*, así como algunas mariposas, murciélagos y colibríes. El libro esboza las prioridades de investigación y monitoreo necesarias para incrementar la información sobre el estado de los polinizadores y proporciona un marco para la conservación y restauración de las especies de polinizadores y comunidades. La NAPPC ha trabajado conjuntamente con la Secretaria de Agricultura USDA y el Senado de los EEUU para crear la semana de los polinizadores tanto a nivel estatal como federal. Se han organizado 9 reuniones internacionales para coordinar y promover el interés de las organizaciones asociadas en tres países (Canadá, México Estados Unidos). Los polinizadores ya hacen parte de la agenda de muchos estados de los EUA y muchos recursos humanos y financieros se han destinado para ellos, además de políticas públicas.

- **Iniciativa Europea de los Polinizadores (EPI)**. Nació en 2004 y su misión es proteger y mejorar el estado de la biodiversidad y evaluar el valor económico de los polinizadores a través de Europa. Su objetivo principal es reunir a todos los interesados para que se enfoquen en una serie de actividades que ayudaran a conservar y manejar los polinizadores y a incrementar los servicios que prestan. El Plan de acción desarrollado por la EPI se enmarca dentro de las propuestas de la IPI. Inicialmente se crearon dos programas complementarios: ALARM (Assessing of LArge-scale environmental Risks with tested Methods) con el objetivo de evaluar la pérdida de polinizadores en Europa. SUPER (Sustainable Use of Pollinators as a European Resource) complementario y sucesivo del anterior, se enfoca en el manejo sostenible de los polinizadores. Recientemente se creó un nuevo programa, STEP (Status and Trends of European Pollinators) con el fin de hacer frente a las causas de pérdida de polinizadores e identificar opciones de mitigación y adaptación para revertir la disminución y mejorar la gestión de los servicios de polinización en el continente europeo. El programa se proyecta a 5 años y reúne investigadores de 24 organizaciones de 21 países; uno de los primeros objetivos es elaborar el primer Libro Rojo para los grupos más importantes de polinizadores, especialmente las abejas y desarrollar esquemas para futuros programas de monitoreo. En la página www.STEP-project.net es posible encontrar más información sobre este programa.

- Algunos países europeos han comenzado sus propias iniciativas. Por ejemplo en el Reino Unido el gobierno y la empresa privada están financiando la Iniciativa de Insectos Polinizadores, la cual consta de 9 proyectos que buscan conocer y mitigar los factores que afectan negativamente a los polinizadores en áreas urbanas, agrícolas y naturales (www.bbsrc.ac.uk/pollinators). Este año (2010) Francia inició un programa muy interesante sobre la protección de las abejas silvestres en áreas urbanas y periurbanas. El programa denominado UrbanBees, preparado a 5 años (2010-2014), evaluará la diversidad y abundancia de las abejas silvestres en las ciudades, así como los recursos disponibles para alimentación y nidificación. Actualmente se están construyendo instalaciones especiales que ofrecen sitios de nidificación para las abejas pero que también sirven como espacios para la investigación y educación de diferentes públicos. En este sitio se encuentra más información al respecto: www.urbanbees.eu
- **Iniciativa de Polinizadores de Oceanía (OPI).** En Agosto del 2006 un grupo de ecólogos de la polinización de Australia y Nueva Zelanda, se reunieron para discutir sobre la posibilidad de implementar un capítulo local de la IPI. En Marzo del 2007, parte de este grupo se reunió en Roma con representantes de la IPI y la FAO para presentar la idea de la conformación de una Iniciativa de Polinizadores regional. La idea fue muy bien acogida y a partir de ese momento quedó conformada la OPI con el objetivo de conocer más acerca de los insectos polinizadores en <http://www.oceaniapollinator.org>/Australia, en Nueva Guinea, y en las Islas Oceánicas, específicamente en cuanto a su distribución, ecología y taxonomía, el papel del servicio ecosistémico de los polinizadores nativos o introducidos y el valor económico de servicio de la polinización por polinizadores silvestres. Sus funciones principales son monitorear el declive de los polinizadores, sus causas e impacto en los servicios de polinización, dirigir la falta de información taxonómica de los polinizadores, evaluar el valor económico de la polinización y el impacto económico de cualquier declive y promover la conservación, restauración y el uso sustentable de polinizadores en agricultura y ecosistemas. Dentro de las actividades que se han realizado está la presentación de conferencias en eventos nacionales y la organización de un simposio sobre interacciones de polinización. Además en 2008 se organizó un Sistema Integrado de Información para la OPI con el objetivo de crear una red en la que todos los implicados e interesados en la iniciativa puedan hacer sus aportes y se tenga información unificada y al alcance de todos (Newstrom-Lloyd et al 2008). En 2008 también se hizo un monitoreo de Polinizadores nativos y exóticos en Nueva Zelanda y un seguimiento de algunos “mutualismos invasivos”. Se presentaron resultados de metodologías indirectas de monitoreo cuando obtener datos de visitas es difícil (Gross et al, 2008). Las funciones de la OPI también están en concordancia con los lineamientos de la Iniciativa Internacional.

http://pollinators.nbio.gov/portal/community/Communities/Ecological_Topics/Pollinators/Conservation/Initiatives_and_Organizations/International_Pollinators_Initiative/http://www.oceaniapollinator.org/documents/opi_overview_rome.pdf

- **Iniciativa Canadiense de Polinizadores (CANPOLIN)**. Se originó en 2007, en una reunión conjunta con la Campaña Norteamericana para protección de los polinizadores (NAPPC) en Ontario. En esta reunión participaron miembros del gobierno, organizaciones de agricultores y apicultores, organizaciones de jardinería, productores de frutas y semillas, la academia, investigadores, ONGs . En 2008 se realizó una segunda reunión donde se discutieron cinco temas principales: el uso de separadores en avenidas como hábitat para los polinizadores , el papel de las zonas industriales como hábitat para polinizadores, la importancia de las zonas verdes de las áreas urbanas en conservación de polinizadores, el estado actual de las investigaciones sobre conservación de los polinizadores y la viabilidad de un futuro Parque de polinizadores en Guelph. Actualmente hay investigadores de 26 universidades de todo el país trabajando conjuntamente con agencias gubernamentales, ONGs e industrias para proporcionar una visión crítica y soluciones sostenibles al problema de la polinización en Canadá. Desde Febrero del 2009 se inició la publicación del boletín de la Iniciativa Canadiense donde se publican todas las actividades que se realizan en el tema. Recientemente, en mayo de 2010, se publicó un libro sobre Protección de las abejas (Parcker 2010). Se han realizado dos cursos uno sobre Identificación de Polinizadores y otro curso de campo sobre Biología de la polinización. La Iniciativa Canadiense tienen ocho grupos de trabajo: 1. Polinizadores nativos; 2. Manejo de polinizadores; 3. Biología reproductiva de plantas; 4. Polinización anemófila; 5. Ecosistemas; 6. Predicción; 7. Económico; 8. Cultivo específico: para el 2009 fue el arándano; en 2010 se propuso trabajar en Canola. Periódicamente, el Boletín de CAMPOLIN, presentan los avances de cada uno de estos ítems. Sabemos, por ejemplo, que en el tema 1 hay avances importantes en la organización de bases de datos y código de barras de colecciones entomológicas, claves taxonómicas para algunos géneros de Apoidea y de Diptera, Claves taxonómicas interactivas para Lepidoptera . La página de contacto <http://www.uoguelph.ca/canpolin/> permite acceder a todos los boletines y demás información de CANPOLIN.

II.2. Iniciativa Colombiana de Polinizadores con énfasis en Abejas (ICPA)

Colombia, por intermedio del Laboratorio de Investigaciones en Abejas de la Universidad Nacional de Colombia (LABUN) ha participado en varias reuniones y foros sobre iniciativas internacionales de polinizadores (Octubre 2002-Indaiatuba, São Paulo, Brasil - Mesa de trabajo sobre listas de las especies de abejas del mundo, organizada por Centro de Referencia de Información ambiental (CRIA) y Universidad de São Paulo (USP); Octubre- 2003- São Paulo, Brasil- Foro Declaración de São Paulo sobre los Polinizadores, organizado por la USP y Ministerio del Ambiente-Brasil; Abril 2004- Mesa de Trabajo: Abejas Solitarias: Conservación, Cría y manejo para polinización. Fortaleza, Brasil). Se invitaron líderes de la Iniciativa Brasileña de Polinizadores a los encuentros colombianos sobre abejas silvestres para exponer su experiencia en la construcción de tal Iniciativa.

A raíz de esas actividades se generó un primer documento titulado “Una Iniciativa Colombiana de Polinizadores (ICP) con énfasis en Abejas”, que fue presentado en el II Encuentro Colombiano sobre abejas silvestres (Noviembre 2004, Bogotá, Colombia). En este documento se hace un diagnóstico del conocimiento existente hasta el momento sobre abejas como polinizadores en el país. Un segundo documento (Abejas sin aguijón e iniciativa de polinizadores) se presentó en el V Coloquio de Insectos sociales- IUSSI Bolivariana en Cali (Nates-Parra, 2005a), en donde se resalta la importancia de los meliponinos en polinización y se señalan los principales limitantes para su uso como polinizadores en Colombia. Almanza (2004) hizo una presentación sobre los abejorros del género *Bombus* y las iniciativas de polinizadores, donde expone la importancia de los *Bombus* nativos en la polinización de cultivos en invernaderos y la necesidad de profundizar en el conocimiento de su biología, cría y manejo.

Desde el LABUN se han generado iniciativas que buscan resolver algunos de los problemas que enfrentan los polinizadores, y poner en conocimiento de profesionales y del público en general la importancia de las abejas silvestres como organismos que hacen parte de nuestra biodiversidad y que desempeñan un papel fundamental en la conservación de los ecosistemas.

Una de estas iniciativas fue la realización de los Encuentros colombianos sobre abejas silvestres (I Encuentro, Bogotá, 2002; II Encuentro, Bogotá, 2004; III Encuentro, Santa Marta, 2006; IV Encuentro, Bogotá, 2008). En todos estos eventos hemos contado con la participación de investigadores de países que como Brasil tienen bastante experiencia en trabajo con polinizadores silvestres y han liderado buena parte de la Iniciativa Internacional de Polinizadores. Durante el II encuentro presentamos el primer borrador de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores y se realizó un foro con los participantes para complementar la iniciativa, de donde surgió un documento que se ha convertido en la base para generar esta

propuesta. En los tres encuentros pasados se ha demostrado una mayor motivación por el trabajo con abejas y su papel como polinizadores que ha llevado al surgimiento de nuevos grupos de investigación y al fortalecimiento de otros existentes interesados en conocer más la diversidad de abejas del país. Por ejemplo, el grupo de Biodiversidad y Ecología de abejas silvestre de la Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá) y el Grupo de Investigaciones en Abejas de la Universidad Nacional, Sede Medellín.

Recientemente (Agosto 2010) se llevó a cabo **I Taller para la Formulación del plan de acción de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores con énfasis en Abejas**, con el patrocinio de la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Durante este taller se presentó el logotipo de la Iniciativa colombiana ICPA, y se formuló el Plan de acción. Además se hizo un diagnóstico rápido sobre el conocimiento de la relación polinizadores-polinización tanto con *Apis mellifera* como con abejas silvestres. Se evidenció la necesidad de conocer la situación de los polinizadores y el servicio de polinización en Colombia. Para Noviembre del mismo año, en el marco del V Encuentro Colombiano sobre abejas silvestres, se presentó el estado actual de las Iniciativas internacionales y el de la Iniciativa Colombiana. Se realizó una mesa redonda donde se revisaron las líneas de acción propuestas en Agosto y se sugirieron acciones y compromisos específicos con el fin de buscar apoyos y darle visibilidad a la Iniciativa Colombiana de Polinizadores.

III. Estado del Conocimiento

III.1 Diagnóstico Abejas como polinizadores en Colombia

Cerca del 75% de los principales cultivos del mundo y el 80% de todas las plantas con flores dependen de polinizadores animales para producir frutos y semillas (Nabhan y Buchmann, 1997; Kevan y Imperatriz-Fonseca, 2002). Insectos, aves y murciélagos buscan las flores para obtener recursos y durante esa actividad transfieren los granos de polen a las partes reproductivas de las flores. A pesar de la importancia de estos animales por los beneficios que traen a los ecosistemas y al incremento en la producción agrícola, en los últimos años se ha observado una alarmante disminución en las poblaciones de polinizadores y por supuesto en las interacciones en las cuales ellos son protagonistas principales (Allen-Wardel et al, 1998, Biesmeijer et al, 2006, Klein et al 2007).

Aproximadamente el 73% de todos los cultivos del mundo son polinizados por alguna especie de abeja, el 19% por moscas, 6.5% por murciélagos 5% por avispas, 5% por cucarrones, 4% por pájaros y 4% por mariposas y polillas (Fact Sheet: Pollinator Diversity, 2004).

La interacción planta-polinizador es tan compleja e interdependiente que la pérdida o reducción de cualquiera de ellos afectará la sobrevivencia no solo de las especies involucradas, sino de aquellas otras que las utilizan para obtener recursos alimenticios o de cualquier otra clase.

A nivel mundial, se sabe que muchas especies de abejas están siendo afectadas por diversos factores que han llevado a la pérdida o disminución de poblaciones y especies (Frankie et al, 1989; Freitas et al, 2009; Williams y Osborne, 2009) y es por eso que existen las iniciativas para la protección y conservación de los polinizadores abejas (P. Kevan y V.L. Imperatriz Fonseca, Edts, 2002). Dentro de los propósitos de la Iniciativa Internacional de Polinizadores (IIP) está el monitoreo de la disminución de polinizadores abejas, sus causas e impacto sobre los servicios de polinización, el conocimiento de las especies (de abejas), puesto que uno de los problemas es la falta de claridad sobre la identidad taxonómica de muchos de estos. Un ejemplo de acciones que se están desarrollando para contrarrestar la pérdida de polinizadores, se registra en Costa Rica. Desde hace aproximadamente 30 años, Frankie et al (1989) reportaron la drástica disminución de las poblaciones de *Centris* y otras abejas solitarias en bosques secos de Costa Rica y California, causada por deforestación, incendios y transformación de bosques en terrenos agrícolas, a pesar de que el 50% de todas las plantas con flores de esos bosques eran polinizadas por abejas solitarias (Frankie et al 1976, 1983, 1989). Frankie et al (2002) y Frankie y Vinson (2004) presentaron sus progresos referentes a un programa de restauración de las poblaciones de abejas silvestres en áreas alteradas por actividades humanas y mostraron que por lo menos cien especies de abejas habían llegado a las áreas restauradas. Dentro de las metodologías utilizadas por estos autores, sobresalen los monitoreos de largo plazo, tanto de abejas como de plantas.

El uso de las abejas como polinizadores requiere del conocimiento sobre su cría y manejo, para obtenerlas en cantidades suficientes que cubran las necesidades de polinización en la agricultura y otros ecosistemas. Por lo anterior, *Apis mellifera* es la especie más usada actualmente, porque se puede criar masivamente.

III. 2 ¿Qué sabemos de los polinizadores-abejas en Colombia?

Se estima que en Colombia hay aproximadamente 1000 especies de abejas (Nates-Parra, 2005) de las cuales unas 240 son sociales y el resto solitarias. Una de ellas es *Apis mellifera*, abeja relativamente bien conocida a nivel mundial por su papel como polinizadora de cultivos de importancia económica y su explotación comercial, que se basa principalmente en extracción de grandes volúmenes de miel, cera y propóleos, sustancias a las que se les atribuye propiedades medicinales y ampliamente usadas en medicina y cosmetología. y por su papel como polinizadora de cultivos de importancia económica. El resto de las especies, esta constituido por abejas sociales (abejas sin aguijón –tribu Meliponini y abejorros del páramo-

tribu Bombini) y abejas solitarias (la mayoría de las especies), como las abejas de las orquídeas –tribu Euglossini y otros grupos mucho menos conocidos en el país.

III.2.1 *Apis mellifera*

Las abejas productoras de miel (*Apis mellifera*, abejas del apicultor) pertenecen a la tribu Apini con un único género *Apis*, predominantemente tropical, originado en la región Indo-malaya durante el Oligoceno (Engel, 1999b). En la medida que el hombre fue colonizando diferentes regiones del mundo, fue llevando consigo las abejas del género *Apis* y en particular *Apis mellifera*; que hoy día están ampliamente distribuidas por todo el globo terráqueo.

A pesar de que *Apis* es un género de abejas muy estudiado, no hay mucha claridad en la definición taxonómica de las especies; existen muchos nombres asociados a las diferentes especies; su número ha variado de 4 hasta 24; Engel (1999) reconoce 3 subgéneros vivientes, con 7 especies (Tabla I)

Tabla I. Subgéneros y especies de abejas del género *Apis* (Engel, 1999)

Género	Subgénero	Especie	Nombre común	Distribución geográfica
<i>Apis</i>	<i>Apis</i>	<i>A. mellifera</i> Linnaeus	Abeja de miel occidental	Mundial
		<i>A. nigrocincta</i> Smith	Abeja de miel de Sulawesi	Islas Célebes
		<i>A. cerana</i> Fabricius	Abeja de miel asiática	Corea, China, Irán, Japón, India, Tailandia
		<i>A. koschevnikoi</i> Enderlein	Abeja de miel de Borneo (Sundaland)	Sureste Asiático: Península Malasia, Borneo, Java, Sumatra
	Megapis	<i>A. dorsata</i> Fabricius	Abeja de miel gigante	I. Célebes, Filipinas, Sur de Asia, Regiones altas de la India

	Micrapis	<i>A. florea</i> Fabricius	Abeja de miel roja enana	China, Indonesia, Irán, Irak, Pakistán
		<i>A. andreniformis</i> Smith	Abeja de miel negra enana	China: provincia de Yunnan, Malasia, Vietnam. India: Nepal

En América solamente se encuentra el subgénero *Apis*, representado por *A. mellifera*, traído por los colonizadores españoles en los años 1500 aproximadamente. El género *Apis* se diferencia de los demás géneros del grupo de abejas con corbícula por tener ojos peludos y carecer de espuelas tibiales posteriores.

La única especie introducida al país es *A. mellifera* con varias subespecies: *A. mellifera ligustica* (abejas italianas), *A. mellifera mellifera* (abejas alemanas), *A. mellifera carnica* (abejas carniolas), *A. mellifera caucasica* (abeja caucasiana) y el híbrido del cruzamiento *A. mellifera scutellata* x *A. mellifera* conocido comúnmente como abeja africanizada, y distribuido ampliamente por todo el país. La abeja africana (*A. mellifera scutellata*) fue introducida al continente americano (Brasil) hacia 1956 y para finales de 1978 ya había penetrado en territorio colombiano. Una de las ventajas que se le atribuye es su alta producción de miel a pesar de que hay datos muy disímiles: mientras en África se registran producciones hasta de 257 kilos/colmena/año (Stort y Gonçalves 1979) y en Brasil 200 kilos/colmena/año (Gonçalves et al. 1974), en Colombia se han reportado producciones de 35 a 40 kilos/colmena/año (Mantilla 1991).

Su uso en labores de polinización está ampliamente establecido en distintos países del mundo (Corbet et al, 1991; Bruneau, E. 1993; Williams 1994; Richards and Kevan 2002; De Jong et al, En: Imperatriz-Fonseca et al 2006, Roubik <http://www.sciencenews.org/20020622/food.asp>), donde el alquiler de colmenas para los agricultores es un sistema muy común; pero en países latinoamericanos (exceptuando a Brasil), la explotación de *Apis mellifera* se ha centrado principalmente en la obtención y la comercialización de miel y polen, dándole menor importancia a la polinización de cultivos y de flora silvestre. Vásquez et al (2006) mencionan que en Colombia la polinización dirigida es una estrategia importante para mejorar la producción agrícola, ya que con ella se puede aumentar la producción de los cultivos y mejorar la calidad del producto final (fruto), sin embargo, son pocos los trabajos que evidencian el interés en utilizar *Apis mellifera* como polinizador de plantas silvestres o cultivadas. Algunos de ellos son:

Trabajos de grado realizados conjuntamente por CORPOICA y la Universidad Nacional de Colombia en polinización de mora y fresa en la Sabana de Bogotá, que demostraron que con la inclusión de (abejas) *Apis mellifera* en los cultivos se obtuvo un incremento en la producción del 30% y 40%, respectivamente (Vásquez y Tello, 1995; Devia y Rico 2004; Castro y Ortégón, 2003). Otros trabajos de grado o de postgrado sobre polinización se vienen desarrollando en diferentes universidades del país: Polinización de naranja (*Citrus sinensis*) por *A. mellifera* mostró ser favorable para las dos variedades estudiadas (Valencia y Ombligona) ya que mejora las características organolépticas y productivas del fruto (Leon y Moreno, 2006). En el mangle *Avicennia germinans* Sánchez (2009) determinó que especies de *Xylocopa* y *Apis mellifera* son los polinizadores eficientes de esa especie en la Isla de San Andrés.

La diversidad de productos generados por la explotación apícola, la contribución de las abejas como agentes polinizadores a la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola y la alta demanda de las industrias, hacen de la apicultura una alternativa de producción animal con mayor interés para el fortalecimiento y diversificación del sector agropecuario colombiano (Vásquez y Tello, 1995).

A nivel mundial, las abejas melíferas están siendo amenazadas por varios factores que afectan directamente su productividad y sobrevivencia. Factores como el cambio en el uso de la tierra, la contaminación, el uso de pesticidas y herbicidas, la combinación de varios patógenos y parásitos entre otros, han sido mencionados como causantes del llamado Desorden del Colapso de las Colonias (**CCD**, por sus siglas en inglés), que resulta en la muerte o desaparición de miles de colmenas (van Engelsdorp et al, 2007). Entre el 50 y el 60% de las colonias en los Estados Unidos y entre el 5 y 10% en todo el mundo se han perdido (Ratia, 2010) afectando directamente los servicios de polinización (Kevan y Viana, 2003). Después de varios años de investigación, los científicos todavía no saben a ciencia cierta qué puede estar ocurriendo (Benjamin y McCallum, 2008).

Si bien se sabe que *Apis mellifera* es un buen polinizador para muchas plantas, su uso no está ampliamente desarrollado en el país. Dentro de los factores que impiden el establecimiento de los servicios de polinización prestados por *Apis mellifera* se pueden mencionar los siguientes:

1. Ausencia de monitoreo de las poblaciones de *A. mellifera* en el país. Se necesita saber si la desaparición de colmenas que se está viviendo en muchos países del mundo también afecta las poblaciones de abejas en Colombia.
2. No hay un diagnóstico actualizado de las enfermedades que afectan las abejas melíferas en Colombia.

3. Expansión de monocultivos en el país. ¿Qué se sabe de sus efectos sobre las poblaciones de abejas?
4. El uso indiscriminado y descontrolado de pesticidas.
5. Ausencia de políticas que sirvan para controlar el uso de pesticidas y hacer un uso y manejo adecuado de los mismos.
6. Falta de divulgación y capacitación sobre uso y manejo adecuado de polinizadores, no solamente a los campesinos, quienes son los actores más involucrados, sino a todos los niveles de la cadena, incluyendo los sectores gubernamental y académico.
7. Mucha información relacionada con polinización de cultivos por *A. mellifera* no está publicada, razón por la cual no es posible utilizar este conocimiento para poder definir las prioridades de investigación en la Iniciativa de Polinizadores.
8. ¿Que tan apreciada es *Apis mellifera* como polinizador en Colombia? Los agricultores la “piden” para polinizar cultivos? Hay manejo en invernaderos?

III. 2.2 Abejas silvestres

Colombia tiene una gran diversidad de abejas silvestres, pero como en muchas partes de Suramérica, sus especies son poco conocidas. Se estima que en el país hay aproximadamente 1000 especies, aunque su número exacto está lejos de ser conocido. Nates-Parra (2005) reporta 600 especies, mientras que el Catálogo de Moure (Moure et al, 2007) solo reconoce 398 nombres válidos. Vélez (2008) revisó las abejas depositadas en varias colecciones del país y reportó 102 géneros y 604 especies; sin embargo la misma autora anota que hay un número muy alto de especies todavía sin identificar en las colecciones, lo cual incrementaría el número de especies para el país. El conocimiento de las abejas en Colombia se ha limitado a algunas regiones de fácil acceso (región Andina, principalmente), mientras que en las demás regiones el conocimiento de las abejas silvestres es muy escaso o nulo. La ausencia de metodologías unificadas de muestreos, el tipo de datos colectados y los muestreos desiguales dificultan la comparación entre los pocos estudios realizados para el país (Smith Pardo, 1999). Pero el mayor problema, no solo en Colombia sino también en otras partes del mundo es la identificación apropiada de las especies (Silveira et al 2002) puesto que hay déficit de taxónomos dedicados a este grupo de insectos. Éste es uno de los propósitos de la Iniciativa Internacional de polinizadores, resolver el Impedimento taxonómico. Si bien, sabemos de la existencia de muchos organismos que sirven como vectores de la polinización, muchas veces ignoramos quiénes son, donde están y aun más los aspectos de su biología. Esto aplica para las abejas silvestres en Colombia. Solamente en los últimos 5 años se han descrito 18 nuevas especies para el país (González, 2004, González y Chávez, 2004; Camargo y Roubik, 2005; Ramírez, 2005; Parra et al, 2006; Ramírez, 2006; González et al, 2006; González y Vélez, 2007; González y Ruz, 2007; Smith-Pardo y González, 2007; González y Roubik, 2008). Esto nos da una idea de lo que podemos tener.

Dentro de las abejas silvestres pueden mencionarse dos grandes grupos: abejas sociales y abejas solitarias.

III. 2.2.1 Abejas sociales: A pesar de la creencia general, solamente entre un 10 y 15% de todas las especies de abejas son sociales, sin embargo, esas especies son muy abundantes en la naturaleza (*A. mellifera*, abejas sin aguijón). Viven en colonias familiares en donde hay individuos de dos generaciones: madres e hijas. Generalmente las abejas sociales tienen una reina (madre) con función eminentemente reproductiva y cientos de obreras que se dedican a las demás tareas necesarias en la colonia. La división de trabajo está plenamente establecida. En este grupo las reinas y las obreras son morfológica, fisiológica y comportamentalmente diferentes; además la reina no puede vivir sola y las obreras sin reina no sobreviven mucho tiempo como colonia viable.

El grupo de las abejas sociales (o abejas corbiculadas) está constituido por las tribus Apini, Meliponini, Bombini y Euglossini (algunas especies) y es el más ampliamente estudiado en el país. Hay aproximadamente 240 especies en Colombia agrupadas en 21 géneros; respecto al Neotrópico, el 41,1% de las especies de Meliponinos, el 62,5% de Euglosinos y el 25,7% de *Bombus* habitan en Colombia (Nates-Parra, 2005). Además, en los últimos 5 años se han descrito 8 especies nuevas para Meliponini y Euglossini (Ramirez, 2005; Parra et al, 2006; Ramirez, 2006; González et al, 2006; González y Vélez, 2007) y no se descarta la posibilidad de seguir registrando otras especies nuevas. Hasta ahora, el conocimiento producido sobre las abejas corbiculadas colombianas se ha generado en su mayor parte en el Laboratorio de Abejas del Departamento de Biología de la Universidad Nacional (LABUN-Bogotá).

a- Abejas sin aguijón: La tribu Meliponini agrupa todas aquellas abejas conocidas como "Abejas sin aguijón" encontradas en las áreas tropicales y subtropicales del mundo (Roubik, 1989) presentes tanto en América como en Europa desde antes de la colonización europea.



Algunas culturas indígenas americanas (Azteca, Maya, Andokes, Kayapos) desarrollaron diversos métodos con el fin de aprovechar sus productos y diseñaron colmenas sencillas para alojarlas y protegerlas de los enemigos naturales; productos como la miel, el polen y la cera eran extraídos sin causarles daño, para ser

utilizados con fines alimenticios y medicinales (Medina y González-Acereto, 1995; Jara, 1996; Posey y Camargo, 1985). Según referencias históricas los Muiscas del altiplano oriental de Colombia cultivaban abejas. Se supone se trataba de abejas sin aguijón puesto que la introducción de abejas melíferas (con aguijón) solamente se realizó con la llegada de los españoles. Los muiscas utilizaban la miel para endulzar la chicha, bebida fermentada de maíz y otros alimentos, y la cera en orfebrería. En las crónicas enviadas a España los conquistadores narraron acerca de las abejas sin aguijón en el nuevo mundo. Algunos fragmentos de relatos se mencionan a seguir: En carta de Pedro de Espinel al rey de España en 1529 relata que *...tienen (los indios) en sus casas y a la redonda de ellas muchas colmenas de que sacan muy excelente miel; las abejas son muy pequeñas y prietas y no saben hacer mal; la cera no es muy buena por que no (la) saben sacar y es prieta; la miel es muy blanca, muy clara y muy delgada...* Juan de Castellanos en sus *Elegías de varones ilustres de Indias* (1589 a 1601) cuenta, en forma de verso, sobre.... *Abejas grandes, mansas y tan buenas, que carecen de aquellos aguijones, que lastiman y causan hinchazones...* Una leyenda recopilada por Montaña

(1970) habla sobre el origen mítico de las abejas sin aguijón en las inmediaciones del lago de Tota (Dpto de Boyacá). Los Tayrona, aborígenes de la sierra Nevada de Santa Marta (Costa caribe colombiana) eran apicultores destacados y aprovechaban la miel en la alimentación y la cera en orfebrería; cultivaban abejas en sus casas y alrededores. En 1741 el jesuita J. Gumilla escribió sobre los indios del Orinoco y sus copiosas cosechas de miel, extraídas de nidos de abejas sin aguijón, muy abundantes en ese entonces. Acuña (1986) recogió información sobre el uso de la miel por los indios amazónicos. Sobre el manejo de las abejas sin aguijón por los actuales pueblos indígenas en Colombia es poca la información que se tiene. Solo se sabe que los Nukak (Noroeste amazónico) utilizan unas 43 especies (Cabrera y Nates-Parra, 1999) y que dentro de la mitología Uwa (Sierra Nevada del Cocuy) aun se consideran importantes como los seres que hicieron posible la gestación de la vida en el universo (Falchetti y Nates-Parra, 2002). En el Departamento de Vaupés, Rosso et al (2008) realizó un encuentro con el conocimiento tradicional indígena, relacionado con las abejas sin aguijón, especialmente con los grupos étnicos siriano y bará; el resultado de esta experiencia mostró que la meliponicultura puede ser una actividad promisoriosa para la región y para las comunidades, pero es necesario trabajar conjuntamente con los diferentes actores para no crear conflictos entre el enfoque tradicional y la economía del mercado.

Las abejas sin aguijón se caracterizan principalmente por tener su aguijón reducido, alas con venación débil o reducida y ojos desnudos. Construyen nidos muy característicos para albergar su cría, con entradas generalmente conspicuas, como tubos de cera, las cuales, en algunos casos, sirven para identificar especies particulares.

Hay 14 géneros y 9 subgéneros con aproximadamente 120 especies identificadas hasta ahora, conocidas por nombres tales como *angelitas*, *perreras*, *candela*, *guare*, y otros que varían según la región del país (Nates-Parra, 1983; Parra, 1984; Nates-Parra, 1990; Nates-Parra 2009). Se han encontrado desde el nivel del mar hasta los 3400 m de altura, notándose su preferencia por los bosques secos y húmedos tropicales y bosques muy húmedos premontanos (Nates-Parra 1985). Para las abejas sin aguijón (Meliponini) se han hecho inventarios, claves a nivel de género y estudios sobre biología (Vergara y Villa 1981; Vergara y Pinto 1981; Moreno y Devia, 1982 ; Nates-Parra y Cepeda, 1983; Vergara et al., 1987; Nates-Parra et al., 1989; Nates-Parra y Roubik, 1990; Nates-Parra, 1995; Nates-Parra, 1996a, 1996b; Nates-Parra, et al. 1999; González, 2000; González-B. y Nates-Parra, 1999; González-B. y Nates-Parra, 2004; Rosso y Nates, 2005; Hernández, 2004, Nates-Parra et al, 2006a, 2006b; Hernández et al 2007; Nates-Parra et al, 2008, Fernández y González, 2008). Otros trabajos son los de Parra (1984,1990 y 1991) con el censo de los Meliponinos del Valle del Cauca, los inventarios realizados en algunos lugares de Antioquia (Vásquez y Correa, 1976; Peinado y Tarazona, 1982; Ortiz y Arango, 1985; Smith, 1999; Smith y González, 2007), y en Casanare (Wilchez et al, 2008).

Para géneros específicos como “Duckeola”, “Melipona”, “Trigona” (Trigona), “Oxytrigona”, “Parapartamona”, “Paratrígona” se conocen las especies que hay en el país, su distribución geográfica y algunos aspectos de su biología básica (Nates-Parra, 1995; González y Nates-Parra, 1999; Nates-Parra et al, 1999; González y Nates-Parra, 2004; González y Roubik, 2008; González y Vélez, 2007, Hernández, 2004) pero todavía es mucho lo que falta por investigar. Las especies de meliponinos descritas recientemente para el país, muestran que la riqueza de abejas sin aguijón puede ir en aumento (González y Vélez, 2007; Camargo y Roubik, 2005; González y Roubik, 2008).

Algunos trabajos registran las especies vegetales que son importantes en el suministro de recursos alimenticios para los Meliponinos. Bernal y Ervik (1996) encontraron 20 especies de meliponinos visitando las inflorescencias de *Phytetephas seemannii* (tagua o marfil vegetal) en el pacífico colombiano, siendo que abejas del género Partamona tuvieron un comportamiento muy marcado en la recolección de polen. Aguilar y Smith Pardo (2009) concluyeron que *Mimosa pigra* es una fuente importante de polen para varias especies de abeja silvestres, especialmente abejas sin aguijón; otras especies vegetales visitadas por abejas sin aguijón son *M. pudica*, *Piper aduncum*, *Solanum diversifolium* y *Psidium guajava*. Nates y Rodríguez (2010) determinaron la importancia de las familias Mirtaceae (*Psidium guajava*), Melastomataceae, Fabaceae, Solanaceae (*Solanum jamaicense*), Caesalpinioideae y Euphorbiaceae (*Alchornea* sp.) como fuente de polen para *Melipona eburnea* en el oriente colombiano.

Respecto a la cría y manejo, en Colombia ya hay un conocimiento básico y varios apicultores, meliponicultores y agricultores, cultivan o cuidan especies de abejas sin aguijón, con el objetivo de obtener principalmente miel, debido a sus propiedades medicinales (Nates-Parra et al 2008). *Trigona (Tetragonisca) angustula* y algunas especies de “Melipona” (*M. eburnea*, *M. favosa*, *M. grandis*) son las especies más utilizadas. El uso de las abejas sin aguijón, no solo por los indígenas sino por campesinos y colonos, se está incrementando cada vez mas, con la expectativa de obtener productos que proporcionen alguna entrada económica.

Recientemente se desarrolló una investigación (Nates-Parra, et al, 2008) en la cual se recopiló información acerca de los usos de las abejas sin aguijón en el país; se contabilizaron 30 especies de abejas utilizadas de alguna forma y se determinó que las especies más manejadas son *Trigona angustula*, *Paratrígona eutaeniata* y varias especies de los géneros *Scaptotrigona* y *Melipona*. *T. angustula* es la especie criada por excelencia para obtención de miel aprovechada principalmente para aliviar afecciones oculares; la miel de las demás especies se utiliza más en la alimentación y para aliviar enfermedades de tipo respiratorio. Otros productos obtenidos son polen, cerumen y resinas. Determinamos que hay por lo menos 10 especies que son objeto de cacería para utilizar sus productos, entre ellas las especies del género Melipona; si bien observamos nidos de abejas de ese género en el 35% de las

localidades visitadas, el porcentaje de nidos fue muy bajo (10%); en algunas regiones no se logró registrar nidos de especies de *Melipona*, a pesar de tener información sobre la presencia de la especie en la zona; pudo ser debido a que los meliponicultores visitados no crían esa especie, o porque es difícil de conseguirla, aparentemente debido a la disminución de nidos en áreas de fácil acceso y su consiguiente desplazamiento hacia zonas conservadas. Se usan 8 especies de *Melipona* para extracción principalmente de miel, pero sin ningún manejo específico. En este mismo trabajo se observó que el servicio de polinización es subestimado, principalmente por el desconocimiento del mismo proceso, de las especies de abejas que podrían prestarlo y de las especies de plantas y cultivos a los que podría beneficiar; además para muchas personas encuestadas, la polinización no era un servicio importante en agricultura.

En 2003 el SENA aprobó un proyecto de innovación y desarrollo tecnológico “Sistemas de Polinización entomófila para frutales y cultivos bajo invernadero” en Santander; se trabajó con las especies *Xylocopa frontalis* (polinizador de maracuyá y granadilla), *Partamona peckolti* (polinizador de melón, calabacín, pepino, mora y fresa), *Trigona angustula* (polinizador de fresa), *Nannotrigona testaceicornis* (polinizador de fresa) y *Scaptotrigona limae* (polinizador de fresa). Para cada especie diseñaron un prototipo de colmena, teniendo en cuenta la captura de la colonia madre, su biología y comportamiento. Además se hicieron estudios sobre el uso sostenible de los insectos (Santamaría 2004). El objetivo fue obtener una licencia ambiental para la cría de insectos polinizadores. Sin embargo, la aplicabilidad del proyecto no ha sido fácil, principalmente por falta de interés de los agricultores y las entidades que podrían avalar el proyecto (E. Santamaría. Com. Pers)

Las abejas sin aguijón pueden ser utilizadas como polinizadoras de plantas nativas, exóticas, silvestres y cultivadas como ya se está haciendo en varios países donde existen, aunque todavía no se crían ni se venden para propósitos de polinización de cultivos. En Brasil el único ejemplo que se tiene hasta ahora es un protocolo muy bien establecido para polinización de fresas en invernaderos por *Trigona angustula* y otros meliponinos pequeños (Malagodi-Braga, 2002; Malagodi-Braga y Kleinert, 2004). Algunas especies de “*Melipona*” y de “*Nannotrigona*” podrían ser buenos polinizadores de cultivos que necesitan que el agente polinizador haga vibrar las anteras para poder liberar el polen, en plantas de la familia Solanaceae como el tomate (*Lycopersicon esculentum*) polinizado por *Melipona quadrifasciata* en invernaderos de Brasil (Del Sarto et al, 2005) o por *Nannotrigona perilampoides* en invernaderos de Yucatán (Macias et al, 2001) o el chile habanero (*Capsicum chinense*) polinizado por *Nannotrigona perilampoides* en invernaderos de Yucatán (Cauich et al, 2004; Cauich et al, 2006). El uso de abejas sin aguijón en la polinización de cultivos en invernadero es una alternativa promisoría para la explotación de hortalizas en clima tropical (Quezada Euan, 2008).

Castro et al (2003) mencionan por lo menos 21 cultivos en las cuales los meliponinos pueden ser usados como polinizadores, café, aguacate, mango, guayaba, entre otros. Otras especies vegetales como algunas orquídeas también son polinizadas por abejas sin aguijón (Adam y Lawson 1993; Singer, 2002). Singer (2006) revisó el papel de algunos meliponinos en la polinización de varios géneros de orquídeas. Castro et al (en Imperatriz-Fonseca et al (2006) sugirieron la cría a gran escala de por lo menos 14 especies de meliponinos para ser utilizados con fines de polinización en Brasil.

El uso de las abejas sin aguijón para polinización se facilita por cuanto se conoce la metodología para la cría y manejo de las especies más utilizadas. Sin embargo, uno de los puntos clave es la cría masiva, que ha tenido dificultades por lo que hasta el momento no se tiene bien establecida la cría masiva de reinas, para poder iniciar las colonias; este aspecto está siendo investigado en Brasil (Menezes, y Imperatriz Fonseca, 2010). A través del tiempo se han generado modelos diferentes de colmenas racionales adaptados para cada una de las especies manejadas y a las regiones donde ellas existen. Aquí en Colombia, los criadores de meliponinos han adoptado y adaptado modelos de cajas de investigadores extranjeros o diseñado su propias colmenas. Hay pequeños meliponarios muy bien organizados, como otros donde hay colmenas rústicas y colonias alojadas en sus troncos originales (Nates-Parra et al, 2008). Existe literatura disponible, donde se exponen las técnicas y cuidados que debe tener la cría de abejas sin aguijón, así como también la descripción de colmenas racionales (Arce et al, 1994; Nogueira-Neto, 1997; Nates-Parra, 2001; Quezada-Euan, 2005; Venturieri, 2008; León y Venturieri, 2010).

b- Bombus: Abejorros del páramo o abejones de la tierra. Son abejas grandes, de 9 a 22 mm. de longitud, robustas y con bastante pilosidad que va desde negro hasta amarillo y blanco pasando por especies con coloración roja. Es un grupo muy particular ya que a través de su desarrollo pasa por varias fases de desarrollo social, desde solitario hasta social; se diferencia de las abejas altamente sociales, como Apis, en que la reina puede vivir sola y las diferencias morfológicas con las obreras no son muy grandes (Michener 2000). Nidifican generalmente en nidos de roedores, pájaros o cavidades preexistentes localizadas entre el pasto u otra vegetación. Existen 42 especies en el neotrópico (Abrahamovich y Días 2002), de las cuales 9 están presentes en Colombia agrupadas en 4 subgéneros: Fervidobombus (4 especies), Robustobombus (3 especies), Rubicundobombus (1 especie) y Funebribombus (1 especie), estos últimos exclusivos de áreas andinas (Liévano et al., 1991). Las especies colombianas pueden identificarse fácilmente atendiendo a características de la genitalia masculina y la cámara del aguijón en las hembras, tal como aparece en la clave de Liévano et al. (1994). Las especies del género ocupan todos los pisos altitudinales desde el nivel del mar hasta los 4.800 m. De las 9 especies registradas para Colombia 6 se encuentran en el Piso Montano,

comprendido entre los 2800 y los 3800 msnm. *B. robustus*, *B. funebris* y *B. rubicundus* tienen un carácter típicamente andino, siendo que *B. robustus* es la más abundante. En forma marginal se presentan *B. atratus*, *B. hortulanus* y *B. pullatus*. Por encima de los 3800 tan solo se registró *B. funebris*, como la única especie adaptada a grandes alturas llegando al límite de las nieves perpetuas en el parque Nacional Natural de los Nevados. Dentro del género también es posible encontrar especies típicas de la región amazónica, como *B. transversalis*, aunque es necesario anotar que esta especie también ha sido encontrada fuera de la región amazónica, en zonas de ganadería extensiva y grados de culturización de medio a alto (Medina, Cundinamarca; Liévano y Ospina 1984). Otras especies tienen una distribución más amplia como *B. atratus*, *B. pullatus*, *B. hortulanus* y *B. robustus* (Liévano et al. 1991). Dos de las nueve especies presentes en Colombia (*B. melaleucus* y *B. excellens*) se caracterizan como raras, puesto que su presencia en colecciones es muy escasa; las dos especies han sido halladas en ecosistemas no perturbados: *B. melaleucus* prefiere áreas de alta humedad con climas cálidos a mesotérmicos, mientras que *B. excellens* habita preferentemente áreas mesotérmicas muy húmedas, cubiertas de bosque andino (Liévano y Ospina, 1984).

Las especies del género *Bombus* son frecuentemente utilizadas para polinización de cultivos. Las solanáceas son algunas de las plantas que más se benefician con su visita, puesto que sus flores tienen anteras largas, con dehiscencia poricida que hace necesario un manejo especial del polinizador para obtener su polen; producen poco o ningún néctar, pero ofrecen polen abundante, rico en proteínas (Buchmann 1995). *Bombus*, *Melipona*, *Euglossa*, *Eulaema*, *Eufriesea*, así como algunas abejas solitarias, utilizan los músculos indirectos de vuelo para “vibrar” y transmitir este movimiento a las anteras de forma tal que el polen es expulsado y las abejas lo recogen rápidamente. Este sistema de polinización se conoce como “Buzz pollination” o “polinización por zumbido.

Las especies de *Bombus* típicas de las regiones altoandinas se constituyen en importantes polinizadores de la flora de los altos Andes. Algunos trabajos se han realizado a este respecto: Riveros et al (2006) reportan diferencias en el comportamiento de forrajeo de tres especies de abejorros en flores de *Digitalis purpurea* (Scrophulariaceae). *Bombus atratus* fue un polinizador potencial, mientras que *B. hortulanus* y *B. rubicundus* colectaron néctar robándolo a través de agujeros. Los autores atribuyen las diferencias conductuales a limitantes físicos; mientras que *B. atratus* puede alcanzar fácilmente los nectarios por su glosa larga y un cuerpo más pequeño, *B. hortulanus* y *B. rubicundus* deben utilizar agujeros en la base de las flores para obtener el recurso por sus glosas más cortas y un cuerpo más grande. Cuervo y Bonilla (2002) estudiaron el acople morfológico entre las especies de abejorros habitantes de un sector del Páramo de Chingaza (*B. hortulanus*, *B. rubicundus* y *B. funebris*) y sus fuentes de néctar, mecanismo que permite la coexistencia de las tres especies en esta comunidad.

c- Abejas de las Orquídeas: Estas abejas son típicamente Neotropicales; su mayor diversidad se concentra en América del sur. Para Colombia se conocen la mayoría de sus especies; hay claves taxonómicas para su identificación (Bonilla y Nates-Parra 1992), datos de distribución geográfica y altitudinal (Bonilla, 1991) y trabajos sobre nidificación y aspectos de los efectos de la degradación de ecosistemas sobre los euglosinos en el Occidente Colombiano (Sandino 1995, Otero 1996; Otero y Restrepo 1999 y Nates-Parra y González 2000; Otero y Sandino 2003; Parra y Nates-Parra, 2009). La tribu está representada en Colombia por 113 especies con cinco géneros *Aglae* y *Exaerete* (parásitos), *Eulema*, *Eufriesea* y *Euglosa* (Ramírez et al, 2002). Nidifican de formas diferentes, ya sea en cavidades naturales, preexistentes o en forma expuesta con nidos hechos sobre troncos de árboles o en ramas de árboles y arbustos (Garofalo, 1994, Nates-Parra y González 2000, Parra y Nates-Parra, 2009).

Son polinizadores importantes de orquídeas, especialmente por los machos, los cuales son atraídos por fragancias que ofrecen las flores y con frecuencia los polinios se adhieren a sus cuerpos, llevándolos a la siguiente flor visitada y promoviendo la polinización cruzada. Muchas especies de la familia *Orchidaceae* están adaptadas para la polinización por abejas euglosinas (Dressler, 1990, Gerlach y Schill, 1991, Roubik, 2006); por ejemplo, orquídeas de los géneros *Coryanthes* y *Stanophea* han desarrollado estructuras especializadas para la producción de fragancias y para la visita de las abejas euglosinas (Ramírez 2002). Las hembras pueden volar distancias tan largas como 23 Km en un solo viaje (Janzen 1981) y aparentemente obtienen néctar y polen de una gran diversidad de plantas (Arriaga y Hernández, 1998)

Además de las orquídeas miembros de las familias *Lecythydaceae*, *Gesneriaceae* y *Costaceae* ofrecen néctar como recompensa tanto a los machos como a las hembras de euglosinos, y a cambio sus flores son polinizadas (Gerlach y Schill 1991). La Vainilla (*Vanilla planifolia*-*Orchidaceae*) y la castaña del Pará o nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa*- *Lecythydaceae*) son otras dos plantas de interés económico polinizadas por euglosinos y que son ejemplos de que estas abejas también se podrían utilizar en polinización dirigida.

III. 2.2.2 Abejas solitarias

Como se mencionó anteriormente entre el 85 y el 90% de todas las especies de abejas son solitarias, o abejas del polen, como las llaman algunos autores por su hábito de depositar sus huevos directamente sobre una masa de polen. Es un grupo muy abundante, pero a pesar de esto son las menos conocidas, no solo en Colombia sino también en otros países. Quizás por las particularidades de su vida solitaria, no son tan visibles.

En este grupo se reúnen aquellas abejas que no tienen ningún tipo de contacto con sus crías, una sola hembra hace el nido y lo aprovisiona con suficiente cantidad de néctar y polen para el crecimiento apropiado de sus larvas. Después de la oviposición, la madre sella la celda y se va a trabajar en otra celda. Por lo común la madre muere antes de que madure y emerja su progenie de forma que no hay ninguna comunicación matrifilial. Existen otras especies de abejas que no son estrictamente solitarias por que llegan a formar pequeños grupos en los cuales se establece comunicación madre-hija y puede haber inicios de división de labores (grupos subsociales, parasociales).

Los estudios de abejas silvestres tienden a concentrarse en regiones de alta diversidad, donde los disturbios no son tan graves. Algunos trabajos recientes dan cuenta de nuevas especies (González y Michener 2004; González y Engels.2004; González y Chávez, 2004; González y Ospina, 2006; González y Vélez 2007; González, 2006) y otros son inventarios generales de abejas (sociales y solitarias) en regiones específicas (Cardona y Arango (1983); Nates-Parra et al 2006; Parra y Nates-Parra, 2007; Smith-Pardo y González, 2007; González et al 2005).

Durante mucho tiempo se ignoró el papel de las abejas silvestres como polinizador en cultivos de importancia económica, puesto que solamente había información disponible para *Apis mellifera*. Sin embargo, recientemente se ha evaluado la importancia de las abejas silvestres como polinizadores tan eficientes o más que *A. mellifera* en cultivos agrícolas y en vegetación silvestre. Pero a medida que las áreas cultivadas se incrementan, el hábitat para las abejas silvestres disminuye. En Colombia no se conoce sobre la aplicabilidad de estas abejas en polinización así que nos remitiremos a algunos ejemplos de estudios foráneos, pero con especies o géneros que se encuentran en Colombia.

Las familias Halictidae, Megachilidae y Apidae tienen varias especies que juegan un papel muy importante como polinizadores y que son muy poco conocidas en el país. Varias investigaciones foráneas han demostrado que, por ejemplo, *Megachile rotundata* y *Nomia melanderi* son importantes en alfalfa (*Medicago sativa*), *Peponapis pruinosa* en la calabaza (*Curcubita pepo*), *Osmia rufa* para manzanos (*Malus domestica*), *Osmia cornifrons* en fresa, *Xylocopa* spp. en pasifloráceas (maracuyá, granadilla) y en guayaba (*Psidium guajava*), *Centris tarsata* en marañón (*Anacardium occidentale*), *Eulaema* spp. en castaña del Brasil (*Bertholletia excelsa*) (Freitas, 2009, Gaglianonte et al, 2010; Imperatriz-Fonseca et al, ¿?). Dentro de la familia Halictidae los géneros *Augochlora* y *Augochloropsis* mostraron ser los polinizadores eficientes de tomate en cultivos a campo abierto en Brasil (López et al, 2006) en donde hacen polinización por vibración.

a. El género *Megachile*, o abeja cortadora de hojas: Pertenecientes a la familia Megachilidae, comprende un grupo de especies muy abundante en el mundo, con 24 especies registradas para Colombia (Moure et al, 2008). Estas abejas se encuentran en muchos

ecosistemas del país y es común encontrarlas en áreas urbanas. Aparentemente tienen preferencia por plantas de las familias Asteraceae y Fabaceae. Las flores de Fabaceae tienen una morfología un tanto compleja, que no es accesible para muchas otras especies de abejas como *A. mellifera*, pues las flores necesitan un polinizador especializado capaz de abrir la quilla y remover el polen como lo hacen las abejas Megachilidae (Camargo, 1970).

Una de las características de este grupo es la presencia de una escopa ventral donde cargan los granos de polen. La mayoría de las especies son solitaria y nidifica en cavidades pre-existentes (huecos en troncos de árboles, nidos de escarabajos, en la madera, hendiduras en paredes de piedra o ladrillo.). Muchas especies de este género cortan pedazos de hojas y pétalos de flores para construir sus celdas de cría (Michener, 1974)

En el hemisferio Norte algunas especies del género Megachilidae se crían con finalidades de polinización. Por ejemplo, la tecnología para la cría y manejo de *Megachile rotundata* está muy bien establecida puesto que es un polinizador muy importante de alfalfa, utilizada para producción de semilla (Stephens, 1981); también es el polinizador eficiente de mora y de frutos del género *Vaccinium*, al que pertenece el agráz. Otros cultivos como soya, fríjol, girasol, algunas especies medicinales y hortalizas se podrían beneficiar del uso estas abejas en polinización.

b- Los género Peponapis y Xenoglosa : Dentro de la familia Apidae sobresalen las especies polinizadoras de cucurbitáceas como por ejemplo los géneros Peponapis (Eucerini) y Xenoglosa (Anthophoridae). *Cucurbita pepo* (zuchinii) se beneficia de la polinización por *Peponapis pruinosa* puesto que se incrementa tanto el número de frutos por planta como el de semillas por fruto. Investigaciones hechas en cultivos comerciales de la misma planta en los Estados Unidos mostraron que *Peponapis pruinosa* y *Xenoglosa* sp. (Anthophoridae) son las abejas especializadas en la polinización de estos cultivos y que su eficiencia es superior a la de *A. mellifera* en la polinización de *C. pepo*, *C. melo*, *C. sativus* y *C. anguria* (melón). Estas plantas producen néctar y polen muy atractivos para muchas especies de abejas (Roubik 1995) entre las que se cuentan Peponapis y Xenoglosa. El tiempo diurno de vuelo de estas abejas está sincronizado con la apertura y oferta de recursos por parte de la planta (Tepedino 1981).

Las abejas del género Peponapis suelen nidificar en las proximidades de cultivos de Cucurbita. Tanto los machos como las hembras de *P. fervens* en Brazil, visitan y polinizan las flores. Análisis del contenido polínico de sus celdas reveló que el 100% de polen pertenecía a Cucurbita (Krug et al, 2006).

c- El género Xylocopa: A las especies del género Xylocopa pertenecen todos aquellos abejorros grandes y robustos, los cuales a veces se confunden con abejorros sociales del género Bombus. En el mundo existen aproximadamente 463 especies (Buchmann, 2004) y en Colombia, aproximadamente 20 especies (Cruz, 1996). Nidifican en madera, donde excavan

galerías con varias ramificaciones y orificios de salida. En Colombia, Caicedo et al. (1993) determinaron que el sustrato preferido por *Xylocopa* en un cultivo de maracuyá en el Valle del Cauca era siempre madera muerta y por observaciones personales (Nates-Parra) se determinó que los troncos viejos de *Theobroma cacao* (cacao) son usados por esos insectos para hacer sus nidos. Según Peláez (2004), *Cedrella montana* (cedro), *Psidium guajava* (guayabo) e *Inga edulis* (guamo) son los sustratos preferidos de *X. frontalis*, y *Gliricidia sepium* (mataratón) de *X. aenipennis* en Viterbo (Caldas, Colombia). Especies de este género están siendo utilizadas para polinización de maracuyá en Brasil (Camilo, 1998; Freitas y Oliveira Filho 2005) y de tomates en invernaderos en Arizona (Buchmann, 2004).

d- Abejas del género Centris: Género perteneciente a la Familia Apidae, tribu Centridini. Son abejas solitarias, robustas que se caracterizan por una pilosidad compacta y corta en el tórax y por tener una escopa (parche de pelos compactos) en las extremidades posteriores, utilizado para recolección de polen y aceites.

Para Colombia se registra en literatura 41 especies (Vélez y Fernández, 2005). Las abejas de este género, al igual que las del género *Xylocopa*, son atraídas por plantas con flores, que no son atractivas para la abeja doméstica, *Apis mellifera*, por queque secretan aceites en cambio de néctar como la cereza india (*Malpighia emarginata*) y el "murici" o cereza silvestre (*Byrsonima crassifolia*), o porque crecen en ambientes hostiles, xéricos, donde las abejas melíferas no son abundantes, como el marañón (*Anacardium occidentale*) o porque la morfología de sus flores imposibilita que abejas pequeñas las polinicen eficientemente, como por ejemplo el maracuyá (*Passiflora edulis*). El uso de *Centris* para polinización de cultivos se ha dificultado por el desconocimiento de las especies que son polinizadores eficientes y su biología de nidificación. Además son especies solitarias y por tanto no se pueden conseguir muchos nidos en pequeñas áreas, que sumado a esto producen pocos descendientes. Otra dificultad está relacionada con los sitios de nidificación, que son destruidos al arar los terrenos para prepararlos para los diferentes cultivos. Es importante diseñar estrategias que permitan atraer este tipo de polinizadores a los cultivos donde pueden ser importantes.

III.2.2.3 Estudios sobre abejas solitarias en Colombia y su relación con la vegetación

En Colombia son pocos los estudios sobre el uso y la importancia de este grupo de abejas para polinización, así como tampoco se conoce mucho de su biología, ni metodologías para su estudio. Se sabe que *Lassioglossum* (Familia Halictidae) ejerce un papel importante en el mantenimiento de la diversidad genética de *Wigginsia vorwerckiana* (Cactaceae) y *Opuntia* sp., otra especie de Cactácea, endémica de la zona de Mondoñedo (Cundinamarca), enclave subxerofítico de la Sabana de Bogotá, que está siendo amenazado por la actividad antrópica (Chávez, 2000). En áreas urbanas los algunos Halictidae nidifican en jardines y aprovechan las

especies vegetales de los mismos para obtención de recursos alimenticios (Nates-Parra et al, 2006b).

Fernández (2009) realizando un estudio sobre el genero *Salvia* en Colombia, encontró que *Thygater aethiops* y géneros de Halictidae son visitantes frecuentes de sus especies. González y Chávez (2004) describieron los hábitos de forrajeo y las preferencias florales de *Anthophora walteri* por *Salvia bogotensis*.

III.2.2.4 Abejas urbanas

Una de las tendencias actuales en conservación de la biodiversidad es conocer el efecto que las áreas urbanas tienen sobre las plantas y los animales que conviven con la especie humana y su complejo sistema. Muchas especies de fauna silvestre ha sido desplazada por la urbanización y ese es uno de los factores de la disminución o desaparición de muchas especies. Generalmente los estudios de diversidad de insectos y en particular de abejas, se enfocan en áreas naturales. Sin embargo, es evidente la necesidad de evaluar la influencia del hombre sobre los ecosistemas y faunas asociadas con el fin de proponer alternativas que eviten la desaparición de las especies nativas y de sus hábitat; afortunadamente ya se están realizando trabajos con este enfoque usando abejas en zonas urbanas: en Berlín, Saure (1996) hizo un inventario de especies de abejas nativas en la ciudad ; Frankie et al. (2002) estudiaron las abejas de Albany y Berkeley (USA) y su relación con la vegetación local. En Brasil, Laroca et al. (1982) y Cure (1983) realizaron un estudio de abejas en parques de la ciudad de Curitiba, Camargo y Mazucato (1986) estudiaron las abejas de Ribeirão Preto (Brasil); Noll et al. (1993) encontraron 133 especies de abejas en el campus de la Universidad de São Paulo, Castro y Prezoto (2009) destacaron la importancia de los parques urbanos en el establecimiento de nidos de abejas sin aguijón; Moreno (1995) determinó la importancia los parámetros de nidificación de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 en Guanare (Venezuela). Para Colombia Nates-Parra et al. (2006) realizaron un inventario y revisaron los hábitos de nidificación de abejas sin aguijón en cementerios de algunas ciudades de climas cálidos en Colombia; esos autores verificaron que los cementerios albergan la mayor densidad de nidos de meliponinos cuando se compara con otras áreas de las ciudades. Nates-Parra et al, (2006b) revisaron las abejas silvestres de la ciudad de Bogotá y encontraron 40 especies; verificaron que las Jardineras y separadores con *Crocasmia aurea* (Lirio amarillo) (Iridaceae), *Jasminum* sp (Jasmín amarillo) (Oleaceae), *Anthirrhinum majus* (Boca de dragón) (Scrophulariaceae), son lugares muy frecuentados por *Caenohalictus* sp. y *Dialictus* sp, géneros pertenecientes a la familia Halictidae, y que las familias Asteraceae y Scrophulariaceae son las familias vegetales más visitadas por varias especies de abejas. González (2006) describió dos nuevas especies para la misma ciudad. La conclusión general a la que se puede llegar revisando estos

y otros trabajos es que las áreas urbanas son importantes en la manutención de la diversidad de abejas silvestres puesto que ofrecen sitios de nidificación representados por construcciones urbanas y cavidades artificiales, y además especies vegetales en jardines, separadores y parques, que suministran recursos alimenticios.

III. 3 Uso de nidos trampa para abejas solitarias

Las abejas solitarias no siempre nidifican en lugares visibles o de fácil acceso y además buena parte del tiempo permanecen invisibles a nuestros ojos. En los años 60 Karl Krombein publicó un extenso trabajo sobre cómo capturar abejas y avispas en nidos trampa (Krombein, 1967). A partir de ese momento, la metodología se aplicó en diversos estudios alrededor del mundo. En Brasil C. Garófalo fue el iniciador de tales estudios. Hoy en día, la técnica está ampliamente difundida con lo que se ha logrado conocer la identidad, los hábitos de nidificación y el ciclo de vida para muchas especies de abejas solitarias del Brasil (Garófalo et al, 2004). Utilizando nidos trampa se abre la posibilidad de atraer abejas solitarias a campos de cultivo específicos, y mejorar así las poblaciones de polinizadores. Para ello, es necesario conocer las especies apropiadas para cultivos específicos y además los aspectos importantes de su biología como estacionalidad, ciclo de desarrollo, hábitos de nidificación, parásitos, fenología, etc.

Los nidos trampa pueden ser de diferentes modelos: trozos huecos de bambú de longitudes y diámetros variados, tapados por uno de sus extremos, resguardados de la lluvia en tubos de PVC; trozos de madera compacta a la cual se le hacen túneles, de diámetro y longitud variados; dentro de esos túneles se insertan tubos de cartulina tapados por una de sus extremidades ; cajas de madera con tapas también de madera y con un orificio de entrada, cilíndricas o rectangulares. Las tapas también pueden ser de vidrio, a manera de pequeñas cajas de observación Los nidos trampa se pueden colocar suspendidos de ramas de árboles o en soportes que les permitan protegerse de la lluvia. Revisiones periódicas serán necesarias para saber quién, cuándo y dónde han colonizado los nidos y tomar las medidas necesarias para obtener datos biológicos de los “colonizadores”.

III. 4 Las colecciones entomológicas y las Iniciativas de polinizadores

Las colecciones entomológicas son un material de suma importancia porque permite registrar las especies durante periodos largos de tiempo y en diferentes localidades. Junto con sus

correspondientes notas de campo se constituyen en un material a partir del cual se pueden organizar bases de datos de las cuales se recuperará posteriormente información sobre distribución geográfica y altitudinal, zonas de vida, hábitos de nidificación y forrajeo y muchos más datos. Según Llorente (1995) los museos con colecciones biológicas son centros de información e investigación donde la diversidad biológica es preservada en el tiempo y en el espacio.

En Colombia existen varios museos, pero son pocos los que guardan colecciones de abejas importantes y representativas de nuestro país; la mayoría reúnen sólo fauna local y presentan un nivel de curatoría muy bajo. Quizás, la colección de abejas con mayor número de taxones representados se encuentra en el Laboratorio de Abejas del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá –**LABUN**-, albergando aproximadamente 20000 ejemplares de las diferentes regiones naturales de Colombia, principalmente de la Andina. Además, es la colección más completa para Meliponini. Otras colecciones importantes por el número de ejemplares depositados y áreas exploradas, son:

- Museo Entomológico “Francisco Luís Gallego” de la Universidad Nacional, Sede Medellín (**MEFLG**. Sergio Orduz) aproximadamente 15400 ejemplares tienen una buena representación de ejemplares del noroeste del país y es el único que hasta el momento ha publicado un catálogo (Vélez 1989)
- Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá (**ICN-MHN**. Carlos Sarmiento), 2546 ejemplares que contiene colecciones desde hace más de 20 años y un buen número de especímenes de lugares poco conocidos como la Serranía de Chiribiquete en la Amazonía.
- Museo Javeriano de Historia Natural “Lorenzo Uribe”, Universidad Javeriana, Bogotá (**MPUJ**, Giovanni Fagua) 1331 ejemplares
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” (**IAvH**. Diego Perico) 1953 ejemplares: cuenta con importante material de regiones poco conocidas y altamente amenazadas como los bosques de niebla y los bosques secos tropicales del Atlántico.
- Museo Entomológico de la Universidad del Valle, Cali (**MUSENUV**. Nancy Carrejo) 526 Ejemplares: tiene un inventario interesante de las especies de Euglossini del suroeste y del Pacífico
- Colección Entomológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (**MHNUC**, Giselle Zambrano) 226 ejemplares, con una importante colección del sur del país.

En muchos museos del mundo aparecen grandes colecciones de abejas provenientes de países vecinos al nuestro pero son escasos los ejemplares provenientes de Colombia. Se han encontrado 71 especies cuyos ejemplares tipo están depositados en los grandes museos de Europa, Estados Unidos y Brasil, y provienen del país. 23 de ellos, casi todos Paratipos, se encuentran en instituciones colombianas. 75% de los tipos corresponde a las familias Halictidae y Apidae. Los museos extranjeros más importantes que albergan especímenes colombianos son el Museo de Entomología de la Universidad de Cornell, Museo Británico de Historia Natural, Museo Americano de Historia Natural de Nueva York, Departamento de Zoología de la Universidad Federal de Paraná, Universidad de São Paulo, Laboratorio de Biología y sistemática de Abejas de la Universidad de Utah, Museo de Zoología de la Universidad Humboldt, Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Panamá y Museo de Entomología de la Universidad de Kansas.

Pero la colección más importante para el mundo es la del Museo Nacional de Historia natural de París por que allí están depositados aproximadamente 6000 holotipos!. Las colecciones y tipos de Latreille, Cresson, Lepeletier, Vachal, Saussure están depositados allí, exactamente como fueron dejados por los investigadores (Alves dos Santos <http://www.cria.org.br/cgee/documentos/NotaTecnicaAbelhas.doc>)

En Colombia se cuenta con varias colecciones entomológicas de gran importancia pero solo algunas pocas con énfasis en Apoidea. La única colección que por ahora se dedica solamente a ejemplares de Apoidea es la Colección de Abejas (LABUN) del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente el LABUN participa en la Red Temática de Polinizadores (PTN) que hace parte de la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN) con el proyecto Sistematización y visualización de la base de datos sobre polinizadores (abejas y murciélagos) depositados en las colecciones de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Este es un proyecto que busca:

- Sistematizar y digitalizar los datos biológicos de los ejemplares de abejas y murciélagos polinizadores depositados en dos colecciones de la Universidad Nacional de Colombia.
- Tener disponibles los datos de polinizadores depositados en las colecciones ICN y LABUN a través de las páginas web del ICN, LABUN y la red del IABIN en coordinación con el Punto Focal nacional, siguiendo estándares recomendados por IABIN para bases de datos biológicos de acceso libre y con la mayor calidad (entendida como potencial de uso).

III. 5 ¿Están disminuyendo los polinizadores en Colombia?

Como muchas de las especies de abejas silvestres en el mundo, en este grupo también están disminuyendo las poblaciones y ya se han evidenciado extinciones locales. Sin embargo, aún no tenemos estudios sistemáticos (monitoreos) que evidencien la situación en Colombia. Existen algunas observaciones que hacen referencia a la disminución de abejas silvestres en algunas localidades: Hace unos 20 años en Arbeláez, al suroriente, y en Paimé, al noroccidente del departamento de Cundinamarca, en la cordillera Oriental (Colombia) fácilmente se encontraban nidos de al menos cinco especies de Melipona: *M. eburnea*, *M. fuliginosa*, *M. compressipes*, *M. grandis* y *M. melanopleura*. Ahora difícilmente se encuentran nidos de estas especies (Nates-Parra, 2005). En el Libro rojo de los Invertebrados terrestres de Colombia (2007) se registran 10 especies de abejas dentro de alguna de las categorías de riesgo o amenaza de la UICN: 2 especies del género Melipona (*M. eburnea* y *M. favosa*) y ocho especies de Euglossini.

Por otro lado, revisando colecciones se descubre que para algunas especies existe sólo el ejemplar en el Museo por que nunca más se volvió a recolectar en el país (*Melipona puncticollis*, *M. merrillae*, *M. cramptoni*, *M. paraensis*, *Euglossa saphirrina*, *Eufriesea lucida*, *E. ornata*, *Eulaema leucopyga*) (Bonilla, 1990; Nates-Parra, 1995); sin embargo, esto no necesariamente indica que sean especies que están desapareciendo: quizás es porque no son abundantes y son difíciles de capturar. Por ejemplo, con euglosinos es posible que no se hayan usado los cebos apropiados puesto que muchas especies se ven frecuentemente en las flores pero visitan fragancias muy particulares o aún desconocidas (Bonilla, comunicación personal).

Osorno y Osorno (1938) relataban que para los años 30 era posible encontrar por lo menos 5 especies de *Bombus* en lo que en aquella época eran los montes de lado Este de Bogotá (*B. robustus*, *B. rubicundus*, *B. funebris*, *B. atratus* y *B. excelens*). Hace 20 años aún era posible encontrar nidos de estos abejorros en los jardines de las casas bogotanas y aún en el campus universitario. Actualmente no es fácil encontrar nidos o abejorros de especies diferentes a *B. atratus*. Especies como *B. rubicundus* y *B. funebris*, que según Osorno y Osorno eran las más prolíficas y fáciles de estudiar están siendo recluidas cada vez más a las partes altas de la cordillera. *B. melaleucus* y *B. excelens* son especies poco frecuentes. Nates-Parra y Parra (2006c) revisando datos de distribución de abejas silvestres en Cundinamarca, desde el año 1977, encontraron que mientras *Trigona fulviventris* permanecía constante en los muestreos, *Trigona amalthea* desaparecía de ellos a partir de 1988; esta última especie se caracteriza por ser agresiva, fuerte, con nidos grandes, pero que depende de árboles de gran porte para su nidificación: así, es posible que por desaparición del sustrato adecuado, la especie haya desaparecido o disminuido localmente. Sin embargo es necesario realizar trabajos sistemáticos de monitoreo de larga duración, en diversas regiones de país con el fin de tener

un panorama más preciso sobre la disminución de las abejas en el país y sus efectos sobre plantas silvestres y cultivadas.

III.6 ¿Cuáles son los peligros, riesgos e impactos sobre las poblaciones de polinizadores?

El IDEAM, en su Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia (IDEAM, 2004), menciona varias causas relacionadas con los cambios en las coberturas boscosas en Colombia, entre ellas:

- La agricultura itinerante de selvas húmedas.
- La ganadería.
- La agricultura tradicional y tecnificada.
- La minería.
- La explotación maderera no sostenible.
- Las industrias.
- La infraestructura de transporte.
- La infraestructura de servicios.
- La construcción urbana.

Todas esas prácticas además del uso de pesticidas, la introducción de especies exóticas y las prácticas violentas de explotación de algunas especies de abejas son factores que están incidiendo en convertirlas en especies en riesgo. A esto se suma el alto grado de desconocimiento que sobre las especies de abejas silvestres, existe en el país, lo cual ocasiona que con la alteración de paisajes naturales se destruyan los sitios de nidificación y de consecución de recursos alimenticios, sin que nadie se dé cuenta. Puesto que las abejas son elementos indispensables en la conservación de los ecosistemas y en la reproducción de especies vegetales básicas para producción de alimentos, es imperante desarrollar campañas orientadas a la sensibilización de la comunidad sobre su importancia y cómo protegerlas.

La deforestación en Colombia es un problema que ha venido aumentando en los últimos años. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Colombia uno de los 10 países en desarrollo con mayores tasas de deforestación anual. Entre el 2000 y el 2007, en Colombia se devastaron 2'356.445 de hectáreas de bosques, en donde las mayores pérdidas se presentaron en la región Amazónica con 731.000 hectáreas, seguida de la región Andina con 578.000 (Silva, 2010). Recientemente, el IDEAM calculó para el periodo de 1994 a 2001 una tasa promedio de deforestación de cerca de 101.303 ha/año (IDEAM,

2004), lo que equivale a una reducción anual de un 0,18% de la cobertura forestal nacional. Sin embargo, esta tasa nacional no refleja las variaciones anuales regionales, donde los ecosistemas de la región andina han sufrido una reducción que varía desde el -0,02% hasta el -8,45% de su cobertura forestal mientras que los de la región amazónica han tenido una reducción de -0,01% a -3,74% (IDEAM, 2004). Las causas de la deforestación son diversas y varían de acuerdo con cada región. Se puede mencionar por ejemplo, que la región Andina sufre principalmente por la reducción de remanentes de bosques primarios y deforestación de bosques secundarios, asociados principalmente con la expansión de la frontera agrícola, la construcción de nueva infraestructura y los incendios forestales. Mientras que la Amazonia y el Pacífico están siendo deforestadas y degradadas para el abastecimiento de maderas del mercado nacional. En algunos casos, cuando la deforestación ha sido de un gran porcentaje del área, se coloniza la tierra a través de plantaciones y el bosque es incapaz de regenerarse (MAVDT, 2008).

Se sabe que mayor distancia de un parche de bosque, disminuyen tanto la riqueza de especies de insectos polinizadores como las tasas de visita a flores de cultivos adyacentes (Ricketts et al, 2008), perjudicando así la producción de semillas y frutos, repercutiendo tanto a nivel económico como ambiental. Por ejemplo, en el caso de abejas silvestres, la fragmentación de los bosques reduce la presencia de los nichos esenciales para la reproducción, fuentes de alimento, agua y a un número de individuos (Nates-Parra, 2000). Además, según Roubik (1989) *Apis mellifera* se dispersa con gran facilidad en áreas fragmentadas, mientras que los polinizadores nativos no pueden competir exitosamente en esas mismas áreas, pudiendo ocasionar el desplazamiento o en el peor de los casos la extinción de las especies nativas.

Para que las abejas y demás polinizadores no corran más peligro, es urgente que el MAVDT concrete su Estrategia Nacional de Pago por Servicios Ambientales en revisión, e igualmente termine de reglamentar el pago por servicios provistos por los ecosistemas par que de esta forma cumpla con la responsabilidad asignada en el Plan nacional de Desarrollo mediante la Ley 1151 de 2007.

IV. Objetivos de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores, capítulo Abejas (ICPA)

La iniciativa Colombiana de polinizadores está en plena concordancia con los postulados de la Iniciativa internacional y busca promover el conocimiento, la divulgación, el manejo, uso sostenible y la conservación de los polinizadores-abejas en Colombia

Objetivos Específicos

- Sensibilizar a los diferentes actores sociales sobre la problemática relacionada con los polinizadores en Colombia y hacer visible el papel de los polinizadores en el desarrollo de la sociedad colombiana.
- Insertar la iniciativa de polinizadores en las políticas nacionales de Biodiversidad y gestionar la implementación y creación de la legislación y la normativa relacionada con el manejo de los hábitats, las interacciones entre los polinizadores y sus plantas.
- Conocer, conservar y establecer el papel de los polinizadores en la producción de diferentes cultivos de interés y en la reproducción de plantas en ecosistemas naturales y proteger, entender y promover el proceso esencial de la polinización para el desarrollo sostenible y conservación de la biodiversidad en Colombia
- Posicionar a los polinizadores como elementos fundamentales de la biodiversidad relacionados con seguridad alimentaria
- Identificar prácticas de uso y manejo sostenible de los polinizadores e implementar estrategias tendientes a la restauración y conservación de la función de polinización y de los hábitats naturales de los polinizadores.
- Promover la valoración económica de polinizadores de interés para la producción de diferentes cultivos
- Generar y divulgar conocimiento científico y tradicional de los polinizadores en Colombia

V. Líneas del Plan de Acción

Entre el 26 y el 27 de Agosto, se realizó el I Taller para la Formulación plan de acción de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores con énfasis en Abejas en el Club la Aguadora, de Usaquén (Anexo 1). A este taller asistieron 61 personas representando a Instituciones académicas (Universidad Nacional, U. Militar Nueva Granada, U. de los Andes, U. Pedagógica y Tecnológica de Tunja), Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural, Ministerio del Medio Ambiente, Instituto A. v. Humboldt, CORPOICA, Cadenas productivas (Abejas y apicultura, Hortifrutícola, Hierbas aromáticas y condimentos) y Asociaciones de Apicultores

Participaron como Conferencistas Brigitte L. G. Baptiste Subdirectora Científica del IAvH); Marisol Amaya Márquez PhD., Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, María Argenis Bonilla, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia y Marina Pimentel Landeiro, Gerente del Proyecto GEF de polinizadores en Brasil, quienes ilustraron a todos los participantes sobre temas como Biodiversidad y servicios ecosistémicos, polinización, Abejas y servicios ambientales y La iniciativa brasilera de Polinizadores y el proyecto FAO.

La segunda parte del taller se dedicó a la formulación de las líneas del plan de acción de la ICPA. Se definieron cuatro líneas de trabajo:

Línea de Conocimiento, Conservación y Restauración de la Función de la Polinización

Línea de Uso y Manejo de Polinizadores

Línea de Educación, Divulgación y Participación Comunitaria*

Línea de Valoración de Servicio de Polinización

La línea tres se consideró como un tema transversal.

Se discutió sobre la necesidad de incluir una línea sobre Política y Legislación. El tema de los polinizadores debe estar incluido dentro de todas las políticas sobre biodiversidad.

Para cada línea se propusieron metas, objetivos, acciones, indicadores, responsables y plazo de ejecución; se designaron responsables para terminar la redacción de cada línea adicionando los comentarios surgidos de la discusión general.

Líneas de trabajo definidas

La ventana temporal del Plan de Acción es años con acciones a corto (1-3 años), mediano (4-6 años) y largo plazo (6-10 años).

Línea de Conocimiento, Conservación y Restauración de la función de la polinización.

Participantes: Eivar Castillo, Jorge Becerra, Katherine Barragán, Luz Adriana Moreno, María Argenis Bonilla, Marina Pimentel Landeiro, Mónica Cuervo, Paula M. Montoya, Susana Peláez, Víctor M. Solarte.

Landeiro, Mónica Cuervo, Paula M. Montoya, Susana Peláez, Víctor M. Solarte.

METAS	OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES	POSIBLES ENTIDADES RESPONSABLES	PLAZOS
1. Generación de conocimiento acerca de la función de la polinización y sus componentes	1.1 Conocimiento Científico	Elaboración de un diagnóstico preliminar del estado del conocimiento por regiones de la función de la polinización (¿Qué hay?, ¿Qué se está haciendo?)	Nº de diagnósticos preliminares por región	Universidades, Institutos de Investigación, ONGs, CAR, Jardines Botánicos.	Corto
		Identificación de las especies polinizadoras, vinculando el conocimiento tradicional	Nº de especies polinizadoras identificadas		
		Evaluación del estado actual de las poblaciones de polinizadores	Documento del estado actual de las poblaciones de polinizadores		
		Fortalecimiento del recurso humano asociado al proceso de polinización y al trabajo taxonómico (Formación de	No. de investigadores formados		

		investigadores)			
		Fortalecimiento de las colecciones	Colecciones organizadas siguiendo las normas respectivas		
		Elaboración de protocolos para el monitoreo del proceso de polinización	Protocolos para el monitoreo del proceso de polinización		
	1.2 Conocimiento Tradicional	Elaboración de un diagnóstico preliminar del estado de conocimiento tradicional por regiones de la función de la polinización	Nº de diagnósticos preliminares por región	Comunidades locales (indígenas, afrocolombianas, campesinas), Universidades, Institutos de Investigación, ONGs, CAR , Jardines Botánicos	
2. Conservación de la función de la polinización	2.1 Definir e implementar acciones de conservación	Proponer estrategias de conectividad entre áreas prioritarias para la conservación con base en la función de polinización	Nº de estrategias de conectividad entre áreas prioritarias para la conservación	Universidades, Institutos de Investigación, ONGs, CAR , Jardines Botánicos	Corto
		Generación de incentivos y establecimiento de las alianzas	Nº y tipo de incentivos generados Nº de alianzas	Comunidades locales (indígenas, afrocolombianas,	Corto

		Conformación y mantenimiento de la red humana (Comunidad, investigadores, ONGs)	Conformación y mantenimiento de la red	campesinas) Universidades , Institutos de Investigación, ONGs, CAR, Jardines Botánicos	Corto
		Determinación de las amenazas del estado actual de la función de la polinización	Nº de amenazas	Universidades, Institutos de Investigación, ONGs, CAR , Jardines Botánicos	Corto
		Generación de protocolo para la valoración de las amenazas	Protocolo para la valoración de las amenazas		Mediano
3. Restauración de la función	3.1 Establecer la estrategia de restauración según las necesidades locales identificadas	Determinar las causas del deterioro de la función de polinización	Nº de causas del deterioro de la función de la polinización		Mediano
		Dependiendo de la causa: Reintroducción de individuos ó recuperación del hábitat ó prohibición de pesticidas etc.		Comunidades locales (indígenas, afrocolombianas, campesinas) Universidades , Institutos de Investigación , ONGs, CAR, Jardines Botánicos	Mediano

Línea de Uso y Manejo de polinizadores

Participantes: Ángela Teresa Rodríguez, Catalina Ángel, Diego A. Riaño, Guillermo Lara, Juan David Gómez, Liliana Bravo, Liliana Rosero, Marlene Lucia Aguilar Benavides, Guiomar Nates-Parra.

META	OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES	POSIBLES ENTIDADES RESPONSABLES	PLAZO
1. Uso y manejo adecuado de polinizadores en ecosistemas naturales, áreas urbanas y esquemas agro-ambientales.	1.1 Identificar los polinizadores eficientes en ecosistemas naturales, agrícolas, urbanos y agro-ambientales.	Desarrollo de estudios de biología, comportamiento de abejas y/o eficiencia de polinización en zonas representativas del país en ecosistemas naturales, áreas urbanas y esquemas agro-ambientales.	Abundancia y diversidad de polinizadores identificados por zonas, por paisaje, ecosistema, agroecosistema y/o cultivos pronomisorios o de interés agrícola. Eficiencia polinizadora por ecosistema o agroecosistema.	Colciencias, Universidades, Institutos de investigación (I. Humboldt, CIAT, CORPOICA, otros), Asociaciones comunitarias.	Mediano
	1.2 Diseñar y establecer planes de manejo que permitan el uso y protección de los polinizadores nativos y los servicios que prestan en los diferentes ecosistemas y esquemas agroambientales.	Identificación, estudio y establecimiento de esquemas agroambientales.	Número y tipo de prácticas agroambientales que favorezcan los polinizadores y los servicios que prestan (V. gr. cercas vivas, fragmentos de herbáceas en los bordes de los cultivos, jardines caseros, fragmentos de bosques circundantes, otros)	Colciencias, Universidades, Institutos de investigación, Asociaciones comunitarias.	Mediano
		Estudios de cría y manejo de polinizadores a nivel local y regional.	Número y diversidad de: - Polinizadores	Colciencias, Universidades, Institutos de	Mediano

		empleados; - Cultivos promisorios; - Regiones y paisajes representados.	investigación	
	Diseño de instrumentos legales que permitan regular la cría y manejo de polinizadores.	Normas, decretos o legislación respectiva.	Colciencias, Universidades, Institutos de investigación, Asociaciones comunitarias, Ministerios de Ambiente y de Agricultura.	Largo
	Diseño de instrumentos legales que incentiven prácticas agrícolas para la protección de los polinizadores, su diversidad y los servicios que prestan.	Normas, decretos o legislación respectiva.	Colciencias, Universidades, Institutos de investigación, Asociaciones comunitarias, Ministerios de Ambiente y de Agricultura.	Largo
	Integrar diferentes actores en la construcción y ejecución de los planes de manejo.	Número de encuentros, reuniones, documentos de diálogo y divulgación, capacitaciones, o página web	Universidades, Institutos de investigación, Asociaciones comunitarias, Ministerios de Ambiente y de Agricultura.	Mediano

Línea de Valoración del Servicio de Polinización.

Participantes: Diana Obregón, Edith Teresa Maldonado, Germán Rodríguez, Jessica Arango, Jorge Tello, Liliana Guzmán, Marisol Amaya Márquez, Rodrigo Vásquez, Rodulfo Ospina, Sebastián Restrepo, Yezid Luis.

META	OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES	POSIBLES ENTIDADES RESPONSABLES	PLAZO
1. Valorar integralmente el servicio de la polinización en sistemas agrícolas y naturales	1.1 Determinar el estado actual de los estudios de valoración de servicios ecosistémicos en Colombia y su aplicación a la polinización	Elaboración de una base de datos nacional e internacional de estudios de valoración del servicio de la polinización, con sus principales aportes y metodologías. (Incluyendo documentos académicos, experiencias comunitarias, institucionales, métodos, escalas, niveles de incidencia)	Documento de revisión de la base de datos sistematizada y con un análisis de los principales aportes	Instituciones académicas	Corto
	1.2 Realizar un análisis de los diferentes instrumentos existentes para valorar el servicio de polinización y su posible aplicación en los escenarios colombianos.	Identificación de escenarios geográficos, sociales y productivos prioritarios para la valoración del servicio de polinización en Colombia.	Lista y caracterización de escenarios identificados	ONGs, Gremios, Productores, Comunidades, Asociaciones de productores, Institutos de investigación, Academia, cadenas productivas, CORPOICA.	Corto
		Identificación de herramientas e instrumentos para la valoración del servicio en diferentes escenarios nacionales	Documento con herramientas y metodologías identificadas de posible aplicación en los diferentes escenarios nacionales	ONGs, Gremios, Productores, Comunidades, Asociaciones de productores, Institutos de investigación,	Corto

			Academia, cadenas productivas, CORPOICA.	
1.3 Desarrollar protocolos diferenciados por escenarios de valoración del servicio de la polinización	Desarrollo de bases para la elaboración de protocolos de valoración en escenarios prioritarios nacionales	Documento Guía (Bases conceptuales y operativas de herramientas de valoración)	ONGs, Gremios, Productores, Comunidades, Asociaciones de productores, Institutos de investigación, Academia, cadenas productivas, CORPOICA, Autoridades ambientales, Ministerios.	Mediano
	Desarrollo de protocolos específicos para cada escenario nacional	Documento de protocolos específicos para cada escenario nacional	ONGs, Gremios, Productores, Comunidades, Asociaciones de productores, Institutos de investigación, Academia, cadenas productivas, CORPOICA, Autoridades ambientales, Ministerios.	Mediano

		Aplicación de protocolos de valoración en escenarios prioritarios y ajuste según experiencia de aplicación	Informe de resultados de aplicación de protocolos	ONGs, Gremios, Productores, Comunidades, Asociaciones de productores, Institutos de investigación, Academia, cadenas productivas, CORPOICA, Autoridades ambientales, Ministerios.	Mediano
--	--	--	---	---	---------

ICPA BORRADOR

Línea de Educación, Divulgación y Participación comunitaria.

Participantes: Carlos Alberto Hernández, Daniela León, Diego Carrizosa, Doris J. Ascencio, Fermín J. Chamorro, Humberto Piñeros, Juan Manuel Rosso, María Catalina Giraldo, Mónica Cepeda, Nedy Ramírez, Ramón Galvis.

Dada la relación de esta línea con las demás, esta se consideró como un tema transversal.

META	OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES	POSIBLES ENTIDADES RESPONSABLES	PLAZO
1. Generar conciencia en todas las poblaciones de Colombia sobre la importancia de la polinización para la seguridad alimentaria, la conservación de la biodiversidad y la identidad cultural.	1.1 Dar a conocer la importancia de la polinización para la seguridad alimentaria, la conservación de la biodiversidad y la identidad cultural.	Fomentar el conocimiento sobre la polinización en el área turística.	Folletos publicitarios sobre la polinización en el área turística.	Sena, Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Cultura, Ministerio de Tecnología de información, Empresa Privada, ONGs	Corto
		Crear la semana de los Polinizadores a nivel Nacional.	Semana con fecha a nivel nacional	Sena, Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Cultura, Ministerio de Tecnología de información, Universidades, Colegios, Escuelas, Institutos de Investigación, Acción Social, Ecopetrol, Empresa Privada, ONGs, ICPA.	Corto
		Vincular los medios de comunicación como periódicos, revistas,	Notas en medios de comunicación acerca de la polinización	Sena, Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Cultura, Ministerio de Tecnologías de información,	Corto

	noticieros, boletín del consumidor con el tema de la polinización.		Universidades, Colegios, Escuelas, Institutos de Investigación, Acción Social, Ecopetrol, Empresa Privada, ONGs, ICPA, CPA.		
	Establecer una agenda de contactos de los medios de comunicación para que participen como invitados en los eventos de la ICPA.	Agenda de contactos de los medios de comunicación para que participen como invitados en los eventos de la ICPA.	ICPA	Corto	
	Elaborar un documental sobre la polinización en Colombia.	Documental sobre la polinización en Colombia.	Sena, Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Cultura, Ministerio de Tecnología de información, Universidades, Institutos de Investigación, Ecopetrol, Empresa Privada, ONGs, ICPA.	Mediano	
	Activar la participación de empresas de alimentos (indicar el polinizador).	Etiquetas de productos que indican el polinizador	Ministerio de Agricultura, Acción Social, ICPA	Corto	
1.2	Garantizar que el conocimiento	Crear herramientas de	Directorio de la red de actores	ICPA	Corto

que se genere a través de la ICPA llegue y sea accesible para cada uno de los renglones de la sociedad.	comunicación para la red de actores involucrados en la ICPA.	involucrados en la ICPA.		
	Crear un comité para la presentación de la ICPA, ante diferentes tipos de público.	Comité para la presentación de la ICPA	ICPA	Corto
	Página Web y espacios de discusión	Página Web	Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Cultura, Ministerio de Tecnología de información, Universidades, Institutos de Investigación, Bancos, Empresa Privada, ONGs, ICPA	Corto
1.3 Involucrar a las comunidades dentro del proceso de formulación, ejecución, evaluación y monitoreo de los proyectos de investigación ICP	Rescatar el conocimiento tradicional.	Documento con información del conocimiento tradicional	Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Cultura, Universidades, Institutos de Investigación, ONGs, ICPA	Mediano
	Identificar y formar líderes locales en el tema de la polinización e incluirlos en la formulación de	Red de líderes locales en el tema de la polinización	ICPA	Mediano

	proyectos.			
1.4 Fortalecer la educación formal y no formal (Nivel Universidad, Nivel Colegio, Nivel Turístico)	Elaborar guías y juegos sobre Polinización para público de todas las edades.	Guías y juegos sobre Polinización para público de todas las edades	Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Cultura, Empresa Privada, ONGs, ICP	Corto
	Que los PRAES incluyan proyectos de investigación en la Polinización y su importancia en la vida diaria.	Proyectos de investigación en la Polinización en los PRAES	Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Cultura	Mediano
	Que los libros de Biología incluyan un capítulo de Polinización y su importancia en la vida diaria.	Capítulo de Polinización y su importancia en la vida diaria en los libros de Biología	Ministerio de Educación, ICPA.	Corto
	Dictar cursos libres de polinización (escuelas, universidades...)	Cursos libres de polinización	Sena, Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Universidades, Institutos de Investigación, ICPA.	Corto
	Instalar Meliponarios en Colegios y Escuelas rurales.	Meliponarios en Colegios y Escuelas rurales.	Sena, Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Universidades, Colegios, Escuelas, Institutos de Investigación, ICPA.	Mediano

	Incluir en los cursos de Biología para todas las carreras profesionales un capítulo sobre Polinización y su importancia en la vida diaria.	Capítulo sobre Polinización y su importancia en la vida diaria en los cursos de biología en todas las carreras profesionales.	Sena, Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Cultura, Universidades, Colegios, Escuelas, ICPA.	Mediano
	Generar una red entre los grupos de investigación que trabajen con grupos polinizadores	Red de grupos de investigación en polinizadores.	Universidades, Institutos de Investigación, ICPA.	Corto

VI. Conclusiones y Recomendaciones

1. Se necesita realizar seguimiento (monitoreo) de las poblaciones de abejas para evidenciar su real disminución. En Colombia hasta ahora se hacen referencias anecdóticas al respecto. De la misma forma es importante detectar cuales son los factores que causan la disminución de las poblaciones o especies en el país. Entre los factores mencionados esta la aplicación de pesticidas. Se requiere fomentar la investigación para desarrollar nuevos productos que sean menos tóxicos para los polinizadores, así como también evaluar el efecto nocivo de los pesticidas que actualmente se utilizan.
2. Tratar la falta de información taxonómica sobre polinizadores. Se reconoce la dificultad en la identificación de las diferentes especies de abejas puesto que no hay el suficiente número de expertos que conozcan el material biológico de nuestro país. Se necesita realizar revisiones de los géneros de abejas colombianos, así como también promover la formación de taxónomos con conocimiento profundo sobre la morfología de las especies y una visión evolutiva completa de los grupos; es importante utilizar las actuales herramientas moleculares para la determinación de las especies colombianas de abejas. Proponer metodologías unificadas para realizar inventarios sistemáticos tanto de abejas como de plantas en las distintas regiones del país.
3. El manejo de abejas para polinización requiere conocer aspectos de su biología con el objetivo de criar suficientes colonias que cubran la demanda que pueda surgir. Mientras no se tengan sistemas de cría masivos para abejas sin aguijón y abejas solitarias es muy difícil establecer un sistema eficiente de polinización en cultivos. Por tanto es importante investigar sobre este aspecto y conocer los trabajos realizados en otros países sobre el tema.
4. En general se evidenció la necesidad de crear una red de información donde se divulguen las investigaciones sobre polinizadores y polinización realizadas principalmente en Colombia y promover la publicación de la información existente. El tener disponible información sobre esta diversidad permite que la comunidad se apropie y valore los recursos del país y así ayudar a consolidar su conservación.
5. Es indispensable saber cuáles son las especies colombianas importantes para polinización, de forma que se inicien trabajos tendientes a recopilar información que permita conocer sobre su “vida y obra” y forma de aplicarla a la polinización de cultivos o ecosistemas naturales.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, M., Cure, J. R., Almanza, M. T., Bernal, S. 2004 Iniciación de reinas de *Bombus rubicundus* (Hymenoptera: Apidae) en condiciones de cautiverio. XXXI Congreso de la Sociedad Colombiana
- Aguilar Sierra, C.I. A.H. Smith-Pardo 2009 Abejas Visitantes de *Mimosa pigra* L. (Mimosaceae): Comportamiento de Pecoreo y Cargas Polínicas Acta biol. Colomb., Vol. 14 (1): 107 – 118
- Aguilar, M., Cantor, F., Cure, J. R., Rodríguez, D., Pérez, D., Bajonero, J., Riaño, D. 2010. Integración de conocimientos y tecnologías de polinización y control biológico ed:Universidad Militar Nueva Granada ISBN: 978-958-8403-27-4 pags. 20
- Aguilar, M., Cure, J. R., Almanza, M. T. 2006 Contribution of the nesting biology of *Bombus rubicundus* Smith (Hymenoptera: Apidae), a neotropical bumblebee species from the Andes: Anais do VII Encontro sobre Abelhas, , p.732 - 732
- Aldana J.J.R., Cure M.T., Almanza D., Vecil-Rodríguez D. 2007. Efecto de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) sobre la productividad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero en la Sabana de Bogotá. Colombia Agron colomb. 25(1): 62-72 pp.
- Almanza M.T. 2007. Management of *Bombus atratus* bumblebees to pollinate Lulo (*Solanum quitoense* L), a native fruit from the Andes of Colombia ZEF. Ecology and Development.
- Almanza M.T., Cure J.R., Aguilar M., Álvarez C., Rubio D., Rojas D., Vecil D., Aldana J. Case studies on conservation of pollination services as a component of agricultural biological diversity. Native Bumblebees rearing for pollination of crops in the highlands of Colombia. Versión electrónica en la URL: <http://www.internationalpollinatorsinitiative.org/uploads/6-016.pdf>.
- Almanza, M., J.R. Cure, M. Aguilar, C. Alvarez, D. Vecil, D.L. Rojas, J. Aldana, L. Díaz y L. Fuentes. 2003. Cría en cautiverio de colonias de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) y su actividad polinizadora en tomate bajo invernadero. Resúmenes XXX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Cali. pp. 57-58.
- Almanza, M.T., D.L. Rojas, J.R. Cure y D. Wittmann. 2006. Modeling colony dynamics of *Bombus atratus*: factors affecting pollination management of Lulo *Solanum quitoense*. Anais do encontro sobre Abelhas, 850 p. (CD-Rom).
- Amat G., Andrade G., Amat E. 2007. Libro rojo de los Invertebrados terrestres de Colombia. 215 pp
- Ardila J., Torres G. Almanza M.T., Aguilar M.L. Cure J.R. Evaluación de la actividad forrajera de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) y su efecto como polinizador en un cultivo de tomate bajo invernadero en Villa de Leyva (Boyacá, Colombia). Memorias Tercer congreso colombiano de horticultura : 92

- Azambuja-Lopes L., Witter S., Radin B., Brito-Lisboa B. Abelhas visitantes florais do tomate (*Lycopersicum esculentum*) Mill.
- Baquero P. 2003. Establecimiento de un meliponario en la vereda de San José, Acacias, Meta. Trabajo de Grado, Facultad de zootecnia y veterinaria, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- Baquero P., Vélez D., Rodríguez A., Parra A., Quijano C., Mora J., Nates-Parra G. 2003. Observaciones preliminares de los aspectos de forrajeo y nidificación en *Thygater aethiops* Smith (Hymenoptera:Apidae) en el área urbana de Bogotá. En: XX Congreso Sociedad Colombiana De Entomología. Sociedad Colombiana De Entomología. Cali, Colombia. Impresora Feriva. 10 pp.
- Bernal, R. y F. Ervik, 1996. Floral biology and pollination of the Dioecious palm *Phytelephas seemanii* in Colombia: An adaptation to Staphylinid beetles *Biotropica* 28 (4): 682-696
- Bonilla-Gómez A., Nates-Parra G. 1992. Abejas Euglosinas de Colombia (Hymenoptera:Apidae: Euglossinae) I. Claves ilustradas. CALDASIA 17:149-72 pp.
- Brito CM y Rêgo MMC. 2001. Community of male Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in a secondary forest, Alcântara, MA, Brazil. *Brasil. Braz. J. Biol.*, Vol.61(4): 631-638.
- Brown, J. y C. Albrecht, 2001. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta:Hymenoptera:Apidae:Meliponini) in Central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography* 28: 623-634
- Brown, Jr. K, 1991. Conservation of neotropical environments: Insects as indicators. Páginas 349-404. En Collins N.M. & J.A. Thomas (eds). *The conservation of insects and their environments*. Academic Press. London, UK.
- Cabrera-Becerra G., Nates-Parra G. 1999. Uso de las abejas por comunidades indígenas: Los Nukak y las abejas sin aguijón. Pp. 59-70. *Memorias Tercera Reunión de la IUSSE Bolivariana: Bogotá, Colombia*.
- Cauich O., Quezada-Euán J., Macías O., Reyes-O V., Medina-P S., Parra-T V. 2004. Behavior and Pollination Efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on Greenhouse Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in Subtropical Mexico. *Journal Econ Entomol.* 97 (2):475-81 pp.
- Cruz S. 1996. Las abejas carpinteras (Hymenoptera:Anthophoridae) en Colombia. Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- Cruz, P., Cure, J.R.; Almanza, M.T.; Escobar, A. 2008 Descripción del desarrollo de una colonia polinizadora de *Bombus atratus* XXXV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN Ponencia: Libro:Resúmenes XXXV Congreso SOCOLEN, p.55 - 55
- Devia C.M., Rico H.H. 2004. Evaluación del efecto de la polinización con Abejas (*Apis mellifera*) en un cultivo comercial de Mora (*Rubus glaucus*) en el municipio de Silvania (Departamento de Cundinamarca). Proyecto de grado para aspirar al título de Zootecnistas. Departamento de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca.

Devia W, Moreno E. 1982. Estudio del origen botánico del polen y la miel almacenados por las abejas *A. mellifera*, *M. eburnea* y *T. angustula* en Arbelaez (Cundinamarca). Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá Universidad Nacional de Colombia.

Eardley et al eds. 2006) Pollinators and Pollination, a resource book for practice and policy

Eardley, C.; M. Kuhlmann; A. Pauly. 2010 The Bee Genera and Subgenera of sub-Saharan Africa. *Abc Taxa* 7: 138 pp.

Earley C., Gemmil B., Kwapong P., Kinuthia W. 2004. The African Pollinator Initiative. En: Freitas B, Pereira JO, editors. Solitary bees: conservation, rearing and management in pollination. Fortaleza: Imprensa Universitaria; p. 67-90

Falchetti A.M., Nates-Parra G. 2002. Las hijas del sol: Las abejas sin aguijón en el mundo Uwa, Sierra Nevada del Cocuy, Colombia. En: Ulloa A, editor. Rostros culturales de la Fauna. Bogotá: Instituto Colombiano de antropología e historia y Fundación natura. 175-214 pp.

Fernández Alonso, J.L. 2008. Estudios en Labiatae VII – Hibridación en el género *Salvia* en Colombia y su interés horticultural. *Caldasia* 30(1): 21-48.

Fernández F. 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Bogotá Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia.

Frankie, G. W., R.W. Thorp, J.C. Pawelek, J. Hernandez, and R. Coville. 2009. Urban Bee Diversity in a Small Residential Garden in Northern California. *Journal of Hymenoptera Research* 18(2):368-379.

Free, JB. 1970. Insect pollinization of crops. Academic Press, London. 544 pp

González-B V.H. 2000. El género *Oxytrigona* en Colombia (Hymenoptera: Meliponini). Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia Bogotá

González-B V.H., Mejía A., Rasmussen C. 2004. Ecology and Nesting Behavior of *Bombus atratus* Franklin in Andean Highlands (Hymenoptera: Apidae). *J Hymenopt Res.* 13(2): 234-42 pp.

González-B V.H., Michener C.H. 2004. A new *Chilicola* Spinola from Colombian Páramo (Hymenoptera: Colletidae: Xereomelissinae) *J Hymenopt Res.* 13: 24-30 pp.

González-B V.H., Nates-Parra G. 1999. Sinopsis de *Parapartamona* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) un género estrictamente andino. *Rev Acad Colomb Cienc.* 23: 171-80 pp.

González-B V.H., Nates-Parra G. *Trigona* subgenus *Duckeola* in Colombia (Hymenoptera: Apidae). *J Kans Entomol Soc.* 64.

Gross CL, Newstrom-Lloyd LE, Howlett B, Plunkett G, Donovan BJ 2008. [Monitoring Pollinators: case studies from Australia and New Zealand](#) poster presented as part of the Bundesamt für Naturschutz (BfN) and University of Bonn side event on “Caring for Pollinators”, at the 9th Conference of the Parties (COP-09) of the Convention on Biological Diversity (CBD) in Bonn, Germany.

- Hernández E.J., Roubik D.W., Nates-Parra G. 2007. Morphometric analysis of bees in the *Trigona fulviventris* Group (Hymenoptera: Apidae). *J Kans Entomol Soc.* 80(3): 205-12 pp.
- Hernández J. 2000. Las abejas sin aguijón del subgénero *Trigona* (Hymenoptera: Meliponini) en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- IDEAM. 2004. Informe anual sobre El estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia. Bogotá
- Imperatriz-Fonseca V.L., Dias B.F.S. 2004. The Brazilian Pollinator Initiative (IBP). En: Freitas B, Pereira JO, editores. *Solitary bees: conservation, rearing and management in pollination*. Fortaleza: Imprensa Universitaria. 27-33 pp.
- Imperatriz-Fonseca V.L., Saraiva A.M., De Jong D.(edt) 2006. *Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices*. Ribeirão Preto: Holos Editora. 112 pp.
- Jara F. 1996. La miel y el aguijón. Taxonomía zoológica y etnobiología como elementos en la definición de género en los andoque amazonia colombiana. *J Soc Am* 82: 209-58 pp.
- Kevan P.G., Imperatriz-Fonseca V.L. (edt) 2006. *Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 334 pp
- León-Ruiz Y., Moreno-Sepúlveda J.C. 2006. Evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de Naranja (*Citrus sinensis*) “Valencia” y “Ombligona” con el uso de la Abeja *Apis mellifera* en el municipio de Sasaima, Cundinamarca. Universidad de la Salle, Facultad de Zootecnia. Bogotá, Colombia.
- Liévano A., Ospina R., Nates-Parra G. 1994. Claves taxonómicas para el género *Bombus* en Colombia. *Trianea*. 5.
- Macías M.J.O., Quezada-Euán J.J., Parra-Tabla V., Reyes-Oregel V. 2001. Comportamiento y eficiencia de polinización de las abejas sin aguijón (*Nannotrigona perilampoides*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero en Yucatán, Mexico. Pp. 119-240. Quezada-Euán JJ, May-Itza W de J, Moo-Valle H, Chab-Medina JC, editores. II Seminario Mexicano sobre abejas sin aguijón, Mérida. Mérida, México.
- Mahecha O. 2001. Abejas sin aguijón: una alternativa para el pequeño productor. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Maues M.M., Venturieri G. 1995. Pollination biology of anatto and its pollinators in amazon area. *Honeybee Science* 16(1): 27-30 pp.
- McClintock, N. 2008 *From Industrial Garden to Food Desert: Unearthing the Root Structure of Urban Agriculture in Oakland, California*. Institute for the study of Social Change. ISSC Fellows Working Papers. Paper ISSC_WP_32. http://repositories.cdlib.org/issc/fwp/ISSC_WP_32> Accessed 2009 Mar 12.
- Medina J., Nates-Parra G., Ospina-Torres R., Ángel, C., Melo, D. 2009. Estudio de agentes polinizadores de gulupa (*Passiflora edulis* f. *Edulis* Sims.) en dos cultivos a diferente altitud em Buenavista, Boyacá Colombia. Memorias IV Congreso Mesoamericano abejas silvestres, Antigua, Guatemala.

- Medina M.L., González A.J. 1977. Meliponicultura en algunas regiones de México. Perspectivas hacia un cultivo racional. Pp 46-50. Memorias del IX Seminario americano de apicultura, Colima. Colima, Colombia.
- Menezes, C., V.L. Imperatriz-Fonseca. 2010. Producao em serie de rainhas de abelhas sem ferrao como subsidios a programas de polinizacao pofr meliponineos. Resumenes X Congreso Iberoamericano de Apicultura, Octubre, Natal, RGN, Brasil.
- Michener, C. D. 2000. The bees of the world. The Johns Hopkins University Press, 913 pgs. USA
- Michener-Ch D. 1977. Nest and seasonal cycle of *Neocorynura pubescens* in Colombia (Hymenoptera: Halictidae). *Rev Biol Trop.* 25(1):39-41 pp.
- Michener-Ch D. 1979. New and little know Halictine bees from Colombia. *J of the Kansas Soc.* 51(1): 180-208 pp.
- Montaña L. 1970. Mitos, leyendas, tradiciones y folclor del Lago de Tota. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Montoya P. 2003. Aspectos de la historia natural de abejas del género *Neocorynyra* en el SNFF Iguaque, Boyacá Trabajo de Grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Nates-Parra G. Fernández F. 1992. Abejas de Colombia II: Claves preliminares para las familias, subfamilias y tribus (Hymenoptera:Apoidea). *Acta Biológica Colombiana* 2(7/8): 55-89 pp.
- Nates-Parra G. 1995. Las abejas sin aguijón del género *Melipona* (Hymenoptera: Meliponinae) en Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 3(2): 21-33 pp.
- Nates-Parra G. 1996. Abejas sin aguijón de Colombia (Hymenoptera:Meliponinae). Pp. 181-268. En: Amat G, Andrade G, Fernandez F, (Org). *Insectos de Colombia: Estudios escogidos*. Vol. 1. Bogotá, Colombia. 541 p.
- Nates-Parra G. 1999. El papel de las abejas silvestres en la conservación de la biodiversidad Vegetal. *Memorias I Congreso Colombiano de Botánica*.
- Nates-Parra G. 2001a. Guía para la cría y manejo de la abeja angelita o virginita *Tetragonisca angustula* Illiger. *Convenio Andrés Bello (Serie Ciencia y Tecnología No. 84)*. 43 p.
- Nates-Parra G. 2001b. Las abejas sin aguijón (Hymenoptera: Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana* 2 (3): 233-248 pp.
- Nates-Parra G. 2002. En: Nates-Parra G. (ed). *I Encuentro Colombiano sobre abejas silvestres*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Nates-Parra G. 2004. En: Nates-Parra G. (ed). *II Encuentro Colombiano sobre abejas silvestres*, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Nates-Parra G. 2005a. Abejas corbiculadas de Colombia (Hymenoptera:Apidae). Sección de Publicaciones, Unibiblos Ed. Universidad Nacional de Colombia; Bogotá. p 156.

- Nates-Parra G. 2005b. Abejas silvestres y polinización. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 75: 7-20 pp.
- Nates-Parra G. 2005c. Abejas sin aguijón e Iniciativa de Polinizadores. V Coloquio de Insectos Sociales IUSSI. Cali, Colombia.
- Nates-Parra G. 2006. Biodiversidad y Meliponicultura en el Piedemonte Llanero, Meta, Colombia. Memorias VII Encontro sobre abelhas. Ribeirao Preto, Brasil.
- Nates-Parra G., González-B, V.H. 2000. Las abejas silvestres de Colombia: por qué y cómo conservarlas. Acta Biológica Colombiana 5 (1): 5-37pp.
- Nates-Parra G., González-B V.H. 2000. Notas sobre el nido de *Eulaema polychroma* (Hymenoptera:Apidae:Euglossini). Revista Actualidades Biológicas 22(72): 83-91 pp.
- Nates-Parra G., González-B V.H., Ospina-Torres R. 1999. Descripción de los machos y anotaciones sobre la biología de *Paratrigona anduzei* y *P. eutaeniata* (Hymenoptera:Apidae: Meliponini) en Colombia. Caldasia 21(2): 174-183 pp.
- Nates-Parra G., Palacios E., Parra-H A. 2008. Efecto del cambio del paisaje en la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera:Apidae) en Meta, Colombia. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. Vol. 56 (3): 1295-1308
- Nates-Parra, G.; Parra A. 2006. Uso de abejas silvestres en la definición de áreas prioritarias de Conservación en el territorio CAR. Tacayá 14: 4-7 pp.
- Newstrom-Lloyd LE , Cooper J, Spencer NJ, Wilton AD 2008. [Integrated information System for Oceania Pollinator Initiative \(OP\): based on a federation of distributed databases](#). En: Ssymank A., Hamm A., Vischer-Leopold M. (eds.). 2009. Caring for pollinators. Safeguarding and agro-biodiversity and wild plant diversity. Federal Agency for Nature Conservation y Universidad de Bonn. Alemania. Versión electrónica en la URL: http://www.bfn.de/0502_skripten.html
- Newstrom-Lloyd LE, Gross C 2008. [The Oceania Pollinator Initiative](#) Part of the FAO side event on "People for Pollinators: Pollinator Initiatives at International, Regional and National Levels, at the 13th meeting of the Subsidiary Body on Science, Technology and Technical Advice (SBSTTA-13) of the Convention on Biological Diversity (CBD) held at FAO headquarters in Rome, 19 February 2008.
- Osorno E., Osorno H. 1038. Notas biológicas sobre algunas especies de *Bombus* de los alrededores de Bogotá, Colombia, Sur América. Revista Entomológica 9(1/2):32-39 pp.
- Ospina M. Abejas del género *Thygater* Holmberg en Colombia. Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ospina M. 2000. Abejas Carpinteras (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae: Xylocopini) de la Región Neotropical. Biota Colombiana (3): 239-252 pp.
- Ospina-Torres R., Liévano A. 1984. Contribución al conocimiento de los abejorros sociales de Cundinamarca. Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ospina-Torres R., Sandino J.C. 1997. *Eulaema chocoana*, nueva especie de abeja euglosina de la costa pacífica de Colombia. *Caldasia* 19(1-2): 165-174 pp.

Otero J.T. Sandino J.C. 2003. Capture rates of male Euglossine bees across a human intervention gradient, Chocó region, Colombia. *Biotropica* 35 (4): 520-529 pp.

Parra-H A., Nates-Parra G. 2007. Variación de la comunidad de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero colombiano. *Revista biológica tropical* 55(3-4): 931-941 pp.

Partap U. 2004. An overview of pollinator's research and development in the Indian Kush-Himalayan Region. En Freitas B, Pereira JO, editores. *Solitary bees: conservation, rearing and management in pollination*. Fortaleza;: Imprensa Universitaria: 57-66 pp.

Posey D., De Camargo J.M.F. 1985. Additional notes on the classification and knowledge of stingless bees (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera) by the Kayapo Indians of Gorotire, Pará, Brasil. *Ann. Carneige Mus.* 54(8): 247-274 pp.

Potts S. 2004. European pollinators Initiative (EPI): Assessing the risk of pollinator's loss. En Freitas B, Pereira JO, editores. *Solitary bees: conservation, rearing and management in pollination*. Fortaleza: Imprensa Universitaria.

Potts, S. G; J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger, W. m E. Kunin (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers *Trends in Ecology and Evolution* <http://www.ufz.de/data/Potts%20et%20al%20201012437.pdf>

Ricketts, T.H. Regetz, J. Steffan-Dewenter, I. Cunningham, Saul A. Kremen, C. Bogdanski, A. 2008 Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters*. 11:499-515.

Rodríguez A. 2003. Recursos alimenticios obtenidos por abejas del género *Melipona* en Acacias, Meta. Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

Rosso L. 2002. Diagnóstico para el Aprovechamiento y Manejo Integrado de Abejas Silvestres en Agro ecosistemas Andinos en el Valle del Cauca. Trabajo de Grado, Fac. de Zootecnia y Veterinaria, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

Roubik, D. W. 1989. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge Univ. Press, New York, 514 pp.

Ruggiero M., Buchmann S., Adam L. 2004. The North American Pollinators Initiative. 35-41. En Freitas B, Pereira JO, editores. *Solitary bees: conservation, rearing and management in pollination*. Fortaleza: Imprensa Universitaria.

Sánchez-Nuñez D.A. 2009. Patrones de floración, polinización y producción de frutos de tres especies Neotropicales de Mangle presentes en Humedales de San Andrés Isla, Caribe colombiano. Presentado para optar por el título de magister en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Silva FS y Rebêlo JMM. 2002. Population dynamics of euglossinae bees (Hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of Cajual Island, in the state of Maranhão, Brazil. São Luís, Brazil. Braz. J. Biol Vol.62(1): 15-23.

Silveira, F.A; G. A R. Melo & E.A.B. Almeida- 2002. Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação. Belo Horizonte, 253p.

Smith-Pardo A. 1999. Las abejas silvestres de Porco: Claves y notas sobre los géneros y especies de la familia Colletidae (Hymenoptera: Apoidea). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 52 (2): 599-610 pp.

Smith-Pardo A. 2003. A preliminary account of the bees of Colombia (Hymenoptera:Apoidea): Present knowledge and future directions. J Kans Entomol Soc. 76(2): 335-341 pp.

Smith-Pardo A. 2007. Abejas Chilicola (Hylaeosoma) Ashmead (Colletidae: Xeromelissinae) de grupo Megalostigmata: una especie nueva de Colombia y clave para las especies. Neotropical Entomology 36 (6): 910-913 pp.

Smith-Pardo A. 2009. Abejas visitantes de *Aspillia tenella* (Kunth) S.F. Blake (Asteraceae): comportamiento y cargas polínicas. Revista Facultad Nacional de Agronomía de Colombia 61 (2): 4576-4587 pp.

Smith-Pardo A. 2009. Abejas visitantes de *Mimosa pigra* L (Mimosaceae): comportamiento de pecoreo y cargas polínicas. Acta Biológica Colombiana 14 (1): 107-188 pp.

Smith-Pardo A., González V.H. 2007. Diversidad de Abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. Acta biológica colombiana 12 (1): 43-56 pp.

Smith-Pardo A., Velez R.I. 2008. Abejas de Antioquia: Guia de Campo. Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 132 p.

Smith-Pardo A.H., González V.H. 2007. Abejas Chilicola (Hylaeosoma) Ashmead (Colletidae: Xeromelissinae) del Grupo megalostigma: una Especie Nueva de Colombia y Clave para las Especies. Neotro Entomol. 36(6): 910-913 pp.

Ssymank A., Hamm A., Visser-Leopold M. 2009. Caring for pollinators. Safeguarding and agro-biodiversity and wild plant diversity. Ssymank A., Hamm A., Visser-Leopold M. (eds.). Federal Agency for Nature Conservation y Universidad de Bonn. Alemania. Versión electrónica en la URL http://www.bfn.de/0502_skripten.html.

Ssymank, A.; A. Hamm; M.Vischer-Leopold (eds.)-2009 Caring for pollinators. Safeguarding and agro-biodiversity and wild plant diversity. http://www..bfn.de/0502_skripten.html

Tello J. 2004. Empleo de las abejas (*Apis mellifera* africanizadas) en la polinización Inducida de la curuba *Pasiflora mollissima*. Memorias I congreso Internacional de Apicultura. San Cristóbal, Venezuela.

The Sao Paulo Declaration on Pollinators <http://www.biodiv.org/doc/ref/agr-pollinator-rpt.pdf>
[Assess March 28th 2004](#)

Tonhasca JR, Blackmer JL, y Albuquerque GS. 2000. Euglossine bees as indicators of the conservation status of Atlantic Forest fragments in Rio de Janeiro State, Brazil. Conservation Ecology Comment.

Vásquez R., Ballesteros H., Muñoz C.A., Cuéllar M.E. 2006. Utilización de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. CORPOICA: 77 p.

Vásquez R., Ballesteros H., Ortigón Y., Castro U. 2006. Polinización dirigida con *Apis mellifera* en un cultivo comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*). Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 7 (1): 50 – 53 pp.

Welzel, K. 2010. Urban Agriculture and Ecosystem Services: Pollination by Native Bee Communities in Berkeley, California.
nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2010final/WelzelK_2010.pdf

Zuluaga J., Aguilar M.L., Cure J.R. 2009 Evaluación polinizadores de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) en un cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) bajo invernadero. Memorias Tercer congreso colombiano de horticultura : 72

ANEXOS

I

Estudios de Caso

Estudio de caso 1: *Apis mellifera* como polinizador eficiente de fresa, mora y naranja en Colombia

A pesar de que en el mundo existen alrededor de 20,000 especies de abejas (Michener 2000) la más utilizada por el ser humano en polinización es *A. mellifera*. Las abejas melíferas tiene hábitos de forrajeo generalistas, son fáciles de manejar y de ellas se pueden obtener productos, principalmente miel. Debido a esto ha sido introducida en casi todo el mundo y actualmente es uno de los insectos más abundantes del planeta. Igualmente es apreciada como un insecto benéfico por promover la polinización de plantas silvestres.

La introducción de colmenas dentro de campos de cultivo es una práctica común en varios países, debido a la creencia de que esto mejora el rendimiento y la polinización de los cultivos. En Colombia se han realizado varios estudios de polinización inducida que reportan la eficiencia de *A. mellifera* como polinizador de fresa, mora, naranja, manzana y curuba.

En fresa (*Fragaria chiloensis*) se ha utilizado el método de la polinización inducida, con el cual se ha logrado mejorar la curva de producción del cultivo. Después de tres semanas de haberse introducido las colmenas se obtuvo un aumento del 61,1 % en la producción, así mismo se mejoró la calidad y el tamaño de los frutos (Vázquez *et al* 2006).

En el caso de la mora de castilla se encontró que con la introducción de colonias de *A. mellifera*, la producción de fruta incrementó de $260,8 \pm 31,5$ kg a $435,7 \pm 6,7$ kg mensuales según un estudio realizado en un cultivo ubicado a 2220 msnm en el municipio de Silvania, Cundinamarca (Devia *et al* 2004). En cultivos de cítricos la introducción de colmenas de *A. mellifera* generó un aumento de la producción y un efecto favorable en las características del fruto como peso, diámetro y color en las variedades “Valencia” y “Omblicona”. Las naranjas de la variedad “omblicona” presentaron un aumento de peso de 17,74% y una productividad anual de 13,64% mientras que la variedad “Valencia” presentó un aumento de peso del 20,41% y un aumento del 74,99% de la producción anual (León & Moreno 2006).

En manzana, el uso de la polinización inducida con *A. mellifera* mediante la aplicación de polen de manzana disuelto en jarabe (azúcar y agua en relación 1:1) por aspersión dentro de la colmena, aumentó la recolección de polen de flores del cultivo, pasando de un 16.7% antes de inducirlos a un 71% tres días después de haberse realizado la

inducción. La polinización dirigida mostró ser un buen método para aumentar la polinización en el cultivo, sin embargo es necesario intensificar el monitoreo al cultivo, realizando mediciones en cuanto a la calidad y cantidad de los frutos (Huérfino 2005).

Estudio de caso 2. Abejas sin aguijón para conservación y educación

Durante el desarrollo del proyecto de Investigación “Inventario de abejas silvestres y recursos florales recolectados por las abejas nativas en el piedemonte llanero”, se trabajó en la vereda San José del Municipio de Acacias (Meta, Colombia). En primera instancia se presentó el proyecto ante la comunidad: Junta de acción comunal, reunión de padres de Familia y profesores del Colegio Departamental Agropecuario de Acacias. El proyecto fue muy bien acogido y se vincularon y capacitaron maestros y estudiantes de grados 8 a 11 a las actividades de búsqueda y traslado de nidos. Con el objetivo de socializar conocimientos de biología, importancia ecológica y posibles rumbos de explotación de abejas sin aguijón, se realizaron talleres sobre abejas silvestres, abejas sin aguijón en particular y técnicas de meliponicultura con niños, jóvenes y adultos interesados de la vereda S. José y sus alrededores. Con la colaboración especial de cuatro jóvenes estudiantes del colegio se instaló el meliponario Piloto en el Colegio con 6 nidos de *Melipona eburnea* y 2 de *Nannotrigona* sp. Se desarrolló un curso de Meliponicultura para profesores, estudiantes y padres de familia, donde los cuatro estudiantes del colegio expusieron los temas aprendidos durante su experiencia manejando el meliponario del Colegio. Como resultado de este proceso se hizo y distribuyó una cartilla elemental sobre Cría y manejo de abejas sin aguijón. A partir del Meliponario Piloto se siguieron haciendo talleres de capacitación y actualización y hoy en día se cuenta con por lo menos 20 nidos, instalados en colmenas racionales en casas de los padres de familias o vecinos del Colegio. Dentro del proyecto ambiental escolar (PRAE) el colegio adoptó como uno de sus proyectos institucionales la Meliponicultura (PRAMEL) coordinado por la Profesora Rosa Helena Torres. Posteriormente, el colegio presentó el proyecto de Cría y manejo de abejas sin aguijón ante la convención de colegios agropecuarios de la región (Granada) donde fue muy bien acogido. Con la colaboración del LABUN, el colegio se presentó a una convocatoria para proyectos educativos (ONDAS de COLCIENCIAS) con el trabajo *Abejas sin aguijón, una alternativa de producción y conservación de la flora silvestre* el cual fue seleccionado y obtuvo apoyo financiero. El objetivo del proyecto fue desarrollar un plan de cría y manejo racional de las abejas sin aguijón en el área de influencia de la institución, integrando a los estudiantes, profesores y la comunidad dentro de un proceso educativo interactivo, que tiene como finalidad la conservación del medio ambiente. Los profesores y alumnos del Colegio han presentado su proyecto en los encuentros colombianos sobre abejas silvestres (2006, 2008).

Estudio de caso 3: Abejas sin aguijón y rehabilitación social

En el Municipio de El Socorro, Departamento de Santander, la Ingeniera Agrónoma Doris Jannet Ascencio Tuso inició un trabajo de cría y manejo de abejas sin aguijón,

vinculando a personas con conciencia ambiental y con el interés de conocer y proteger las especies de abejas nativas de la región, así como también la vegetación circundante. Se organizaron dos grupos de trabajo: uno constituido por mujeres cabeza de hogar, en la fundación BERTRAND RUSSELL, donde construyeron un meliponario con 12 colmenas de *Trigona angustula* y sembraron plantas atractivas para las abejas.



El otro grupo está constituido por Internos de la Cárcel de Berlín (IMPEC); allí también construyeron un meliponario con aproximadamente 24 colmenas de abejas sin aguijón, la mayoría de *Trigona angustula*. Los internos (10) llevan registros cuidadosos de cada una de las colmenas.

En los dos sitios se han hecho prácticas de división de nidos y extracción de miel. Varias muestras de miel y polen obtenidas de estos meliponarios, han sido enviadas a Bogotá, contribuyendo al desarrollo del proyecto de investigación *Diferenciación por origen botánico de mieles y polen de cuatro especies de abejas en Colombia* que se está llevando a cabo en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con Financiación de MADR y la colaboración de varias asociaciones de apicultores.

Estudio de caso 4: Polinización con *Bombus atratus*

Desde hace algunos años se ha suscitado en diferentes ámbitos de las cadenas productivas el interés por conocer más a fondo el efecto que tienen diferentes especies de abejas sobre las variables de producción y calidad de las cosechas de gran variedad de plantas cultivadas y ornamentales. Sin embargo, son los cultivos de frutas los que han despertado el mayor interés por parte de los investigadores debido a la dependencia que presentan muchos de estos sistemas productivos hacia los agentes polinizadores. Una de las experiencias más exitosas del uso de polinizadores en cultivos comerciales es el de los abejorros del género *Bombus* en cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Free 1970). En invernaderos *Bombus* puede ser una alternativa, pero para ello se necesita tener la tecnología para producción masiva de nidos de las especies existentes en el país. El grupo de investigación de Biodiversidad y Ecología de abejas silvestres de La Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá) inició desde 1998 trabajos dirigidos a conocer la ecología básica y de polinización de tres especies nativas de abejorros, así como también sus métodos de cría en cautiverio (Cruz *et al* 2008). Actualmente se cuenta con varias publicaciones donde se muestran los avances en cría de abejorros (Aguilar *et al* 2004; Aguilar *et al* 2006; Almanza *et al* 2003; Almanza *et al* 2006) y en polinización de cultivos como tomate, uchuva y mora (Aldana *et al* 2007; Ardila *et al* 2009; Zuluaga *et al* 2009). Es trabajo demuestra que bajo invernadero, la polinización realizada por *B. atratus* produce un incremento del 37% en el número de

semillas y del 25% en el peso fresco, en comparación con los frutos provenientes de las flores que no fueron polinizadas por los abejorros. La Universidad Militar también ha realizado proyectos de polinización con el objetivo de optimizar naturalmente el cultivo de Lulo, y actualmente se encuentran en este mismo proceso con los cultivos de fresa y gulupa.

Estudio de caso 5. Abejas silvestres; una herramienta para valorar la calidad de hábitat

Además de su función como polinizadoras eficientes las abejas silvestres se han sugerido como **indicadoras del estado de conservación**, debido a su respuesta ante los cambios en su entorno (Tonhasca *et al* 2000; Brito y Rêgo 2001; Silva y Rebêlo 2002; Parra y Nates-Parra 2007). Nates-Parra y Parra (2006c) propusieron el uso de abejas silvestres, particularmente abejas sin aguijón, como herramienta para definir áreas prioritarias de conservación en el territorio CAR (Cundinamarca y Boyacá). Estas abejas cumplen con los requisitos necesarios para ser utilizadas como indicadores: su taxonomía es relativamente bien conocida, tienen alta diversidad ecológica y taxonómica, hay especies endémicas, son abundantes, fáciles de encontrar en el campo, funcionalmente importantes en los ecosistemas, sensibles a perturbaciones, de respuesta rápida y predecible y porque están asociados con otras especies y recursos específicos (Brown 1991). Por otro lado, las abejas que presentan comportamiento social y que dependen de condiciones particulares para hacer sus nidos, pueden ser indicadores del deterioro de un hábitat, por pérdida de sus sitios de nidificación. Un ejemplo son las abejas del género *Melipona* pues son muy susceptibles a cambios ambientales (Brown y Albrecht 2001). En este trabajo se estudió la distribución geográfica y altitudinal de algunos géneros de abejas presentes en el territorio CAR, con el objetivo de usarlas como uno de los elementos para la definición de áreas protegidas (Nates-Parra y Parra 2006).

Nates-Parra *et al* (2008) revisaron el **efecto de la modificación del paisaje** sobre la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón, en el piedemonte llanero (Meta, Colombia). Parra y Nates-Parra (2007) presentan una aproximación metodológica que podría utilizarse como herramienta para **valorar la calidad de hábitat** en el que se encuentran especies de abejas euglosinas. Las abejas de las orquídeas se caracterizan por subsistir en vastas áreas de bosque tropicales debido a las estrechas relaciones que tienen con tipos de vegetación particular en diversos micro-hábitats. Con base en este tipo de relaciones con el medio y características biológicas como preferencia por ciertos tipos de néctares y de polen, y diversidad morfológica y etológica de la tribu, evalúan la calidad de un hábitat según la distribución de euglosinos. Entre marzo y diciembre de 2003 muestrearon tres tipos de paisaje (Urbano, Rural y Conservado) en el piedemonte llanero colombiano usando redes entomológicas y sustancias aromáticas (Cineol y Metil Salicilato). Encontraron que hay especies que son más susceptibles al disturbio que otras. Reportan que *Eulaema nigríta* es la abeja más frecuente, opuesto a lo que ocurre con *Euglossa magnipes*, *E. cybelia*, *E. heterosticta*, *E. singularis*, *Eulaema bombiformis*, *E. speciosa* y *Exaerete frontalis* que solo se encuentran presentes en

ambientes considerados de aceptable a buena calidad. La composición y cercanía de fragmentos de bosque son factores favorables y la diversidad relativa (máxima variación de formas y tamaños dentro de la tribu) es proporcional a la calidad del medio.

Estudio de caso 6. Prácticas de manejo amigables con los polinizadores

Las abejas son muy sensibles a los insecticidas. La aplicación de productos de síntesis química para combatir las plagas tiene consecuencias negativas sobre el servicio de polinización. El efecto de la aplicación de insecticida sobre los servicios de polinización y la cosecha resultante dependen del tipo de insecticida utilizado, la cantidad aplicada, y tiempo de aplicación.

En Colombia, la Universidad Militar Nueva Granada realizó un estudio en el que se evidencia que el servicio de polinización de las colonias del abejorro *Bombus atratus* en el cultivo de tomate se ve afectada por el uso de insecticidas. El uso de productos tóxicos o una alta frecuencia de aplicación de insecticidas en cultivos de tomate puede afectar tanto a los adultos como a las pequeñas crías a de *B. atratus* y por lo tanto, a la actividad polinizadora y a la producción del cultivo (Aguilar *et al* 2010). Este mismo estudio integra el conocimiento y tecnología en polinización y control biológico, reemplazando los pesticidas por el manejo de plagas con monitoreo permanente a través de un sistema de trampas de captura, y del control de esas plagas con liberaciones de controles biológicos.

Estudio de caso 7. Manejo de la polinización con abejas en cultivos de gulupa y granadilla

Con este trabajo se pretendió conocer los visitantes y polinizadores de dos especies del género *Passiflora* (granadilla-*Passiflora ligularis* y gulupa -*Passiflora edulis* f. *edulis*) así como también, la eficiencia de los polinizadores y su manejo en los cultivos (Medina *et al*, 2009; El trabajo se llevó a cabo en el municipio de Buenavista, Boyacá (cordillera oriental de Colombia) donde se encuentran varios productores de las dos frutas. Los cultivos están localizados en un rango altitudinal que va desde 1657 hasta 2225 msnm aproximadamente.



Para desarrollar la investigación en primera instancia fue necesario conocer la biología floral y reproductiva de las dos especies vegetales, para posteriormente registrar el comportamiento tanto de los agentes polinizadores como de los visitantes de las dos especies.

P. edulis (gulupa) y *P. ligularis* (granadilla) son especies autocompatibles, sin embargo requieren de vectores de polen para producir un mayor número de frutos, pues la

probabilidad de formar un fruto sin polinizadores se reduce en comparación con la polinización cruzada.

Existen marcadas diferencias en cuanto a la estructura de la comunidad de polinizadores de gulupa en localidades que difieren en su altura. En el cultivo ubicado en la vereda Sabaneta (2225 msnm-C1) el único agente polinizador fue *Apis mellifera*, y en cultivo ubicado en la vereda Dominguito (1657 msnm-C2) se encontraron los siguientes agentes polinizadores: *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa lachnea*, y en menor grado *Epicharis* sp. Además de las especies mencionadas, *Bombus atratus* también se observa como un importante polinizador de granadilla. Las abejas melíferas pueden ser más numerosas en los cultivos pero son menos efectivas que las abejas carpinteras. Esto por la congruencia morfológica entre la flor y su visitante y por el comportamiento de forrajeo. En una sola visita *Xylocopa* realiza un trabajo de polinización que requeriría la visita de varias *Apis*. Con su amplio rango de vuelo, las *Xylocopa* también favorecen la polinización cruzada.

En climas más secos y cálidos las abejas *Apis* dejan de ser el elemento dominante de la comunidad de visitantes, especialmente en el caso de la Gulupa. La mayor presencia de abejas silvestres también está relacionada con la cercanía a los cultivos de parches de vegetación nativa.

Se detectaron factores que afectan la acción de los polinizadores (aplicación de agroquímicos), para lo cual se hicieron recomendaciones sobre la hora de aplicación, de acuerdo con la hora de mayor actividad de las abejas.

Actualmente se puede afirmar que en el Municipio de Buenavista (Boyacá) las diferentes especies de polinizadores encontradas cumplen básicamente su función. Sin embargo, esta puede ser incrementada con el fin de mejorar los actuales rendimientos. Para esto se inició el Programa de nidificación de abejas carpinteras en Buenavista con la colaboración de la Secretaría de Agricultura y de los cultivadores.

Estudio de Caso. 8: *Thygater aethiops* Smith, 1854 (Hymenoptera:Apidae: Eucerini): una especie de abeja típicamente urbana

Las abejas del género *Thygater* se reconocen muy fácilmente dentro de la tribu Eucerini. Son abejas con una longitud entre 10 y 16 mm. Tanto los machos como las hembras son predominantemente negros, pero los machos tienen las antenas muy largas y con una región de su cara amarillenta o blanca. Son abejas solitarias; nidifican en barrancos terrosos de parques o jardines y tienden a formar agregaciones de nidos. Los machos forman grupos para dormir en las noches, cuando se cuelgan por las mandíbulas de las nervaduras de algunas plantas.

Thygater aethiops se ve muy frecuentemente en las áreas más verdes de la ciudad de Bogotá, nidificando en sitios como el Parque Nacional, el Jardín Botánico, separadores de avenidas y jardines residenciales, sectores caracterizados por su gran variedad de especies vegetales ornamentales, florecidas durante la mayor parte del año. También es

posible encontrar nidos de la especie en áreas rurales de los alrededores de Bogotá. Un observador juicioso puede detectar los nidos en los jardines de la ciudad. Se ven como pequeños orificios en la tierra (de aproximadamente unos 8 mm), los cuales pueden tener una pequeña torre que se eleva del suelo unos 4 mm. Por ahí entra y sale una hembra, la dueña y fundadora del nido. Esta hembra hace un túnel principal de unos 65 cm de profundidad del cual se desprenden túneles secundarios, que tienen una sola celda de cría. En esta celda la hembra deposita alimento (polen) y sobre este pone un huevo. Luego cierra la celda, rellena el túnel lateral con tierra, para que no sea encontrada fácilmente, y se va a iniciar otro túnel. Cuando la hembra ha terminado de construir, aprovisionar y poner huevos, sale y tapa el túnel principal. Cada nido puede tener unas 20 celditas.

Para obtener tanto polen como néctar las hembras y los machos visitan muy frecuentemente algunas especies de plantas ornamentales comunes en jardines de la ciudad como *Abelia grandiflora* (Caprifoliaceae) que le proporciona néctar y; *Thumbergia alata* (Acanthaceae) "ojo de poeta" y *Jazminum revolutum* (Oleaceae) de las obtienen polen. Otras especies que le aportan polen a las hembras son las plantas de las familias Solanaceae y Cesalpinaceae, las cuales necesitan del sistema de "polinización por zumbido" para liberar su polen. Las hembras de *T. aethiops* utilizan esta estrategia. *T. aethiops* también es considerada como uno de los agentes claves en la polinización e hibridación de especies del género *Salvia*, importante por su valor ornamental (Fernández 2008).

Thygater aethiops no es la única especie urbana en los jardines de Bogotá. Existen otras especies, que son menos conspicuas pero que contribuyen a la polinización de plantas en jardines.

Con las actuales tendencias hacia la agricultura urbana, el conocimiento de las abejas habitantes de las ciudades adquiere importancia puesto que pueden llegar a ser los polinizadores eficientes de muchos "cultivos urbanos" complementando al acción de *Apis mellifera*. Si se proporcionan hábitats adecuados para las poblaciones de abejas urbanas se puede incrementar la calidad y cantidad de alimentos producidos en las ciudades (McClintock 2008, Frankie et al 2009). Welzelk (2010) trabajando en pequeñas parcelas urbanas de pepinos, tomate, fresa y girasoles, en Berkeley (California) llegó a la conclusión que la proximidad de áreas naturales no tienen ningún efecto sobre la tasa de visitas a las plantas; pero factores como recursos florales comunes para las abejas nativas y no nativas, fragmentación de hábitats y edad de los jardines si influyeron en la salud de las poblaciones de abejas nativas urbanas. Estos son factores que deben tener en cuenta los planificadores urbanos, y conservacionistas, ante los nuevos desarrollos de la agricultura urbana, de manera que se incremente no solo la biodiversidad, sino también sitios de producción de alimentos saludables (Welzelk, 2010).

Anexo II

Lista preliminar de algunas especies vegetales y su interacción con insectos, especialmente abejas

Planta	Tipo planta	Visitante	Polinizador	Cita	Tipo	Referencia
30 especies vegetales		<i>Xylocopa fimbriata</i>	<i>Xylocopa fimbriata</i>	Nuñez Avellana et al. 2009	Resumen	NUÑEZ AVELLANEDA, L.A., N. WILCHEZ, J. CARREÑO. 2009. Recursos florales, forrajeo y papel en la polinización de la abeja carpintera <i>Xylocopa fimbriata</i> (Apidae) en Casanare Colombia. XXXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN julio 29,30,31 de 2009 medellín, Colombia.
<i>Annona muricata</i>	Frutal			Céspedes-Ángel & Jiménez-Rodríguez 1991	Tesis	Céspedes-Ángel J., Jiménez-Rodríguez A. 1991. Tipo de polinización en el Guanabano (<i>Annona muricata</i>) en dos pisos térmicos. Trabajo de tesis presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
<i>Aspilia tenella</i>		<i>Abejas</i>		Aguilar-Sierra & Smith-Pardo 2008	Artículo	Aguilar-Sierra C.I. Smith-Pardo A.H. 2008. Abejas visitantes de <i>Aspilia tenella</i> (Kunth) s.f. Blake (Asteraceae): Comportamiento de forrajeo y cargas polínicas. Revista

						facultad Nacional de Agronomía-Medellín 61 (2): 4576-4587 pp.
<i>Attalea amigdalina</i>		<i>Coleoptera (Nitidulidae, Curculionidae, Staphylinidae, Melolonthidae), Hymenoptera (Apidae, Halictidae), Diptera (Drosophilidae).</i> <i>Polinizadores más efectivos dos especies de Nitulidae (géneros Mystrops y Cybocephalus)</i>		Del Pilar-Lopera 2003.	Tesis	Del Pilar-Lopera M. 2003. Polinización de <i>Attalea amigdalina</i> (Palmae) en la región, suroeste Antioqueño. Trabajo presentado como requisito para optar al título de bióloga. Facultad de ciencias exactas y naturales, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
<i>Columnea spp.</i>				Amaya-Marquez 1995	Tesis	Amaya-Marquez M. 1995. Sistemática y polinización del género <i>Columnea</i> (Gesneriaceae) en la reserva natural de La Planada (Nariño). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Biología – línea sistemática. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
<i>Eschweilera bogotensis</i>		<i>Trigona amalthea, Eulaema meriana</i>	<i>Epicharis rustica</i>	Gamboia Gaitán 1997	Artículo	GAMBOIA GAITÁN M.A. 1997. Biología reproductiva de <i>Eschweilera bogotensis</i> (Lecythidaceae), en la Cordillera Occidental de Colombia. <i>Caldasia</i> Vol 19, No 3 (1997).

<i>Eschweilera garagarae</i>			<i>Eufriesea ornata</i>	Prance et al. 1983	Artículo	Prance G.T., Idrobo J.M., Castaño O.V. 1983. Mecanismos de polinización de <i>Eschweilera garagarae</i> Pittier en el Chocó, Colombia. MUTISIA 60: 1-7 pp.
<i>Espeletia grandiflora</i>			<i>Bombus rubicundus</i> y <i>B. funebris</i> , <i>polillas nocturnas</i>	Fagua-Gonzalez & Bonilla 2003		Fagua Gonzalez,C., A. Bonilla. 2003. El papel de las abejas <i>Bombus</i> y algunas especies de polillas en la polinización y el valor adaptativo de <i>Espeletia grandiflora</i> (Asteraceae) en el parque nacional natural Chingaza, Cundinamarca Colombia. XXX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN julio 17, 18, 19 de 2003 Cali, Colombia.
<i>Fragaria chiloensis</i>	Frutal		<i>Apis mellifera</i>	Vásquez et al. 2006	Artículo	Vásquez R., Ballesteros H., Ortegón Y., Castro U. 2006. Polinización dirigida con <i>Apis mellifera</i> en un cultivo comercial de fresa (<i>Fragaria chiloensis</i>). Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 7 (1): 50 – 53 pp.
<i>Gaultheria rigida</i>			<i>Bombus atratus</i> B. <i>B. hortulanus</i> . <i>B. rubicundus</i>	Quevedo Castro y. & Rosero Lasprilla L. 2006	Resumen	QUEVEDO CASTRO Y. & ROSERO LASPRILLA L. 2006. Biología de la Polinización de <i>Gaultheria rigida</i> Kunth (Ericaceae) en el Parque Natural Municipal Ranchería Boyacá, Colombia. II Congreso Colombiano de Zoología Santa Marta, Noviembre 26 – Diciembre 1 de 2006

<i>Hyptis sp.</i>			<i>Bombus atratus</i>	Lievano & Ospina 1984		LIEVANO-L. A. & R. OSPINA. 1984. Contribución al conocimiento de los abejorros sociales de Cundinamarca <i>Bombus</i> (Latreille) Hymenoptera. Trabajo presentado como requisito para optar al título de biólogo. Facultad de ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C:
<i>Jessenia bataua</i>		<i>Trigona sp.</i>		Collazos M. & Mejía G. 1988	Artículo	COLLAZOS M. & MEJÍA G. 1988. Fenología y poscosecha de mil pesos <i>Jessenia bataua</i> (Mart) Burret. Acta Agronómica Vol 38, No 1 (1988).
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Frutal		<i>Bombus atratus</i>	Cure & Rodríguez 2007	Artículo	CURE, J. & RODRÍGUEZ D. 2007. Efecto de <i>Bombus atratus</i> (Hymenoptera: Apidae) sobre la productividad de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) bajo invernadero en la Sabana de Bogotá, Colombia. Agronomía Colombiana Vol 25, No 1 (2007)
<i>Mimosa pigra</i>	forrajero	Abejas		Aguilar-Sierra & Smith-Pardo 2009	Artículo	Aguilar-Sierra C.I., Smith-Pardo A.H. 2009. Abejas visitantes de <i>Mimosa pigra</i> L. (Mimosaceae): comportamiento de pecoreo y cargas polínicas. Acta Biológica colombiana 14 (1): 107-118.

<i>Oenocarpus bataua</i>	Palma	<i>Baradinae</i> <i>Gen 4, sp. 1,</i> <i>Phyllotrox sp.</i> 35, <i>Anchylorhynchus sp. 2,</i> <i>Anchylorhynchus tricarinatus</i> (<i>Curculionidae</i>) y <i>Mystrops sp. 1</i> (<i>Nitidulidae</i>),		Núñez-Avellana et al. 2008	Artículo	Núñez-Avellana L.A., Rojas-Robles R. 2008. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la Palma Milpesos <i>Oenocarpus bataua</i> en los Andes colombianos. CALDASIA 30 (1): 101-125 pp.
<i>Passiflora bicornis</i>	Frutal		<i>Xylocopa frontalis, X. fimbriata</i>	Carreño et al. 2008	Resumen	CARREÑO, J., N. WILCHEZ, L.A. NÚÑEZ. 2008. Polinización de <i>Passiflora foetida</i> y <i>Passiflora bicornis</i> (<i>Passifloraceae</i>) por <i>Xylocopa frontalis</i> en Casanare Colombia. IV Encuentro Colombiano sobre Abejas Silvestres Noviembre 2002Bogotá Colombia 25 a 28 de noviembre de 2008 Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Bogotá D. C.
<i>Passiflora edulis</i>	Frutal	<i>Xylocopa sp.</i>		Calle et al. 2010	Artículo	Calle Z., Guariguata M.R., Giraldo E. Chará J. 2010. La producción de Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) en Colombia: perspectivas para la conservación del hábitat a través del servicio de polinización. Interciencia 35 (3): 207-212pp.
<i>Passiflora edulis</i>	Frutal		<i>Xylocopa frontalis,</i> <i>Xylocopa sp.</i> <i>Epicharis sp. y Apis</i>	Medina et al. 2009	Resumen	MEDINA J., C. ANGEL, G. NATES- PARRA, R. OSPINA TORRES R, D. MELO. 2009. Identificación de Polinizadores en Gulupa <i>Passiflora edulis</i> Sims. f. <i>edulis</i>

			<i>mellifera.</i>			en dos cultivos a diferente altitud en Buena Vista – Boyacá, Colombia. VII Coloquio de la Sección Bolivariana de la Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales IUSSI
<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>	Frutal		<i>Xylocopa spp.</i>	Peláez 2004	Resumen	Peláez, J. 2004. Especies de abejas del género <i>Xylocopa</i> (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) relacionadas con la polinización del Maracuyá (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i> Deg.) en el municipio de Viterbo, Caldas. II Congreso Colombiano de Abejas Silvestres.
<i>Passiflora foetida</i>	Frutal		<i>Xylocopa frontalis, X. fimbriata</i>	Carreño et al. 2008	Resumen	CARREÑO, J., N. WILCHEZ, L.A. NÚÑEZ. 2008. Polinización de <i>Passiflora foetida</i> y <i>Passiflora bicornis</i> (Passifloraceae) por <i>Xylocopa frontalis</i> en Casanare Colombia. IV Encuentro Colombiano sobre Abejas Silvestres Noviembre 2002 Bogotá Colombia 25 a 28 de noviembre de 2008 Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Bogotá D. C.
<i>Passiflora ligularis</i>	Frutal	<i>Apis, Epicharis, Eulaema, Xylocopa, Thygater, Centris, Paratrigona, Trigona, Bombus</i>	<i>Epicharis cf. rustica, Xylocopa lacnhea, Eulaema cingulata y Eulaema bombiformis</i>	Melo-Ortiz 2007	Tesis	Melo-Ortiz C.D. 2007. Diagnóstico para la cría y conservación de Abejas polinizadoras de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) en Buena Vista, Boyacá, Colombia. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá,

						Colombia. 53 p.
<i>Passiflora ligularis</i>	Frutal	<i>Xylocopa sp.</i>		Franco et al. 2007	Artículo	Franco Y., Alzate F., Peláez J.M. 2007. Factores ambientales incidentes en la población de <i>Xylocopa</i> y su efecto en el cultivo de Granadilla en tres veredas del municipio de Guarne-Colombia. Revista Universidad Católica de Oriente 24: 73-88 pp.
<i>Passiflora mollissima</i>	Frutal		<i>Apis mellifera</i>	Cortés-Uribe & Muñoz 2003	Tesis	Cortés-Uribe L.E., Muñoz F.A. 2003. Análisis del efecto de la polinización con Abejas (<i>Apis mellifera</i>) en un cultivo comercial de Curuba (<i>Passiflora mollissima</i>) tipo exportación en la sabana de Bogotá. Trabajo de grado como requisito parcial para optar el título de Zootecnistas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
<i>Passiflora mollissima</i>	Frutal		<i>Apis mellifera</i>	Tello et al. 2005	Resumen	TELLO, J., L. CORTÉS, F. MUÑOZ. 2005. analisis del efecto de la polinizacion con abejas (<i>apis mellifera</i>) en un cultivo comercial de curuba (<i>Passiflora mollissima</i>) tipo exportacion, en la sabana de Bogota, Colombia. Congreso Internacional de Apicultura de los Andes, UNET San Cristobal, Táchira,

						Venezuela 26 al 29 de julio 2005.
<i>Patinoa almirajo</i>		?		Valois-Cuesta 2004	Artículo	Valois-Cuesta, Hamlet. 2004. Dinámica de la floración y visitantes florales de <i>Patinoa almirajo</i> (Bombacaceae) especie promisoría del Chocó – Colombia. Diego Luis Luna-QUÍbdo 31 (2) 539-556 pp.
<i>Persea americana</i>	Frutal	<i>Apis mellifera</i>		Morales-Palacios & La Verde-Rojas 2009	Tesis	Morales-Palacios A., La Verde-Rojas J.E. 2009. Estado actual de la polinización en un banco de germoplasma de Aguacate (<i>Persea americana</i> Mill) en la corporación Colombiana de investigación agropecuaria CORPOICA sede La Libertad en la ciudad de Villavicencio departamento del Meta. Trabajo presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 48 p.
<i>Physalis peruviana</i>	Frutal		<i>Bombus sp.</i>	Chautá Mellizo et al. 2010	Resumen	CHAUTÁ MELLIZO, A., A. BONILLA, K. POVEDA. 2010. Influencia de diferentes polinizadores sobre la calidad de frutos de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> ,

						Solanaceae). Resúmenes XXXVII Congreso de Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN Bogotá D.C: 30 de junio 1 y 2 de julio 2010 Pontificia Universidad Javeriana.
<i>Salvia bogotensis</i>		<i>Anthophora walterii</i>		González et al. 2006	Artículo	GONZÁLEZ. V.H., B. MANTILLA, E. PALACIOS. 2006. Foraging activity of the solitary andean bee, <i>Anthophora walteri</i> (Hymenoptera: Apidae, Anthophorini). Rev. Colomb. Entomol. vol.32 no.1 Bogotá
<i>Salvia sordida</i>		<i>Augochlorella sp., Megachile sp., Thygater aethiops, Apis mellifera, Bombus atratus, B. hortulanus</i>		Bernal González 2004	Tesis	BERNAL GONZÁLEZ, C.A. 2004. Contribución al conocimiento de <i>Salvia sordida</i> Benth. Historia natural y conservación. Tesis de Biología. Universidad Nacional de Colombia
<i>Salvia sp.</i>			<i>Bombus atratus</i>	Lievano & Ospina 1984		LIEVANO-L. A. & R. OSPINA. 1984. Contribución al conocimiento de los abejorros sociales de Cundinamarca <i>Bombus</i> (Latreille) Hymenoptera. Trabajo presentado como requisito para optar al título de biólogo. Facultad de ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C:

<i>Solanum lycopersicum</i>			<i>Bombus atratus</i>	Herrera et al. 2010; Ardila et al. 2010	Resumen	HERRERA, A.M.; L.L: AGUILAR, J.R. CURE. 2010. Actividad y manejo de colonias de <i>Bombus atratus</i> (Hymenoptera: Apidae) en dos cultivos de tomate comercial <i>Solanum lycopersicum</i> (Solanaceae) en Boyacá (Colombia). Resúmenes XXXVII Congreso de Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN Bogotá D:C: 30 de junio 1 y 2 de julio 2010 Pontificia Universidad Javeriana.
<i>Stachys sp.</i>			<i>Bombus atratus</i>	Lievano & Ospina 1984	Tesis	LIEVANO-L. A. & R. OSPINA. 1984. Contribución al conocimiento de los abejorros sociales de Cundinamarca <i>Bombus</i> (Latreille) Hymenoptera. Trabajo presentado como requisito para optar al título de biólogo. Facultad de ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C:
<i>Tibouchina grossa</i>		<i>Bombus rubicundus</i>		Gallo & Bayona 2006	Artículo	GALLO, C. & N. BAYONA. 2006. Interacciones de polinización de colibríes y <i>Bombus rubicundus</i> en <i>Tibouchina grossa</i> . II Congreso Colombiano de Zoología Santa Marta, Noviembre 26 – Diciembre 1 de 2006
<i>Turnera subulata</i>		<i>Trigona niggerrima</i> , <i>T. fulviventris</i> , <i>Tetragona sp.</i> y <i>Partamona</i>	<i>T. fulviventris</i>	Alarcón Jiménez & Mora Parada 2006	Resumen	ALARCÓN JIMÉNEZ I. & MORA PARADA A.R. 2006. Biología floral y visitantes florales de <i>Turnera subulata</i> sm. (Turneraceae) en la

		<i>sp.</i>				reserva Natural el Pajil puerto Boyacá (Boyacá- Colombia). II Congreso Colombiano de Zoología Santa Marta, Noviembre 26 – Diciembre 1 de 2006
<i>Wigginsia vorwerckiana</i>			<i>Lasiglossum sp. (Halictidae)</i>	Chaves-Rodríguez 2000	Tesis	Chaves-Rodríguez F.A. 2000. Aspectos de la biología reproductiva de una población de <i>Wigginsia vorwerckiana</i> (Cactaceae). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

ICPA BORRADOR