

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Determinación de la preferencia de sustrato de nidificación de *Xylocopa* spp. bajo condiciones controladas

Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniera(o) Agrónoma(o).

AUTOR(A):

Chilpe Torres Darwin Alexander

Rodas Ramón Johana Elizabeth

DIRECTOR:

Ing. Agr. MSc. Walter Ivan Larriva Coronel

CUENCA - ECUADOR

2017



RESUMEN

El Ecuador es el segundo mayor productor y exportador de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) del mundo, sin embargo, sus niveles de producción son bajos, 8 t/ha/año, muy inferior a las 14 t/ha/año de Brasil y las 15 t/ha/año de Colombia, uno de los factores determinantes para la baja producción es la deficiente polinización, debido a la escases de polinizadores, como los abejorros del maracuyá (*Xylocopa* spp.); este hecho se deriva de varios factores como la deforestación indiscriminada de áreas naturales, que disminuye la disponibilidad de sustratos de nidificación de los abejorros del maracuyá, lo que reduce los recursos para su subsistencia y procreación. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la preferencia de sustrato de nidificación de *Xylocopa* spp. bajo techo en nidos trampa, consistente en troncos de dos especies vegetales, laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.] y cacao (*Theobroma cacao* L), y tallos de bambú (*Phyllostachys* spp); así como explorar la viabilidad del traslado de nidos activos para su posible uso en programas de polinización de maracuyá.

Los resultados demostraron que el abandono de nidos, al ser trasladados de un lugar a otro, a una distancia de 600 m, es no significativo; el periodo comprendido entre septiembre y diciembre es una época propicia para fundación de nidos; los sustratos de mayor nidificación fueron bambú (*Phyllostachys* spp) y laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.]. La comprobación de la viabilidad del traslado de los nidos y del potencial de nidificación de laurel y bambú, es un paso importante para el inicio de los estudios que deben ser realizados para la utilización de *Xylocopa* spp. en programas de polinización.

PALABRAS CLAVE: *Xylocopa* spp.; NIDIFICACIÓN; NIDOS TRAMPA; ABEJORROS DEL MARACUYÁ; *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.



ABSTRACT

Ecuador is the second largest producer and exporter of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* Deg) in the world, however, their production levels are low, 8 t/ha/year, much lower than the 14 t/ha/year of Brazil and the 15 t/ha/year of Colombia, one of the determining factors for the low production is poor pollination, due to the lack of pollinators, such as passion fruit carpenter bee (*Xylocopa* spp.); this fact is derived from several factors such as the indiscriminate deforestation of natural areas, which reduces the availability of nesting substrates of carpenter beepassion, which reduces the resources for their subsistence and procreation. This study aimed to evaluate the nesting substrate preference of *Xylocopa* spp. under roof in trap nests, consisting of trunks of two plant species, laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.] and cacao (*Theobroma cacao* L); and bamboo stems (*Phyllostachys* spp); as well as to explore the feasibility of moving active nests for possible use in passion fruit pollination programs.

The results showed that the abandonment of nests, when transferred from one place to another, at a distance of 600 m, is not significant; the period between september and december is an auspicious period for nesting; the substrates of greater nesting were bamboo and laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.]. The verification of the viability of the nest transfer and the nesting potential of laurel and bamboo is an important step in the beginning of the studies that must be carried out for the use of *Xylocopa* spp. in pollination programs.

KEYWORDS: *Xylocopa* spp.; NIDIFICATION; TRAP NESTS; CARPENTER BEE; *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
TABLA DE CONTENIDOS	3
LISTA DE CUADROS.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE ANEXOS.....	8
AGRADECIMIENTOS	13
DEDICATORIA	14
DEDICATORIA	15
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	16
CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN.....	18
CAPITULO III: OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivo general	20
3.1 Objetivos específicos.....	20
CAPITULO IV: HIPÓTESIS	21
CAPITULO V: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	22
5.1 ¿Qué es una abeja?	22
5.2 Servicios que prestan las abejas al ecosistema y al agroecosistema.	24
5.3 Las abejas, sus amenazas y las consecuencias en el ecosistema.	25
a. Deforestación.....	26
b. Prácticas de pastoreo	27
c. Establecimiento de asentamientos humanos.....	27
d. Introducción de especies exóticas.	28
e. Explotación inadecuada de los recursos producidos por las abejas	28
f. Uso de agroquímicos	29
g. Cambio climático global	29
5.4 <i>Xylocopa</i> spp.....	29
5.4.1 Clasificación taxonómica del abejorro del maracuyá.....	31



5.4.2 Servicios de *Xylocopa* spp. al agroecosistema..... 31

5.4.3 Hábitos de forrajeo 32

5.4.4 Hábitos de nidificación y colonización. 33

CAPITULO VI: MATERIALES Y MÉTODOS 36

6.1 MATERIALES..... 36

6.1.1 Materiales físicos 36

6.1.2 Materiales químicos..... 36

6.1.3 Materiales biológicos 36

6.1.4 Equipos..... 37

6.1.5 Software 37

6.2. MÉTODOS 38

6.2.1 Área de estudio 38

6.2.2 Observación preliminar de hábitos biológicos 39

6.2.3 Búsqueda de nidos 39

6.2.4 Preparación de los nidos para el traslado..... 40

6.2.5 Traslado e instalación de nidos 40

6.2.6 Obtención de los sustratos para nidos trampa 41

6.2.6.1 Laurel..... 41

6.2.6.2 Cacao 42

6.2.6.3 Bambú 42

6.2.7 Instalación de los nidos trampa y colocación de los nidos..... 42

6.2.8 Recolección de los nidos trampa y toma de datos 43

6.2.9. Diseño de la Investigación..... 44

6.2.10. Variables a evaluarse 44

6.2.11 Análisis Estadístico..... 45

6.3 Manejo del ensayo 45

CAPITULO VII: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 46

7.1 Resultados del análisis preliminar de la dinámica de colonización..... 46

7.1.1 Traslado de los nidos al cobertizo 46

7.1.2. Número de nidos fundados en un periodo de seis meses 48



7.2 Resultados de la preferencia de especie vegetal para la nidificación..... 49

7.3 Resultados de costo de implementación y mantenimiento de los sustratos. 53

7.4 Algunas observaciones preliminares de los hábitos biológicos de *Xylocopa* spp.
..... 54

7.4.1. Reacción de los abejorros del maracuyá a la ligera modificación de los nidos.
..... 54

7.4.2 Reacciones de los abejorros del maracuyá al cambio de lugar (cobertizo) 54

7.4.3 Inicio y culminación de actividades de *Xylocopa* spp. 55

7.4.4 Enemigos naturales y medios de protección. 55

CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 56

8.1. CONCLUSIONES 56

8.2 RECOMENDACIONES..... 57

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 58

ANEXOS..... 61



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características de los sustratos de nidificación, adaptado de Pereira & Garófalo (2010); Chaves <i>et al.</i> (2011); Pinilla & Nates (2015)	41
Cuadro 2. Diseño de ADEVA.....	44
Cuadro 3. Porcentaje de valores de abandono y permanencia de <i>Xylocopa</i> spp. antes y después del traslado cobertizo, del 8 al 20 de julio de 2015.....	46
Cuadro 4. Valores de χ^2 del número de nidos antes y después del traslado al cobertizo.....	47
Cuadro 5. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % del número de nidos de <i>Xylocopa</i> spp. por tipo de sustrato.....	49
Cuadro 6. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % del número de <i>Xylocopa</i> spp. por tipo de sustrato.....	51
Cuadro 7. Comparación de nidificación de <i>Xylocopa</i> spp. en dos tipos de sustratos, en localidades y periodos de tiempo diferentes.....	52
Cuadro 8. Costos para la implementación y mantenimiento de nidos trampa para <i>Xylocopa</i> spp.....	53



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Melipona favosa</i>	23
Figura 2. <i>Bombus atratus</i>	23
Figura 3. Macho de <i>Eulaema cingulata</i>	23
Figura 4. <i>Xylocopa</i> spp.....	30
Figura 5. <i>Xylocopa</i> spp.....	30
Figura 6. <i>Xylocopa</i> spp en la entrada de su nido	30
Figura 7. Ubicación a nivel provincia y parroquial del área de estudio.....	38
Figura 8. Medias mensuales del número de nidos fundados de <i>Xylocopa</i> spp. en nidos trampa entre agosto de 2015 y febrero de 2016.....	49
Figura 9 <i>Xylocopa</i> spp. en tallo de bambú (<i>Phyllostachys</i> spp).....	50
Figura 10. Vista superior de corte transversal de laurel (<i>Cordia alliodora</i>).....	50
Figura 11. Corte longitudinal de nido de <i>Xylocopa</i> spp. en cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	50
Figura 12. Nido trampa de bambú (<i>Phyllostachys</i> spp).....	51
Figura 13. Bloque de nido trampa.....	51



LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de los tratamientos en el cobertizo.....	62
Anexo 2. Número de nidos colonizados por <i>Xylocopa</i> spp. por tipo de sustrato (especie vegetal)	63
Anexo 3. Datos del anexo 2 transformados a la $\sqrt{(x+1)}$	63
Anexo 4. Análisis de la variancia del número de nidos de <i>Xylocopa</i> spp. por tipo de sustrato.....	63
Anexo 5. Número de <i>Xylocopa</i> spp. por tipo de sustrato (especie vegetal).....	64
Anexo 6. Datos del anexo 5 transformados a la $\sqrt{(x+1)}$	64
Anexo 7. Análisis de la variancia del número de <i>Xylocopa</i> spp. por tipo de sustrato.....	64
Anexo 8. <i>Xylocopa</i> spp.; actividades de forrajeo.....	65
Anexo 9. Búsqueda de nidos activos en el campo y en construcciones.....	66
Anexo 10. Preparación de los sustratos	67
Anexo 11. Instalación de nidos trampa.....	68
Anexo 12. Recolección de los nidos trampa y toma de datos.....	69



Yo, Darwin Alexander Chilpe Torres, autor de la tesis "**Determinación de la preferencia de sustrato de nidificación de *Xylocopa* spp. bajo condiciones controladas**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de mi exclusiva responsabilidad.

Cuenca, 30 de noviembre de 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Darwin Chilpe Torres', written over a horizontal line.

Darwin Alexander Chilpe Torres

092378852-5



Yo, Johana Elizabeth Rodas Ramón, autora de la tesis “**Determinación de la preferencia de sustrato de nidificación de *Xylocopa* spp. bajo condiciones controladas**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de mi exclusiva responsabilidad.

Cuenca, 30 de noviembre de 2016

Johana Elizabeth Rodas Ramón

010621113-9



Yo, Darwin Alexander Chilpe Torres, autor de la tesis "**Determinación de la preferencia de sustrato de nidificación de *Xylocopa* spp. bajo condiciones controladas**", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de INGENIERO AGRÓNOMO. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afectación alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 30 de noviembre de 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Darwin Alexander Chilpe Torres', written over a horizontal dashed line.

Darwin Alexander Chilpe Torres

092378852-5



Yo, Johana Elizabeth Rodas Ramón, autora de la tesis "**Determinación de la preferencia de sustrato de nidificación de *Xylocopa* spp. bajo condiciones controladas**", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de INGENIERA AGRÓNOMA. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afectación alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 30 de noviembre de 2016

Johana Elizabeth Rodas Ramón

010621113-9



AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres por haber dado parte de sus vidas para construir la nuestra; a todos los profesores y profesoras que compartieron sus conocimientos con nosotros y con ello han encendido las antorchas que iluminan nuestro presente y el porvenir. Entre ellos, al Ing. Claudio Cevallos, que nos enseñó a observar y cambiar el espacio; al Ing. Enrique González, que nos brindó las bases para la investigación; a la Ing. Teresita Ramón que supo compartir la agricultura que camina con la naturaleza; al PhD. Eduardo Chica que nos bajó la ciencia de alto nivel y supo compartirla; al Ing. Eduardo Tacuri que nos enseñó a dibujar el espacio; a nuestro director de tesis, el Ing. Walter Larriva que, sin haber sido nuestro profesor en las aulas, nos ha tomado de la mano y nos guía a través de los últimos escalones previos a la vida profesional.

A nuestra Facultad, donde fuimos felices.

Darwin y Johana



DEDICATORIA

A mi madre que siempre ha sido mi horizonte, que supo enseñarme como caminar en los senderos de la vida.

A mis hermanas y hermano, que son agradables compañeros de viaje.

A mi hijo, Camilo y a mi esposa Johana, que son mi hogar eterno.

A la vida, por ser tan hermosa.

Darwin



DEDICATORIA

A mis padres, Gloria y Honorato que, con su amor, infinita bondad y lucha diaria, han hecho que cumpla esta meta.

A mi abuelita Celinita, que le amo tanto, agradezco a la vida por darle un corazón tan grande.

A mis hermanas y hermanos, que han sido desprendidos y han querido lo mejor para mí.

A mi Camilo, que con su dulzura sabe transformar lo chiquito en grande....

A mi esposo Darwin, que me ha dado su amor y su esfuerzo total, para que todo esté bien.

Johana



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

En el planeta existen de 25.000 a 30.000 especies de abejas, de las cuales dos especies son las más conocidas (*Apis mellifera* L. y la *Apis mellifera scutellata* Lepeletier), por su utilización en la apicultura, sin embargo, su población total no supera el 10 % de las abejas del mundo, el restante 90 % corresponden a las abejas silvestres (Nates, 2005). La primera utilización palpable de las abejas por el ser humano fue la de productora de miel, sin embargo, las abejas también producen cera, polen y resina (Fonseca & Kleinert, 2004), pero las actividades más importantes son la polinización y el mantenimiento de la diversidad de los recursos vegetales (Nates, 2005).

La polinización es el servicio más rentable que prestan las abejas, se estima que aproximadamente el 73 % de las especies vegetales cultivadas en el mundo son polinizadas por abejas (Martins *et al*, 2014); el valor anual de la polinización de los cultivos es de 65 mil a 70 mil millones de dólares (Fonseca & Kleinert, 2004). Este servicio se ve afectado por las actividades antrópicas como: deforestación, prácticas de pastoreo, establecimiento de asentamientos humanos, introducción de especies exóticas, explotación inadecuada de los recursos producidos por las abejas, uso de agroquímicos, cambio climático global.

En Ecuador un género de las abejas, *Xylocopa* spp., tiene un gran potencial económico, como un polinizador natural; ya que nuestro país es el segundo mayor productor de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) del mundo, solo superado por Brasil y seguido por Colombia; en tanto, que relativamente a la superficie del país y al área plantada con maracuyá, ocupa el primer lugar; demostrándose la importancia de este cultivo para nuestro país (Martins *et al.*, 2014; Valarezo *et al.*, 2014; Gonzalez *et al.*, 2009); la importancia de *Xylocopa* spp. radica en que es el polinizador de mayor eficiencia (Freitas & Oliveira, 2003; Arias, Ocampo, & Urrea, 2014; Pereira & Garófalo, 2010; Marchi & Melo, 2010), como lo demuestra Freitas &



Oliveira (2003), que estudiaron el efecto de la introducción de nidos de *Xylocopa frontalis* en maracuyá, obteniendo el doble de producción.

El uso de estas abejas como polinizadores naturales tiene un beneficio económico para Ecuador, pero estudios taxonómicos y biológicos, que faciliten la identificación y aprovechamiento racional, son nulos (Gonzalez *et al.*, 2009). Por eso, en la presente investigación se propone determinar la preferencia de sustratos de nidificación con tres especies vegetales: cacao (*Theobroma cacao* L), tallos de bambú, laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken].



CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN

Las abejas del genero *Xylocopa* son fundamentales para la producción de ciertas pasifloras, especialmente para el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Degener 1932) que por sus características de autoincompatibilidad necesita de un agente polinizador (Freitas & Oliveira, 2003; Pinilla & Nates, 2015); con la polinización por *Xylocopa* spp., en el cultivo se forma el 88% de los frutos, por autopolinización 3% (Arias, Ocampo, & Urrea, 2014), lo que evidencia la importancia de este agente polinizador.

En Ecuador el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Degener 1932), se encuentra establecido en 31.639 ha, en la región litoral, en manos de alrededor de 10.000 pequeños y medianos productores; el 95% de la producción nacional es procesada, impulsando la agroindustria nacional, lo que ha convertido a nuestro país en el segundo productor de fruta y exportador de concentrado de maracuyá en el mundo (Valarezo *et al.*, 2014). Sin embargo, la inestabilidad de los precios perjudica a los agricultores, con la consecuente desconfianza en plantar maracuyá; algo más determinante que lo anterior son los bajos niveles de producción 8,6 t/ha/año (Valarezo *et al.*, 2014), debido a inadecuadas tecnologías de producción.

Ruggiero (2000), citado por Martins *et al.* (2014), indica que con tecnología apropiada se puede obtener rendimientos de 40 a 45 t/ha; los niveles de producción, en dos de los tres mayores productores de maracuyá en el mundo es de: Colombia, 15 a 20 t/ha/año, con una superficie de 5.800 ha (Arias *et al.*, 2014); en Brasil 62.000 ha se dedican al cultivo de maracuyá, con un rendimiento promedio de 14 t/ha/año (Martins *et al.*, 2014). Lo anterior evidencia la deficiencia en el uso y desarrollo de tecnología adecuada para el manejo del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Degener 1932) en el país.

Probablemente una de las tecnologías mal aplicadas o desestimadas es el manejo de la polinización, debido, como lo señala Calle *et al.*, (2010), a que un cultivo a escala



comercial generalmente es irrigado, fertilizado y fumigado, lo que permite inferir que la limitante en la producción es la deficiencia en la polinización; además, como lo señalan los mismos autores, la alta intensificación de las plantaciones requiere de la aplicación de pesticidas, lo cual podría incidir negativamente en las poblaciones de los polinizadores. Por lo que, varios autores Freitas & Oliveira (2003); Pereira & Garófalo (2010); Marchi & Melo (2010), han realizado investigaciones con el uso de nidos trampa para la cría y la introducción de *Xylocopa* spp. en plantaciones de maracuyá obteniendo resultados de mayor presencia de *Xylocopa* y aumento de los niveles de polinización. Por lo que, la presente investigación busca “determinar la preferencia de sustrato para la nidificación de *Xylocopa* spp., bajo condiciones controladas”, que permita la construcción de nidos trampa para inducir la nidificación de las hembras de *Xylocopa* spp., y *a posteriori* la introducción de los nidos en los cultivos de maracuyá, para propiciar el aumento del número de visitas florales y en consecuencia el nivel de polinización, y la producción del cultivo.



CAPITULO III: OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Determinar la preferencia de sustrato para la nidificación de *Xylocopa* spp., bajo condiciones controladas.

3.1 Objetivos específicos

- Realizar el análisis preliminar de la dinámica de colonización del sustrato.
- Determinar el nivel de permanencia de nidos activos después del traslado.
- Evaluar la preferencia de especie vegetal para la nidificación.
- Obtener el costo de implementación y mantenimiento de los sustratos.



CAPITULO IV: HIPÓTESIS

Para esta investigación se planteó una hipótesis alternativa: que la preferencia de sustrato para nidificación de *Xylocopa* spp. difiere en los tres tratamientos, Cacao (*Theobroma cacao* L); Laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken]; y Bambú ($A \neq B \neq C \dots$)

En el mismo sentido, se tuvo como hipótesis nula: que la preferencia de sustrato para nidificación de *Xylocopa* spp. no difiere en los tres tratamientos, Cacao (*Theobroma cacao* L); Laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken]; y Bambú *Phyllostachys* spp. ($A=B=C \dots$).



CAPITULO V: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1 ¿Qué es una abeja?

Comúnmente se relaciona a las abejas con la abeja productora de miel, *Apis mellifera* L. o la *Apis mellifera scutellata* Lepeletier conocida como la abeja africana, pero estas no son las más numerosas de este grupo de insectos; siendo la primera una abeja domesticada y la segunda silvestre, no son más que dos especies de las ocho familias de la superfamilia Apoidea entre aproximadamente 4000 géneros y los 25000 a 30000 especies (Roubik, 1989; Griswold *et al.*, 1995; Roig-Alsina y Michener, 1993) citados por Nates (2003) ; siendo apenas el 10 % del total de las abejas del mundo, el restante 90% corresponde a las abejas silvestres, que son muy diversas; su biología, sus relaciones con el ser humano y el ecosistema son poco conocidos (Nates, 2005).

Nates (2005) cita a Michener (1974) para definir lo que es una abeja, manifestando que se trata de “un grupo de avispas que abandonaron sus hábitos de avispas de aprovisionar nidos con insectos o arañas; y en cambio alimentan a sus larvas con polen y néctar recolectado de flores, o con secreciones glandulares derivadas de la misma fuente”.

Aunque poseen características fenotípicas muy marcadas, son más robustas y peludas que las avispas, aunque algunas de ellas presenten un fenotipo vespoideo (parecido a las avispas) (Nates, 2005). Michener *et al.* (1994) citado por Nates (2005) presenta tres características morfológicas que ayudan a diferenciar a las abejas de las avispas:

1. Presencia de pelos plumosos o ramificados en varias partes del cuerpo y de las patas, aunque algunas veces están restringidos a pocas áreas, p. ej. el propodeo.
2. El basitarso posterior es más ancho que los segmentos siguientes del tarso y generalmente es aplanado. Los esfeciformes (una de las divisiones de Apoidea

que agrupa a las avispas esfecoideas) tienen el primer y segundo segmentos tarsales similares en ancho y junto con el espolón tibial forman un órgano limpiador de antenas (strigil).

3. Ausencia de pelos dorados o plateados en la parte inferior de la cara. Esta característica es especialmente importante cuando se trata de separar abejas con fenotipo vespoideo de muchas avispas esfecoideas: éstas presentan pelos dorados o plateados que, a la luz, les confieren brillo en la cara.



Figura N° 1. *Melipona favosa*

Fuente: Nates & Gonzalez (2000)



Figura N° 2. *Bombus atratus*

Fuente: Nates & Gonzalez (2000)



Figura N° 3. Macho de *Eulaema cingulata*

Fuente: Nates & Gonzalez (2000)



5.2 Servicios que prestan las abejas al ecosistema y al agroecosistema.

La importancia de las abejas *Apis* y de algunas otras especies de abejas sociales como productoras de miel es innegable. Esta fue la primera utilización palpable de las abejas por el ser humano, la producción de una fuente azucarada orgánica y natural, de gran valor alimenticio y medicinal. Sin embargo, las abejas también producen cera, polen y resina (Imperatriz & Peixoto, 2004) y los servicios más importantes son la polinización y el mantenimiento de la diversidad de los recursos vegetales (Nates, 2005).

La miel es un producto de gran valor comercial, pero no solo puede provenir de *Apis mellifera* L, como ejemplo basta mencionar que tanto en Brasil como en Colombia se práctica la meliponicultura, es decir la explotación de Meliponini, llamadas “abejas sin aguijón”, abejas del género *Melipona* (*M. favosa*, *M.gr. fasciata*, *M. interrupta*, *M. compressipes*) y *Trigona angustula* (Imperatriz & Peixoto, 2004; Nates, 2005). En Colombia se explotan 11 especies, ya sea de forma rústica o semidomesticada, para obtención de miel, de las 100 especies presentes en ese país; en tanto que en Brasil existen 300 especies, de las cuales algunas son populares y criadas regionalmente (Imperatriz & Peixoto, 2004); la característica de estas abejas, de ser sociales, permiten la producción y obtención de miel, polen en menor proporción y aún menos la cera o las resinas (Nates, 2005).

En Ecuador, de las 8 especies de abejas presentes en la región litoral y oriental, solo se explota una especie, en la provincia de Esmeraldas, la abeja Wipal (*Melipona indescisa*), con una producción que no supera los 1000 ml de miel por colmena cada seis meses, siendo una producción muy baja (Mejía, 2004) y por ende no redituable.

La polinización es el servicio más rentable que prestan las abejas, se estima que aproximadamente el 73 % de las especies vegetales cultivadas en el mundo son polinizadas por abejas (Martins *et al*, 2014); Nates (2005) indica que las abejas por sus necesidades alimenticias para la cría, la colonia e individual, realizan una intensa



actividad de forrajeo en busca de recursos alimenticios, visitando muchísimas flores para obtener polen y néctar. Esta labor en busca de alimento ha hecho de las abejas el principal agente polinizador de las plantas.

El rol de ser el vector principal en la polinización ha hecho que en el ecosistema cumpla la función fundamental de preservar las especies vegetales; como lo señala Nates (2005) “la disminución de estos polinizadores reduce la producción de semillas en una proporción semejante a los efectos de un gen semiletal”; reduciendo el número de semillas por árbol, como lo demuestra Kerr (1997) citado por Nates (2005), en una investigación realizada en *Gliricidia sepium*, que con polinización produce alrededor de 600 semillas por árbol, sin polinización 10 semillas, reduciéndose su capacidad adaptativa de 1,0 a 0,017; es decir que un individuo vegetal sufre la disminución de su progenie en 590 descendientes, suponiendo que la totalidad de las semillas encuentren todas las condiciones necesarias y favorables para germinar, emerger y desarrollarse. Por todo aquello muchos autores consideran a la polinización como el segundo proceso biológico más importante para las plantas, en la que las abejas llevan prestando sus servicios por 80 millones de años; beneficiándose de ello la mayoría del 80 % de las plantas con flores y más de $\frac{3}{4}$ de los cultivos que son polinizados por animales (Imperatriz & Peixoto, 2004).

En las plantas cultivadas el servicio de las abejas no solo permite la fertilización de los óvulos de la flor, si no que los beneficios indirectos son el aumento del tamaño y mejora de la forma de los frutos (Garófalo, 2004), el valor anual de este servicio es de 65 mil a 70 mil millones de dólares; según Mc Gregor 1976, calcula que la polinización de las abejas supera en 60 a 100 veces el valor de la miel (Imperatriz & Peixoto, 2004).

5.3 Las abejas, sus amenazas y las consecuencias en el ecosistema.

La producción de miel, cera, polen, resinas, y fundamentalmente la polinización, que permite mantener las especies y dentro de ellas la diversidad genética, son los beneficios que las abejas otorgan al ecosistema, de lo que el ser humano se beneficia.



Pero, es paradójico e irónico que las actividades antrópicas son las principales amenazas de las abejas, por lo que Buchmann y Nabham (1996) citados por Nates (2005) han llamado “polinizadores olvidados” e instan a protegerlos, porque de ellas depende la supervivencia del resto del mundo.

Nates (2005), habla de siete causas amenazantes sobre la sobrevivencia de las abejas, que no son diferentes a las que afectan a otros componentes de la biodiversidad:

a. Deforestación

Ecuador es el país más densamente poblado, 55 habitantes/km² (Dangles, Barragán, Cárdenas, Onore, & Keil, 2009), de Sudamérica; desde 1950 se ha quintuplicado su población, lo que ha generado una fuerte presión sobre muchos ecosistemas naturales, como la región costera y los valles interandinos donde permanece menos del 10 por ciento de la vegetación original. Ecuador junto con Honduras y El Salvador han sufrido la mayor tasa de deforestación en América Latina, entre los años 2000 y 2005, $\geq 1,5$ % del área boscosa decreció (Dangles *et al.*, 2009).

En las condiciones preocupantes que presenta nuestro país, las abejas están en riesgo. Las abejas sin aguijón tienen un rango de vuelo entre 100 m a 1 km, dependiendo de su tamaño, una distancia corta que le representa una desventaja para desarrollar sus actividades con éxito en las nuevas condiciones de las áreas intervenidas por las actividades humanas, que por el establecimiento de monocultivos, quema de bosques para ganadería, extracción de madera, explotación irracional del bosque; junto con la fragmentación de áreas boscosas; están disminuyendo continuamente las áreas naturales y reduciendo el hábitat de las abejas, algunos casos:



- Los Euglossini (*Euglossa* sp., *Eulaema polychroma*, *Eulaema cingulata*, *Eufriesea* sp.) no pueden volar sobre áreas sin vegetación mayor a 100 m.
- Meliponinos (*Tetragonisca angustula*, *Nannotrigona mellaria*, *Scaptotrigona limae*) ven reducidas a cero sus posibilidades de buscar fuentes de alimento o sitios de nidificación, que consista en atravesar potreros de enormes haciendas ganaderas, ya que su rango de vuelo es de 300 a 400 m.

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 & González, 2000).

b. Prácticas de pastoreo

Muchas abejas solitarias nidifican en el suelo, por lo que el pisoteo de los animales resulta muy dañino, como registró Sugden (1985) citado por Nates (2005) para algunas especies de abejas de los géneros *Anthidium*, *Anthophora*, *Bombus*, *Colletes* y otras más en California.

c. Establecimiento de asentamientos humanos.

A medida que el ser humano va colonizando nuevos espacios las abejas se ven obligadas a buscar sitios más y más protegidos. Aunque algunas abejas se han adaptado, ocupando cavidades o materiales de la construcción del ser humano, como *Trigona angustula* que ocupa casi cualquier cavidad que encuentre disponible para hacer sus nidos: agujeros en las paredes, ladrillos, materas, tumbas en cementerios, etc. *Xylocopa* aprovecha las vigas de madera de los galpones, trapiches, columnas y balcones. Pero especies de *Melipona* y *Bombus* son más susceptibles a los cambios en el ambiente y huyen en busca de condiciones más apropiadas (Nates & González, 2000).



d. Introducción de especies exóticas.

Los nativos de Abya yala antes de la llegada de los españoles solo conocían a las abejas sin aguijón y seguramente los abejorros, euglosinos y otras especies silvestres. Los españoles trajeron a *A. mellifera*, que tomo posesión de ciertas áreas de las abejas silvestres con la finalidad de obtener recursos alimenticios y hacer sus nidos (Nates & González, 2000); con la liberación accidental, en 1956, de reinas de abejas africanas en Brasil se introdujo una especie que vino a acentuar la competición por alimentos, por eso Kearns *et al.*, (1998) lo califico como uno de los mayores experimentos no controlados de introducción de especies en el mundo.

El caso de la introducción de *Bombus terrestris* desde Europa a Japón, Australia e Israel, origino que esta se escapara de los invernaderos, donde se la utilizaba en la polinización de tomates, se adaptara y compitiese con especies nativas de *Bombus*, poniendo en peligro la conservación de las especies vegetales polinizadas por ellas (Kearns, Inouye, & Waser, 1998).

e. Explotación inadecuada de los recursos producidos por las abejas

En Brasil los “cazadores de miel” como los define Nogueira, (1997), en su afán de obtener miel de las abejas sin aguijón, como los meliponinos, destruyen o dejan en condiciones muy precarias a los nidos, que ya no puede proteger a las abejas, como el caso de la mosca jorobada del género *Pseudohypocera* (familia Phoridae) que es uno de los parásitos más voraces de los meliponinos, que son atraídos por los olores de los depósitos de alimento.

Nates (2000) considera que en Colombia las siguientes especies podrían estar en peligro: *Melipona favosa*, *M. interrupta*, *M. rufiventris*, *M. gr. fasciata*; acota a esta lista a *A. mellifera*, en las regiones donde no se práctica la apicultura. En nuestro país inclusive las colonias de *Apis mellifera scutellata* son destruidas completamente para obtener su miel.



f. Uso de agroquímicos

En el mundo 2,5 millones de toneladas de pesticidas son aplicados cada año, con un costo de 20 mil millones de dólares, en donde 1 dólar invertido en pesticidas otorga 4 dólares de retorno; pero no se considera los costos indirectos, como los efectos sobre la salud de las personas, envenenamiento de animales, destrucción de enemigos naturales y sobre las abejas mellíferas. En la que se estima que el 20% de las pérdidas de colonias se debe a la exposición a los pesticidas, con un costo estimado de 13 millones de dólares anuales (Pimentel, 1992).

Uno de los pesticidas que más efectos nocivos causa sobre las abejas son los neonicotinoides, que en Alemania en 2008, causó la muerte de millones de individuos de *A. mellifera* (Wurzburger, 2015), aunque los insecticidas han sido utilizados directamente por los agricultores para controlar a ladrones de polen (Peláez, 2004), como *A. mellifera*.

g. Cambio climático global

Si la concentración de CO₂ en la atmósfera llega a duplicarse, probablemente aumentaría la temperatura en 2 a 3 grados celsius; lo que modificaría el límite altitudinal de los bosques, reduciendo las áreas de vida del páramo, la frontera agrícola seguramente se extenderá hacia los páramos, afectando la flora y la fauna. Ese posible panorama afectará a las abejas, que son animales sensibles a los cambios de temperatura (Nates, 2000).

5.4 *Xylocopa* spp.

El género *Xylocopa* abarca más de 730 especies, con mayor diversidad en los trópicos y subtropicos (Chaves *et al.*, 2011) estas abejas de la familia Apidae son las de mayor tamaño, entre 15 a 30 mm, peludas, negras, con brillos metálicos, o completamente

amarillas, como en los machos de algunas especies; en la literatura en inglés son conocidas como “carpenter bees” por el hábito de la mayoría de especies de hacer nidos en la madera, por todo aquello en la literatura especializada en castellano se la identifica como abeja carpintera, es el caso de investigadores como: Fernández y Nates, 1985; Caicedo *et al.*, 1995; Ospina, 2000 (Nates, 2005). En Colombia los agricultores y campesinos las conocen como abejones toro o abejorros del maracuyá, por ser los polinizadores más visibles del maracuyá (Gonzalez *et al.*, 2009). En Ecuador en la parte noroccidental de la provincia del Azuay son conocidos como Bujún, por el zumbido característico de estas abejas; en esta investigación, con fines prácticos las denominaremos como abejorros del maracuyá o *Xylocopa*.



Fig 4. *Xylocopa* spp.

Fuente: Chilpe & Rodas (2016)



Fig 5. *Xylocopa* spp.

Fuente: Chilpe & Rodas (2016)



Fig 6. *Xylocopa* spp. en la entrada del nido

Fuente: Chilpe & Rodas (2016)



5.4.1 Clasificación taxonómica del abejorro del maracuyá.

Orden: Hymenoptera

Familia: Apidae

Subfamilia: Xylocopinae

Tribu: Xylocopini

Género: *Xylocopa*

Subgénero: *Neoxylocopa*

Especie: *Xylocopa* spp.

(Gonzalez *et al.*, 2009)

5.4.2 Servicios de *Xylocopa* spp. al agroecosistema.

Uno de los servicios beneficiosos de *Xylocopa* spp., es la eficiencia en la polinización de pasifloráceas, obteniéndose buenos niveles de fructificación, calidad, peso de los frutos, cantidad de jugo (Martins *et al.*, 2014). Trabajos realizados por Martins *et al.* (2014) en maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) y rojo (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*) en relación a los tipos de polinización y forrajeo de *Xylocopa* spp., demostraron que la eficiencia de la polinización realizada por el abejorro del maracuyá en la formación de frutos es de dos a tres veces superior a la polinización libre; similares resultados fueron obtenidos por Freitas y Oliveira, (2003), Camillo (2003); estos mismos autores desestiman la polinización manual (artificial) por corresponder a una media del 17,10 % de los costos totales por ha/año, y que la diferencia en fructificación con polinización por *Xylocopa* spp., no es significativa; Martins *et al.* (2014) en cuanto al aspecto de los frutos cosechados para la



comercialización como fruta fresca fue superior al 50 % en las dos variedades con polinización artificial y polinización por *Xylocopa* spp.

La importancia económica del maracuyá para Ecuador, Brasil y Colombia es alta; en Colombia existen 6.000 ha de cultivo (Pinilla & Nates, 2015), en Brasil 62.000 ha (Martins *et al.*, 2014); en nuestro país se cultiva 18.912 ha (Valarezo *et al.*, 2014); la importancia económica para Ecuador es superior que para la economía colombiana y brasileña. *Xylocopa frontalis* (Olivier), *Xylocopa suspecta* y *Xylocopa grisescens* han sido determinadas como los principales agentes polinizadores del cultivo de maracuyá en Brasil (Pereira & Garófalo, 2010), lo que demuestra la importancia de *Xylocopa* en el cultivo de maracuyá; y la necesidad de comenzar a estudiar a *Xylocopa* spp., y su uso en la agricultura en Ecuador.

5.4.3 Hábitos de forrajeo

Xylocopa spp., en su búsqueda de néctar (no se alimenta de polen) posee un rango amplio de fuentes de alimentos como especies de las Familias: Apocynaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Caesalpinaceae, Caricaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Solanaceae, Verbenaceae y Pasifloraceae (Peláez, 2004); a pesar de su amplio campo de forrajeo, y posiblemente de polinización, investigadores de Brasil y Colombia han centrado las investigaciones del uso de *Xylocopa* spp., como agente polinizador de pasifloras (maracuyá, badea, granadilla, gulupa), específicamente en *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, por la importancia económica que tiene esta especie en la economía de esos países.

La co-adaptación mutua entre *Xylocopa* spp., y las pasifloráceas han dotado a ambas de cualidades morfológicas y de comportamiento forrajero adecuados para su sobrevivencia y desenvolvimiento; el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) posee flores hermafroditas autoincompatibles, dehiscencia esporicida, colores vistosos de la flor, aromas fuertes y abundancia de néctar, y característica particular



de la posición de la corona con respecto al androginóforo (Arias *et al.*, 2014); paralelo, los abejorros poseen una capacidad de vibración cuando visitan las flores, lo que libera el polen y a pesar de que otras especies de abejas menores también poseen esa habilidad, ellas no consiguen hacer vibrar eficientemente los estambres de flores de gran porte; durante ese movimiento entran en contacto con las anteras maduras y al pasar a otra flor receptiva el polen que lleva en el dorso es depositado en los estigmas, trayendo como consecuencia beneficiosa la fecundación de la flor y la formación del fruto (Franco *et al.*, 2007).

Por otro lado, *Xylocopa* no es la única abeja que visita las flores de maracuyá, también lo hacen otros grupos de abejas, pero estas no poseen las características anatómicas de *Xylocopa* spp.; por ejemplo, las abejas de porte pequeño poseen la capacidad de vibración, pueden trasladar el polen, pero no tienen la capacidad de transportar el polen de las anteras al estigma, haciéndolo solo por casualidad, se suma a sus limitaciones su tendencia a raspar y hacer daño a las estructuras florales, como lo hacen algunas especies del género *Trigona* (Franco *et al.*, 2007).

5.4.4 Hábitos de nidificación y colonización.

Algunas especies de *Xylocopa* spp., son indispensables para el cultivo de maracuyá, así que la falta o la reducida presencia de este agente polinizador es un gran problema para los productores, la asociación entre maracuyá y *Xylocopa* spp. es la más eficiente para la polinización, por lo que su capacidad de agente polinizador ha sido estudiada desde hace algún tiempo como lo señalan Marchi & Melo (2010) por investigadores como Ackamine & Girolami 1957, 1959; Nishida 1963; Ruggiero 1973; Ruggiero *et al.* 1976; Camillo 2003. Para que ocurra la mejor interacción entre *Xylocopa* spp. y maracuyá es necesario que exista la presencia de los sustratos de nidificación.

Las diversas especies de *Xylocopa* hacen nidos en estacas de madera, troncos y ramas muertas (Franco *et al.*, 2007), construcciones de madera, o cualquier tejido vegetal relativamente seco sin grietas o fisuras (Gonzalez *et al.*, 2009); aunque,



algunas especies pueden nidificar en tejidos vegetales vivos (Oliveira & Freitas, 2003). El grado de sociabilidad en la formación del nido de las especies es diversa, pueden ser nidos solitarios, semisociales y primitivamente sociales, (como los nidos de *X. lachnea* MOURE), en donde la hembra más vieja (madre o hermana) alimenta por trofalaxis (intercambio de alimento líquido) a varios adultos jóvenes de ambos sexos (Gonzalez *et al.*, 2009).

Las actividades de las hembras de *Xylocopa* en el proceso de nidificación consiste en: identificar el lugar (sustrato), realizar la excavación inicial, el cuidado y limpieza del nido, la preparación de la celda, el aprovisionamiento, la ovoposición, el sellado de la celda y la excavación posterior de nuevas celdas; y la defensa del nido (Marchi & Melo, 2010). Pero, para que se dé la nidificación y el aumento poblacional espontáneo es necesario la mantención de la vegetación nativa en el entorno del cultivo para proporcionar condiciones favorables (Martins *et al.*, 2014).

Las especies vegetales usadas como sustratos de nidificación por *Xylocopa* son diversos, en observaciones personales realizadas por Nates (2005), determinó que los troncos viejos de *Theobroma cacao* son usados por esos insectos para hacer sus nidos; según Peláez (2004), citado por Nates (2005), *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 determinadas áreas de Colombia; Gonzalez *et al.* (2009) indican que el laurel *Aniba* ssp., es utilizado como sustrato de nidificación por *Xylocopa lachnea*.

La importancia de *Xylocopa* spp. para el cultivo de maracuyá a determinado que varios investigadores realicen modelos para inducir la nidificación, conocidos como nidos trampa; Oliveira & Freitas (2003) propusieron una colmena tipo Langstroth, nidos (cajas) racionales, para *Apis mellifera* modificada, para la nidificación de *Xylocopa*, en los cuales nidificaron de tres a cinco hembras por caja; Pereira & Garófalo (2010) probaron un modelo con tubos de bambú, que consiste en tubos de bambú cerrados



en un extremo por el nodo de la planta, de 20-30 cm de largo y un diámetro de cerca de 2 cm, dentro de los cuales las hembras de *Xylocopa* construyen sus nidos; en el mismo año Marchi & Melo (2010), evaluaron otro modelo, que consiste en secciones de troncos secos en los cuales se hacen pequeños agujeros de 2 cm de diámetro para inducir la nidificación de las hembras de *Xylocopa*. De estos modelos, los tubos de bambú parecen ser el modelo más exitoso (Pinilla & Nates, 2015).

Los resultados obtenidos por Freitas & Oliveira (2003) con la introducción de los nidos racionales en una plantación de maracuyá, comprobó la importancia de manejar nidos trampa para aumentar la presencia de *Xylocopa* en el cultivo y su efecto beneficioso en la producción. La frecuencia de *Xylocopa* en las flores de maracuyá aumento 505 % y 92,3 % el cuajado inicial de los frutos.



CAPITULO VI: MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 MATERIALES

6.1.1 Materiales físicos

- Cobertizo
- Malla plástica
- Alambre galvanizado N° 16
- Grapas
- Clavos de cuatro pulgadas
- Serrucho
- Flexómetro
- Machete
- Linterna
- Frascos de vidrio
- Alicates
- Pincel
- Martillo

6.1.2 Materiales químicos

- Pintura

6.1.3 Materiales biológicos

- Trocos de cacao (*Theobroma cacao* L)
- Tallos de bambú
- Troncos de laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken]
- Abejas del género *Xylocopa* spp.



6.1.4 Equipos

- Motosierra
- Smartphone

6.1.5 Software

- Microsoft Word 2016
- Microsoft Excel 2016
- InfoStat 2016

6.2. MÉTODOS

6.2.1 Área de estudio

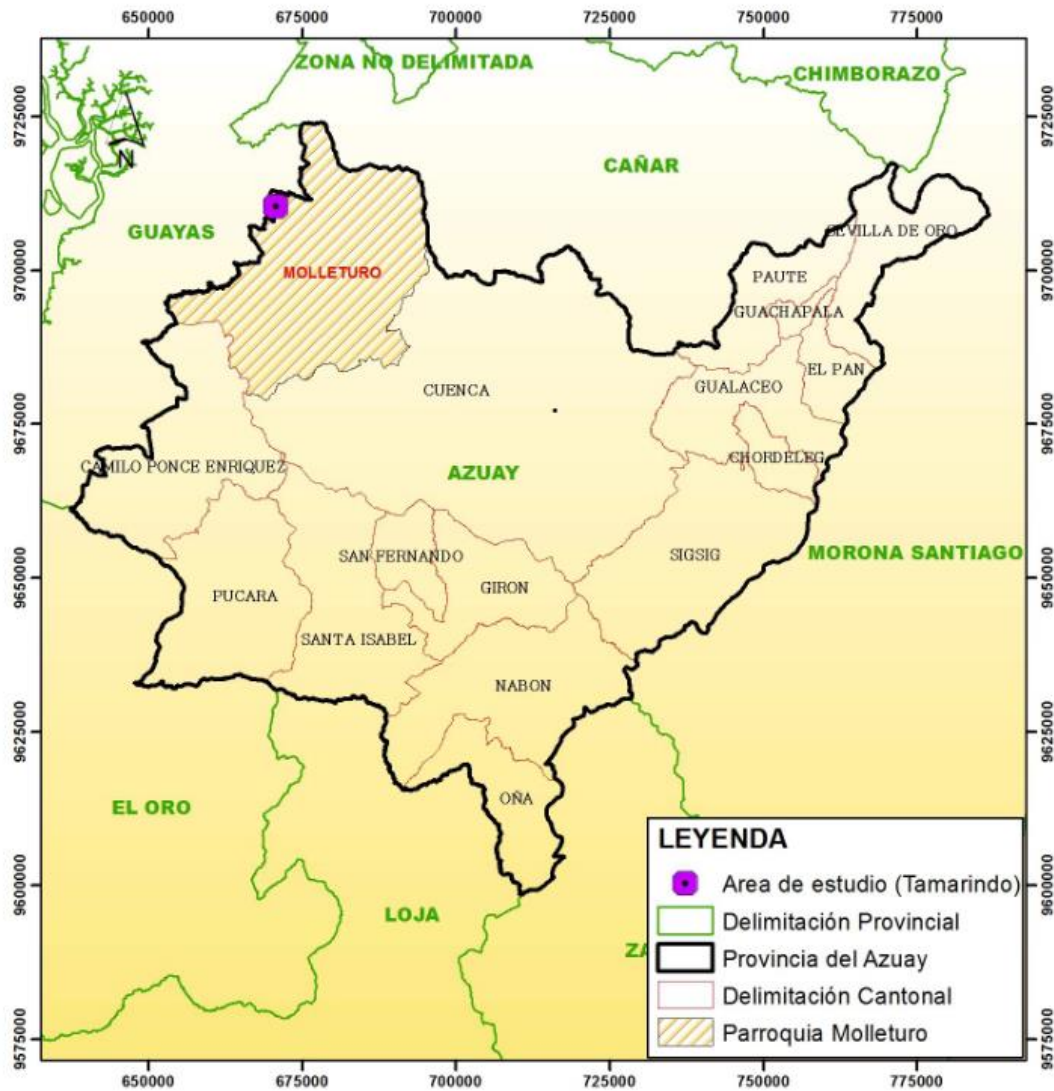


Fig 7. Ubicación a nivel provincia y parroquial del área de estudio

Elaborado por: : Chilpe & Rodas (2016) – Universidad de Cuenca 2015

Fuente: IGM



El estudio se llevó a cabo en el sector de Tamarindo (9710865.34 N; 0670654.09 E UTM), Molleturo (Azuay), Ecuador a 83 m.s.n.m, en un ecosistema de bosque húmedo tropical (bh-T). El clima posee dos estaciones bien definidas, una lluviosa, que se extiende desde diciembre hasta mayo, y una estación seca que se extiende desde junio a noviembre.

Los principales sistemas agrícolas que rodean el área de estudio son cacao (*Theobroma cacao* L.), Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg), banano orito (*Musa acuminata* AA), y pocos individuos dispersos de especies nativas. Sin embargo, a 1,5 km hacia el sur del área de estudio se encuentra un área natural que podría albergar hábitats apropiados para *Xylocopa* spp., que probablemente influiría en la presencia del abejorro del maracuyá.

6.2.2 Observación preliminar de hábitos biológicos

Se realizó la observación de los abejorros del maracuyá para recolectar notas biológicas sobre sus hábitos, desde el 8 de julio de 2015 hasta el 15 de febrero de 2016. (Anexo 8)

6.2.3 Búsqueda de nidos

Se realizaron recorridos en zonas cercanas al área de estudio para buscar nidos naturales de *Xylocopa* spp., tanto en áreas de cultivo (maracuyá, cacao), así como en las construcciones de la comunidad. El primero de julio se constató la presencia de nidos en un gallinero abandonado, a 600 m del área de estudio, construido con pilares de laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.]; para verificar la ocupación de cada nido, en los pilares, se procedió a realizar observaciones y registros de la salida y entrada de los abejorros el 3, 4 y 7 de julio de 2015. (Anexo 9)



6.2.4 Preparación de los nidos para el traslado

El 8 de julio se realizó, a las 22:00, la preparación de los pilares para su traslado al cobertizo; para lo que se cortó, con una motosierra, la base de los pilares; y se los reemplazó con nuevos pilares de nigüito (*Muntingia calabura* L.), que no son utilizados como sustrato de nidificación por *Xylocopa* spp. Los pilares nidificados se colocaron junto a cada uno de los pilares de remplazo, respectivamente; se registró el número de nidos que continuaron ocupados después del corte de los pilares; y se tomaron apuntes sobre la reacción de *Xylocopa* spp. al leve cambio de posición de los nidos.

6.2.5 Traslado e instalación de nidos

El 14 de julio de 2015, a las 22:00, se trasladó los nidos al cobertizo, para evitar la salida de los abejorros se colocó tapones de papel higiénico en los orificios de entrada. Se colocaron los pilares que contenían nidos en los pilares del cobertizo, uno por pilar, sujetándolos con alambre galvanizado N° 16 para mantener su estabilidad, y con los orificios de entrada de los nidos libres de obstrucciones; y por último se retiró los tapones.

Los días 18 y 20 de julio de 2015 se realizó observaciones y registros de la salida y entrada de los abejorros del maracuyá, para determinar cómo reaccionaron los *Xylocopa* al traslado de los nidos.



6.2.6 Obtención de los sustratos para nidos trampa

El 10 de agosto de 2015 se realizó la preparación de los sustratos para nidos trampa: cacao (*Theobroma cacao*), bambú (*Phyllostachys* spp.) y laurel costeño *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken. Las características de los sustratos fueron los mismos utilizados por Pereira & Garófalo (2010); Chaves *et al.* (2011); Pinilla & Nates (2015). (Anexo 10)

Cuadro N° 1. Características de los sustratos de nidificación, adaptado de Pereira & Garófalo (2010); Chaves *et al.* (2011); Pinilla & Nates (2015).

Sustrato	Nombre científico	Longitud	Diámetro		Características del sustrato
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Oken.	50 cm	15 - 20 cm		Seco, sin corteza
Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L.	50 cm	15 – 20 cm		Seco, sin corteza
Bambú (Lumen)	<i>Phyllostachys</i> spp.	50 cm	1 – 2,5 cm		Seco

6.2.6.1 Laurel

El sustrato de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken. se obtuvo de troncos secos de dos años de haber sido cortados, el 10 de agosto de 2015 se procedió a descortezarlo y cortarlo en 6 segmentos de 0,50 m, con las características descritas en el cuadro

N° 2.



6.2.6.2 Cacao

El sustrato de *Theobroma cacao* L. se obtuvo de tres troncos de árboles secos y cortados hace dos años, debido a que estos árboles no son de gran altura, a diferencia de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken., y el diámetro del tronco se reduce rápidamente desde la base hacia la copa. El 10 de agosto de 2015 se procedió a dividir los troncos de los tres árboles de cacao para obtener los 6 segmentos de 0,50 m, enseguida se retiró la corteza de los segmentos de cacao.

6.2.6.3 Bambú

Para la obtención de Bambú *Phyllostachys* spp. se procedió a realizar un recorrido al sector, en donde se detectó 6 manchas, de las cuales se extrajo 6 tallos, para obtener 36 tubos (segmentos) de 0,50 m, con las características descritas en el cuadro N°1. Los tubos, a diferencia de lo realizado por Pinilla & Nates (2015); Pereira & Garófalo (2010), se cortaron de tal manera que en los dos extremos del tubo exista orificios de entrada, sin que, uno de los extremos este sellado por el propio nudo. Luego de la segmentación de los tallos de bambú, estos fueron sometidos a un proceso de secado natural al ambiente, desde el 11 de abril 2015, hasta el 15 de agosto de 2015.

6.2.7 Instalación de los nidos trampa y colocación de los nidos

El 15 de agosto de 2015 se procedió a instalar los nidos trampa en el cobertizo, obedeciendo al diseño experimental; para lo cual se clavó 6 postes de nigüito (*Muntingia calabura* L.), elevándose hasta una altura de un metro sobre el suelo, separados a 1,5 m cada uno, formando dos hileras.



Se colocó los nidos trampa de cacao, laurel y bambú mediante un sorteo al azar, para que cada uno ocupe uno de los tres planos en que se dividió el poste. Para la adhesión de los nidos trampa al poste se colocó una grapa en la parte superior de cada uno de las dos especies utilizados como sustratos para los nidos trampa; y un clavo de cuatro pulgadas en el centro de la parte superior del poste de nigüito; del cual se sujetaron los dos nidos, con un segmento de alambre galvanizado. Para la colocación del nido trampa con sustrato de bambú se armó un bloque de seis tubos, atados con alambre galvanizado; que fue colocado en forma horizontal en uno de los planos.

A las 20:00 horas del 15 de agosto de 2015, se procedió a colocar los nidos de *Xylocopa* spp. en el piso, con la finalidad de alterar bruscamente la orientación de los nidos, que a su vez forcé al abejorro del maracuyá a abandonar su nido; cada uno de los troncos de laurel que contenían los nidos fueron colocados de forma horizontal sobre el piso del cobertizo, de tal manera que los orificios de entrada a los nidos no quedaran con orientación hacia el suelo. Los troncos se colocaron en la mitad, entre cada pareja de bloques de nidos trampa. (Anexo 1 y Anexo 11)

6.2.8 Recolección de los nidos trampa y toma de datos

El 15 de febrero de 2016, a las 20:00, se colecto los nidos trampa, para evitar el riesgo de que los *Xylocopa* ssp. estén fuera del nido; cada orificio de entrada de los nidos de cada sustrato se tapó con un pedazo de papel, y sobre estos se colocó una malla para cubrir los orificios y asegurar la permanencia del insecto en su nido. El 16 de febrero de 2016, a las 6:00 horas, se realizó el conteo de los nidos; la observación interna de los nidos y el conteo de los abejorros del maracuyá. (Anexo 12)



6.2.9. Diseño de la Investigación

Para la investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 3 tratamientos y 6 repeticiones por tratamiento.

Los resultados fueron sometidos al Análisis de Variancia (ADEVA) de acuerdo al siguiente modelo:

Cuadro N°. 2. Diseño de ADEVA

Fuentes de Variación	GI
Total	17
Tratamientos	2
Repeticiones	5
Error. Exp.	10

6.2.10. Variables a evaluarse

Las variables en estudio fueron:

Variables independientes o factores. (Anexo 1)

- A: Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.)
- B: Bambú (*Phyllostachys* spp.)
- C: Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Variables dependientes:

- Número de nidos
- Número de *Xylocopa* spp.



6.2.11 Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos que se utilizaron fueron los siguientes:

- X^2 cuadrado
- Análisis de variancia (ADEVA).
- Prueba de significación de Rango Múltiple de Duncan al 5 %.

6.3 Manejo del ensayo

El 10 de agosto de 2015 se adaptó el cobertizo para albergar el ensayo; para lo cual, se colocó malla plástica de 3 * 4 cm, para proteger los nidos, protegiendo completamente el área de estudio (desde el piso hasta el techo).

Semanalmente se realizó la verificación del estado de la malla plástica, para mantener la protección de los nidos.

Semanalmente se verifico el estado de los nidos trampa, para mantener las condiciones similares para todos los tratamientos y repeticiones.



CAPITULO VII: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Resultados del análisis preliminar de la dinámica de colonización

7.1.1 Traslado de los nidos al cobertizo

En el cuadro N °3, se puede apreciar que el porcentaje de abandono de nidos de *Xylocopa* spp. después del traslado a una distancia de 600 m, desde su punto de origen, no alcanza el 23%; de los 22 nidos activos presentes en el punto de origen 17 permanecieron activos hasta después del traslado, el 77,27 % de los nidos trasladados continuaron habitados en el cobertizo.

CUADRO N° 3. Porcentaje de valores de abandono y permanencia de *Xylocopa* spp. antes y después del traslado cobertizo, del 8 al 20 de julio de 2015.

NIDOS	Gallinero abandonado		Cobertizo		Abandono	Permanencia
	N	%	N	%		
nido 1	9	40,91	8	47,06	11,11%	88,89%
nido 2	10	45,45	9	52,94	10%	90%
nido 3	3	13,64	0	0	100%	0%
TOTAL	22	100%	17	100%	22, 73 %	77,27%

Elaborado por: Chilpe y Rodas, 2016



CUADRO N° 4. Valores de χ^2 del número de nidos antes y después del traslado al cobertizo.

χ^2 Calculado	χ^2 tabular	
	0,05	0,01
2,104 NS	5,99	9,21

Realizado el análisis estadístico de χ^2 (2×3) se obtiene un valor calculado de 2,104, que comparado con los valores tabulares al 0,05 y 0,01 de significación, resulta ser no significativo, por lo que se determina que el nivel de abandono de los nidos activos de *Xylocopa* spp. después del traslado a 600 m no difiere significativamente. Diversos autores han realizado investigaciones sobre la colonización de nidos trampa, pero siempre trasladándolos hasta los agrupamientos de nidos activos, ya sea en campo o en estructuras cubiertas: Pinilla & Nates (2015); Chaves *et al.* (2011); Marchi & Melo (2010); Pereira & Garófalo (2010); Oliveira & Freitas (2003); Freitas & Oliveira (2003), por lo que no se cuenta con información que permita comparar los efectos del traslado de nidos activos sobre la permanencia y el abandono de los nidos.

Probablemente el efecto no significativo del abandono de los nidos después del traslado se debe a que la distancia no es amplia, *Xylocopa* spp. puede cubrir distancias de vuelo superiores a los 1000 m (Franco *et al.*, 2007), por lo que las condiciones climáticas son las mismas; la flora no varía y debido a las características polilecticas de *Xylocopa* spp. el acceso a los recursos no disminuye. La reacción al traslado diferiría si el lugar de destino presentara cambios en su flora y condiciones climáticas, tema de investigación que está pendiente.

Realizarse el traslado de los nidos durante la noche probablemente sea uno de los factores que permitieron que los nidos de *Xylocopa* spp. continúen activos, y que el abandono no sea estadísticamente significativo, ya que con este método se aseguró que todos los individuos de cada nido se encuentren en el mismo, al momento del traslado. Pues, el primero y segundo día después del traslado, los abejorros del



maracuyá regresaron al punto de origen, sobrevolando e inspeccionando muy de cerca, a centímetros, los postes de madera [nigüito (*Muntingia calabura* L.)] que remplazaron a los postes que contenían los nidos, sin embargo, no realizaron perforaciones de los postes de nigüito que indique intenciones de fundar nuevos nidos; pero de los 22 nidos activos al momento del traslado, 5 nidos se inactivaron cuatro días después, tomando en cuenta que el contenido de los nidos trampa de esta investigación contenían de 1 a 2 individuos por nido, se podría pensar que aquellos son los 8 individuos de *Xylocopa* spp. que se observó sobrevolando el lugar de origen y que después no regresaron a sus nidos.

La colocación de los sustratos en el cobertizo puede ser otro de los factores que contribuyeron a que el abandono de los nidos no sea significativo, ya que los nidos se colocaron en la misma posición vertical que se encontraban en el punto de origen. A diferencia de cómo se colocaron los nidos en el piso, colocando los troncos de forma horizontal, alterando completamente la orientación interna de los nidos, lo que impulso la colonización de los nidos trampa, Fig N° 8.

7.1.2. Número de nidos fundados en un periodo de seis meses

La fundación de nidos de *Xylocopa* spp. presenta un periodo ascendente desde el mes de septiembre hasta diciembre, en este mes ya no se presenton nuevas fundaciones; en los nidos trampa de laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.) y Bambú mostraron las mayores frecuencias de fundación, y entre diciembre y febrero se detiene la fundación de nuevos nidos, resultados parecidos a los obtenidos por Marchi & Melo (2010). La fundación de nidos en el sustrato de cacao (*Theobroma cacao* L.) fue nula hasta el mes de diciembre, en donde se funda un solo nido en un nido trampa (repetición).

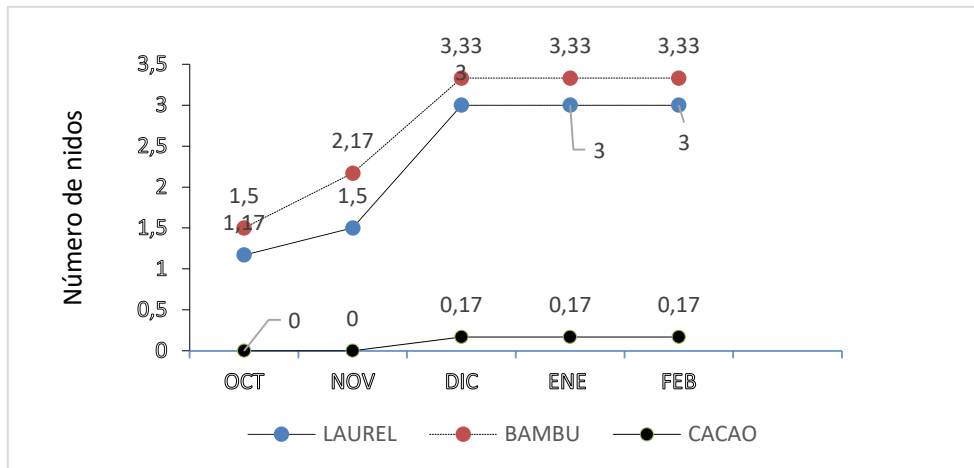


Figura N° 8. Medias mensuales del número de nidos fundados de *Xylocopa* spp. en nidos trampa entre agosto de 2015 y febrero de 2016.

7.2 Resultados de la preferencia de especie vegetal para la nidificación

Del ADEVA del número de nidos de *Xylocopa* spp. por tipo de tratamiento se determinó que los tratamientos no son iguales, el valor p es inferior a 0,05 lo que nos indica que cada uno de los sustratos actúan de manera diferente para la nidificación del abejorro del maracuyá. (Anexo 4)

CUADRDO N° 5. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % del número de nidos de *Xylocopa* spp. por tipo de sustrato.

Tratamientos	B (Bambú)	A (Laurel)	C (Cacao)
\bar{x}_i	3,33	3	0,17
Rangos	A	A	B

A través de la prueba de Significación de Rango Múltiple de Duncan al 5%, se determinó dos rangos a y b para la preferencia de sustrato para la nidificación, según el número de nidos por tratamiento, laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.) con 3,3 nidos por nido trampa y Bambú con 3 nidos por nido trampa son los mejores; el menos eficiente fue cacao (*Theobroma cacao* L) con 0,17 nidos por tipo nido trampa.



Fig 9. *Xylocopa* spp. en tallo de bambú *Phyllostachys* spp.

Fuente: Chilpe & Rodas (2016)



Fig 10. Vista superior de corte transversal Laurel *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.

Fuente: Chilpe & Rodas (2016)



Fig 11. Corte longitudinal de nido de *Xylocopa* spp. en cacao (*Theobroma cacao* L.)

Fuente: Chilpe & Rodas (2016)

Del ADEVA referente al número de *Xylocopa* spp. por tipo de tratamiento se determina que estos no son iguales, es decir, los tres sustratos actuaron de diferente manera, el valor p es inferior a 0,05 lo que nos indica que cada uno de los sustratos actúan de manera diferente para la nidificación del abejorro del maracuyá. (Anexo 7)

CUADRO N° 6. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % del número de *Xylocopa* spp. por tipo de sustrato.

Tratamientos	A (Laurel)	B (Bambú)	C (Cacao)
$\bar{X}i$.	4,83	3,83	0,3
Rangos	A	A	B

Aplicando la prueba de Duncan al 5%, para determinar el mejor sustrato para la nidificación, según el número de *Xylocopa* spp. por tratamiento, se estableció dos rangos en el que laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.), con una media de 4,83 abejorros del maracuyá por nido trampa, y bambú con 3,83 *Xylocopa* spp. por nido trampa son los mejores. El tratamiento menos eficiente fue cacao (*Theobroma cacao* L) con una media de 0,33 *Xylocopa* spp. por nido trampa.

No se puede asegurar que la diferencia no significativa entre bambú y laurel permita afirmar que los dos tratamientos actúen de igual manera; como lo señala Marchi & Melo (2010) la capacidad de perennidad para albergar varias generaciones de abejorros entre bambú y una especie maderable es diferente, por las características que ofrecen; las especies maderables permiten la expansión interna de los nidos, a través de la construcción de los nidos en forma de túneles y celdas (Gonzalez *et al.* 2009); los segmentos de bambú son un nido inactivo preestablecido, sin la posibilidad de expansión, limitándose el número de nidos al número de segmentos que se ponga a disposición.



Fig 12. Nido trampa de Bambú
Phyllostachys spp.



Fig 13. Bloque de Nidos trampa
Fuente: Chilpe & Rodas (2016)



En la presente investigación se puso a disposición de los abejorros del maracuyá 47100 cm³ de laurel, 15100 cm³ por unidad experimental; 34632 cm³ de bambú, 5772 cm³ por unidad experimental, 962 cm³ por segmento.

CUADRO N° 7. Comparación de nidificación de *Xylocopa* spp. en dos tipos de sustratos, en localidades y periodos de tiempo diferentes.

Sustrato	Chaves <i>et al.</i> 2011		Chilpe & Rodas. 2016	
	18 meses		6 meses	
Madera	21	58,33%	19	51,35%
Bambú	15	41,67 %	18	48,65%
TOTAL	36	100 %	37	100 %

Elaborado por: Chilpe y Rodas, 2016.

La cantidad de nidos de *Xylocopa* spp. obtenidos en esta investigación son casi similares a los obtenidos por Chaves *et al.* (2011), con la diferencia que los obtenidos en Tamarindo, fue en un periodo de 6 meses, mientras los obtenidos en Brasil fue en un periodo de 18 meses; sin embargo, no se puede tener la certeza que las condiciones del entorno con las que cuenta el área de estudio son mejores a las brasileñas. Chaves *et al.* (2011) al igual que el presente trabajo realizaron su investigación bajo un cobertizo, pero no introdujeron y no forzaron a los abejorros del maracuyá para que funden nidos, ellos esperaron que los nidos trampa sean colonizados desde los nidos en el exterior.

Otros autores señalan diferentes porcentajes de uso de tubos de bambú por parte de *Xylocopa* spp., que pueden estar desde el 8,5% de Pereira y Garófalo (2010), 12% de Marchi y Melo (2010); o como los citados por Pinilla & Nates (2015) en la que se menciona que Camillo (2003) obtuvo 25% de uso de los tubos de bambú y Junqueira *et al.* (2012) obtuvo 45%. Pinilla & Nates (2015) evaluaron la colonización de nidos trampa de madera en cultivos, y nidos trampa de bambú en estructuras que los protegieran de la lluvia cercanas al cultivo, no obtuvieron fundaciones en nidos trampa



de madera, y solo el 3% de fundaciones en nidos trampa de bambú en una de las tres áreas en estudio, resultados estos que resaltan la importancia de la presente investigación, en cuanto a la metodología para forzar a la fundación de nidos y a los sustratos utilizados.

7.3 Resultados de costo de implementación y mantenimiento de los sustratos.

El costo total de la implementación de la investigación fue de 164,00 \$ USD en 9 m², el costo de instalar los tres sustratos es de solo 25 \$ USD, lo que hace económicamente factible el uso de los nidos trampa para la nidificación de *Xylocopa* spp.

CUADRO N° 8. Costos para la implementación y mantenimiento de nidos trampa para *Xylocopa* spp.

Tema	Unidad	Cantidad	c/u	Costo
Laurel	tronco	6	2,00	12,00
Bambú	tronco	36	0,25	9,00
Cacao	tronco	6	0,50	3,00
Mantenimiento	jornal	2	17,00	34,00
Malla plástica	m	20	2,50	50,00
Preparación e instalación de nidos activos	jornal	1	17,00	17,00
Preparación del sustrato	jornal	2	17,00	34,00
Materiales				5,00
TOTAL				164,00

Elaborado por: Chilpe y Rodas, 2016.



7.4 Algunas observaciones preliminares de los hábitos biológicos de *Xylocopa* spp.

7.4.1. Reacción de los abejorros del maracuyá a la ligera modificación de los nidos.

Al día siguiente al traslado de los nidos, 8 de julio, se observó la reacción de los abejorros al leve cambio de posición de los nidos. Los abejorros del maracuyá salieron del nido en su horario habitual, de 5:40 a 6:00 horas, sin mostrar ninguna alteración en su comportamiento; lo que se evidenció a la hora de regreso, entre las 6:00 y 6:40 horas, en el que mostraban cierto grado de confusión, sobrevolando alrededor del tronco de sus nidos, por un periodo de 60 segundos, luego del cual ingresaron al interior del nido; en condiciones normales los *Xylocopa* spp. no tardan más de un segundo en ingresar en los nidos.

7.4.2 Reacciones de los abejorros del maracuyá al cambio de lugar (cobertizo)

El 15 de julio se observó los nidos de los *Xylocopa* spp. en la mañana, desde las 5:30 horas hasta las 12:00 horas; la salida de los abejorros del maracuyá se produjo en su horario habitual, 5:40 horas, las alteraciones en el comportamiento se presentaron apenas abandonó el cobertizo, observándose desorientación, no pudiendo regresar directamente a sus nidos, realizando sobrevuelos alrededor del cobertizo, en el interior y cerca de los nidos. Su confusión y empeño por encontrar los nidos los hacían ingresar al primer nido que visualizaban, al cual no reconocían como suyo y lo abandonaban, al avanzar la mañana los abejorros iban identificando sus nidos, sin embargo, los que todavía no lo hacían seguían entrando en cualquier nido, de los cuales eran arrojados violentamente por sus propietarios. La desorientación perduro por dos días más, en los cuales disminuyo progresivamente.

Una observación interesante fue que, alrededor de 10 abejorros del maracuyá regresaron al lugar de origen, al gallinero abandonado, alrededor del cual sobrevolaban, cosa igual hacían en los postes en donde estuvieron sus nidos,



actividad que duró dos días, al tercer día ya no hubo presencia de los *Xylocopa* spp. ni indicios de que hayan tratado de hacer nuevos nidos.

A la luz de la presente investigación, se podría asegurar que los abejorros del maracuyá se adaptan a los traslados no superiores a los 600 m, sin embargo, esta distancia podría ocasionar el regreso al lugar de origen, de un segmento de los *Xylocopa* spp.; lo que podría extraviarlos. En el presente trabajo se trasladaron 22 nidos activos, de los cuales, cuatro días después continuaron activos 17, lo cual representa un 77,27% de permanencia.

7.4.3 Inicio y culminación de actividades de *Xylocopa* spp.

En las observaciones realizadas a los nidos de los abejorros del maracuyá, en las diferentes etapas, se pudo registrar los horarios de inicio y de culminación de actividades, iniciándose a la 5:40 horas y culminando a las 18:00, momentos en los que hay luz natural. En la mañana el tiempo en que los abejorros del maracuyá están fuera del nido no es mayor a 20 minutos, en los cuales al parecer realizan actividades de forrajeo, evidenciado por la presencia de polen en las patas; a lo largo del día los abejorros realizan salidas y entradas continuas a los nidos; en la tarde regresan aproximadamente a las 18:00 horas, parecería ser que evitan la oscuridad.

7.4.4 Enemigos naturales y medios de protección.

Hormigas, cucarachas, saltamontes, arañas, pájaro carpintero, gallinas se observaron como enemigos de los *Xylocopa* spp.; saltamontes y arañas tienden a ocupar los orificios de los bambú antes de que sean ocupados por los abejorros; hormigas y cucarachas se observaron ocupando nidos con celdas ocupadas por *Xylocopa* spp.; los pájaros carpinteros perforan los troncos de madera y devoran a los abejorros del interior; las gallinas atacan a los abejorros que sobrevuelan sus nidos.

Mallas plásticas y de metal son eficientes para suprimir la amenaza de pájaros y gallinas.



CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que existe diferencia significativa en la preferencia de sustrato para nidificación de *Xylocopa* spp. por lo que se acepta la hipótesis alternativa $H_a: A \neq B \neq C \neq A$.
- Se concluye que las mejores especies vegetales para el uso como nidos trampa son: Laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.] y Bambú (*Phyllostachys* spp.).
- Realizado el análisis estadístico de χ^2 se determinó que el abandono del 22,27 % de los nidos no es significativo, por lo que se puede asegurar que trasladar nidos activos a distancias no mayores a 600 m es factible.
- Se puede confirmar que en el área de estudio es posible fundar nidos de *Xylocopa* spp. en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.
- El costo de implementación de nidos trampa es bajo, con un costo inicial de 164 \$ USD para una infraestructura de 9 m² y la posterior reposición de los nidos trampa es de 25 \$ USD.
- Los hábitos biológicos son diversos y es necesario su investigación.



8.2 RECOMENDACIONES

- Identificar las especies de *Xylocopa* presentes en el país.
- Profundizar en investigaciones de ecología (Hábitos biológicos) de *Xylocopa* spp.
- Utilizar Laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.] como sustrato de nidificación para el manejo de *Xylocopa* spp. en zonas similares al área de estudio.
- Evaluar y comparar la capacidad de perennidad para albergar generaciones de abejorros entre bambú (*Phyllostachys* spp.) y laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken.].
- Evaluar otras especies vegetales como posibles sustratos de nidificación.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, J., Ocampo, J., & Urrea, R. (2014). LA POLINIZACIÓN NATURAL EN EL MARACUYÁ (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) COMO UN SERVICIO REPRODUCTIVO Y ECOSISTÉMICO. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 73–83.
- Calle, Z., Guariguata, M. R., Giraldo, E., & Chará, J. (2010). La producción de maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia: perspectivas para la conservación del hábitat a través del servicio de polinización. *Interciencia*, 35(3), 207–212. Retrieved from http://www.interciencia.org/v35_03/207.pdf <http://www.redalyc.org/pdf/339/33913157010.pdf>
- Chaves, T., Nonato, C., Souza, L., Alves, P., & Augusto, S. (2011). Recursos ecológicos utilizados por las especies de *Xylocopa* (Apidae: Xylocopini) en el área urbana. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(2), 313–317.
- Dangles, O., Barragán, A., Cárdenas, R. E., Onore, G., & Keil, C. (2009). Entomology in Ecuador: Recent developments and future challenges. *Annales de La Société Entomologique de France (N.S.)*, 45(4), 424–436. <https://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697627>
- Franco, Y., Alzate, F., & Pelaéz, J. (2007). Factores ambientales incidentes en la población de *Xylocopa* y su efecto en el cultivo de granadilla en tres veredas del municipio de Guarne (Colombia). *Revista Universidad Católica de Oriente*, 24(5), 73–86.
- Freitas, B. M., & Oliveira, J. H. De. (2003). Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 33(6), 1135–1139. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000600021>
- Garófalo, C. (2004). *Libro de Memorias II Encuentro Colombiano de Abejas Silvestres*. (G. Nates & M. Gómez, Eds.). Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gonzalez, V. H., Gonzalez, M. M., & Cuellar, Y. (2009). NOTAS BIOLÓGICAS Y TAXONÓMICAS SOBRE LOS ABEJORROS DEL MARACUYÁ DEL GÉNERO *Xylocopa* (HYMENOPTERA: APIDAE, XYLOCOPINI) EN COLOMBIA Biological and Taxonomic Notes on Maracuyá Bees of the Genus *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae, Xylocopini) in Colombia. *Acta Biológica Colombiana*,



14(2), 31–40.

Imperatriz, V & Peixoto, A. (2004). *Libro de Memorias II Encuentro Colombiano de Abejas Silvestres*. (G. Nates & M. Gómez, Eds.). Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). Endangered Mutualisms : The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 83–112.

Marchi, P., & Melo, G. A. R. (2010). Biologia de nidificação de xylocopa (neoxylocopa) frontalis olivier (hymenoptera, apidae, xylocopini) em morretes, paran?? *Oecologia Australis*, 14(1), 210–231. <https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.12>

Martins, M. R., Dos Reis, M. C., Gusmão, J. R., Santos, R. N., & Oliveira, F. A. (2014). TIPOS DE POLINIZAÇÃO E PASTEJO DA ABELHA Xylocopa spp. NA FRUTIFICAÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE MARACUJAZEIRO. *Revista Caatinga*, 27(1), 187–193.

Mejía, O. (2004). *Libro de Memorias II Encuentro Colombiano de Abejas Silvestres*. (G. Nates & M. Gómez, Eds.). Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Nates, G. (2005). Abejas silvestres y polinización. In *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa.Rica)* (pp. 7–20). Turrialba. Costa Rica: CATIE. Retrieved from http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7650/MIPA_75_Completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nates, G., & González, V. (2000). LAS ABEJAS SILVESTRES DE COLOMBIA: POR QUÉ Y CÓMO CONSERVARLAS. *Acta Biológica Colombiana*, 5(2), 5–37. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/26678>

Nogueira, P. (1997). *Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão*. *Acta Amazonica* (Vol. 34). Sao Paulo. Brasil: Nogueirapis. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672004000200021>

Oliveira, J. H. De, & Freitas, B. M. (2003). Colonização e biologia reprodutiva de mamangavas (Xylocopa frontalis) em um modelo de ninho racional. *Ciência Rural*, 33(4), 693–697. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000400017>

Pelaéz, J. (2004). *Libro de Memorias II Encuentro Colombiano de Abejas Silvestres*.



(G. Nates & M. Gómez, Eds.). Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Pereira, M., & Garófalo, C. A. (2010). Biología da nidificação de *Xylocopa frontalis* E *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. *Oecologia Australis*, 14(1), 193–209. <https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.11>

Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, V., Lipner, S., Giordano, Horowitz, A., D'Amore, M. (1992). Environmental and Economic Costs of Pesticide Use. *BioScience*, 42(10), 750-760. doi:10.2307/1311994

Pinilla, M., & Nates, G. (2015). Diversidad de visitantes y aproximación al uso de nidos trampa para *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae) en una zona productora de pasifloras en Colombia. *Actualidades Biológicas*, 37(103), 143–153. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v37n103a03>

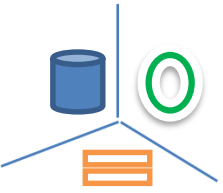
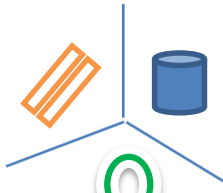
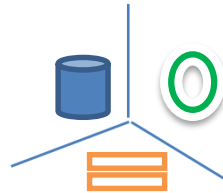
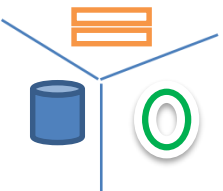

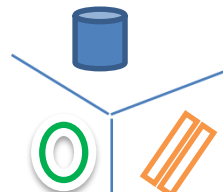
Valarezo, A., Valarezo, O., Mendoza, A., Álvarez, H., & Vásquez, W. (2014). *EL CULTIVO DE MARACUYÁ: Manual Técnico para su Manejo en el Litoral Ecuatoriano* (1 ed). Quito, Ecuador.

Wurzburger, C. (2015). Por qué se mueren las abejas - YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=OCxnSSBmjvs&t=202s>







ANEXOS

Anexo 1. Distribución de los tratamientos en el cobertizo

		
BLOQUE VI	BLOQUE II	BLOQUE IV
		
BLOQUE I	BLOQUE V	BLOQUE III

Leyenda

Laurel	
Bambú	
Cacao	
Plano de distribución de sustratos	



Anexo 2. Número de nidos colonizados por *Xylocopa* spp. por tipo de sustrato (especie vegetal).

REP./ TRAT.	A (laurel)	B (bambu)	C (cacao)	Σ Rep.
I	1	2	0	3
II	7	5	0	12
III	2	0	0	2
IV	4	6	0	10
V	1	5	1	7
VI	3	2	0	5
Σ Tra	18	20	1	39
X̄ i	3,00	3,33	0,17	2,17

Anexo 3. Datos del anexo 2 transformados a la $\sqrt{(x+1)}$.

REP./ TRAT.	A (laurel)	B (bambu)	C (cacao)	Σ Rep.
I	1,41	1,73	1	4,14
II	2,83	2,45	1	6,28
III	1,73	1	1	3,73
IV	2,24	2,65	1	5,89
V	1,41	2,45	1,41	5,27
VI	2	1,73	1	4,73
Σ Tra	11,62	12,01	6,41	30,04
X̄ i	1,94	2,00	1,07	1,67

Anexo 4. Análisis de la variancia del número de nidos de *Xylocopa* spp. por tipo de sustrato.

F.V.	SC	gl	CM	F.cal	F.tab	p-valor	
Total	6,86	17			0,05	0,01	
Tratamientos	3,26	2	1,63	8,30	4,10	7,56	0,0075
Repeticiones	1,64	5	0,33	1,67	3,33	5,64	0,2279
Error. Exp	1,96	10	0,20				

C.V= 26,54 %



Anexo 5. Número de *Xylocopa* spp. por tipo de sustrato (especie vegetal)

REP./ TRAT.	A (laurel)	B (bambu)	C (cacao)	Σ Rep.
I	2	3	0	5
II	11	6	0	17
III	4	0	0	4
IV	6	6	0	12
V	2	6	2	10
VI	4	2	0	6
Σ Tra	29	23	2	54
x̄	4,83	3,83	0,33	3,00

Anexo 6. Datos del anexo 5 transformados a la $\sqrt{(x+1)}$.

REP./ TRAT.	A (laurel)	B (bambu)	C (cacao)	Σ Rep.
I	1,73	2	1	4,73
II	3,46	2,64	1	7,1
III	2,24	1	1	4,24
IV	2,64	2,64	1	6,28
V	1,73	2,64	1,73	6,1
VI	2,24	1,73	1	4,97
Σ Tra	14,04	12,65	6,73	33,42
X̄ i	2,34	2,11	1,12	1,86

Anexo 7. Análisis de la variancia del número de *Xylocopa* spp. por tipo de sustrato

F.V.	SC	gl	CM	F.cal	F.tab	p-valor
				0,05	0,01	
Total	9,81	17				
Tratamientos	5,02	2	2,51	8,92	4,10	7,56
Repeticiones	1,99	5	0,40	1,42	3,33	5,64
Error. Exp	2,80	10	0,28			

C.V= 28,49 %

Darwin A. Chilpe T. y Johana E. Rodas R.

Anexo 8. *Xylocopa* spp.; actividades de forrajeo



Xylocopa spp.



Xylocopa spp.



Polinización de maracuyá






Cultivo de maracuyá y

Anexo 9. Búsqueda de nidos activos en el campo y en construcciones

	
<p>Nidos en gallinero abandonado</p>	<p>Nidos Inactivos</p>
	
<p>Nidos inactivos</p>	<p>Nidos inactivos</p>

Anexo 10. Preparación de los sustratos

	
<p>Preparación de los sustratos de bambú</p>	<p>Agujero propio de bambú</p>
	
<p>Preparación de sustrato de laurel</p>	<p>Preparación de sustrato de cacao</p>

Anexo 11. Instalación de nidos trampa

	
<p>Nidos trampa</p>	<p>Nidos trampa</p>
	
<p>Nidos trampa</p>	<p>Nidos trampa</p>

Anexo 12. Recolección de los nidos trampa y toma de datos

	
<p>Pupas de <i>Xylocopa</i> spp. en bambú</p>	<p>Adulto y pupas de <i>Xylocopa</i> spp. en bambú</p>
	
<p>Adulto y larva de <i>Xylocopa</i> spp. en laurel</p>	<p>Adultos de <i>Xylocopa</i> spp. en laurel</p>