

**ENTOMOFAUNA ASOCIADA A ESPECIES VEGETALES DE LA FAMILIA
PASSIFLORACEAE EN LA COLECCIÓN VIVA DEL JARDÍN BOTÁNICO DE
BOGOTÁ**

ALVARO ISAAC DÍAZ ALVARADO

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
BOGOTÁ, D. C.**

2017

**ENTOMOFAUNA ASOCIADA A ESPECIES VEGETALES DE LA FAMILIA
PASSIFLORACEAE EN LA COLECCIÓN VIVA DEL JARDÍN BOTÁNICO DE
BOGOTÁ**

ALVARO ISAAC DÍAZ ALVARADO

JORDANO SALAMANCA BASTIDAS

Ingeniero Agrónomo PhD.

Profesor Programa de Agronomía

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

DIRECTOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
BOGOTÁ, D. C.**

2017

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946: “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado”

Este trabajo lo dedico:

A Dios, mi mayor fortaleza

A mi esposa, mi principal apoyo

A mi hija, mi mejor motivación

AGRADECIMIENTOS

Al Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y en especial a la Subdirección Científica por la oportunidad y confianza brindada para poder realizar este trabajo de investigación, así como por haberme permitido intervenir en su colección viva de pasifloras.

Al director de la tesis el doctor Jordano Salamanca Bastidas, por su apoyo intelectual y paciencia, en la revisión y ajuste del documento, así como por su gran aporte en el análisis estadístico desarrollado.

A la Dra. Nora Cristina Mesa, docente de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, por su apoyo en la identificación de los especímenes de la familia Tetranychidae y con esto un gran aporte en este trabajo de investigación y en mi formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
1. MARCO TEORICO	12
1.1 Jardín Botánico de Bogotá	12
1.3 Fitófagos asociados a especies del genero Passiflora	16
1.4 Inspección y muestreo de artrópodos.....	17
2. OBJETIVOS	21
2.1 General	21
2.2 Especificos	21
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Descripción del área de estudio	22
3.2 Monitoreo e identificación de comunidades de artrópodos	22
3.3 Análisis estadístico	23
4. RESULTADO	24
4.1 Comunidad de Artrópodos	24
4.2 Comunidad de Herbívoros	25
4.3 Comunidad de Enemigos Naturales.....	29
5. DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES.....	39
Referencias Bibliográficas	40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Análisis de Componentes Principales (PCA) de los efectos de las especies de pasifloras sobre la abundancia de los artrópodos (a), herbívoros (b) y enemigos naturales (c). En cada PCA, las líneas con la misma dirección indican que los grupos de las variables están asociados con las mismas especies de pasifloras..... 25
- Figura 2. Abundancia de *Tetranychus* sp. (a); Coccidae (b); *Dione* sp. (c); Cicadellidae (d) y Membracidae (e) en las diferentes especies de pasifloras monitoreadas en el Jardín Botánico de Bogotá. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Kruskall-Wallis, $\alpha = 0,05$).....28
- Figura 3. Comunidad de herbívoros asociados a las especies de pasifloras *Tetranychus* sp. (a); Coccidae (b); Larva *Dione* sp. (c); Cicadellidae (d); Membracidae (e); Vista dorsal adulto *Dione* sp. (f); Vista frontal adulto *Dione* sp. (g)29
- Figura 4. Abundancia de Phytoseiidae (a); Syrphidae (b) y Chrysopidae (c) en las diferentes especies de pasifloras monitoreadas en el Jardín Botánico de Bogotá. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).....30

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Influencia de los tratamientos (especies de pasifloras) sobre la diversidad (H') y equidad (J') de las comunidades de artrópodos, herbívoros y enemigos naturales.....23
- Tabla 2. Análisis multivariado de varianza MANOVA del efecto de los tratamientos (especies de pasifloras) sobre la abundancia de las comunidades de artrópodos, herbívoros y enemigos naturales.....24
- Tabla 3. Influencia de los tratamientos (especies de pasifloras) sobre la abundancia de los diferentes herbívoros y enemigos naturales monitoreados en condiciones de campo.....27

RESUMEN

El Jardín Botánico de Bogotá (JBB) José Celestino Mutis es la entidad encargada del mantenimiento y protección de especies de pasifloras tanto nativas como exóticas, las cuales cuentan con una amplia comunidad de artrópodos que pueden causar daños o que pueden ser benéficos, sin embargo, poco es conocido sobre las principales comunidades de artrópodos tanto de herbívoros como enemigos naturales que habitan en estas plantas. Esta falta de información es debido a que el principal enfoque de estudios relacionados sobre comunidades de artrópodos en pasifloras es direccionado a las especies de importancia agrícola. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la entomofauna asociada a plantas del género *Passiflora* en la colección viva del JBB. Específicamente se identificaron los principales artrópodos fitófagos y benéficos asociados. Mediante monitoreos visuales, se muestrearon 9 diferentes especies de pasifloras como *Passiflora ligularis*, *Passiflora loefgrenii*, *Passiflora alata*, *Passiflora cuspidifolia*, *Passiflora adulterina*, *Passiflora tripartita*, *Passiflora arborea*, *Passiflora bogotensis* y *Passiflora semiciliosa*. En estas plantas fueron registrados herbívoros del género *Dione* sp. y *Tetranychus* sp. y especímenes de las familias Coccidae, Cicadellidae y Membracidae, así como enemigos naturales de las familias Phytoseiidae, Syrphidae y Chrysopidae. Se evidenció que insectos de la familia Coccidae mostraron un mayor número en *P. semiciliosa* y se mostró una asociación con predadores de la familia Syrphidae en esta especie de planta. Por otro lado, *Dione* sp. y *Tetranychus* sp. fueron más abundantes en *P. arborea* mostrando una relación con predadores de las familias Phytoseiidae y Chrysopidae. Finalmente, especímenes de la familia Membracidae se mostraron como mayoritarios y exclusivos de *P. adulterina*. Estos resultados evidencian que las pasifloras del JBB presentan una importante diversidad tanto de herbívoros como de enemigos naturales, además se muestran claras relaciones entre estas comunidades, lo cual permitirá la realización de estudios futuros sobre la preferencia alimentaria y respuesta funcional de los predadores sobre los herbívoros encontrados, asimismo de estudios de implementación del control biológico tanto aumentativo como conservativo sobre la colección de pasifloras del JBB.

Palabras clave: Control biológico, Enemigos Naturales, Herbívoros, Monitoreo.

ABSTRACT

The Botanical Garden of Bogotá (BGB) José Celestino Mutis is the corporation that preserve and protect native and exotic passiflora species, which have a wide arthropod community that can cause damage or can be beneficial, however little is known about the main arthropod communities of both herbivores and natural enemies that are present in these plants. This lack of information is because the main emphasis of studies is related on arthropod communities in passiflora species of agricultural importance. Therefore, the aim of this work was to evaluate the arthropods associated to passiflora species in the collection of BGB. Specifically, were identified the principal herbivores and beneficial arthropods. Visual sampling were done in 9 passiflora species as *Passiflora ligularis*, *Passiflora loefgrenii*, *Passiflora alata*, *Passiflora cuspidifolia*, *Passiflora adulterina*, *Passiflora tripartita*, *Passiflora arborea*, *Passiflora bogotensis* and *Passiflora semiciliosa*. In these plants, were recorded herbivores of the genus *Dione* sp. and *Tetranychus* sp., and specimens of the families Coccidae, Cicadellidae and Membracidae, as well as natural enemies of the families Phytoseiidae, Syrphidae and Chrysopidae. *P. semiciliosa* showed a great number of Coccidae and natural enemies like Syrphidae predators. On the other hand, *Dione* sp. and *Tetranychus* sp. were more abundant in *P. arborea* showing a relationship with predators of the families Phytoseiidae and Chrysopidae. Finally, Membracidae species were abundant and exclusive on *P. adulterina*. These results indicate that passiflora species of BGB have an important diversity of herbivores as well as natural enemies. In addition, relationship are shown between these communities. Future studies can be performed about the food preference and functional response of predators on herbivores. Also implementation of both augmentative and conservation biological control on passiflora species can be done.

Keywords: Biological Control, Natural Enemies, Herbivores, Sampling.

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico de Bogotá (JBB) José Celestino Mutis es la entidad encargada del mantenimiento y protección de especies vegetales (colecciones vivas) de interés ecológico o que estén en algún grado de amenaza de extinción, además cumple las funciones de producción e investigación científica de especies de alto valor comercial (Olaya et al., 2002), considerando que actualmente la humanidad depende aproximadamente de unas 20 especies vegetales para cubrir más del 85% de su alimentación (Convenio sobre la Diversidad Biológica - CDB, 2008).

Dentro de las especies vegetales más importantes presentes en el JBB, se encuentran las especies de la familia Passifloraceae. Esta familia está conformada por 17 géneros y aproximadamente 660 especies (Hernández & Bernal, 2000), de las cuales 530 se distribuyen principalmente en las regiones tropicales del continente americano, en Suramérica y en menor medida en Asia y Oceanía (Medina, García y Arias 2007; Ortiz, 2010; Deginani, 2012). Colombia cuenta con la mayor riqueza de especies (± 167) de la familia Passifloraceae, de las cuales el 81% se concentran en la región Andina, localizadas principalmente en los bosques de las cuencas hidrográficas entre los 1000 y 2000 m.s.n.m (Ocampo et al., 2007). Las pasifloras de mayor importancia y más conocidas en Colombia son la Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), Curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*), Gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) y Maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Sims.) (Miranda et al., 2009; Parra, 2011, 2012; Ocampo & Wyckhuys, 2012; Rodríguez et al., 2016). Algunas de estas especies de pasifloras de importancia económica están presentes en la colección viva del JBB, además de contar con otras especies que se encuentran en peligro de pérdida y que son de interés para su conservación en el país.

A nivel de cultivos agrícolas de pasifloras en Colombia se tiene amplio conocimiento de las comunidades de artrópodos que las habitan, ya sean plagas o enemigos naturales, destacándose herbívoros fitófagos como los ácaros, moscas negras del género *Dasiops*, algunos lepidópteros y trips, entre otros (García et al., 2007; Santos et al., 2009; Salamanca et al., 2010; Alarcón et al., 2011; Castro, 2012; Guerrero et al., 2012; García, 2016), en cuanto a enemigos naturales se han reportado predadores de la familia Chrysopidae (Salamanca et al., 2010) y parasitoides de las familias Braconidae y Reduviidae (Santos et al., 2009). Sin embargo, la información relacionada con dichos problemas en bancos de preservación

ecológica y genética de especies (colecciones vivas) es escasa, limitando así sus respectivas medidas de control. Esta falta de información también puede llevar a la pérdida del material nativo o exótico que en el futuro tendrá un alto valor comercial para la agricultura colombiana.

Por esta razón el conocer e identificar los principales problemas de plagas que presenta la colección viva de pasifloras en el JBB es vital para la conservación y preservación de estas especies. Esta identificación se puede realizar con monitoreos que sirven para generar alertas tempranas, ya que suele suceder que solo cuando los artrópodos fitófagos son abundantes y fácilmente detectados por los daños causados, es cuando suena la alarma sobre la presencia de una “plaga”, pudiendo ser demasiado tarde para ejercer un adecuado mecanismo de control.

En este sentido el muestreo de la entomofauna permite utilizar la mejor decisión en cuanto al manejo a efectuar, ya que según sea la situación, se puede establecer categorías de decisión como el aplicar o no un insecticida, liberar o no un enemigo natural, cambiar o no de variedad, usar o no un entomopatógeno (Cardona & Mesa, 2015), de tal forma que se pueda estructurar un plan efectivo de manejo integrado de plagas para las plantas de conservación. Por lo tanto, se hace necesario el reconocimiento y caracterización de los diferentes organismos fitófagos asociados a especies de pasifloras en el JBB, con el fin de poder identificar aspectos relacionados con la biología, comportamiento y hábitos alimenticios, que permitan fortalecer el conocimiento relacionado con el manejo de las plantas, así como para la formulación de alternativas integradas para el control fitosanitario y mejoramiento de la calidad.

En este trabajo se plantea la hipótesis de que las plantas de pasifloras presentes en el ecosistema del Jardín Botánico de Bogotá son afectadas en su mayoría por artrópodos fitófagos del orden Lepidóptera, Hemíptera y Acarina, en razón a sus hábitos alimenticios que, por medio del consumo y ataque a nivel foliar, mastican, pican, chupan y raspan el tejido vegetal y savia de hojas y otros órganos de las plantas afectadas (Lasso y Martínez, 2012; Bulla et al., 2013; Bernal y Cabrera, 2006; Romero y González, 2012), causando defoliación parcial o total de las plantas, pérdida de la capacidad productiva (hojas, flores y frutos) y de la sobrevivencia de las especies vegetales tanto nativas como exóticas. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es conocer e identificar la entomofauna de mayor importancia

económica y ecológica asociada a las diferentes especies de pasifloras en la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá.

1. MARCO TEORICO

1.1 Jardín Botánico de Bogotá

El Jardín Botánico de Bogotá (JBB) José Celestino Mutis, está ubicado en medio de un entorno urbano en la zona del Parque Simón Bolívar, donde ocupa el 8% de su área y es declarado como Zona Verde Metropolitana según el acuerdo 7 de 1979 (Jardín Botánico de Bogotá – JBB, 2008). Fue establecido el 6 de agosto de 1955, bajo la condición de ente corporativo público sin ánimo de lucro y su fundación obedeció a la iniciativa del sacerdote y botánico Enrique Pérez Arbeláez, con el apoyo del entonces alcalde mayor de la ciudad, Roberto Salazar Gómez y del Concejo Administrativo de Bogotá (JBB, 2008).

El JBB está compuesto por colecciones vivas de familias botánicas recreadas en diferentes zonas, en las que se representan algunos ecosistemas estratégicos existentes en Colombia tales como bosques andinos de robles, niebla, trepadoras, gaques, andino Mora Osejo, alto andino, páramo, ambiente subxerofítico y humedal “*Laguna La Herrera*” (Bernal, 2006). También se encuentran colecciones educativas como el jardín introductorio o glosológico, arboretum, jardines sistemáticos (angiospermas, criptógamas y gimnospermas), tropicario (flora ornamental, botánica económica, ambiente húmedo tropical, selva amazónica) y la colección de orquídeas y bromelias (ambiente xerofítico) (JBB, 2008). Además, cuenta con algunas colecciones específicas tales como el palmetum, melastomatáceas, plantas exóticas, rosas, trepadoras, plantas medicinales y frutales de clima frío (JBB, 2008). Por otra parte, existen colecciones especializadas para la conservación (CEPAC) (orquídeas, bromelias, labiadas, cactáceas y aráceas) y colecciones de referencia (Carpofilacio y el Herbario) (JBB, 2008).

Una de las colecciones de mayor importancia para la conservación y manutención dentro del JBB es la colección de plantas perteneciente a la familia Passifloraceae, ubicada en el entorno de la representación del bosque alto-andino y dentro de las que se encuentran especies como: *Passiflora edulis* Sims (Maracuyá purpura), *Passiflora ligularis* (Granadilla), *Passiflora pinnatistipula* Cav. (Gulupa), *Passiflora cumbalensis* (H. Karst.) Harms (Curuba

roja), *Passiflora mixta* L.F. (Curuba de monte), *Passiflora tarminiana* Coopens & V.E. Bamey (Curuba india), *Passiflora tripartita* (Curuba de castilla), *Passiflora popenovii* Killip (Granadilla de quijos), *Passiflora manicata* (Juss.) Pers., *Passiflora adulterina* L. f., *Passiflora antioquiensis* H. Karst., *Passiflora arborea* Spreng., *Passiflora azeroana* L. Uribe, *Passiflora bogotensis* Benth, *Passiflora cuspidifolia* Harms, *Passiflora semiciliosa* Triana & Planch., *Passiflora laurifolia* L., *Passiflora loefgrenii* Vitta, *Passiflora parritae* (Mast.) L. H. Bailey, *Passiflora alata* Curtis (Cardozo et al., 2009; Herbário JBB, 2017).

También existen otras especies de pasifloras, incluidas en colecciones vivas del JBB (Paramó, Frutales de clima frío y Pérgola) cuyas flores y frutos poseen un uso potencial a nivel alimenticio, ecológico y económico, que pese a ser en su mayoría especies silvestres poco conocidas y explotadas a nivel de la producción agrícola, con mayor razón requieren se genere información base para el manejo agronómico de artrópodos fitófagos asociados y presuntivos de amenaza para el óptimo establecimiento, desarrollo y productividad de estas especies vegetales.

Es en este sentido, que el JBB es considerado un museo vivo y lugar ideal para el conocimiento de las plantas y desarrollo científico. Además de brindar a los visitantes la posibilidad de poder contemplar un amplio número de individuos vegetales de la flora local, que de forma metódica se encuentran ubicados en 19.5 ha de superficie, en las que se muestra parte de la biodiversidad con que se cuenta en Colombia (López et al., 2014), configurando así un espacio ideal para el desarrollo de la investigación aplicada, la transferencia tecnológica y la educación ambiental.

1.2 Generalidades sobre las pasifloras

Las especies de la familia Passifloraceae son plantas perennes, rizomatosas, trepadoras, con zarcillos axilares, que van desde grandes bejucos que crecen y colonizan las copas de arbustos o árboles bajos en matorrales del subpáramo, hasta pequeñas enredaderas, árboles y arbustos (Cardozo et al., 2009). Sin embargo, la gran mayoría de especies son enredaderas con tallos ramificados, leñosos, angulares o cilíndricos que pueden alcanzar varios metros de longitud y trepar en el dosel más alto del bosque de altitud media (Escobar, 1988; Holm-Nielsen et al., 1988, Segura, 2003). Presentan polimorfismo foliar pudiendo ser alternas simples, rara vez compuestas, de textura membranácea a coriácea y variar ampliamente en cuanto a

longitud, van desde glabras, pasando por finamente pelosas hasta densamente pubescentes; peciolos a menudo con nectarios y estipulas presentes (Deginani, 2012).

La familia Passifloraceae cuenta en promedio con 18 géneros y 630 especies, distribuidas en zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo (Deginani, 2012). Dentro de esta familia el género *Passiflora* es uno de los más abundantes en la flora colombiana, registrando cerca de 164 especies tanto silvestres como cultivadas (Ocampo, 2013), siendo en la región Andina donde se concentra la mayor riqueza (81%) de las especies, de las cuales 57% son endémicas y se encuentran particularmente en los bosques de las cuencas hidrográficas entre los 1000 y 2000 msnm, principalmente en áreas de los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca, Caldas, Quindío y Risaralda (Ocampo, 2013). Dentro de las especies más cultivadas y de interés comercial en Colombia se encuentran el maracuyá (*P. edulis* var. *flavicarpa*), la granadilla (*P. ligularis*), la gulupa (*P. edulis* Sims) y la curuba (*P. tripartita*) que han adquirido importancia como productos de exportación, además de tener una alta demanda en los mercados nacionales (Lobo & Medina, 2009).

Un aspecto relevante de estas especies de importancia económica es su distribución tanto en regiones tropicales como subtropicales con un amplio rango en cuanto a la altitud y/o piso térmico requerido para el cultivo, ya que se puede producir para el maracuyá de 0 – 1.300 msnm, para la gulupa de 1.400 – 2.200 msnm, para la granadilla 1.500 – 2.220 msnm y entre 1.800 – 3.200 msnm para la curuba (Fischer et al., 2009), lo que convierte a estas especies vegetales promisorias por su diversidad de hábitat, en un potencial para la diversificación de cultivos, fuente de ingresos para el agricultor y como alternativa para contribuir con la seguridad alimentaria, al permitir con estas especies implementar sistemas de producción agrícola correspondientes a cultivos de clima cálido, medio y frío.

En cuanto al comportamiento histórico y rendimientos de las pasifloras en Colombia y según el reporte más reciente emitido por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2016) y con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria realizada en 22 departamentos del país, para el año 2015, la producción nacional de frutas ocupó un área de 15.357 hectáreas con un volumen de producción total de 115.403 toneladas de fruta fresca en los renglones de pasifloras, lo que a su vez presentó un rendimiento de 15,7 t/ha para el maracuyá, 9,3 t/ha la granadilla y 8,9 t/ha la curuba. El estudio también arrojó que, del área total destinada a la siembra de los cultivos de las pasifloras, el 50% se dedicó al cultivo de

granadilla, seguido de 25% en maracuyá y 25% en curuba, siendo de las pasifloras, las especies más cultivadas y con mayor participación en el mercado (DANE, 2016). En una proporción más baja, se distribuyen en el territorio nacional los sistemas productivos de gulupa, cholupa y badea, los cuales tienen una connotación particular de establecimiento en determinadas regiones, dado que el consumo de estas especies de pasifloras es limitado y el 90% se comercializa en los mismos lugares de producción (Ocampo et al., 2015).

A nivel de la importancia ecológica y conservación de la biodiversidad, dentro de las pasifloras, existen 20 especies consideradas endémicas y amenazadas, la mayoría de ellas distribuidas principalmente en la región Andina, en las tres cordilleras, con mayor concentración en el centro y norte de la cordillera oriental (García & Galeano, 2006). Aproximadamente 23 (14%) especies andinas están bajo condición de amenaza y cinco consideradas extintas (Hernández & García, 2006).

Algunas de las especies de pasifloras de Colombia reportadas con algún grado de pérdida de biodiversidad son: *P. arborea* como vulnerable; *P. azeroana* amenazada; *P. jardinensis* L.K. Escobar, amenazada y conocida solo de la localidad tipo; *P. cremastantha*, *P. escobariana* J. M. MacDougal, *P. purdiei* Killip, y *P. pamplonensis* Planch. & Linden ex Triana & Planch., conocidas solo del ejemplar tipo y posiblemente extintas; *P. callistema* L. K. Escobar, conocida solo del ejemplar tipo; *P. lehmanni* Mast., y *P. linearistipula* L. K. Escobar, en peligro; *P. mutisii* Killip, extinta y conocida solo de la ilustración hecha para la Real Expedición Botánica (Hernández & Bernal, 2000).

De acuerdo con Ocampo y Posada (2012) el establecimiento de sistemas productivos con las especies de pasifloras más comerciales no solamente permite generar una economía campesina, sino que además favorece la conformación de ecosistemas agrícolas para un mejor uso y aprovechamiento de los recursos naturales (suelo, agua, aire, etc.) así como la interacción con muchos organismos asociados. Dentro de estos organismos es común observar insectos polinizadores como *Xylocopa* spp. (Himenoptera: Apidae) y enemigos naturales como *Chrysoperla* spp. (Neuroptera: Chrysopidae) (Ocampo & Wyckhuys, 2012; Romero & González, 2012). En este sentido la implementación de agroecosistemas con pasifloras y en el marco de buenas prácticas agrícolas (BPA) y su interrelación con los organismos asociados, contribuyen con la preservación de la diversidad biológica en las áreas donde se establecen los cultivos (Ocampo & Posada, 2012).

1.3 Fitófagos asociados a especies del género *Passiflora*

Algunas especies de pasifloras como la granadilla (*P. ligularis*) y la gulupa (*P. edulis f. edulis* Sims) presentan una serie de plagas tanto principales como secundarias que causan daños significativos, ocasionando pérdidas económicas. Dentro de estas plagas se encuentran las moscas del género *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) (Santamaria et al., 2016; Coto & Saunders, 2004), trips (Thysanoptera) (Santos et al., 2012; Monje, 2012), ácaros *Tetranychus* spp. (García et al., 2007; Arévalo et al., 2011) el gusano cosechero *Agraulis vanillae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) (Angulo, 2010; Coto & Saunders, 2004), la abeja negra *Trigona testacea musarum* Cockerell (Hymenoptera: Apidae) (Ocampo & Wyckhuys, 2012; Coto & Saunders, 2004), y áfidos (Ocampo & Wyckhuys, 2012; Angulo, 2010), entre muchos otros organismos asociados.

García (2002) menciona al ácaro blanco o ácaro tropical *Polyphagotarsonemus* sp., (Acari: Tarsonemidae) como causante de afectación en especies como *P. edulis*, *P. alata*, *P. quadrangularis*, *P. laurifolia*, *P. caerulea*, *P. ligularis* y *P. maliformis*. Gómez y Parra (2006) evidencian que en cultivos de maracuyá ubicados en el departamento del Huila plagas como las escamas *Ceroplastes* sp. (Hemiptera: Coccidae) y los chinches del género *Antiteuchus* (Hemiptera: Pentatomidae) causan daños considerables en hojas y frutos. Según el proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola (PROMOSTA, 2005), en el cultivo de maracuyá en Costa Rica, encontraron artrópodos fitófagos como el gusano negro *Dione juno juno* Cramer (Lepidoptera: Nymphalidae), chinches patas de la hoja *Leptoglossus zonatus* Dallas (Hemiptera: Coreidae), mosca de la fruta *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae), pulgones como *Aphis gossypi* y *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) y especies de ácaros del género *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae), como las plagas de mayor importancia para el cultivo.

Mariposas del género *Dione* son consideradas especies de amplia flexibilidad adaptativa en su crecimiento y reproducción en lugares con vegetación secundaria (DeVries 1987; Constantino 1994; Montero & Barrientos, 2007). Es así como *D. juno juno*, conocida como “gusano defoliador” o “mariposa negra del maracuyá”, representa una de las principales plagas de especies cultivadas del género *Passiflora* (García, 2002), siendo es su estado larval cuando causan daños significativos en este género debido a sus altas tasas de herbivoría.

Fonque y Melo (2014), en la determinación de las plagas artrópodos de un cultivo agroecológico de curuba en el municipio de Subachoque, encontraron además de *Dione juno* fitófagos como *Dasiops* sp., *Compsus* sp., *Frankliniella occidentalis* Pergande, (Thysanoptera: Thripidae), así como individuos pertenecientes a las familias Chrysomelidae y Cicadellidae como los de mayor distribución y afectación en el cultivo. En este sentido y a nivel general, el cultivo de pasifloras en las condiciones agroecológicas de Colombia, son susceptibles y atacadas principalmente por fitófagos como la mosca del ovario *Dasiops* spp., y de la flor *Drosophila* sp., (Diptera: Drosophilidae) trips *Neohydatothrips signifer* Priesner (Thysanoptera: Thripidae) y *Frankliniella* sp., ácaros *Tetranychus* sp., mariposas *Dione* spp. y *Agraulis vanillae*, la abeja negra *T. testacea musarum*, áfidos *Myzus* sp. y *Aphis* sp., escamas cerosas *Ceroplastes* spp., *Antiteuchus* sp., coleópteros *Compsus* sp., y algunos insectos pertenecientes a las familias Chrysomelidae y Cicadellidae.

Debido a la alta incidencia de artrópodos plaga en las pasifloras, es de suma importancia establecer métodos confiables de monitoreo, que den una estimativa acertada de que especies de plagas atacan las pasifloras y en que niveles poblacionales se encuentran, lo cual permitirá implementar diferentes métodos de control, además de conocer los daños principales causados por las plagas específicas.

1.4 Inspección y muestreo de artrópodos

De forma general, la inspección y muestreo de artrópodos puede servir para estimar valores como la riqueza, abundancia en términos de definir patrones de diversidad ecológica y biológica (López et al., 2014). Se pueden realizar tanto muestreos directos e indirectos de tipo probabilístico, intencional u opinático, sin norma o errático (Moreno, 1977). El probabilístico es el que mejor se ajusta a los parámetros de interés como el número total de individuos, la densidad media, o algún otro atributo (porcentaje de hembras y machos, parasitismo, longitud, ciclo vital, etc.) (Moreno, 1977).

En este sentido, existen métodos absolutos, relativos e índices de población para estimar la presencia o ausencia de especies insectiles en las plantas (Cardona & Mesa, 2015). El método absoluto, incluye metodologías como la muestra total de la planta, la distancia al vecino más cercano, la muestra de unidad de hábitat, la recaptura de individuos marcados y el trampeo de remoción, los cuales expresan el número de individuos por unidad de área

(Badii et al., 2012). Por su parte, los métodos relativos no expresan las densidades de población por unidad de área, sino por otras áreas, por ejemplo, insectos por hoja, insectos por cogollo, insectos por metro lineal de surco, etc. (Ríos & Baca, 2003). A su vez, los índices de población permiten estimar o medir productos insectiles como nidos, excrementos, agallas, etc., o características por efecto de su actividad, por ejemplo, el nivel de daño, porcentaje de plantas trozadas, perforaciones por tallo, etc. (Jiménez, 2009).

Para definir un patrón de muestreo directo, existen diversas formas de recorrer un campo o cultivo para tomar muestras de insectos, que puede ser desde caminar en este sin una dirección definida tomando muestras en diferentes puntos, sin seguir un patrón específico, hasta cuadricularlo en escritorio y precisar cuáles de ellos se muestrearán (Cardona & Mesa, 2015); así mismo se puede estratificar los sectores o hacer un muestreo sistemático, en el cual se toman muestras cada determinado número de pasos o de plantas (Villagrán et al., 2002). En la práctica se pueden hacer trayectos en zig – zag, en X, en T, en Σ o en una forma tal que facilite el recorrido, teniendo en cuenta que las características del muestreo deben ajustarse y dependen del cultivo, del insecto y de la precisión con que se quiera realizar (Fonque & Melo, 2014).

El muestreo secuencial, es una herramienta útil en el manejo de plagas y sirve para determinar niveles de población que requieren intervención humana, con el fin de proteger los cultivos del ataque de insectos fitófagos, de acuerdo con Badii et al. (2011) es un método que permite clasificar poblaciones de insectos en niveles que demandan intervención o no, y que permite tomar decisiones de manejo basadas en un umbral de acción previamente establecido. Se desarrolla con base en dos líneas de discusión, una superior y otra inferior, donde las poblaciones por encima de la línea superior requieren control, mientras aquellas por debajo de la línea no. Para calcular las líneas de decisión, se necesita información sobre el patrón de dispersión de la población, el umbral de acción y el nivel de riesgo que es necesario tolerar.

Otra alternativa de muestreo para la estimación de densidades de insectos fitófagos es la evaluación de incidencia que se define como el porcentaje de unidades muestrales que poseen la característica de interés (incidencia $(I) = (\text{No. De individuos afectados} / \text{total de individuos}) \times 100$) (Ramírez, 2005). Este método directo para la evaluación de insectos permite se manejen aquellos planes enumerativos donde hay que hacer conteos con alto grado

de dificultad. Por lo tanto y de acuerdo con Duque (2010), bajo un muestreo binomial o de presencia-ausencia, en cada unidad de muestreo se examina la presencia de uno o más individuos sin importar cuántos de ellos hay. A partir de la relación entre proporción de unidades muestrales infestadas y densidad de la población, puede deducirse la clasificación del ambiente o la estimación de la población (Badii et al., 2012). Para efectos prácticos, los modelos que se reconocen dentro de este método de muestreo son el Modelo de Wilson y Room; Modelo Probit y Modelo de Nachman – Gerrard y Chiang (Duque, 2010).

Cuando se trata de insectos o artrópodos en general, muestreos indirectos como el realizado con las trampas de interceptación o de caída al hueco (pitfall), usadas generalmente para el estudio de marchadores de superficie (Lobo et al., 1988). Por lo tanto, estas trampas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos y comúnmente se utilizan para detectar la presencia – ausencia de insectos y su abundancia, con miras a establecer mecanismos de control (Salles, 1999), así como herramienta para la determinación del nivel de daño económico (NDE) para las plagas en los cultivos, cuya información suministrada sirve para conocer algunos elementos de dispersión y para diseñar planes de muestreos de plagas en los cultivos (Santos, 2010).

Otra forma para determinar la presencia-ausencia de insectos y otros artrópodos en los cultivos o áreas destinadas para la conservación ecológica, es mediante el uso de trampas por ejemplo McPhail cebadas con atrayentes como proteína hidrolizada de maíz (Imbachi et al., 2012), para la captura de insectos que son instaladas en la parte aérea de influencia de las plantas. Su efectividad, depende de factores como el tipo o modelo de la trampa, la eficiencia del cebo/atrayente, las condiciones de la topografía, clima y altitud del área muestreada, así como la presencia del hospedero y organismo de interés, Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, 2005).

El uso de técnicas para determinar la presencia de plagas en los cultivos permite generar elementos teóricos y prácticos aplicables al manejo integrado, principalmente de índole entomológico, en lo relacionado con insectos fitófagos asociados a especies vegetales (Giraldo, 2003), técnicas que pueden ser útiles y aplicables para la evaluación de comunidades de artrópodos asociados con especies vegetales como las pertenecientes a la familia Passifloraceae (Dulanto & Aguilar, 2011). Donde a partir de la evaluación en campo,

y con base en aspectos propios de su ecología y biología, en lo relacionado con la presencia- ausencia, nivel de daño y con esto el tipo de manejo fitosanitario más adecuado.

Desde el punto de vista agroecológico viable y económico sostenible (Altieri & Nicholls 2007; Espejo & Hidalgo, 2013), así como según estudios realizados por Posso y Chacón (1981), Ambrecht et al. (1986), López y Ramírez (1998), Villacide y Corley (2012) y Quintero (2013), para el control fitosanitario de insectos fitófagos recomiendan un manejo por medio de prácticas de control cultural, etiológico, mecánico y biológico, buscando conservar las poblaciones de insectos polinizadores y de enemigos naturales, de tal forma que se conserven al máximo posible las características bioecológicas asociadas al cultivo, al puto de generar sostenibilidad ambiental y equilibrios naturales.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Caracterizar la entomofauna asociada a plantas del género *Passiflora* en la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

2.2 ESPECIFICOS

- Identificar los principales artrópodos fitófagos asociados a las especies de pasifloras, su abundancia, riqueza y equidad.
- Identificar los principales artrópodos benéficos asociados a las especies de pasifloras, su abundancia, riqueza y equidad.

3. METODOLOGIA

3.1 Descripción del área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el 2017 en el Jardín Botánico José Celestino Mutis ubicado en Bogotá, D.C., en la localidad Barrios Unidos (Latitud 4°66'61" N; Longitud 74°09'95" O), con una temperatura promedio de 18°C y una humedad relativa de 60%. Específicamente se realizó el estudio en la colección viva de pasifloras que ocupa aproximadamente 1 ha y que está establecida dentro de la representación del bosque andino.

3.2 Monitoreo e identificación de comunidades de artrópodos

En el área de estudio se establecieron tres transectos de 30m², dentro de los cuales se ubicaron y marcaron las especies de pasifloras objeto de estudio, conformadas por 17 plantas de 9 diferentes especies (*P. ligularis*, *P. loefgrenii*, *P. alata*, *P. cuspidifolia*, *P. adulterina*, *P. tripartita*, *P. arborea*, *P. bogotensis* y *P. semiciliosa*).

Previo a comenzar los monitoreos se realizó un barrido visual en todas las especies de plantas, para conocer los diferentes tipos de morfoespecies (ordenes) de artrópodos presentes en estas, para así implementar la mejor técnica de muestreo. Fueron encontrados en mayor abundancia insectos del orden Hemiptera, Diptera, Neuroptera y Lepidoptera, además de ácaros. Para el caso de los insectos fueron realizados monitoreos visuales durante 10 minutos en cada una de las plantas (tallos, hojas y frutos). Para los ácaros se siguió una metodología ligeramente modificada de Karlik et al., 1995 y Alston et al., 2011, donde de cada una de las plantas se seleccionó un ramo, posteriormente se tomaron 10 folíolos de este y con la ayuda de una lupa de monitoreo de insectos (18 mm – 10x), se estimó el número de artrópodos presentes (folíolos/planta). El monitoreo fue realizado cada 15 días durante 12 semanas para un total de 6 muestreos durante los meses de mayo y julio.

No se utilizó un método de captura con trampas pegajosas para evitar la eliminación de artrópodos en las plantas. Sin embargo, algunos especímenes de los artrópodos más representativos fueron recolectados y llevados al laboratorio para su posterior identificación hasta familia y cuando fue posible hasta especie. Para determinar la abundancia, diversidad y equidad de artrópodos, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con nueve

tratamientos correspondientes a cada una de las especies de pasifloras evaluadas y 6 repeticiones correspondientes al número de días y/o muestreos realizados.

3.3 Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron en R 3.3.1 (R Development Core Team 2016). Para conocer si todos los datos cumplían con la normalidad y homoscedasticidad fueron realizados los análisis de Shapiro-Wilk (Shapiro and Wilk, 1965) y Levene (paquete “car” en R) respectivamente. Se determinó el efecto de los tratamientos (especies de pasifloras) sobre la diversidad (número de taxones; Shannon’s H'), equidad (relativa abundancia de cada taxón; J') y la abundancia (números de individuos/taxón) de toda la comunidad de artrópodos (herbívoros y enemigos naturales juntos), como también de la comunidad de herbívoros y enemigos naturales separadamente. Los índices de diversidad y equidad fueron calculados usando el paquete “vegan” de R y analizados mediante análisis de varianza ANOVA y cuando se encontró diferencia significativa fue realizada la prueba de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$).

Posteriormente fue realizado un análisis multivariado de varianza MANOVA para conocer los efectos de los tratamientos (especies de pasifloras) sobre las comunidades de artrópodos, herbívoros y enemigos naturales como grupos separados. Además, se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) usando el paquete “ggplot2” en R (Wickham, 2009) para visualizar los efectos de los diferentes tratamientos sobre la abundancia de las comunidades de artrópodos, enemigos naturales y herbívoros.

Finalmente, para conocer los efectos de cada especie de pasifloras sobre la abundancia de cada familia y/o especie de los herbívoros y enemigos naturales fue utilizado el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$). Cuando fue necesario los datos se transformaron antes de los análisis ANOVA o MANOVA con $\ln(x + 0,5)$ para cumplir con los supuestos de normalidad.

4. RESULTADOS

4.1 Comunidad de Artrópodos

En total fueron identificados 8 taxones con la siguiente descripción: 5 herbívoros, de los cuales 2 corresponden a los géneros *Tetranychus* sp. y *Dione* sp. y 3 pertenecientes a las familias Coccidae, Cicadellidae y Membracidae, además de 3 taxones que corresponden a enemigos naturales de las familias Phytoseiidae, Syrphidae y Chrysopidae.

La diversidad ($F = 4,35$; $gl = 8$; 45 ; $P < 0,001$) y la equidad ($F = 3,21$; $gl = 8$; 45 ; $P < 0,05$) de artrópodos fueron influenciadas significativamente por los tratamientos (especies de pasifloras), presentando una mayor diversidad y equidad *P. ligularis* con respecto a *P. alata* y *P. loefgrenii* (Tabla 1).

Tabla 1. Influencia de los tratamientos (especies de pasifloras) sobre la diversidad (H') y equidad (J') de las comunidades de artrópodos, herbívoros y enemigos naturales.

Especie de Planta	Comunidad artrópodos		Comunidad herbívoros		Comunidad enemigos naturales	
	H'	J'	H'	J'	H'	J'
<i>Passiflora ligularis</i>	0,72 ± 0,10 a	0,68 ± 0,04 a	0,61 ± 0,07 a	0,74 ± 0,05 a	0,11 ± 0,11 a	0,16 ± 0,16 a
<i>Passiflora semiciliosa</i>	0,62 ± 0,17 a	0,53 ± 0,17 ab	0,37 ± 0,17 abc	0,38 ± 0,17 abc	0,05 ± 0,05 a	0,07 ± 0,07 a
<i>Passiflora adulterina</i>	0,58 ± 0,12 ab	0,56 ± 0,13 ab	0,58 ± 0,12 ab	0,56 ± 0,13 ab	0 a	0 a
<i>Passiflora cuspidifolia</i>	0,38 ± 0,08 ab	0,56 ± 0,12 ab	0,33 ± 0,11 abc	0,48 ± 0,16 abc	0 a	0 a
<i>Passiflora bogotensis</i>	0,29 ± 0,12 ab	0,35 ± 0,12 ab	0,27 ± 0,10 abc	0,39 ± 0,15 abc	0 a	0 a
<i>Passiflora arborea</i>	0,25 ± 0,07 ab	0,18 ± 0,04 ab	0,13 ± 0,04 bc	0,13 ± 0,04 bc	0,21 ± 0,14 a	0,23 ± 0,13 a
<i>Passiflora tripartita</i>	0,25 ± 0,12 ab	0,37 ± 0,17 ab	0,25 ± 0,12 abc	0,37 ± 0,17 abc	0 a	0 a
<i>Passiflora alata</i>	0,10 ± 0,04 b	0,12 ± 0,04 b	0 c	0 c	0,11 ± 0,11 a	0,16 ± 0,16 a
<i>Passiflora loefgrenii</i>	0,08 ± 0,06 b	0,12 ± 0,08 b	0,007 ± 0,007 c	0,01 ± 0,01 bc	0 a	0 a

^a Números y promedios ± SE; promedios con letras diferentes entre la misma columna son significativamente diferentes (Tukey's HSD, $\alpha = 0,05$).

En términos de abundancia la comunidad de artrópodos fue afectada significativamente por los tratamientos (Tabla 2). El análisis de componentes principales (PCA) evidencia una diferenciación en las comunidades de artrópodos de acuerdo con las especies de pasifloras, explicando ~56% de la variación (Fig. 1a). El primer componente explica 36,56% la variación y separa claramente a *P. arborea* de las demás especies, en cuanto el segundo

componente, explica 19,32% de la varianza y separa notoriamente a *P. semiciliosa* de las otras especies de pasifloras (Fig. 1a).

Tabla 2. Análisis multivariado de varianza MANOVA del efecto de los tratamientos (especies de pasifloras) sobre la abundancia de las comunidades de artrópodos, herbívoros y enemigos naturales.

Grupo	Resultados MANOVA			
	Tratamiento (Especies Pasifloras)			
	Wilk's λ	gl^a	F	P^b
Artrópodos	0,01	8; 45	7,65	<0,001
Herbívoros	0,005	8; 45	10,34	<0,001
Enemigos naturales	0,17	8; 45	4,35	<0,001

^a Numerador, denominador (error)

^b Números en negrilla indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

4.2 Comunidad de Herbívoros

La diversidad ($F = 4,84$; $gl = 8$; 45 ; $P = <0,001$) y la equidad ($F = 4,32$; $gl = 8$; 45 ; $P = <0,001$) de herbívoros, fueron afectadas significativamente por los tratamientos (especies de pasifloras), presentando una mayor diversidad y equidad *P. ligularis* con respecto a *P. arborea*, *P. alata* y *P. loefgrenii* (Tabla 1). Por otra parte, la abundancia de los herbívoros fue influenciada significativamente por los tratamientos (Tabla 2). El análisis de componentes principales (PCA) señala una diferenciación en las comunidades de herbívoros en relación con las especies de pasifloras, exponiendo ~ 57% de la variación (Fig. 1b). El primer componente expone 35,21% la variación y separa notoriamente a *P. arborea* y *P. semiciliosa* de las otras especies, por su parte el segundo componente, explica 21,98% la variación separando claramente a *P. adulterina* de las demás especies (Fig. 1b).

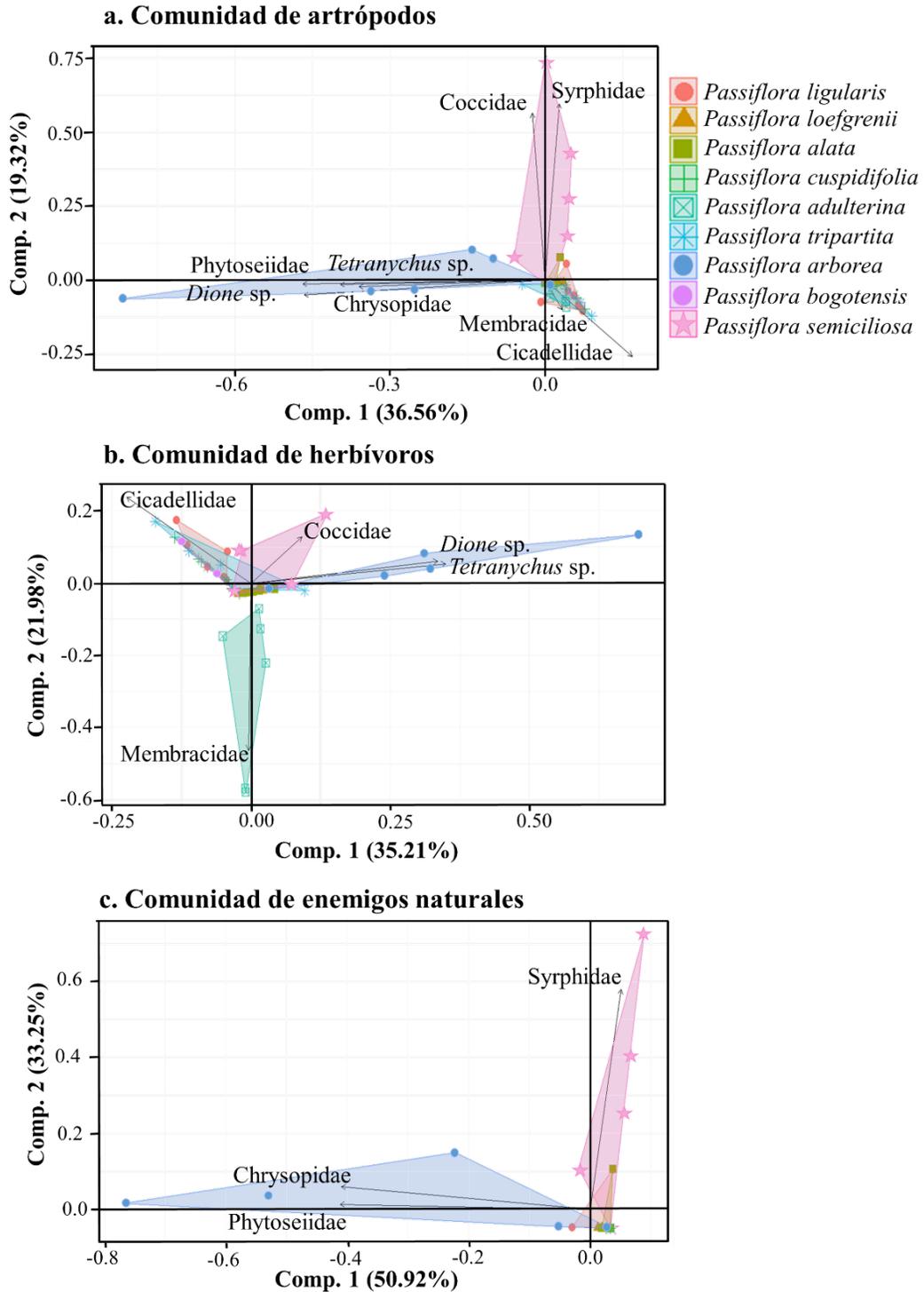


Figura 1. Análisis de Componentes Principales (PCA) de los efectos de las especies de pasifloras sobre la abundancia de los artrópodos (a), herbívoros (b) y enemigos naturales (c). En cada PCA, las líneas con la misma dirección indican que los grupos de las variables están asociados con las mismas especies de pasifloras.

Analizando cada herbívoro separadamente, se encontró que la abundancia de *Tetranychus* sp. fue influenciada significativamente por las especies de pasifloras (Tabla 3; Fig. 3a), presentando una mayor abundancia en *P. arborea* con relación a las demás especies (Fig. 2a). Las especies de pasifloras influenciaron significativamente la abundancia de las comunidades de los insectos de la familia Coccidae (Tabla 3; Fig. 3b), evidenciando una mayor abundancia en las especies de *P. semiciliosa* y *P. arborea* (Fig. 2b). Por otra parte, la abundancia del lepidóptero *Dione* sp. fue afectada significativamente por las especies de pasifloras (Tabla 3; Figs. 3c, f, g), mostrando a *P. arborea* como la especie con mayor abundancia de este insecto (Fig. 2c). Para los insectos de la familia Cicadellidae y Membracidae las especies de pasifloras influenciaron significativamente su abundancia (Tabla 3; Figs. 3d, e). Las especies *P. tripartita*, *P. bogotensis*, *P. ligularis* y *P. cuspidifolia* evidenciaron mayor número de cicadelidos (Fig. 2d), mientras *P. adulterina* mostro mayor abundancia de los insectos de la familia Membracidae (Fig. 2e).

Tabla 3. Influencia de los tratamientos (especies de pasifloras) sobre la abundancia de los diferentes herbívoros y enemigos naturales monitoreados en condiciones de campo.

Grupo	Taxón	Resultados Kruskal-Wallis		
		Tratamiento (Especies Pasifloras)		
		χ^2	df	P^a
Herbívoros	<i>Tetranychus</i> sp.	35,74	8	<0,001
	Coccidae	25,96	8	<0,001
	<i>Dione</i> sp.	23,01	8	0,003
	Cicadellidae	29,95	8	<0,001
	Membracidae	42,65	8	<0,001
Enemigos naturales	Phytoseiidae	16,97	8	0,03
	Syrphidae	29,25	8	<0,001
	Chrysopidae	24,92	8	0,001

^a Números en negrilla indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

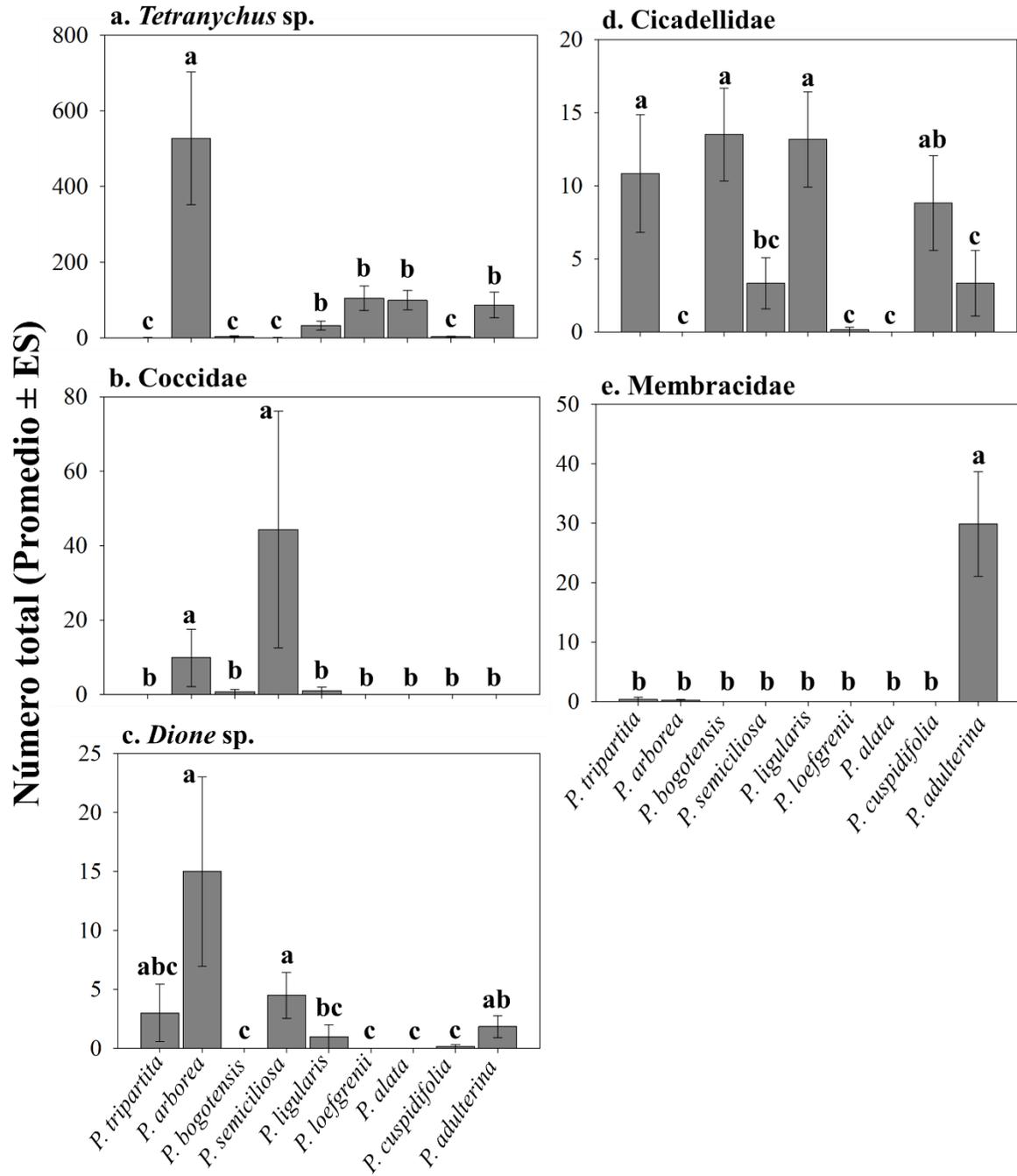


Figura 2. Abundancia de *Tetranychus* sp. (a); Coccidae (b); *Dione* sp. (c); Cicadellidae (d) y Membracidae (e) en las diferentes especies de pasifloras monitoreadas en el Jardín Botánico de Bogotá. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).

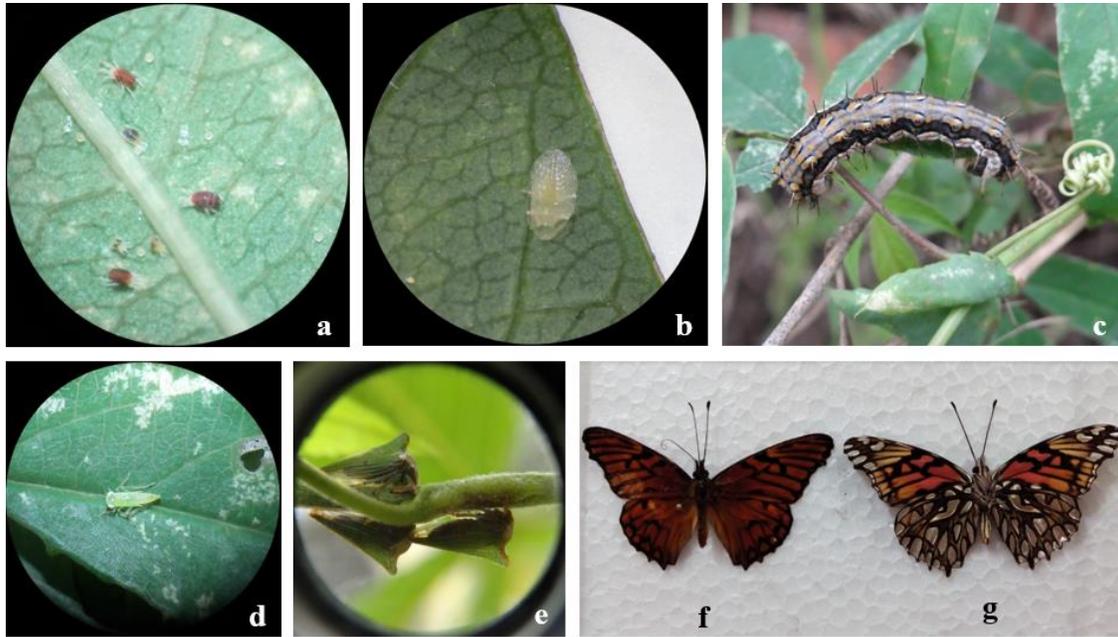


Figura 3. Comunidad de herbívoros asociados a las especies de pasifloras *Tetranychus* sp. (a); Coccidae (b); Larva *Dione* sp. (c); Cicadellidae (d); Membracidae (e); Vista dorsal adulto *Dione* sp. (f); Vista frontal adulto *Dione* sp. (g).

4.3 Comunidad de Enemigos Naturales

La diversidad ($F = 1,10$; $gl = 8$; 45 ; $P = 0,37$) y la equidad ($F = 0,98$; $gl = 8$; 45 ; $P = 0,45$) de los enemigos naturales no fue afectada significativamente por los tratamientos (especies de pasifloras) (Tabla 1), sin embargo, la abundancia de las comunidades de enemigos naturales fue influenciada significativamente por los tratamientos (Tabla 2).

El análisis de componentes principales (PCA) mostro diferencias en la comunidad de enemigos naturales con respecto a las especies de pasifloras, explicando ~84% de la variación (Fig. 1c). El primer componente expresa 50,92% la variación y separa ampliamente a *P. arborea* de las demás especies. El segundo componente describe 33,25% la variación separando claramente a *P. semiciliosa* de las otras especies evaluadas (Fig. 1c).

Cuando cada enemigo natural fue analizado separadamente predadores de la familia Phytoseiidae fueron influenciados significativamente por las especies de pasifloras (Tabla 3), evidenciando a *P. arborea* con la mayor abundancia de estos predadores con relación a las demás especies (Fig. 4a). Para los predadores de la familia Syrphidae las especies de pasifloras influenciaron significativamente su abundancia (Tabla 3), destacándose *P.*

semiciliosa por presentar el mayor número de estos especímenes (Fig. 4b). Finalmente, especies de la familia Chrysopidae fueron afectadas significativamente por las plantas de pasifloras (Tabla 3), mostrando una mayor abundancia en *P. arborea* con respecto a las otras plantas (Fig. 4c).

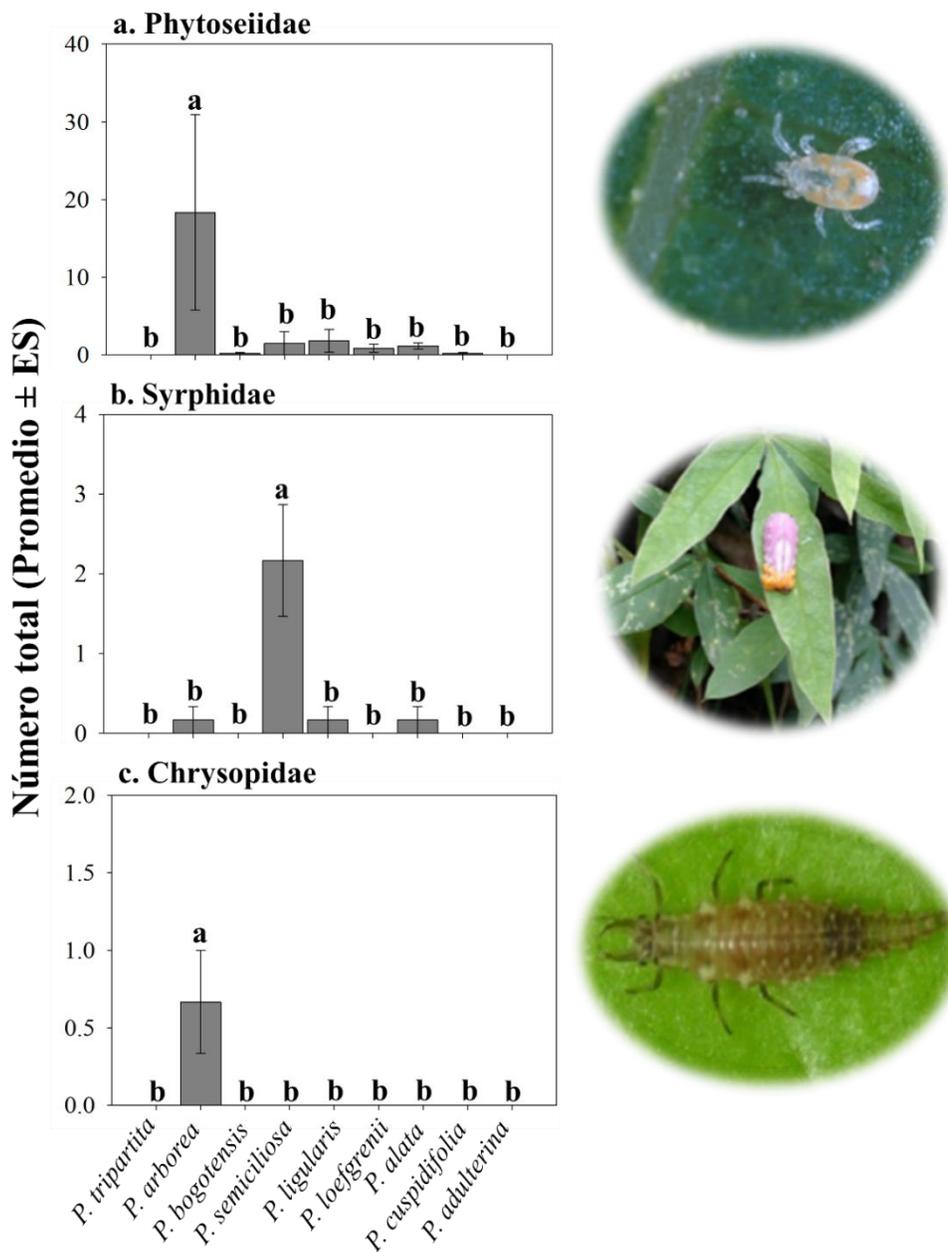


Figura 4. Abundancia de Phytoseiidae (a); Syrphidae (b) y Chrysopidae (c) en las diferentes especies de pasifloras monitoreadas en el Jardín Botánico de Bogotá. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).

5. DISCUSIÓN

En los estudios realizados en la colección viva de pasifloras del JBB, se encontró la conformación de diferentes comunidades de herbívoros y enemigos naturales, destacándose herbívoros como *Tetranychus* sp., insectos de las familias Coccidae, Cicadellidae, Membracidae y un lepidóptero del género *Dione*. Dentro de los enemigos naturales se encontraron especímenes de las familias Phytoseiidae, Syrphidae y Chrysopidae.

La abundancia de *Tetranychus* sp. se incrementó en *P. arborea* con relación a las demás especies de plantas. Según Mesa (1999) especies de la familia Tetranychidae son las plagas más estudiadas y de mayor importancia económica en una gran variedad de especies de pasifloras, sin embargo, hasta donde se conoce no hay registros de *Tetranychus* sp. para *P. arborea*. Estos artrópodos plaga son reportados principalmente en *P. ligularis* (granadilla) como agentes causales de afectación, posicionándolos entre las tres principales plagas de importancia económica que afectan el cultivo después de la mosca del ovario y los trips (García et al., 2007; Ocampo et al., 2015). Aguilar y Murillo (2008), encontraron que *P. ligularis* es el principal hospedero de dos especies importantes de ácaros como *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae) y *Tetranychus tumidos* (Acari: Tetranychidae).

En este estudio se encontró una baja población de *Tetranychus* sp. en *P. ligularis*, debido a la alta preferencia por *P. arborea*, una posible explicación a esta diferencia es la capacidad que poseen algunas plantas en emitir compuestos volátiles constitutivos que pueden atraer e indicar alta calidad de recursos alimenticios a diferentes artrópodos plaga (Marín & Céspedes, 2007), por esta razón *P. arborea* pudo resultar más atractiva que *P. ligularis*. En términos de manejo de plagas, este resultado puede ser beneficioso con la incorporación de *P. arborea* como un cultivo trampa en cultivos como el de granadilla para la disminución de poblaciones de ácaros.

En *P. arborea* también se encontraron altos números de ácaros predadores de la familia Phytoseiidae, esto responde principalmente a la preferencia de estos predadores por los ácaros pertenecientes al género *Tetranychus* (Mesa, 1999; López, 2016), fitófago que como fue mencionado anteriormente registro un alto índice de abundancia en esta especie vegetal. Daza et al. (2010) reportaron que el acaro predador *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) es una eficiente medida de control biológico contra *T. urticae*, en cultivos de

rosa de la Sabana de Bogotá. Por su parte Casas y Novoa (2009), encontraron que las liberaciones de *P. persimilis* tuvieron un efecto regulador de huevos, larvas y ninfas de *T. urticae* en cultivos comerciales de rosa. Aguilar y Murillo (2008), mencionan como enemigos naturales de *Tetranychus tumidos* Banks (Acari: Tetranychidae) asociados a *Solanum quitoense* Lam., y *P. ligularis*, a miembros de la familia Phytoseiidae en Costa Rica. Así mismo Martínez et al. (2004), señalan fitoseidos como *Phytoseiulus macropilis* Banks (Acari: Phytoseiidae) y *Amblyseius sundi* Baker (Acari: Phytoseiidae) como predadores asociados a *T. tumidus*, en plantaciones de plátano en La Habana.

Teniendo en cuenta que los ácaros de la familia Phytoseiidae son los enemigos naturales más comunes de los ácaros fitófagos, su implementación en programas de control biológico tanto aumentativo como conservativo es un factor clave para la reducción de las poblaciones de ácaros plaga en cultivos de pasifloras en Colombia.

Por otra parte, especies de la familia Coccidae presentaron mayor abundancia en *P. semiciliosa* en relación con las otras plantas. Carbajal y Vásquez (2012) reportaron ninfas y adultos de *Coccus* sp. (Hemiptera: Coccidae), en hojas y tallos de *P. edulis*, en tres localidades de la Provincia de Trujillo (Perú), donde a pesar de no corresponder con *P. semiciliosa*, el insecto registrado presenta un morfotipo similar al observado en la colección del JBB, presumiendo que estos sean oligófagos y puedan tener como hospedero diferentes especies de la familia pasiflorácea entre estas *P. semiciliosa*. En otros estudios Kondo (2009), reporto a *Ceroplastes cirripediformis* Comstok (Hemiptera: Coccidae), como una de las principales plagas de *P. edulis*. En el mundo se han registrado 20 especies de insectos escamas distribuidas en 5 familias afectando a *P. edulis*, destacándose *Parasaissetia nigra* Nietner (Hemiptera: Coccidae), *Pseudocribrolecanium andersoni* Newstead (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae) y *Saissetia coffeae* Walker (Hemiptera: Coccidae) (Kondo, 2009).

Como se describe anteriormente especies de Coccidae están muy relacionados a cultivos de importancia agrícola como *P. edulis*, mientras que para *P. semiciliosa* no se han generado estudios acerca del impacto de estos insectos. El desconocimiento de la interacción entre *P. semiciliosa* y su entomofauna asociada, puede obedecer principalmente a su condición de uso y aprovechamiento, ya que no es una especie cultivada comercialmente, por lo tanto es poco conocida e investigada, además de ser una pasiflora silvestre de la región andina es catalogada como especie rara y vulnerable, por lo tanto la importancia de su

conservación como indicador de biodiversidad y para establecer la interacción ecológica con otros organismos (Ocampo et al., 2007).

Passiflora semiciliosa presentó mayores índices de abundancia de insectos pertenecientes a la familia Syrphidae. Algunas especies de esta familia se caracterizan por ser predadoras de pulgones, trips, pequeñas larvas de mariposas y diminutos artrópodos de cuerpo blando (Nájera & Souza, 2010). En este estudio se ve una clara relación entre las comunidades de Coccidae y Syrphidae en *P. semiciliosa* (ver Fig. 1a), donde se puede considerar que la presencia de insectos de la familia Coccidae pueden ser presas preferidas para los Syrphidae. Kondo et al. (2012), mencionan que larvas de sírfidos son predadoras comunes de la escama blanda algodonosa *Bombacoccus aguacatae* Kondo (Hemiptera: Coccidae), capaces de realizar el control natural y regulando las poblaciones en cultivos de aguacate infestados por dicha escama en Támesis, Antioquia. Según Nicholls (2008), algunas especies del grupo de los sírfidos han sido de gran valor en el control biológico clásico de plagas, ya que las larvas de estas moscas se alimentan casi exclusivamente de hemípteros entre estos la familia Coccidae. De acuerdo con el mismo autor, se considera que la aspersión de alimentos suplementarios (mezcla de levadura, azúcar y agua) sobre el cultivo, incrementa la abundancia de Syrphidae y funciona como estrategia para mejorar la sobrevivencia y reproducción de estos insectos benéficos. En otros trabajos Vázquez et al. (2008), relacionan como enemigo natural a Syrphidae como regulador del insecto plaga *Toumeyella cubensis* Heidel y Kohler (Hemiptera: Coccidae), considerado como una de las plagas de mayor importancia en cultivos de Cuba. Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que las larvas de Syrphidae presentan una amplia variedad de hábitos alimenticios y pueden encontrarse en gran diversidad de ambientes (Gutiérrez et al., 2005), su presencia en la colección de pasifloras del JBB resulta ser no solo un indicador de biodiversidad, sino además una biocenosis en torno al establecimiento del equilibrio natural.

Por su parte el masticador de follaje *Dione* sp., presentó mayor índice de abundancia en *P. arborea* con relación a las demás especies de pasifloras estudiadas. Una posible explicación a la preferencia por esta planta puede estar relacionada con la morfología vegetal de la especie, y al hábito alimenticio del insecto, teniendo en cuenta que *P. arborea* en comparación con las demás especies de pasifloras, desarrolla hojas grandes y tiernas, respondiendo a una fuente de alimento atractiva para la alimentación y la oviposición. Pérez

(1999), menciona que los herbívoros con estrechos rangos de hospederos, como es el caso del género *Dione* y las pasifloras, normalmente muestran una preferencia por aquellas especies en cuyo desarrollo vegetativo sus hojas son tiernas. Hasta donde conocemos no hay registros de *Dione* sp., para *P. arborea* en Colombia, sin embargo, lepidópteros de este género cuentan con un amplio rango de especies de pasifloras hospedantes. Por ejemplo, larvas de *Dione juno* (Lepidoptera: Nymphalidae) pueden sobrevivir sobre al menos cinco especies de pasifloras, algunas de las cuales son de interés económico como *P. edulis* y *P. ligularis* (Vega, 2010; Ocampo & Wyckhuys, 2012; Carbajal & Vásquez, 2012). A pesar de no presentar una abundancia significativa *Dione* sp., tuvo una pequeña preferencia por *P. ligularis* en este estudio, mostrando que esta planta puede ser un recurso disponible para este insecto. Pulido et al., (2010) señalan a *Dione glycera* C. Felder & R. Felder (Lepidoptera: Nymphalidae) como una especie de distribución andina entre Venezuela, Colombia y Ecuador, la cual vuela sobre los 2000 m en zonas abiertas y páramos, usando como plantas hospederas a *Passiflora alnifolia* Kunth., *P. caerulea* Lour., *P. cyanea* Mast., *P. edulis* Sims., *P. ligularis*., *P. mixta* L. f. y *P. mollissima*.

Por otro lado, en este estudio a diferencia de lo encontrado por Bulla et al. (2013), quienes reportan a *Dione* sp., como uno de los fitófagos más abundantes y consumidor de follaje en *P. bogotensis*, se encontró que esta passiflora en el JBB presentó un índice de abundancia nulo, posiblemente por la existencia de especies más atractivas para la alimentación del insecto como *P. arborea*. Cabe resaltar que, en la dinámica de la selección de la planta hospedante, la mayoría de los herbívoros son selectivos en sus hábitos alimenticios y la preferencia o rechazo por una u otra especie vegetal, está condicionado en general por semioquímicos que actúan como mediadores en las relaciones entre los organismos (Cardona & Mesa, 2015). En otros resultados Bulla et al. (2013) mencionan a *P. tripartita*, como uno de los hospederos de mayor preferencia por *Dione* sp., resultado que coincide con lo encontrado en el JBB ya que, *P. tripartita*, se posiciona con el tercer índice de mayor abundancia de *Dione* sp., después de *P. arborea* y *P. semiciliosa* respectivamente.

En cuanto a enemigos naturales *P. arborea* presentó una mayor abundancia de especies de la familia Chrysopidae. Resultado que puede estar asociado a la alta agresividad biológica que las larvas de este predador presentan contra huevos y larvas de lepidópteros, considerando que *P. arborea* fue precisamente la especie con la mayor abundancia de *Dione*

sp., lo que evidencia una dinámica poblacional de regulación de oferta y demanda donde a mayor número del herbívoro, mayor número del enemigo natural. Este resultado coincide con lo referenciado por Holguín et al. (2004) quienes califican a las especies de la familia Chrysopidae como uno de los predadores más frecuentes en diferentes especies vegetales y eficaces en campo como controladores de lepidópteros. En las zonas agrícolas del estado de Falcón-Venezuela, Reyes y Zambrano (2001), registraron la preferencia de *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae) por pequeñas larvas de lepidópteros. Caraballo y Falguni (2004), reportan para Nicaragua a Chrysopidae como una de las familias de insectos predadores de importancia agrícola, dada a su alta tasa de consumo para el control de lepidópteros teniendo como principal presa sus huevos. En otros estudios Salamanca et al. (2010) mostraron la preferencia de *C. externa* sobre dos especies de lepidópteros, donde se evidenció la importancia de estos insectos para el desenvolvimiento fisiológico de este predador.

Resaltando esta relación entre *Dione* sp., y predadores de la familia Chrysopidae (ver Fig. 1a), se puede considerar este enemigo natural en programas de control biológico para el manejo de insectos del género *Dione* en las diferentes plantas de pasifloras. Sin embargo, son necesarios estudios futuros tanto en laboratorio como en campo para evaluar la preferencia alimentaria y la respuesta funcional de especies de la familia Chrysopidae sobre *Dione* sp.

En otros resultados *P. tripartita* fue una de las especies de la colección viva del JBB que presentaron los mayores índices de abundancia de insectos de la familia Cicadellidae. Según Espejo e Hidalgo (2013) y Espejo et al. (2014), los insectos de la familia Cicadellidae se presentan permanentemente durante el desarrollo del cultivo agroecológico de la curuba *P. tripartita* var. *Mollissima*, registrando a este insecto como el segundo más abundante en el cultivo. Estos resultados coinciden con lo encontrado en este estudio donde *P. tripartita* presentó alta incidencia de cicadélidos. Un factor clave en el aumento de la abundancia de los cicadélidos en plantas de curuba es la época climática, debido a que en épocas secas la incidencia de estos insectos tiende a ser mayor (Fonque & Melo 2014), característica que coincide con lo encontrado en la colección de pasifloras del JBB, cuyo monitoreo se efectuó en la época seca de mitad de año, condición que puede explicar el índice de abundancia registrado. Por otra parte *P. ligularis* mostró una alta incidencia de cicadélidos. En estudios realizados por Carbajal y Vásquez (2012) reportan a *Empoasca Kramer* Ross y Moore

(Hemiptera: Cicadellidae) como el quinto más abundante en cultivos de maracuyá (*P. edulis*) en tres localidades de la provincia de Trujillo (Perú), considerándolo además como plaga potencial en este cultivo.

Finalmente, *P. adulterina* presento el mayor índice de abundancia de insectos de la familia Membracidae, con relación a las demás especies de pasifloras. El hecho que el mayor índice de abundancia de Membracidae se haya registrado solo en *P. adulterina*, posiblemente puede responder a que algunas especies de membrácidos presentan diferentes grados de especificidad sobre una o varias plantas hospederas de las cuales se alimentan (Costa, 2009). Cabe señalar que para los membrácidos y en condiciones agroecológicas de las especies silvestres de pasifloras en Colombia, no se reportan estudios que permitan establecer con mayor exactitud la relación planta-insecto, por lo tanto, su conocimiento es limitado. A nivel de especies de pasifloras comerciales González (2014) reporta dos géneros de membrácidos *Ennya* sp. Stal, (Hemiptera: Membracidae) asociado a curuba y *Polyglypta* sp. Burmeister (Hemiptera: Membracidae) asociado a maracuyá. Por otro lado, Montano y Bustamante (2017), en un estudio realizado para determinar la taxonomía, diversidad y distribución temporal de insectos asociados en dos cultivos de maracuyá en Nicaragua, reportan a *Umbonia* sp. (Hemiptera: Membracidae), y *Umbonia crassicornis* Amyot & Serville (Hemiptera: Membracidae) como fitófagos de esta especie vegetal. En cuanto a Membracidae para Colombia se encuentran registrados 7 subfamilias, 21 tribus y 98 géneros (González, 2014) y según el mismo autor, son pocas las especies de Membracidae consideradas de importancia económica ya que algunas especies se registran como plagas menores en sistemas productivos de leguminosas, aguacate, cacao, café y papaya.

La importancia de la afectación que los Membracidae puedan causar a *P. adulterina*, radica en la importancia de esta especie vegetal para la conservación de la biodiversidad, teniendo en cuenta que según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) *P. adulterina*, se encuentra clasificada como en peligro crítico de extinción (CR) (Ussa, 2010), por lo tanto determinar la entomofauna asociada a esta especie bajo condición de la colección viva de pasifloras del JBB, ayudara a idear la mejor estrategia de manejo y conservación.

En cuanto a la dinámica herbívoro – enemigo natural, *P. adulterina* no presento ningún tipo de relación con los enemigos naturales encontrados en la colección de pasifloras del

JBB, sin embargo, Pinzón y Quintero (2007) concluyen que los Membracidae, en sus estados inmaduros o primeros instar de su ciclo vital pueden ser controlados por predadores de las familias Hemerobiidae, Chrysopidae, Syrphidae y Coccinellidae, dentro de los que se registran dos de los encontrados en las pasifloras del JBB. Los mismos autores evidencian que *Mulsantina mexicana* Chapin (Coleoptera: Coccinellidae), en estado larval y adulto es el enemigo natural más destacado para el control de insectos de la familia Membracidae. Este resultado puede ser aprovechado en la colección de pasifloras del JBB, ya que se pueden incorporar o conservar especies nativas de Coccinellidae como estrategias de control biológico de membrácidos.

La importancia de realizar la determinación de la entomofauna asociada a la colección de pasifloras del JBB, permite conocer la diversidad de artrópodos presentes en este agroecosistema, sus hábitos e interacciones, en pro de poder definir la regulación de aquellos organismos causantes de afectación, por medio de prácticas que promuevan y/o mantengan el equilibrio ecológico, especialmente cuando se representan ecosistemas para la conservación *ex situ* de especies vegetales como es el caso del Jardín Botánico Bogotá se trata. Por otra parte, se puede considerar que algunas especies nativas de importancia ecológica presentes en el JBB pueden ser usadas en la agricultura como métodos de regulación de plagas, por ejemplo, incorporándolas como cultivos trampa. Este trabajo también abre la posibilidad de realizar estudios de control biológico para conocer la preferencia alimentaria y la respuesta funcional de enemigos naturales de las familias Phytoseiidae, Syrphidae y Chrysopidae sobre herbívoros asociados a las pasifloras.

CONCLUSIONES

- Las especies de pasifloras del JBB con mayor abundancia de artrópodos fitófagos fueron *P. adulterina*, *P. arborea* y *P. semiciliosa*.
- Las especies de pasifloras del JBB con mayor abundancia de artrópodos benéficos fueron *P. arborea* y *P. semiciliosa*.
- En las especies de pasifloras de la colección viva del JBB se registraron ocho taxones, de los cuales cinco corresponden a organismos herbívoros y tres a enemigos naturales.
- Los principales artrópodos fitófagos identificados y asociados a las especies de pasifloras del JBB correspondieron a los géneros *Dione* sp. y *Tetranychus* sp. así como taxones pertenecientes a las familias Coccidae, Cicadellidae y Membracidae.
- Los principales artrópodos benéficos asociados a las especies de pasifloras del JBB respondieron a las familias Phytoseiidae, Syrphidae y Chrysopidae.

RECOMENDACIONES

- Implementar nuevas alternativas para el manejo de los herbívoros asociados a las especies de pasifloras enfocados hacia el control biológico, teniendo en cuenta que en los muestreos realizados se observó la presencia de algunos de sus enemigos naturales, lo cual sirve como indicador para promover como herramienta de manejo fitosanitario la conservación y la liberación de controladores biológicos.
- Considerando a *Tetranychus* sp. como el herbívoro más abundante en la colección de pasifloras, se recomendaría la liberación de predadores Phytoseiidae, los cuales presentaron una relación directa con los ácaros plaga.
- Los Chrysopidae pueden funcionar como una estrategia para el control biológico del herbívoro *Dione* sp., siendo un enemigo natural eficiente, además de ser distribuido comercialmente para su liberación.
- De ser necesario la aplicación de plaguicidas para el control de los insectos fitófagos, se debe realizar el monitoreo y establecer los focos de infestación, para efectuar el manejo dirigido a estos, evitando aplicaciones generalizadas y con esto comprometer la sobrevivencia de los enemigos naturales presentes.
- A pesar de la existencia de enemigos naturales para varios de los herbívoros observados en la colección de pasifloras del Jardín Botánico de Bogotá, es necesario el uso de prácticas combinadas de control (físico, cultural, etológico, biológico y químico), para reducir las poblaciones de plagas y evitar que las infestaciones alcancen niveles de pérdidas de las plantas exóticas y nativas.
- Incluir en el área donde se encuentran sembradas las plantas de pasifloras, especies vegetales acompañantes (cilantro, romero, manzanilla, caléndula, perejil, etc.) útiles para la atracción de enemigos naturales.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, H. & Murillo, P. (2008). Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófagos para Costa Rica: periodo 2002 – 2008. *Agronomía Costarricense* 32(2), 7–28.
- Alarcón, J., Arévalo, E., Díaz, A., Galindo, J., Rodríguez, M. & Rivero, M. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis). Medidas para la temporada invernal*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.
- Alston, D.G. & Reding, M. (2011). *Web Spinning Spider Mites*. Utah State University Extension-Orchard IPM Series HG, USDA.
- Altieri M. & Nicholls C. (2007). *Diversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. México D.F. pp. 34–37.
- Ambrecht, I.; Chacón, P. & Rojas, M. (1986). Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá *Dasiops inedulis* (Diptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 12(1): 16–22.
- Angulo, R. (2010). *Maracuyá Passiflora edulis, variedad flavicarpa*. Bogotá, Colombia: Bayer CropScience S.A.
- Arévalo, E., Díaz, A., Galindo, J. & Rivero, M. (2011). *Manejo de problemas fitosanitarios del cultivo de gulupa (Passiflora edulis Sims.)*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.
- Badii, M., Guillen, A., Abreu, J., Cerna, E., Landeros, J. & Ochoa, Y. (2012). Métodos absolutos y relativos de muestreo. *International Journal of Good Conscience*, 7 (1), 78–84.
- Badii, M., Guillen, A., Cerna, E., Valenzuela, J. & Landeros, J. (2011). Muestreo secuencial: clases, ventajas y aplicaciones. *International Journal of Good Conscience*, 6(2) 113–133.
- Bernal, J. (2006). *Plan Institucional de Gestión Ambiental del Jardín Botánico de Bogotá*. Jardín Botánico de Bogotá.

- Bernal, J. & Cabrera, C. (2006). *Manual técnico para el cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis Juss) en el Departamento de Huila*. Neiva, Colombia: Cadena Productiva Frutícola.
- Bulla, J., Prieto, J., Santamaria, M. & Fernández, J. (2013). Insectos asociados a *Passiflora longipes* y *Passiflora bogotensis* en un fragmento de Bosque Alto Andino de la Sabana de Bogotá. *Inventum*, 15, 41–49.
- CDB. (2008). *La biodiversidad y la agricultura, salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal, Quebec, Canadá: secretaria del convenio sobre Diversidad Biológica.
- Caraballo, M. & Guaharay, F. (2004). *Control biológico de plagas agrícolas*. Managua, Nicaragua: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza – CATIE.
- Cardona, C. & Mesa, N. (2015). Entomología económica y manejo de plagas. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Cardona, C. & Mesa, N. (2015). *Principios generales de entomología económica*. En Entomología económica y manejo de plagas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, pp. 32–34.
- Cardozo, R., Córdoba, S., Gonzales, J., Guzmán, J., Mesa, L.I., Pacheco, R., Zúñiga, P. (2009). *Especies Útiles en La Región Andina de Colombia* (1a.ed.). Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá.
- Carbajal, A. & Vásquez, M. (2012). Insectos y otros artrópodos plaga asociados al cultivo de maracuyá, *Passiflora edulis*, en tres localidades de la provincia de Trujillo (Perú). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, 32(1), 73–103.
- Castro, A. (2012). *Dasiops Rondani (Diptera: Lonchaeidae) asociadas a pasifloras cultivadas en Colombia* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Casas, Y. & Novoa, M. (2009). Evaluación del establecimiento de *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes: Phytoseiidae) para el control de *Tetranychus urticae*- koch

- (Acariformes: Tetranychidae) en rosa (tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Coto, D. & Saunders, J. (2004). *Insectos plaga de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central*. Turrialba, Costa Rica: Universidad EARTH.
- Costa, J. (2009). Membrácidos (Hemiptera: Membracidae) de los bosques nublados en el Parque Nacional del Manu (PNM), Cusco, Perú. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del valle*, 10(1), 8–13.
- Constantino, L. (1994). *Diversidad, Cría y Conservación de Mariposas del Pacífico Colombiano*. 1er Congreso Nacional de Biodiversidad Colombia. Memorias. 76 p.
- Daza, M., Cantor, F., Rodríguez, D., Bustos, A. & Cure, J. (2010). Criterios para la producción de *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes: Phytoseiidae) bajo condiciones de invernadero. *Acta biol. Colomb.*, 15(1), 37–46.
- Deginani, N. (2012). Flora del valle de Lerma. Aportes Botánicos de Salta - *Ser. Flora*, (6), 1–23.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2016). *Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2015. Boletín Técnico, Cultivos Permanentes y Frutales*. Bogotá, Colombia: DANE.
- DeVries, P. (1987). *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History*. Volumen I: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princenton University Press. New Jersey-United States. 327 p.
- Duque, M.C. (2010). Patrones de disposición espacial y su importancia en la definición de un muestreo en MIP. En F. Duran (Ed.), *Control biológico de plagas* (1a. ed., pp. 153–180). Bogotá, Colombia.: Grupo Latino Editores.
- Dulanto, J. & Aguilar, M. (2011). *Guía técnica manejo integrado en producción y sanidad de maracuyá*. Piura, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Escobar, L. (1988). *Passifloraceae. Passiflora, Subgéneros: Tacsonia, Rathea, Manicata y Distephana*. Flora de Colombia No. 10. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 138 p.
- Espejo, D. & Hidalgo, J. (2013). *Insectos asociados entre un cultivo agroecológico de curuba (Passiflora tripartita var. mollissima) y un fragmento de bosque alto andino de la Sabana de Bogotá* (tesis de pregrado). Bogotá, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Espejo, D., Hidalgo, J., Santamaria, M. & Fernández, J. (2014). Insectos asociados entre un cultivo de curuba y un fragmento de bosque Alto Andino de la Sabana de Bogotá. *Inventum*, 16(1), 9–16.
- Fischer, G., Casierra-Posada, F. & Piedrahita, W. (2009). Ecofisiología de las especies pasifloráceas cultivadas en Colombia. *Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 1, 45–65.
- Fonque, S. & Melo, A. (2014). *Determinación de plagas de dos cultivos agroecológicos de curuba (Passiflora tripartita var. mollissima) ubicados en el municipio de Madrid, vereda puente piedra y municipio de Subachoque, vereda la pradera*. (Tesis pregrado) Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Colombia.
- García, J. (2016). *Fenología y herbívoros plaga del cultivo de curuba en Pasca, Cundinamarca*. (tesis de maestría)., Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- García, J., Chamorro, L., Floriano, J., Vera, L. & Segura, J. (2007). *Enfermedades y plagas en el cultivo de granadilla (Passiflora ligularis) en el departamento del Huila*. Nataima, Tolima: CORPOICA.
- García, N. & Galeano, G. (2006). *Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 3: Las Bromelias, las labiadas y las pasifloras*. Bogotá, Colombia: IAVH.
- García, M. (2002). *Guía técnica cultivo de maracuyá amarillo*. (1a.ed.). San Salvador, El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agraria y Forestal – CENTA.

- Guerrero, E., Potosí, C., Melgarejo, L. & Hoyos, L. (2012). *Manejo agronómico de gulupa (Passiflora edulis Sims) en el marco de las buenas prácticas agrícolas (BPA)*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Giraldo, G. (2003). *Manejo integrado de plagas-MIP*. Recuperado de, http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLAGAS.pdf
- González, L. (2014). *Sinopsis de Membracidae (Hemiptera: Membracoidea) de Colombia, relacionados con ecosistemas agrícolas* (tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gómez, J. & Parra, M. (2006). *Manual técnico cultivo de maracuyá (Passiflora edulis) en el departamento del Huila*. Cadena Productiva Frutícola Secretaria Técnica, Neiva, 32 p.
- Gutiérrez, C., Carrejo, N. & Ruiz, C. (2005). Listado de los géneros de Syrphidae (Diptera: Syrphoidea) de Colombia. *Biota Colombiana*, 6(2), 173–180.
- Herbario JBB en línea - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Recuperado de, <http://coleccion.es.jbb.gov.co/herbario>. Consultado en 2017-08-13
- Hernández, A. & García, N. (2006). Las pasifloras. En: García, N. & Galeano, G., *Libro Rojo de plantas de Colombia. Volumen 3: Las Bromelias, las labiadas y las pasifloras* (583–657). Bogotá, Colombia: IAVH.
- Hernández, A. & Bernal, R. (2000). Lista de Especies de Passifloraceae de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(3), 320–335.
- Holm-Nielsen, L., Jorgensen, P. M. & Lawesson, J. E. (1988). Passifloraceae. En Harling, G. & Andersson, L (31–130). *Flora of Ecuador*. Copenhagen: University of Goteborg.
- Holguín, C., Mendoza, C., Tauber, C. & Bellotti, A. (2004). *Especies de la familia Chrysopidae asociadas al cultivo de yuca Manihot esculenta Crantz*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT.

- Imbachi, K., Quintero, E., Manrique, M. & Kondo, T. (2012). Evaluación de tres proteínas hidrolizadas para la captura de adultos de la mosca del botón floral de la pitaya amarilla, *Dasiops saltans* Townsend (Diptera: Lonchaeidae). *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 159–166.
- JBB (2008) *Jardín botánico José Celestino Mutis: Guía para el visitante*. Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Jiménez, E. (2009). “Métodos de control de plagas”. Recuperado de, <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- Karlik, J. F., Goodell, P. B. & Osteen, G. W. (1995). Sampling and treatment thresholds for spider mite management in field-grown rose plants. *HortScience*, 30, 1268–1270.
- Kondo, D., López, R. & Quintero, E. (2012). Manejo integrado de insectos escama (Hemiptera: Coccoidea) con énfasis en control biológico. *Novedades Técnicas*, 7–14.
- Kondo, D. (2009). Brote poblacional de “La tortuguita”: *Ceroplastes cirripediformis* Cosmstock en un cultivo de maracuyá en Palmira, Valle del Cauca, Colombia. *Novedades técnicas*, 26–33.
- Laso, G. & Martínez, L. (2012). *Determinación del índice de herbivoría y ganancia de peso en la fase de oruga de dos especies de Lepidópteros diurnos de interés zootécnico Dione glycera y Papilio polyxenes americanus como referencia para el montaje de un zocriadero en el municipio de Pasto* (tesis de pregrado). Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- López, H., Montenegro, O. & Liévano, L. (2014). *ABC de la Biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Jardín Botánico de Bogotá & Universidad Nacional de Colombia.
- López, A. & Ramírez, A. (1998). Estudio sobre la curva poblacional de adultos de la mosca del botón floral (*Dasiops saltans* Townsend) y evaluación de pérdidas ocasionadas en la floración en un cultivo comercial de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Schum) en el departamento de Cundinamarca (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá Colombia.

- Lobo, M. & Medina, C. (2009). Recursos genéticos de pasifloráceas en Colombia. *Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas*, (1) 7–14.
- Lobo, J., Martín-Piedra, F. & Veiga, C. (1998). Las trampas pitfall con cebo, sus poblaciones en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). *Revue D' Ecologie et de Biologie du Sol*, 25(1), 77–100.
- López, B. (2016). *Análisis de la interacción de acaricidas de nueva generación con los agentes de control biológico Typhlodromus pyri (Acari: Phytoseiidae) y Beauveria bassiana (Hypocreales: Clavicipitaceae) para su correcta incorporación al manejo integrado de Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae)* (Tesis doctoral). Universidad de la Rioja, Logroño, España.
- Marín, J. & Céspedes, C. (2007). Compuestos volátiles de plantas. Origen, emisión, efectos, análisis y aplicación al agro. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(4), 327–351.
- Martínez, A., de la Torre, P. & García, S. (2004). Principales ácaros detectados en la provincia de Villa Clara. *Fitosanidad*, 8(1), 3–18.
- Medina, R., García, A. & Arias, S. (Ed.). (2007). *Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mesa, N. (1999). *Ácaros de importancia agrícola en Colombia*. Palmira, Valle del Cauca: Universidad Nacional de Colombia.
- Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra-Posada, F., Piedrahíta, W. & Flórez, L. E. (2009). *Cultivo, postcosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.
- Monje, B. (2012). *Componentes para el manejo integrado de Neohydatothrips signifer. (Thysanoptera: Thripidae) en maracuyá amarillo (Passiflora edulis Degener) var. flavicarpa, en el departamento del Huila* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Montano, R. & Bustamante, E. (2017). *Taxonomía, diversidad y distribución temporal de insectos asociados al cultivo del maracuyá (Passiflora edulis Sims), en dos fincas de*

- Sébacko, Matagalpa, 2016 (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Montero, J., & Barrientos, A. (2007). *Manual para el manejo de mariposarios*. Instituto de Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia-Costa Rica. 87 p.
- Moreno, R. (1977). Revisión de las técnicas de muestreo en entomología aplicada. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 3(1), 207–217.
- Nájera, M. & Souza, B. (2010). *Insectos benéficos guía para su identificación*. Minas Gerais, Brasil: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Ocampo, J., Rodríguez, A., Puentes, A., Molano, Z. & Parra, M. (2015). *El cultivo de la Cholupa (Passiflora maliformis L.) Una alternativa para la fruticultura colombiana*. Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las pasifloras de Colombia – CEPASS. Neiva (Huila), 52 p.
- Ocampo, J., Arias, J. & Urrea, R. (2015). Colecta e identificación de genotipos élite de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 9–23.
- Ocampo, J. (2013). Diversidad y distribución de las Passifloraceae en el Departamento del Huila en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3), 511–516.
- Ocampo, J. & Posada, P (2012). Ecología del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis* f. Sims). *Tecnología para el cultivo de la Gulupa en Colombia (Passiflora edulis f. Sims)*. Bogotá, pp. 29–32.
- Ocampo, J. & Wyckhuys, K. (2012). *Tecnología para el cultivo de la gulupa (Passiflora edulis f. edulis Sims)*. Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Republica de Colombia. Bogotá. 68 p.

- Ocampo, J., Coppens, G., Restrepo, M., Jarvis, A., Salazar, M. & Creuci, C. (2007). Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. *Biota Colombiana*, 8(1), 1–45.
- Ortiz, D. (2010). *Estudio de la variabilidad genética en materiales comerciales de gulupa (Passiflora edulis f. edulis Sims) en Colombia* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Olaya, A.; A. Rivera & C. Rodríguez (Eds.) 2002. *Plan Nacional de Colecciones para los Jardines Botánicos de Colombia*. Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia & Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2005). *Guía para el trampeo en programas de control de la fruta en áreas amplias*. Viena, Austria: OIEA.
- Parra, M. (2011). *Cadena productiva de las pasifloras*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Parra, M. (2012). *Acuerdo de competitividad para la cadena productiva de pasifloras en Colombia*. Huila, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Pérez, T. (1999). La especialización en los insectos fitófagos: una regla más que una experiencia. *Boletín S.E.A.* 26(1), 759–776.
- Pinzón, O. & Quintero, P. (2007). Caracterización biológica, hábitos, enemigos naturales y fluctuación poblacional de *Aconophora elongatiformis* Dietrich en *Tecoma stans* (L.) Juss, Ex Hbk. *Colombia Forestal*, 7(14), 33–54.
- Posso, C. & Chacón, P. (1981). Estudios sobre el daño causado por *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) en botones florales de maracuyá. *Revista Coagro* 36(1), 31–33.
- Pulido, H., Parrales, D., Gil, P. & Torres, L. (2010). *Catálogo ilustrado de las mariposas de la reserva de la Sociedad Civil Rogitama Biodiversidad, Arcabuco, Boyacá – Colombia*. Tunja, Boyacá, Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

- PROMOSTA. (2005). *El cultivo del maracuyá 10 (Passiflora edulis)*. Guías técnicas de frutas y vegetales (8–9). Costa Rica: Proyecto de Modernización de los servicios de Tecnología Agrícola
- Quintero, E. (2013). *Reconocimiento de parasitoides y evaluación de un cebo tóxico para el control de las moscas del botón floral Dasiops spp. (Diptera: Lonchaeidae) del maracuyá amarillo y la pitaya amarilla en el valle del cauca*. (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.
- R Development Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing: R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Ramírez, P. (2005). *Determinación de la incidencia de distintas enfermedades en frejol (Phaseolus vulgaris L.), soya (Glycine max L.) y girasol (Heliantus annuus L.), cultivados bajo dos sistemas de riego: aspersión mediante pivote central y riego por surcos*. (Tesis pregrado) Universidad de Talca, Talca, Chile.
- Reyes, S. y B. Zambrano. (2001). Identificación de especies de la familia Chrysopidae (Neuroptera) presentes en algunas zonas agrícolas del estado Falcón. Resúmenes del XVII Congreso Venezolano de Entomología. *Sociedad Venezolana de Entomología*. Maturín, Venezuela. 114 p.
- Ríos, F. & Baca, P. (2003). *Niveles y umbrales de daños económicos de las plagas*. Tegucigalpa, Honduras: Instituto Nacional Tecnológico.
- Rodríguez, M., Niño, N., Cutler, J., Langer, J., Casierra-Posada, F., Miranda., Bandte, M. & Buttner, C. (2016). Certificación de material vegetal sano en Colombia: un análisis crítico de oportunidades y retos para controlar enfermedades ocasionadas por virus. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1), 164 – 175.
- Romero, A. & González, A. (2012). *Cultivo de Maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) establecido con buenas prácticas agrícolas (BPA) en el Centro Internacional de agricultura Tropical CIAT*. Cali, 47 p.

- Salamanca, J., Varón, E. & Santos, O. (2010). Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1), 31–40.
- Salles, L. A. (1999). Efeito de envelhecimento e da decomposição do atrativo na captura de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *Revista Brasileira de Agrociência*, 5(1), 147–148.
- Santos, O., Varón, E. & Salamanca, J. (2009). Prueba de extractos vegetales para el control de *Dasiops spp.*, en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el Huila, Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(29), 141–151.
- Santos, O. (2010). *Determinación del nivel de daño económico y la fluctuación poblacional de Neohydatothrips signifer (Priesner 1932). (Thysanoptera: Thripidae) en maracuyá (Passiflora edulis Degener) Var. Flavicarpa en el municipio de Suaza (Huila)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Santamaria, M., Ebratt, E., Castro, A. & Brochero, H. (2016). Parasitoides himenópteros de *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) que infestan *Passiflora* spp. (Passifloraceae) cultivadas en Cundinamarca y Boyacá, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 34(2), 200–208.
- Santos, O., Varón, E. & Floriano, J. (2012). Propuesta de muestreo para *Neohydatothrips signifer* (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de maracuyá. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 47(11), 1572–1580.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*. 52, 591–611.
- Segura, S. (2003). *Caracterización Morfológica de Germoplasma*. Estudios de casos. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos (56–70). Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos.
- Ussa, J. (2010). *Diagnóstico de las áreas rurales de Bogotá, D.C.* Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá y Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Vázquez, L., Matienzo, Y., Veitía, M. & Alfonso, J. (2008). Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. La Habana, Cuba: Centro de Información y Documentación de Sanidad Vegetal (CIDISAV).
- Vega, G. (2010). *Guía de plantas hospederas para mariposarios*. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad
- Villagrán, M., Jiménez, A., Soria, J. & Ocete, M. (2002). Muestreo aleatorio simple y muestreo sistemático de las poblaciones de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col: curculionidae) y *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lep: tortricidae) en encinas. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 28(1), 59–66.
- Villacide, J. & Corley, J. (2012). *Introducción a la teoría del control biológico de plagas, Serie Técnica: Manejo Integrado de plagas forestales*. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA.
- Wickham, H. (2009). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer Science and Business Media, New York, New York, USA.