

**ESTUDIO DE LAS VISITAS DE LAS MOSCAS DE LAS FLORES (DIPTERA :  
SYRPHIDAE) A *Salvia bogotensis* (LAMIALES : LAMIACEAE) EN EL JARDÍN  
BOTÁNICO “JOSÉ CELESTINO MUTIS” (BOGOTÁ, D.C.)**

MÓNICA MARÍA ZAMORA CARRILLO  
Código: 790704

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS  
2010

**ESTUDIO DE LAS VISITAS DE LAS MOSCAS DE LAS FLORES (DIPTERA :  
SYRPHIDAE) A *Salvia bogotensis* (LAMIALES : LAMIACEAE) EN EL JARDÍN  
BOTÁNICO “JOSÉ CELESTINO MUTIS” (BOGOTÁ, D.C.)**

MÓNICA MARÍA ZAMORA CARRILLO  
Código: 790704

Tesis presentada como requisito parcial para optar a título de Magister Scientae  
en Ciencias Agrarias, área de énfasis en Entomología

DIRECTOR  
GERMÁN AMAT GARCÍA M. Sc.  
Profesor Asociado  
Instituto de Ciencias Naturales  
Universidad Nacional de Colombia

CODIRECTOR  
Dr. JOSÉ LUIS FERNÁNDEZ-ALONSO  
Profesor Asociado  
Instituto de Ciencias Naturales  
Universidad Nacional de Colombia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS  
2010

“Este trabajo forma parte de las investigaciones realizadas por la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia. Sin embargo, las ideas emitidas por el autor son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la universidad”

(Artículo 14 de la resolución N° 00047 de 1981)

## APROBACIÓN

---

**Edison Torrado M. Sc.**  
Facultad de Agronomía  
Universidad Nacional de Colombia

---

**Dr. Xavier Marquinez**  
Departamento de Biología  
Universidad Nacional de Colombia

---

**Dr. Rosario Rojas**  
Departamento de Biología  
Universidad Nacional de Colombia

*A mis padres y a mi hermano*

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Un agradecimiento muy especial a las siguientes personas que intervinieron en el desarrollo y culminación de este trabajo**

Al profesor Germán Amat por la dirección y apoyo durante todas las etapas de este trabajo.

Al profesor José Luis Fernández por todos los conocimientos aportados que fueron la base de esta investigación.

Al Profesor Xavier Marquinez y a la profesora Rosario Rojas por sus valiosas sugerencias en la elaboración del documento final.

Al profesor Luis Carlos Jiménez por su asesoría y permitirme el acceso al laboratorio de palinología del Instituto de Ciencias Naturales.

A Leider Palacios por su valiosa colaboración y guía en el laboratorio de palinología.

A Luz Victoria Correa por ayudarme con la identificación de la carga de polen de los sírfidos.

A Augusto Montoya y a Carlos Ruíz por facilitarme las claves de la familia Syrphidae y bibliografía relacionada.

Al profesor Rodolfo Ospina por su colaboración y asesoría en prácticas de laboratorio.

Al profesor Gustavo Morales Lizcano por permitirme trabajar en las instalaciones del Jardín Botánico “José Celestino Mutis”.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Jardín Botánico José Celestino Mutis (Bogotá D.C.) a 2551 msnm. El objetivo principal fue caracterizar la interacción biológica entre *Salvia bogotensis* (Lamiales:Lamiaceae) y las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae). Los sírfidos asociados con *S. bogotensis* pertenecen a 9 morfoespecies agrupadas en 5 géneros correspondientes a: 4 del género *Allograpta* Osten Sacken, 1 del género *Lejops* (*Aemosyrphus*), 2 del género *Platycheirus* Lepeletier, 1 del género *Syrphus* Fabricius y 1 del género *Toxomerus* Macquart.

En este estudio se observó que *S. bogotensis* no presenta autofecundación y posee síndrome de la entomofilia. Dentro de los insectos visitantes presentes en el lugar de estudio se observaron especies de las familias Syrphidae, Apidae, Antophoridae, Halictidae y Megachilidae. Respecto a las moscas de las flores visitantes, estas presentaron características comportamentales y morfológicas asociadas a vectores no eficientes del polen, con una tasa baja de visitas, incapacidad de activación de las palancas estaminales y mínimo contacto del área del cuerpo del insecto con las anteras de la flor. Adicionalmente, presentaron una muy baja carga de granos de polen de *S. bogotensis*, con alta inversión de tiempo en la limpieza de su cuerpo. Las flores visitadas por insectos de la familia Syrphidae no actuaron en la formación de fruto. Lo anterior permite concluir que estos insectos no participan en la polinización de *S. bogotensis*.

Respecto a los hábitos de pecoreo, estos insectos presentaron restricciones en cuanto al consumo de néctar debido a que la longitud del aparato bucal  $2,5 \pm 0,95$  (n=41) fue inferior a la profundidad de la corola  $7,36 \pm 0,56$  (n=50) y la longitud del ancho del tagma cefálico  $2,4 \pm 0,48$  (n=51) fue superior al ancho de la apertura floral  $2,2 \pm 0,4$  (n=50). Estos insectos son beneficiados en cuanto al consumo de

polen, sin embargo no generan limitación del recurso por lo cual se infiere que la relación entre las moscas de las flores y *S. bogotensis* es de tipo comensalismo.

**Palabras claves:** *S. bogotensis*, familia Syrphidae, interacciones biológicas, hábitos de pecoreo



## ABSTRACT

### **STUDY OF THE VISITS OF FLOWERS FLIES (DIPTERA : SYRPHIDAE) IN *Salvia bogotensis* (LAMIALES : LAMIACEAE) OF THE JARDÍN BOTÁNICO “JOSÉ CELESTINO MUTIS” (BOGOTÁ, D.C.)**

The present work was done in the José Celestino Mutis botanical garden (Bogotá D.C.). The objective was to characterize the biological interaction between *Salvia bogotensis* (Lamiales:Lamiaceae) and the flower flies (Diptera:Syrphidae). Syrphidae family recognized morphospecies 9 belonging to 5 genera. 4 del género *Allograpta* Osten Sacken, 1 del género *Lejops* (*Aemosyrphus*), 2 del género *Platycheirus* Lepeletier, 1 del género *Syrphus* Fabricius y 1 del género *Toxomerus* Macquart.

In this study it was observed that *S. bogotensis* no selfing and has entomofilia syndrome. Within the insect visitors present at the study site were observed species of the families Syrphidae, Apidae, Antophoridae, Halictidae and Megachilidae. Respect the flower visitors flies, they showed behavioral and morphological characteristics associated with inefficient pollen vectors, with a low rate of visits, inability for activation of levers staminal, minimum contact of the insect body with the anthers of the flower. Additionally had a low load of pollen grains of *S. bogotensis*, with high investment in time on cleaning of their bodies. The flowers visited only for this insect did not had formation of fruit. All this allows us to conclude that these insects do not act as pollinators in *S. bogotensis*.

Regarding foraging behaviour, these insects had restrictions on nectar consumption, because the proboscide length was less than the corolla depth ( $7,36 \pm 0,56$  n=50) and the length-width tagme cephalic  $2,5 \pm 0,95$  (n=41) was longer than the width of the opening flower  $2,2 \pm 0,4$  (n=50). These insects are beneficial in terms of consumption of pollen, but do not generate resource limitation for which

it is inferred that the biological interaction between flowers flies and *S. bogotensis* is commensalism.

**Key words:** *S. bogotensis*, Syrphidae family, biological interaction, foraging behaviour.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XVIII
INTRODUCCIÓN .....	1
1. OBJETIVOS .....	3
1.1. Objetivo general .....	3
1.2. Objetivos específicos .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Polinización y visitas florales de los insectos .....	4
2.2. Biología reproductiva del genero <i>Salvia</i> .....	4
2.3. Algunos aspectos de la biología de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae).....	7
2.4. Conducta de forrajeo y eficiencia en la polinización .....	9
3. METODOLOGÍA .....	10
3.1. Área de estudio y hábitats.....	10
3.2. Metodología .....	10
3.2.1. Caracterización taxonómica de la familia Syrphidae.....	12
3.2.2. Biología reproductiva de <i>S. bogotensis</i> .....	12
3.2.3.Muestreo del pecoreo .....	15
3.2.4. Uso del recurso .....	18

4.RESULTADOS.....	19
4.1.Caracterización de morfoespecies.....	19
4.1.1. Caracteres diagnósticos en campo.....	38
4.2. Algunos aspectos de la biología reproductiva de <i>S. bogotensis</i> .....	40
4.2.1.Descripción de estructuras reproductivas de <i>S. bogotensis</i> .....	40
4.2.2.Porcentaje de autofecundación en <i>S. bogotensis</i> .....	42
4.2.3. Síndrome de la entomofilia.....	42
4.3.Muestreo del pecoreo.....	44
4.3.1.Comportamiento de pecoreo.....	44
4.3.2.Abundancia.....	48
4.3.3.Frecuencia de pecoreo.....	49
4.3.4.Efecto de la vecindad ecológica.....	50
4.3.5.Factores competitivos.....	50
4.4. Uso del recurso.....	51
4.5. Eficiencia de polinización.....	52
5.DISCUSIÓN.....	54
5.1. Componente insecto.....	54
5.2. Componente planta.....	55
5.3. Interacción insecto-planta.....	56
6. CONCLUSIONES.....	62
7. RECOMENDACIONES.....	63
8. ANEXOS.....	64

9. BIBLIOGRAFÍA .....	81
-----------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo de formación de las palancas estaminales.....	5
<b>Figura 2.</b> Morfología de las palancas estaminales .....	6
<b>Figura 3.</b> Variación filogenética de las estructuras reproductivas del género <i>Salvia</i> .....	7
<b>Figura 4.</b> Características para el diagnóstico de la familia Syrphidae .....	9
<b>Figura 5.</b> Individuos de <i>S. bogotensis</i> en el Jardín Botánico José Celestino Mutis (Bogotá). .....	10
<b>Figura 6.</b> Etapas de investigación y parámetros considerados en el estudio de las visitas de la familia Syrphidae a <i>S. bogotensis</i> .....	11
<b>Figura 7.</b> Montajes de ensayos y elementos para mediciones de variables cuantitativas en la interacción Syrphidae- <i>S. bogotensis</i> .....	13
<b>Figura 8.</b> Mediciones realizadas en la relación de los hábitos de pecoreo con algunas variables de morfometria. ....	18
<b>Figura 9.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Allograpta</i> sp. 1.....	20

<b>Figura 10.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Allograpta</i> sp. 2.....	22
<b>Figura 11.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Allograpta</i> sp. 3.....	24
<b>Figura 12.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Allograpta</i> sp. 4.....	26
<b>Figura 13.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Lejops</i> sp. 1. ....	28
<b>Figura 14.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Platycheirus</i> sp. 1. ....	30
<b>Figura 15.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Platycheirus</i> sp. 2. ....	32
<b>Figura 16.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Syrphus</i> sp. 1.....	34
<b>Figura 17.</b> Algunos caracteres diagnósticos de la especie <i>Toxomerus</i> sp. 1.....	36
<b>Figura 18.</b> Algunos aspectos de la biología de <i>S. bogotensis</i> .....	41
<b>Figura 19.</b> Resultados de los tratamientos del ensayo de síndrome de la entomofilia .....	43
<b>Figura 20.</b> Insectos de la superfamilia Apoidea que presentaron visitas florales a <i>S. bogotensis</i> .....	43
<b>Figura 21.</b> Relación entre la frecuencia de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) y sus actividades en <i>S. bogotensis</i> .....	44

<b>Figura 22.</b> Algunos patrones de comportamiento de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) en la flor de <i>S. bogotensis</i> .....	45
<b>Figura 23.</b> Relación entre la frecuencia de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) y sus actividades en las flores de <i>S. bogotensis</i> .....	46
<b>Figura 24.</b> Algunos patrones de comportamiento de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) en el conjunto de tallos y hojas de <i>S. bogotensis</i> .....	47
<b>Figura 25.</b> Relación entre la frecuencia de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) y sus actividades en tallos y hojas de <i>S. bogotensis</i> . .....	47
<b>Figura 26.</b> Patrones de abundancia relativa en cada una de las morfoespecies de moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) en sus visitas a <i>S. bogotensis</i> . .....	48
<b>Figura 27.</b> Frecuencia de pecoreo en función de la morfoespecie y el sexo de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) a <i>S. bogotensis</i> .....	49
<b>Figura 28.</b> Efecto de la vecindad ecológica sobre el número de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) a <i>S. bogotensis</i> .....	50
<b>Figura 29.</b> Detalle de la morfología y simulación artificial del mecanismo de activación de las palancas estaminales en <i>S. bogotensis</i> . .....	52
<b>Figura 30.</b> Granos de polen encontrados en insectos visitantes florales de la familia Syphidae a <i>S. bogotensis</i> .....	53



## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Listado de las morfoespecies de Syrphidae que visitan a *S. bogotensis* en el Jardín Botánico José Celestino Mutis (Bogotá D.C.) .....19
- Tabla 2.** Caracteres diagnósticos en campo para la identificación de las morfoespecies de la familia Syrphidae que realizan visitas a *S. bogotensis* .....38
- Tabla 3.** Patrones de tasas de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) a *S. bogotensis* .....49
- Tabla 4.** Datos de evaluación de patrones competitivos por explotación del recurso observados entre los visitantes florales de *S. bogotensis*.....51
- Tabla 5.** Valores de longitud promedio de probóscidae de las morfoespecies de sírfidos encontradas en actividad de pecoreo en *S. bogotensis* .....51

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Protocolo de toma de datos de variables de caracterización cuantitativa de estructuras reproductivas en <i>S. bogotensis</i> .....	64
<b>Anexo 2.</b> Protocolo de acetólisis .....	65
<b>Anexo 3.</b> Protocolo de toma de datos de interacción entre las moscas de las flores y <i>S. bogotensis</i> .....	67
<b>Anexo 4.</b> Datos de caracterización de <i>S. bogotensis</i> .....	68
<b>Anexo 5.</b> Datos de muestro de pecoreo de la familia Syrphidae en <i>S. bogotensis</i> .....	70
<b>Anexo 6.</b> Datos del primer ensayo de autofecundación .....	76
<b>Anexo 7.</b> Datos del segundo ensayo de autofecundación .....	77
<b>Anexo 8.</b> Datos del ensayo de síndrome de la entomofilia .....	78
<b>Anexo 9.</b> Datos de carga de polen .....	79
<b>Anexo 10.</b> Tasa de visitas en función de la vecindad ecológica .....	80

**Anexo 11.** Datos de números de especies en función de la vecindad ecológica  
..... **¡Error! Marcador no definido.**

## INTRODUCCIÓN

Las flores de las salvias en la Cordillera Oriental de los Andes en Colombia presentan visitas florales por aves, mariposas (Lepidoptera), especies de abejas, abejorros (Hymenoptera) y moscas de las flores (Diptera) (Fernández, 2008), estas últimas han sido poco estudiadas en el tema de la polinización en comparación con especies del orden Hymenoptera. Las moscas de las flores pertenecen al orden Diptera, suborden Brachycera y a la familia Syrphidae. Esta familia cuenta con cerca de 6000 especies agrupadas en tres subfamilias: Microdontinae, asociada con depredación de hormigas, Eristalinae y Syrphinae que actúan en su estado adulto como polinizadores y en su estado de larva como insectos descomponedores de materia orgánica y enemigos naturales de insectos que afectan el crecimiento de las plantas (Schneider, 1969; Thompson, 1999; Sadeghi y Gilbert, 2000; Rojo *et al.*, 2003). Debido a la gran diversidad de sus hábitos alimenticios, existen estudios que las han empleado como indicadores ambientales (Sommagio, 1999; Castella y Speight, 1996). Muchas especies de moscas de las flores se han adaptado a ambientes intervenidos por el hombre (Arrignon *et al.*, 2007), por lo cual el sistema *S. bogotensis*-moscas de las flores pudo ser estudiado en el Jardín Botánico José Celestino Mutis como modelo de este tipo de ambiente.

Respecto a *S. bogotensis*, es una especie endémica de la Cordillera Oriental colombiana; pertenece a la familia Lamiaceae, la cual es cosmopólita, con cerca de 3000 especies y posee patrones especializados de polinización, dentro de los cuales se encuentran las palancas estaminales, presentes en el género *Salvia* (Heywood, 1985). Actualmente, en Colombia reviste gran interés el estudio de la propagación de especies con potencial en la industria de fármacos (MADR, 2010). En este sentido *S. bogotensis* presenta un complejo de lectinas que son

sustancias similares al Tn-antígeno empleadas en el diagnóstico del cáncer (Barroso *et al.*, 2005) y la mayoría de los aspectos relacionados con la biología reproductiva de esta planta son desconocidos.

La “Iniciativa Internacional para la conservación y uso sostenible de los polinizadores de la FAO” afirma que los estudios de relaciones biológicas permiten tener bases para la conservación de los polinizadores los cuales se han visto afectados en cuanto a su riqueza y abundancia debido a las actividades humanas y a su vez muchos cultivos y plantas silvestres que dependen de estos, para la formación de frutos y semillas (FAO, 2010).

En las visitas florales se pueden dar diferentes relaciones biológicas por ejemplo, mutualismo, comensalismo o antagonismo (Lunau, 2004). Las plantas pueden beneficiar a los insectos ofreciéndoles recursos (néctar, polen, alimento para estados inmaduros) y/o servicios (sitios de cópula o hábitat) y el insecto puede beneficiar a la planta como alimento de un insecto benéfico para la planta, como vector de polen y/o como enemigo natural de un insecto que afecte el crecimiento de la planta (Muñoz, 2005). Para estudiar el tipo de interacción se deben tener en cuenta dos componentes: Primero la planta en cuanto a su biología y segundo el insecto desde el punto de vista morfofuncional y de comportamiento (Barret *et al.*, 1997).

En este sentido, este estudio tuvo como propósito contribuir a lo anterior dando respuesta a las siguientes preguntas de investigación: ¿*S. bogotensis* contribuye a la reproducción y/o sobrevivencia de alguna o varias morfoespecies de moscas de las flores? y/o ¿Alguna o varias morfoespecies de moscas de las flores contribuyen a la reproducción y/o sobrevivencia de *S. bogotensis*?

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Objetivo general

- Caracterizar la interacción biológica entre *Salvia bogotensis* (Lamiales:Lamiaceae) y las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae)

### 1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar taxonómicamente las morfoespecies relacionadas de la familia Syrphidae con *S. bogotensis*.
- Determinar el patrón de pecoreo de las moscas de las flores en *S. bogotensis*
- Relacionar variables de morfometría del aparato bucal del insecto y la flor con los hábitos de pecoreo

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

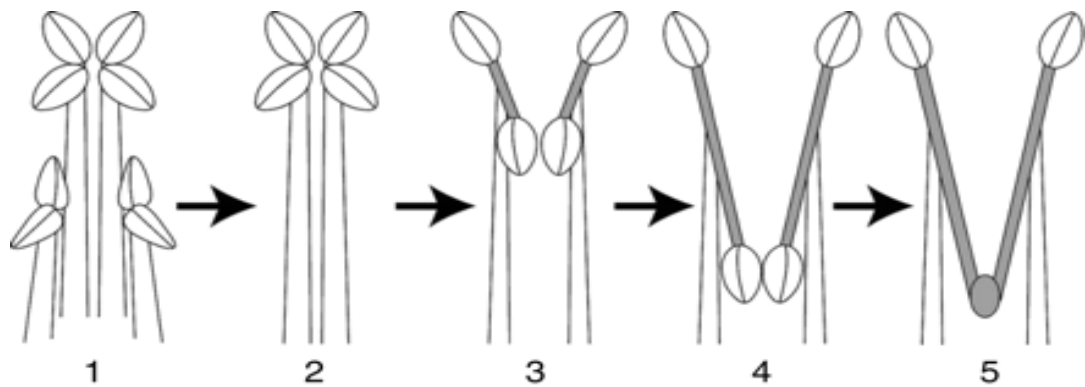
### 2.1. Polinización y visitas florales de los insectos

En las visitas florales se pueden dar diferentes relaciones o interacciones biológicas (Lunau, 2004). Un ejemplo de interacción es la polinización. La polinización es una relación de tipo mutualista que consiste en la transferencia del polen de las anteras al estigma de la flor. La biología de la polinización involucra dos elementos: la planta y el vector (Barret *et al.*, 1997). Según los vectores existen diferentes síndromes florales. Los síndromes florales son un conjunto de características que posee una planta destinadas al uso de un determinado vector como época de floración, horario, cantidad y composición química de los recursos florales entre otras. Dentro de los síndromes florales se encuentra la hidrofilia cuando el vector es el agua; la anemofilia (viento) y la zoofilia (animales) típica de la gran mayoría de las plantas con flores que ofrecen recursos tales como néctar, polen y/o servicios como sitios de precópula, cópula, postcópula y hábitat. La zoofilia es uno de los ejemplos de procesos coevolutivos entre plantas y animales que contribuye a la radiación adaptativa de las especies involucradas ya que origina individuos genéticamente nuevos y por ende la generación constante de variabilidad genética en las poblaciones (Lunau, 2004). La zoofilia se subdivide en quiropterofilia (murciélagos), ornitofilia (aves) y la entomofilia (insectos). A su vez la entomofilia se divide en cantarofilia (coleópteros), la miofilia (dípteros), la falenofilia (Lepidópteros) y la melitofilia (Himenópteros) (Muñoz, A. 2005).

### 2.2. Biología reproductiva del genero *Salvia*

El género *Salvia* pertenece a la familia Lamiaceae la cual se caracteriza por tener una corola bilabiada y hábitos herbáceos o arbustivos (raramente arbóreos o enredaderas) (Heywood, V. H., 1985). Las salvias se caracterizan por la pérdida

de los dos estambres posteriores y el alargamiento de los conectivos entre las tecas (Figura 1). Los síndromes de la polinización de las salvias son la entomofilia y la ornitofilia según revisiones de Claßen-Bockhoff y Wester (2007).

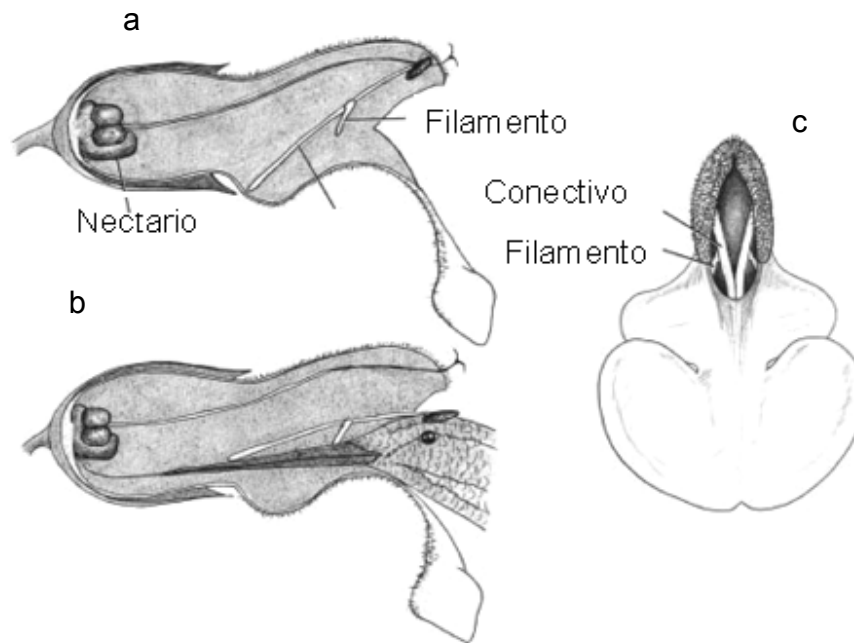


1) Presencia de cuatro estambres; 2) Pérdida de dos estambres; 3) Alargamiento inicial de los conectivos; 4) Alargamiento final de los conectivos y 5) Fusión de los conectivos (Walker y Sytsma, 2007)

**Figura 1.** Modelo de formación de las palancas estaminales

El alargamiento de los conectivos con la sucesiva unión de las tecas posteriores produjo la novedad evolutiva denominada palancas estaminales (figura 2). Esta es una estructura similar a un balancín que tiene como objeto optimizar el uso del polen Stone *et al.*, (1998).





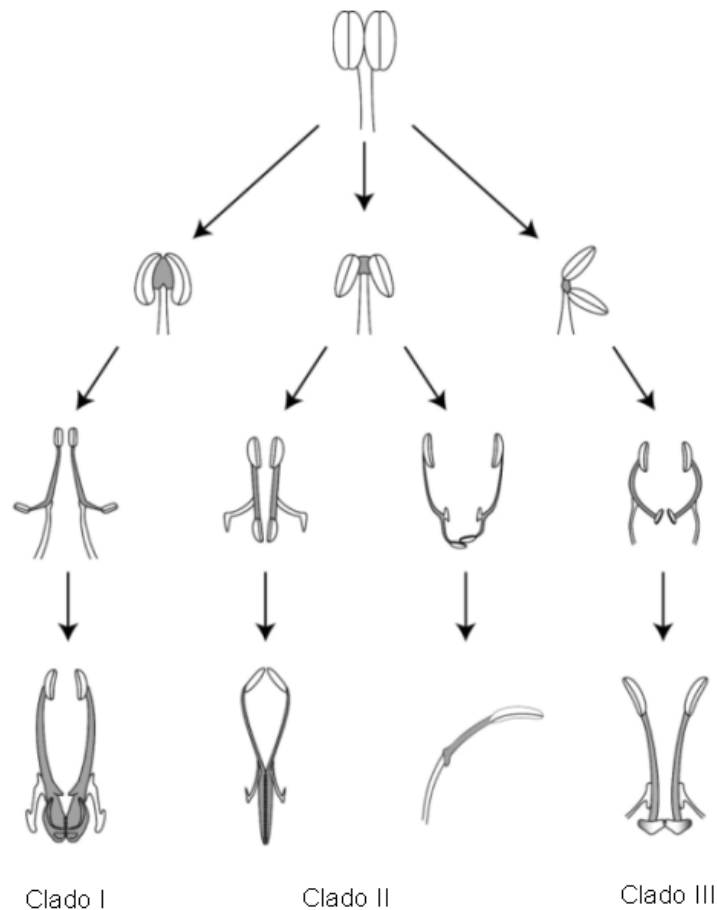
a) Vista lateral de la flor; b) Consumo de néctar y activación de las palancas estaminales; c) Vista frontal de la flor. (Walker y Sytsma, 2007 modificado por Mónica Zamora)

**Figura 2.** Morfología de las palancas estaminales

Según Walker *et al.* (2004) el género *Salvia* según el mecanismo de transferencia del polen, la diversidad floral y la funcionalidad se puede dividir en tres clados. El primero incluye las especies que tienen palancas estaminales activas con los estambres dentro del labio superior para evitar el consumo de polen por parte de insectos polinógrafos, el segundo incluye las especies con palancas estaminales que perdieron progresivamente la funcionalidad y tienen los estambres libres y el tercero es heterogéneo (figura 3).

Respecto al sistema reproductivo de las salvias, Mann (1959) afirma que se han reportado un alto número de casos de alogamia y pocos casos de autofecundación. Según este autor la alogamia es debida principalmente a la protandria. También se da el caso de plantas que presentan un porcentaje variable de polinización cruzada, según estén en un medio en presencia o ausencia de polinizadores Hernández-Gómez *et al.*, (2008). Faegri y Pijl (1979) expresan que

la homostilia y el pequeño tamaño de las flores son mecanismos que favorecen la autofecundación, lo cual concuerda con un ensayo de Haque y Goshal (1981) en plantas de *S. hispanica* aisladas de insectos en donde hubo producción de semilla y presentaron homostilia.



**Figura 3.** Variación filogenética de las estructuras reproductivas del género *Salvia*  
(Walker y Sytsma 2007 modificado por Mónica Zamora)

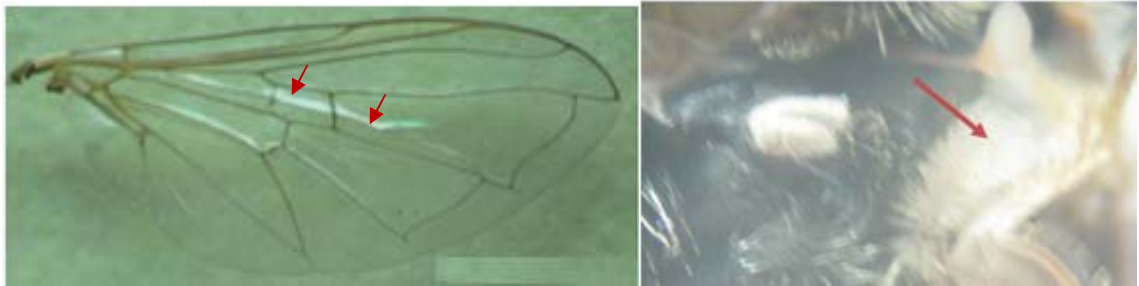
### 2.3. Algunos aspectos de la biología de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae)

La familia Syrphidae pertenece al orden Díptera y al suborden Brachicera. El orden Diptera constituye uno de los más grandes de Insecta, con cerca de 90000 especies descritas. Los dípteros presentan metamorfosis completa, poseen

reducción de las alas posteriores en estructuras denominadas halterios, aparatos bucales muy modificados y algunas veces no funcionales. El protórax y metatórax son pequeños y menos desarrollados que el mesotórax; los tarsos comúnmente tienen cinco segmentos. Las pupas pueden ser exarata (son visibles todas las partes del cuerpo) o obtecta (las partes del cuerpo están protegidas por una envoltura denominada crisálida en el caso de algunos nematócera). El orden Diptera se divide en dos subordenes: Nematócera y Brachicera. El suborden Nematocera se caracteriza por especies pequeñas y de largas antenas y el suborden Brachicera por especies robustas de antenas reducidas. Los hábitos alimenticios son variados, néctar, polen, savia de plantas, materia orgánica, depredadoras, parasitas y especializadas en succionar sangre por lo cual transmiten algunas enfermedades de importancia en la salud pública (González y Carrejo, 1992).

La familia Syrphidae pertenece al suborden Brachycera el cual es un grupo natural con el mayor número de especies del orden Díptera. Este suborden presenta las siguientes sinapomorfías: Cinco o menos segmentos o flagelómeros, las venas alares CuA2 y A1 forman la celda Cup, los palpos maxilares tienen dos segmentos o menos, la parte posterior de la cabeza de la larva se dirige hacia el protórax, la mandíbula larval se subdivide en dos partes, pérdida de la premandíbula en la superficie inferior del labro y en la genitalia del macho el epandrium está separado del Hypandrium (Wiegman y Yates, 2004).

La familia Syrphidae puede reconocerse por la terminación de la vena costal en el ápice de la R4+5; el ápice de la M1 dirigido fuertemente hacia el margen del ala; las celdas basal radial, basal medial y CuP son largas; celda apical cerrada R4+5, la presencia de una vena espuria que corre a lo largo de las celdas br y R4+5 (Thompson, F., 1999) y la presencia de plúmula lo cual es característico únicamente de esta familia (Speight, 2008) (figura 4).



a) Venación alar típica de un insecto de la familia Syrphidae y b) Detalle de la plúmula en la región torácica de la familia Syrphidae. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 4.** Características para el diagnóstico de la familia Syrphidae

Las subfamilias Syrphinae y Eristalinae son visitantes frecuentes y polinizadores de diferentes especies de angiospermas (Owen, 1981) y gimnospermas (Holloway *et al.*, 1997), tienen mimetismo con especies del grupo Aculeata del orden Hymenoptera como mecanismo de defensa y para adquirir recursos con mayor facilidad (Howarth *et al.*, 2004; Golding *et al.*, 2005 y Gilbert, 1981).

**2.4. Conducta de forrajeo y eficiencia en la polinización**

Los adultos de las subfamilias Syrphinae y Eristalinae se encuentran generalmente asociados a flores en su estado adulto y los principales componentes de su dieta son el néctar y polen (Vockeroth y Thompson, 1987), el primero es una fuente de energía y el segundo una fuente de proteína para el macho en la espermatogénesis y para la hembra en la formación de los huevos (Goulson and Wright, 1998). Las moscas de las flores son generalistas en cuanto a las especies vegetales en las cuales realizan las actividades de pecoreo. Las moscas de las flores de la familia Syrphidae son Syrphinae y Eristalinae. La primera posee baja pilosidad y aparatos bucales cortos, características asociadas con la baja eficiencia en la polinización y la segunda posee alta pilosidad que le permite la eficiente carga del polen y aparatos bucales largos con los cuales acceder tanto al néctar como al polen de un gran número de especies de angiospermas (Holloway, 1976).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Área de estudio y hábitats

Este estudio se realizó en el Jardín Botánico José Celestino Mutis ubicado en la ciudad de Bogotá a 4° 40' 24" Latitud Norte y 74° 06' 14,5" Longitud oeste; a una altura sobre el nivel del mar de 2551 metros. Con una precipitación media anual de 713 mm. El estudio se realizó en los individuos de *S. bogotensis* que se observan en la figura 5.

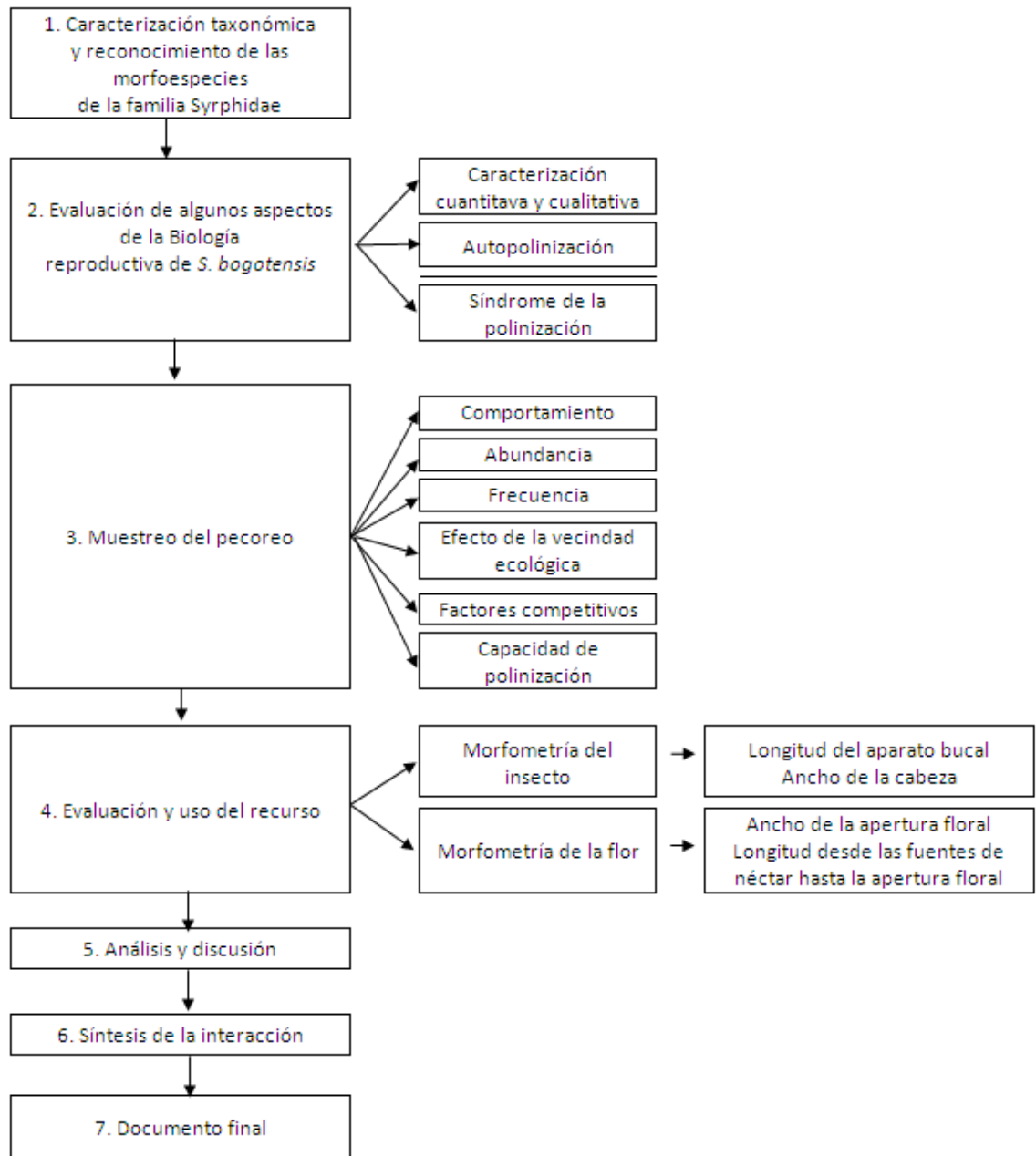


Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 5.** Individuos de *S. bogotensis* en el Jardín Botánico José Celestino Mutis (Bogotá).

#### 3.2. Metodología

La investigación se desarrolló en siete etapas: 1) Caracterización de las morfoespecies de la familia Syrphidae, 2) Valoración de algunos aspectos de la biología reproductiva de *S. bogotensis*, 3) Muestreo del pecoreo, 4) Evaluación y uso del recurso, 5) Análisis y discusión, 6) Síntesis de la interacción y 7) Elaboración del documento final (figura 6).



**Figura 6.** Etapas de investigación y parámetros considerados en el estudio de las visitas de la familia Syrphidae a *S. bogotensis*

### **3.2.1. Caracterización taxonómica de la familia Syrphidae**

Se realizó captura manual de los insectos de la familia Syrphidae que visitaron a las plantas de estudio durante cinco días. Los insectos se colocaron en viales con alcohol y se llevaron al laboratorio para el reconocimiento de géneros y caracterización de morfoespecies. Para la caracterización taxonómica de las morfoespecies se revisaron 222 caracteres con ayuda de los ejemplares de referencia de la colección entomológica del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia y se revisaron estudios de caracterización de especies reportadas en la literatura (Carver y Thompson, 2003) y claves de especies que están en construcción (Carrejo *et al.*, 2006).

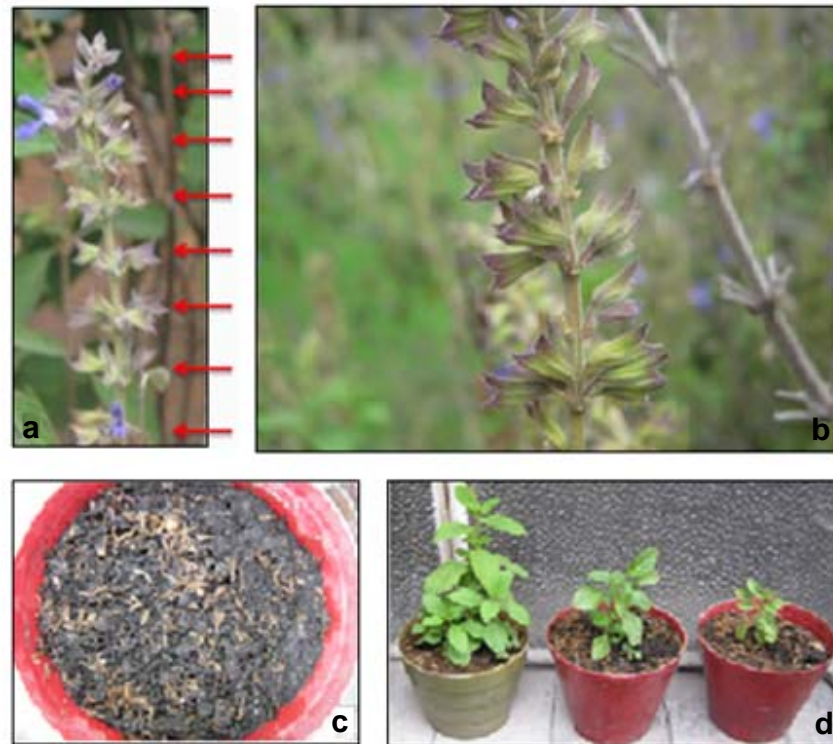
### **3.2.2. Biología reproductiva de *S. bogotensis***

En esta etapa se realizó la caracterización de órganos reproductivos de *S. bogotensis* y se evaluó porcentaje de autopolinización y la presencia del síndrome de la entomofilia con base en las metodologías empleadas por Núñez y Rojas (2008).

#### **3.2.2.1. Descripción de *S. bogotensis***

Se realizó una descripción cualitativa y cuantitativa. Para la descripción cuantitativa se usó un tamaño de muestra de 50 observaciones para las siguientes variables: número de niveles por inflorescencia (figura 7a), número de racimos por nivel, número de flores por nivel, número de flores abiertas por inflorescencia, número de semillas, longitud de tallo floral y número de frutos formados por inflorescencia (figura 7b) (Anexo 1). Después, se calculó la longitud promedio entre nudos, el porcentaje de formación de frutos y el número de botones por inflorescencia. Finalmente, se realizó la caracterización cualitativa y cuantitativa de 10 granos de polen con base en la metodología del Erdtman (1969) (Anexo 2). Las variables evaluadas fueron tipo de grano, simetría, tipo de abertura, ámbito, tipo

de exina, longitud del eje ecuatorial, longitud del eje polar, diámetro ecuatorial, lado apocálpico y exina total.



a) Medición del número de niveles de la inflorescencia, b) Frutos de *S. bogotensis* en formación, c) Semillas en proceso de germinación para la obtención de plantulas, d) Plantas para pruebas de autofecundación y síndrome de la entomofilia. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 7.** Montajes de ensayos y elementos para mediciones de variables cuantitativas en la interacción Syrphidae-*S. bogotensis*

### 3.2.2.2. Porcentaje de autofecundación en *S. bogotensis*

Se sembraron semillas en macetas bajo invernadero cubierto (figura 7c y 7d) y cuando las plantas estuvieron en etapa reproductiva se dejaron en un ambiente ausente de vectores de polinización. Este ensayo tuvo dos tratamientos. El primer tratamiento (testigo) correspondió a inflorescencias polinizadas artificialmente y el segundo a inflorescencias sin polinización artificial. A las flores que se les practicó polinización cruzada artificial se marcaron con tinta indeleble. El total de flores que



se les realizó polinización cruzada fue de 120 en el transcurso de 8 semanas es decir tres flores/inflorescencia/semana en promedio. Las plantas se observaron diariamente para registrar formación de fruto.

El segundo ensayo se realizó en plantas que ya estaban sembradas en suelo y tuvo dos tratamientos que se evaluaron en la misma inflorescencia. El primer tratamiento correspondió a flores con polinización cruzada artificial y el segundo a flores sin polinización artificial. El número de plantas que se usó fue de cuatro y el número de inflorescencias que se escogieron fue de 10 por planta, a las cuales se les eliminaron las flores y frutos formados o en formación mediante pinzas, luego se cubrieron con bolsas de tela para aislarlas de los insectos polinizadores, después de una semana se retiraron, se les realizó polinización artificial a 3 flores por inflorescencia, se marcaron con tinta indeleble y se volvieron a cubrir. Las flores que se polinizaron artificialmente, fue con el objeto de comprobar que, si no hay autofecundación en las otras flores no es debido a pudrición por el efecto del microclima generado por las bolsas. Las plantas se observaron diariamente para registrar formación de fruto.

La variable respuesta fue porcentaje de formación de frutos en ambos tratamientos (FF), para lo cual se dividió el número de flores que presentaron formación de frutos (NF) sobre el número de flores totales (FT).  $(FF = (NF/FT) * 100)$ . Finalmente se realizó una prueba de Kruskal-wallis.

### **3.2.2.3. Síndrome de la entomofilia**

Este ensayo se realizó en plantas propagadas por semilla. El primer tratamiento correspondió a plantas en presencia de insectos polinizadores y el segundo a plantas en ausencia de polinizadores. Por cada tratamiento se emplearon tres plantas. Finalmente se realizó una prueba de Kruskal-wallis. Para estimar el porcentaje de formación de frutos en ambos tratamientos (FF) se dividió el número de flores que presentaron formación de frutos (NF) sobre el número de flores

totales (FT). ( $FF=(NF/FT)*100$ ). Finalmente, se realizó una prueba de Kruskal-wallis.

### **3.2.3.Muestreo del pecoreo**

Inicialmente, se realizó un muestreo durante diez días para determinar y codificar las morfoespecies y actividades del insecto en la planta y estandarizar los protocolos. Luego se realizaron 3920 observaciones para evaluar la presencia o ausencia de los visitantes florales pertenecientes a la familia Syrphidae junto con otras variables. Cada observación tuvo un intervalo de cinco minutos. El formato de toma de datos se presenta en el Anexo 3. Con estos datos se determinó la frecuencia de cada una de las actividades, abundancia de las morfoespecies, frecuencia de pecoreo en función de la morfoespecie, frecuencia de pecoreo en función del sexo y efecto de la vecindad ecológica. Finalmente, se evaluó la competencia y eficiencia de polinización mediante pruebas controladas.

#### **3.2.3.1. Comportamiento de pecoreo de la familia Syrphidae**

Dentro de las variables que se evaluaron están, patrones de pecoreo: 1) En la planta en general, 2) La flor y 3) El tallo u hojas. La frecuencia absoluta de cada uno de los comportamientos (FA) se estimó como el número de veces que se observó un comportamiento (NA), ( $FA=NA$ ). Estas variables se evaluaron con base en las metodologías de Holloway (1976).

#### **3.2.3.2. Abundancia relativa de las morfoespecies de la familia Syrphidae**

Con el número de visitas registrado durante los muestreos se estimó la abundancia relativa de cada morfoespecie (AR) como el número de veces que se observó una morfoespecie (NV) dividido por el número de veces que se observaron todas las morfoespecies (NT), ( $AR=(NV/NT)*100$ ). Esta variable se evaluó con base en la metodología de Obregon (2008).

### **3.2.3.3. Frecuencia de pecoreo**

Con los datos de actividades de pecoreo, se realizó diagramas en función de la morfoespecie y del sexo. El sexo se determinó por la genitalia. La frecuencia relativa (FR) se estimó como el número de veces que se observó una actividad de pecoreo (NP) sobre el número de observaciones totales (NT) por 100, ( $FR=(NP/NT)*100$ ). Finalmente, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Esta variable se evaluó con base en la metodología de Irvin *et al.*, (1999).

### **3.2.3.4. Efecto de la vecindad ecológica**

Los días en los cuales se tomaron los datos se registraron si hay presencia de plantas aledañas en floración y con abundante número de visitantes florales de la familia Syrphidae para determinar la relación de este patrón con el comportamiento de las visitas de los sírfidos en las plantas de *S. bogotensis*. Para estimar el efecto de la vecindad ecológica (EV) se emplearon los datos cuando hubo floración (SA) en plantas aledañas y cuando no hubo floración en plantas aledañas (SN), ( $EV=SA-SN$ ). Finalmente se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Esta variable se evaluó con base en la metodología de Mac Leod (1999).

### **3.2.3.5. Factores competitivos**

Se evaluó la competencia por interferencia y explotación en la actividad de pecoreo para identificar si había limitación del recurso en el sistema de estudio. Para evaluar la competencia por interferencia en el pecoreo (acto de agresión cuando un organismo interfiere en el forrajeo de otro), se evaluó anotando el número de veces en el cual una flor que era visitada por un insecto al mismo tiempo fue visitada por otro insecto. La fórmula que se uso, fue: Competencia por interferencia (CI) es igual al número de veces que se observó este tipo de

competencia (NV) sobre el número total de observaciones (NT) por 100, ( $CI=(NV/NT)*100$ ).

Para evaluar la competencia interespecífica o por explotación del recurso floral, entendida como la que ocurre cuando individuos de diferentes especies requieren hacer uso de un mismo recurso en un mismo espacio, es decir que una misma flor puede ser visitada por varios polinizadores. Se evaluaron 80 flores en cuatro etapas. Las flores visitadas se marcaron con tinta indeleble mediante un punto. La fórmula que se usó fue: Competencia interespecífica (CI) es igual al número de veces que se observó la competencia interespecífica (NC) sobre el número total de observaciones (NT) por 100, ( $CI=(NC/NT)*100$ ). Estas variables se evaluaron con base en metodologías de Gilbert y Owen (1990).

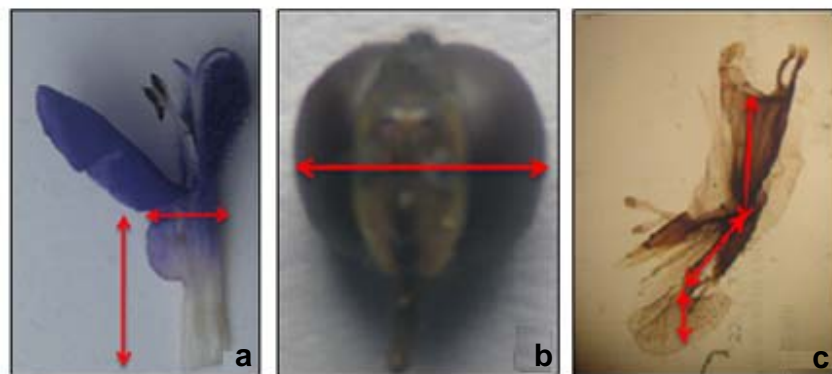
#### **3.2.3.6. Eficiencia de polinización**

La eficiencia en la polinización se determinó con base en la tasa de visitas, el porcentaje de activación de las palancas estaminales, el porcentaje de formación de frutos a partir de flores visitadas por sírfidos, partes del cuerpo del insecto en contacto con las anteras de la flor y las cargas polínicas efectivas. Para medir el porcentaje de formación de frutos se eliminaron las flores y frutos formados o en formación de 40 inflorescencias mediante unas pinzas, luego se cubrieron con bolsas de tela, después de una semana se retiraron y se esperó que los insectos realizaran las visitas. Las flores que fueron visitadas se marcaron con tinta indeleble y la inflorescencia se cubrió nuevamente con la bolsa de tela. Este procedimiento se realizó durante 20 días. En total se evaluaron 58 flores. Para evaluar la capacidad de carga se tuvo en cuenta el protocolo del Laboratorio de Palinología del Instituto de Ciencias Naturales (ICN). Para tal fin, se realizó la caracterización del grano de polen y luego se recolectaron 55 sírfidos cada uno en un eppendorf de 1.5 mm con alcohol. Al cabo de una semana se retiraron los sírfidos, se realizó centrifugación al eppendorf con alcohol a 4500 rpm durante

cinco minutos, luego se aplicó a cada eppendorf dos gotas de glicerina, se colocó en una estufa a 55 grados celsius y se procedió al montaje e identificación de los granos de polen de *S. bogotensis* bajo microscopio. Se usó como testigo el contenido estomacal de varios sírfidos visitantes. La eficiencia en la polinización se evaluó con base en estudios de Wester y Claßen–Bockhoff (2007), Nuñez y Rojas (2008), y Marquínez *et al.*, (2009).

#### 3.2.4. Uso del recurso

En 50 flores se tomaron medidas de longitud (desde la base hasta el punto en donde se bifurca la corola) y ancho de la apertura floral (figura 8a). A los insectos muestreados se les midió el ancho del tagma cefálico del insecto y la longitud de la probóscide (figura 8b y 8c). Para la medición de la longitud de la probóscide se procedió a realizar la extracción del aparato bucal, el aclaramiento en hidróxido de potasio y finalmente la medición en microscopio con reglilla. Los datos evaluados de morfometría de la flor y del insecto se relacionaron con los hábitos de pecoreo. Para la evaluación del uso del recurso se tuvieron en cuenta estudios de Gilbert (1981).



a) Medición de longitudes de la flor; b) Medición de ancho del tagma cefálico y c) Medición de longitud de la probóscide. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 8.** Mediciones realizadas en la relación de los hábitos de pecoreo con algunas variables de morfometría.

## 4.RESULTADOS

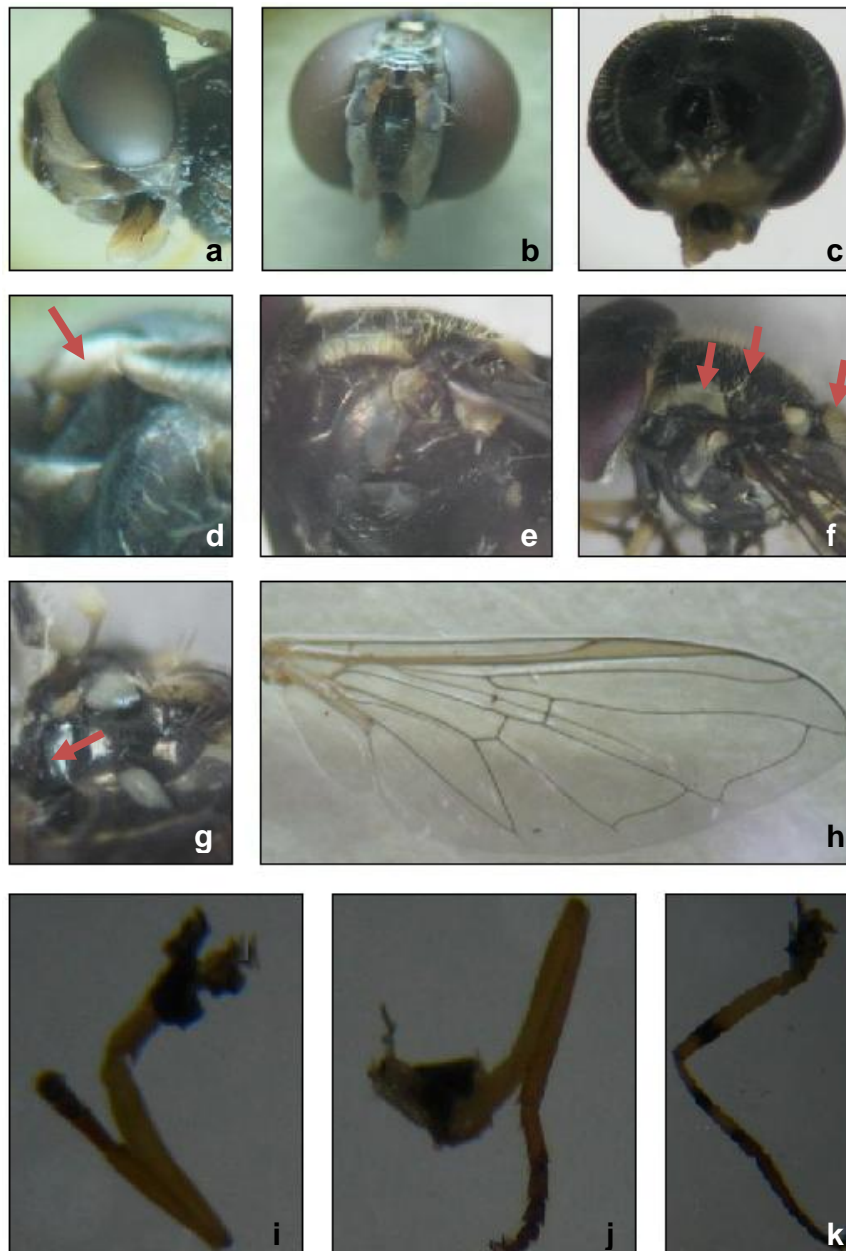
### 4.1.Caracterización de morfoespecies

Se observaron cinco géneros y nueve morfoespecies (Tabla 1). Los géneros encontrados fueron *Allograpta* Osten Sacken, *Lejops* (*Aemosyrphus*), *Platycheirus* Lepeletier, *Toxomerus* Macquart, y *Syrphus* Fabricius.

**Tabla 1. Listado de las morfoespecies de Syrphidae que visitan a *S. bogotensis* en el Jardín Botánico José Celestino Mutis (Bogotá D.C.)**

Géneros	Morfoespecies
<i>Allograpta</i> Osten Sacken, 1875	<i>Allograpta</i> sp. 1
	<i>Allograpta</i> sp. 2
	<i>Allograpta</i> sp. 3
	<i>Allograpta</i> sp. 4
<i>Lejops</i> ( <i>Aemosyrphus</i> ), Rondani, 1857	<i>Lejops</i> sp.1
<i>Platycheirus</i> Lepeletier & Serville, 1828	<i>Platycheirus</i> sp. 1
	<i>Platycheirus</i> sp. 2
<i>Syrphus</i> Fabricius, 1775	<i>Syrphus</i> sp 1
<i>Toxomerus</i> Macquart, 1855	<i>Toxomerus</i> sp. 1

*Allograpta* sp. 1



a) Vista lateral del tagma cefálico; b) Vista frontal del tagma cefálico; c) Vista posterior del tagma cefálico; d) Postpronotum; e) Pleura torácica; f) Escutum, escutellum, propleura antes de la sutura transversa; g) Metasternum, meron; h) Ala; i) Propata; j) Mesopata y Metapata. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 9.** Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Allograpta* sp. 1

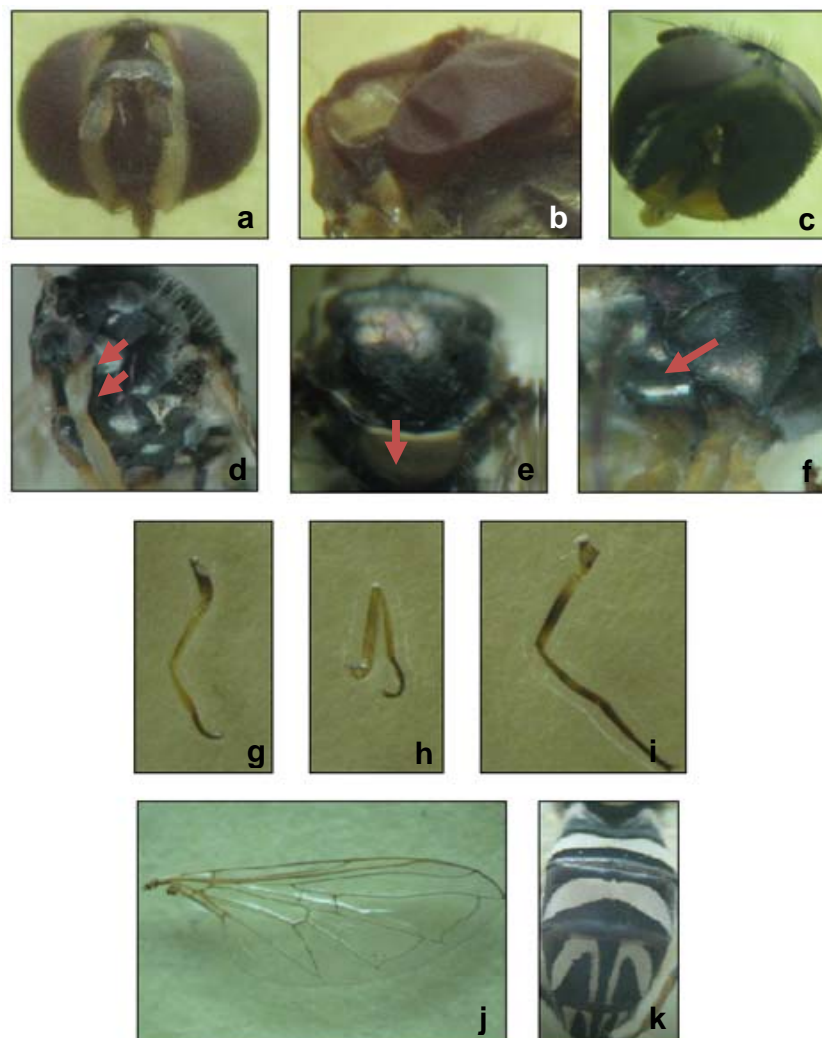
Tagma cefálico: Presencia de tubérculo antenal; ojos compuestos sin pilosidad (figura 9a); antenas bicolor amarillo-café; fosas antenales amarillas; lúnula negra; genas de color amarillo; presencia de veta facial que rodea las bases antenales (figura 9b), la longitud de la apertura oral es 2 veces el ancho; la longitud de la probóscide es casi igual a la longitud de la apertura oral; no hay presencia de tubérculo en el rostro; el occipucio es de color negro con pilosidad predominantemente amarilla (figura 9c).

Tagma torácico: Postpronotum amarillo sin pilosidad (figura 9d); notopleura lateralmente amarilla antes de la sutura transversa, pilosidad amarilla (figura 9e); scutum negro, pilosidad amarilla; scutellum completamente amarillo o café, pilosidad café postero-lateral; callo postalar amarillo, pilosidad amarilla; anepisternum anterior café oscuro, sin pilosidad; anepisternum posterior café-amarillo; katepisternum café oscuro con pequeñas áreas amarillas (figura 9f); katepimeron café oscuro, pilosidad amarilla; metasternum, meron y anatergum café oscuro; katatergum café oscuro, pilosidad amarilla; caliptra amarilla, pilosidad amarilla; halterio amarillo excepto área sombreada café en la base (figura 9g). Alas: Alula más ancha que la celda basal medial; vena R4+5 casi recta; celda R1 recta (figura 9h). Patas (figuras 9i, 9j y 9k): Pilosidad extensivamente amarilla; pro y mesocoxas amarillos con áreas cafés; pro y mesotrocanteres amarillos; pro y mesopatas extensivamente amarillas excepto pro y mesotarsos extensivamente cafés; metacoxas y metatrocanteres amarillos; metafémures amarillos excepto banda café; metatibia amarilla excepto dos bandas cafés; metatarsos cafés.

Tagma abdominal: Pilosidad extensivamente amarilla; abdomen con lados paralelos no peciolado; 1 tergum café excepto basolateralmente amarillo; 2 y 3 terga café excepto fascia medial amarilla arqueada en machos, en hembras hay presencia de dos maculas separadas en el 2 tergum; 4 tergum café excepto vetas amarillas paralelas longitudinales conectadas a oblicuas laterales amarillas; 5 tergum café excepto vetas amarillas paralelas; abdomen ventralmente amarillo, pilosidad amarilla.



*Allograpta* sp. 2



a) Vista frontal del tagma cefálico; b) Vista lateral del tagma cefálico; c) Vista posterior del tagma cefálico; d) Pospronotum desnudo y anepisternum anterior desnudo; e) Escutum y escutellum; f) Metasternum y meron; g) Propata; h) Mesopata; i) Metapata; j) Ala y k) Abdomen. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 10.** Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Allograpta* sp. 2.

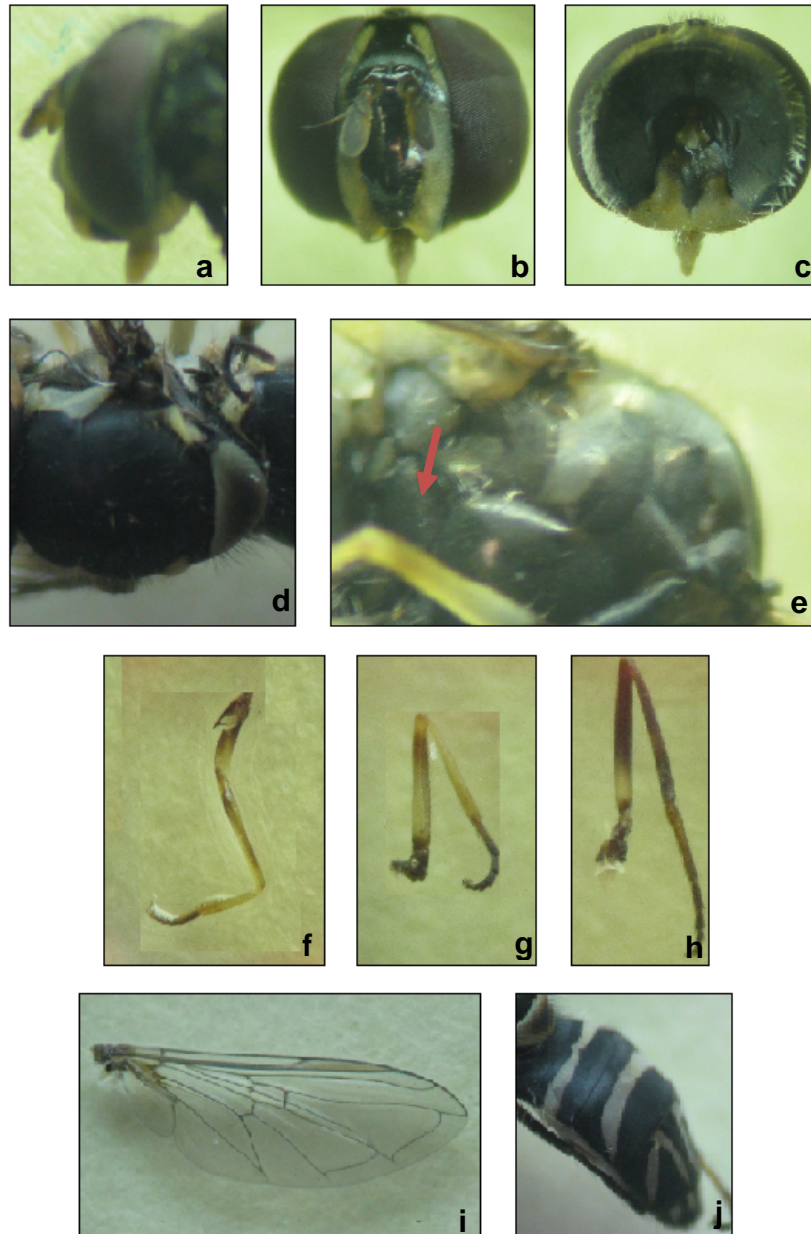
Tagma cefálico: Proyección anterior del rostro; presencia de prominencia central; presencia de tubérculo antenal; vertex negro, pilosidad negra; frente negra excepto bordes laterales amarillos, pilosidad negra; genas amarillas, pilosidad amarilla; lunula negra brillante; antenas café excepto basoflajelomeros café

amarillo (figuras 10a y 10b); occipucio negro excepto área amarilla debajo del agujero occipital, pilosidad amarilla en el margen exterior excepto negro en el tercio medio superior (figura 10c).

Tagma torácico: Postpronotum café y amarillo; notopleura antes de la sutura transversa amarilla, pilosidad amarilla (figura 10d); scutum negro, pilosidad amarilla, scutellum amarillo, pilosidad amarilla y negra (figura 10e); anepisternum anterior negro, sin pilosidad; anepisternum posterior negro y amarilla, pilosidad amarilla; katepisternum negro excepto pequeña área amarilla, pilosidad amarilla; anepimeron negro pilosidad amarilla; metasternum, meron, katepimeron (figura 10f), metapleura negros, sin pilosidad; katatergum negro, pilosidad blanca; plúmula amarilla; lóbulo dorsal de la caliptra amarillo con pilosidad amarilla; lóbulo ventral de la caliptra café, pilosidad café; halterio amarillo excepto áreas sombreadas café claro en la base. Alas: Alula más ancha que la segunda celda basal; vena R4+5 casi recta; celda R1 abierta (figura 10j). Patas: Pulosidad extensivamente amarilla; procoxas café con pequeñas áreas amarillas; protrocanteres amarillos; profémures amarillos; protibias amarillas; protarsos cafés; mesocoxas amarillas con pequeñas áreas cafés; mesotrocanteres amarillos; mesofemures amarillos, mesotibias amarillas; mesotarsos cafés excepto basitarsos amarillos; metacoxas y metatrocanteres amarillos; mesofémures amarillos excepto una banda café; metatarsos con áreas de color amarillo y café (figuras 10g, 10h y 10j).

Tagma abdominal: 1 tergum negro excepto basolateralmente amarillo, pilosidad amarilla; 2 tergum negro excepto fascia amarilla en hembras y dos maculas ampliamente separadas en machos; 3 tergum negro excepto fascia amarilla con pilosidad amarilla y negra; 4 y 5 terga negro excepto vetas amarillas paralelas longitudinales ubicadas medialmente conectadas con un par de vetas oblicuas de color amarillo (figura 10k); 1, 2, 3, 4, 5 y 6 sterna amarillo con dos bandas longitudinales de color café, pilosidad amarilla; 7, 8 y 9 sterna café, pilosidad amarilla.

***Allograpta* sp. 3**



a) Vista lateral del tagma cefálico; b) Vista frontal del tagma cefálico; c) Vista posterior del tagma cefálico; d) Escutum y escutellum; e) Meron y katepisternum, pospronotum sin pilosidad; f) Propata; g) Mesopata; h) Metapata; i) Ala y j) Abdomen. Fotografías: Mónica Zamora.

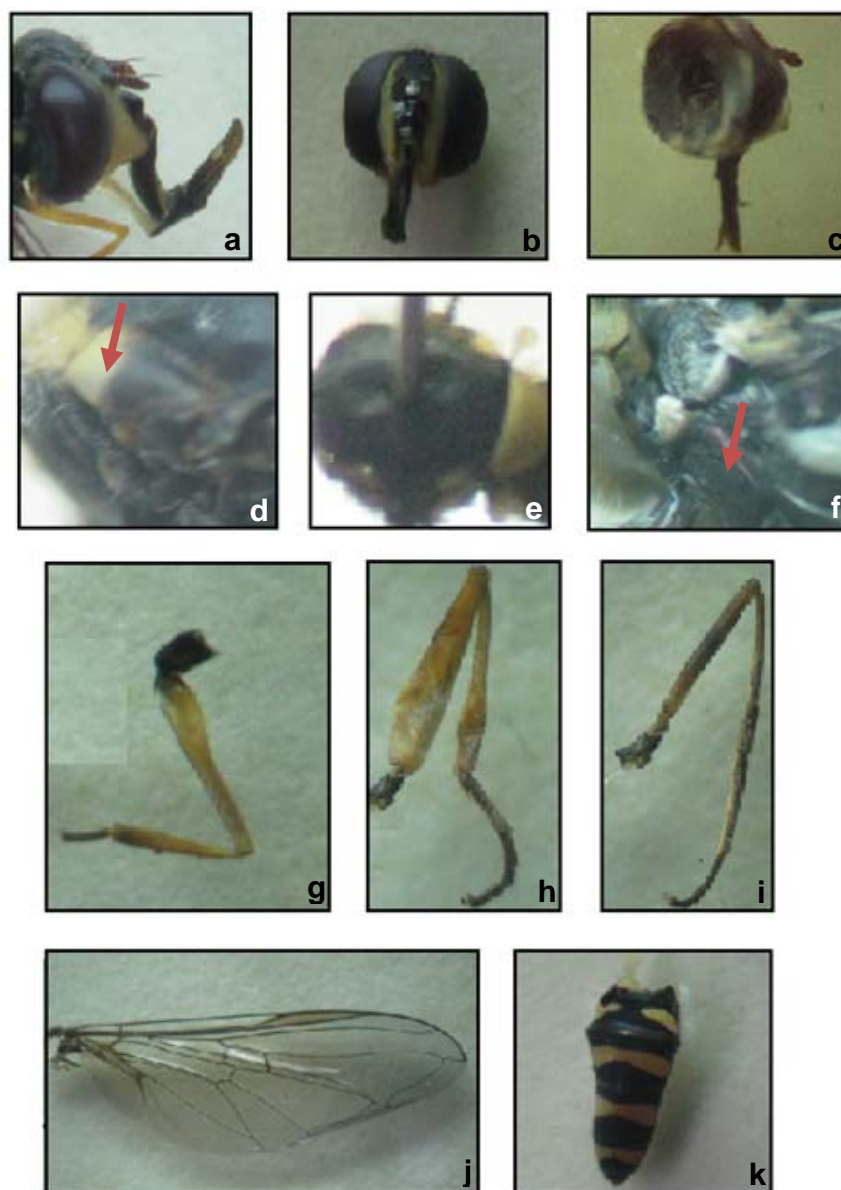
**Figura 11.** Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Allograpta* sp. 3.

Tagma cefálico: Proyección anterior del rostro; presencia de prominencia central; presencia de tubérculo antenal (figura 11a); vertex negro, pilosidad negra; frente negra excepto bordes laterales, pilosidad negra; lunula negra brillante; hoyos antenales ampliamente separados; antenas café amarillo; genas amarillas; longitud de la apertura oral dos veces el ancho (figura 11b); occipucio negro excepto área amarilla debajo del agujero occipital, pilosidad amarilla en el margen exterior excepto negro en el tercio medio superior (figura 11c);

Tagma torácico: Postpronotum amarillo sin pilosidad; notopleura antes de la sutura transversa amarilla, pilosidad amarilla; scutum negro, pilosidad amarilla; scutellum negro delineado en amarillo, pilosidad negra (figura 11d); anepisternum anterior negro sin pilosidad; anepisternum posterior negro excepto amarillo la mitad posterior, pilosidad amarilla; katepisternum negro, pilosidad blanca; anepimeron negro con pequeñas áreas amarillas, pilosidad amarilla; katepimeron negro, pilosidad amarilla; metasternum, meron (figura 11e), y metapleura negros sin pilosidad; katatergum negro, pilosidad blanca; anatergum negro sin pilosidad; plúmula amarilla; caliptra amarilla, pilosidad amarilla; halterio amarillo con pequeñas áreas sombreadas café. Alas: Álula más ancha que la celda basal medial, vena R4+5 casi recta; celda R1 abierta (figura 11i). Patas: Pilosidad amarillo y café; coxas y trocánteres negros; pro y mesofémur extensivamente amarillo; metafémures extensivamente negros; pro y meso tibias extensivamente amarillos; metatibia de color café-negro; tarsos cafés (figura 11f, 11g y 11h).

Tagma abdominal: Abdomen con lados paralelos no peciolado, 1 tergum negro excepto basolateralmente amarillo, 2 y 3 terga negro excepto fascia medial amarilla en machos, en hembras hay presencia de dos maculas separadas en el 2 tergum; 4 tergum negro excepto vetas amarillas paralelas longitudinales conectadas a oblicuas laterales amarillas; 5 tergum negro excepto vetas amarillas paralelas longitudinales cercanas a oblicuas laterales amarillas (figura 11j); abdomen ventral amarillo café, pilosidad amarillo café.

***Allograpta* sp. 4**



a) Vista lateral del tagma cefálico; b) Vista frontal del tagma cefálico; c) Vista posterior del tagma cefálico; d) Escutum y escutellum; e) Pospronotum sin pilosidad; f) Meron y katepisternum; g) Propata; h) Mesopata; i) Metapata; j) Ala y k) Abdomen. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 12.** Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Allograpta* sp. 4.

Tagma cefálico: Rostro proyectado anteriormente con presencia de tubérculo bien desarrollado; presencia de prominencia central; margen oral más prominente que

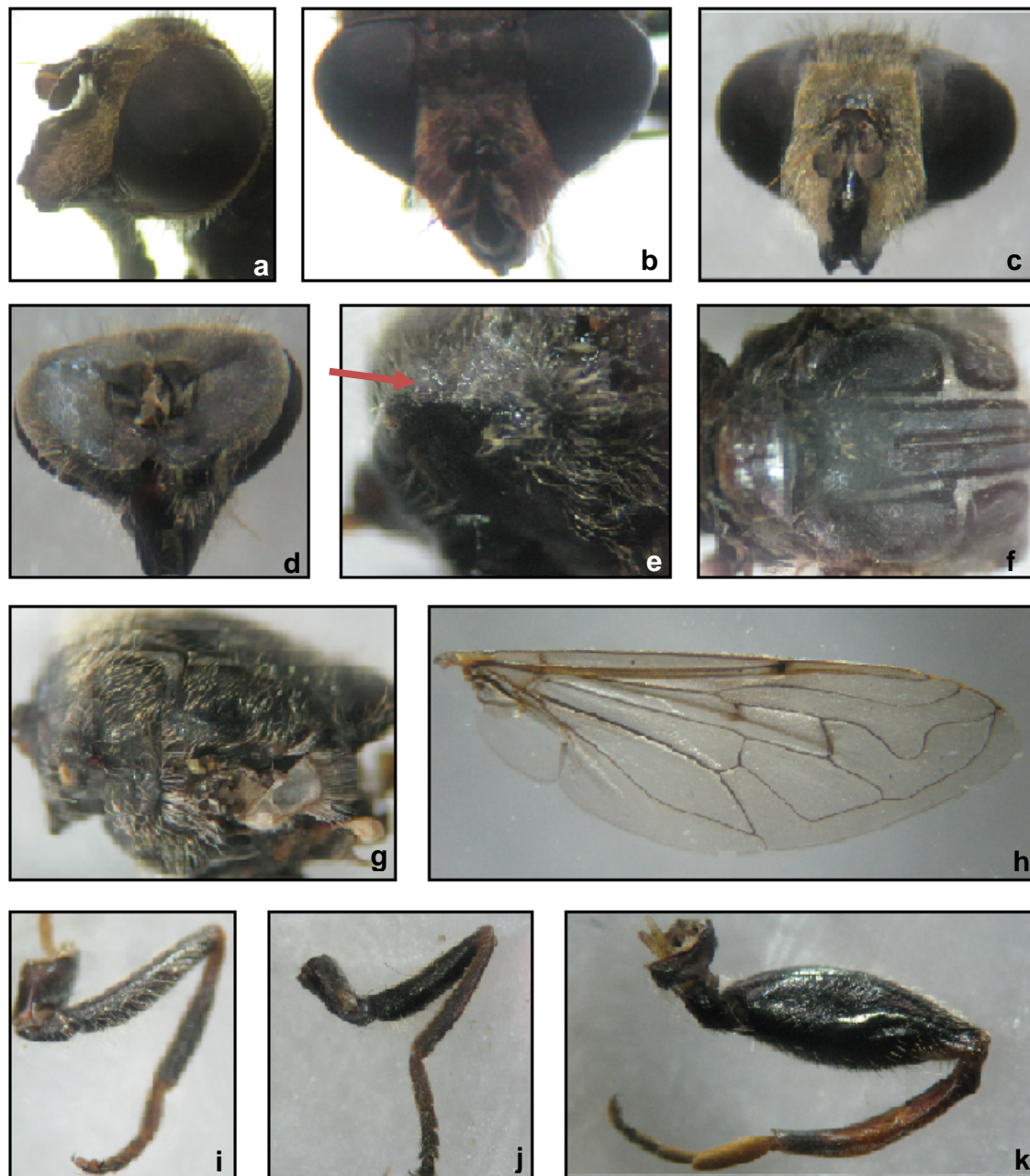
las bases antenales (figura 12a); vertex negro, pilosidad negra; frente negra excepto márgenes laterales amarillos, pilosidad negra; lúnula negra brillante; hoyos antenales amarillos, ampliamente separados; antenas amarillo café; genas de color amarillo; ojos sin pilosidad (figura 12b); occipucio negro, pequeña área amarilla por debajo del agujero occipital, pilosidad amarilla blanca en el borde exterior (figura 12c); longitud de la apertura oral tres veces el ancho.

Tagma torácico: postpronotum amarillo, sin pilosidad (figura 12d); notopleura antes de la sutura transversa amarilla, pilosidad amarilla; scutum negro con pilosidades de color amarillo; scutelum amarillo con pilosidades negras posterolateralmente (figura 12e); katepisternum negro excepto pequeña área postero apical amarilla; anepisternum negro; anepimeron negro excepto pequeña área postero-apical amarilla, pilosidad amarilla; katepimeron negro, brillante; meron, metasternum (figura 12f), anatergum y metapleura negros sin pilosidad; katatergum con macula amarilla; plúmula amarilla; caliptra amarilla, pilosidad amarilla; halterio amarillo y café en la base. Alas: Vena R4+5 casi recta; celda R1 abierta; álula más ancha que la celda basal medial (figuras 12j). Patas: Pulosidad extensivamente amarilla; coxas y trocanteres negros; pro y mesofémures amarillos; protibias amarillas excepto apicalmente cafés; mesotibias amarillas; metatibias, metafémures y tarsos de color café (figuras 12g, 12h y 12i).

Tagma abdominal: con lados paralelos, 1 tergum negro con esquinas anterolaterales amarillas, presencia de pilosidad amarilla; 2 tergum negro excepto maculas laterales ampliamente separadas de color amarillo, presencia de pilosidad amarilla; 3 tergum negro excepto maculas laterales que se unen en forma de fascia con color amarillo, pilosidad amarilla anteriormente, pilosidad negra posteriormente; 4 tergum negro excepto maculas laterales amarillas que se unen en forma de fascia; 5 tergum negro excepto maculas laterales amarillas que se unen ligeramente y pilosidad negra (figura 12k); abdomen ventral extensivamente amarillo, pilosidades de color amarillo.



*Lejops* sp. 1



a) Vista lateral del tagma cefálico; b) Vista dorsal del tagma cefálico; c) Vista frontal del tagma cefálico; d) Vista posterior del tagma cefálico; e) Postpronotum; f) Vista dorsal del tórax; g) Vista lateral del tórax; h) Ala; i) Propata; j) Mesopata; k) Metapata. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 13.** Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Lejops* sp. 1.

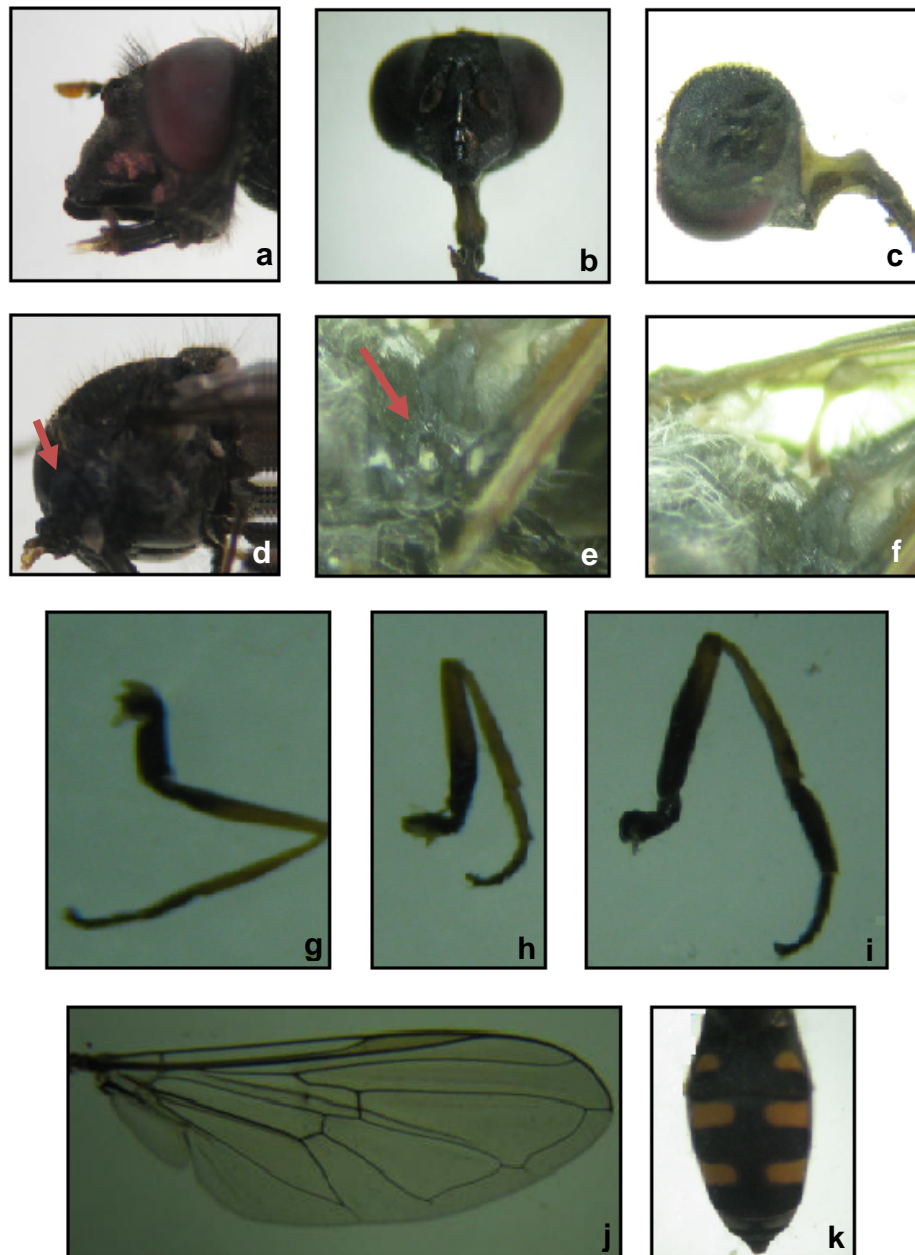
Tagma cefálico: Rostro proyectado anteriormente; presencia de tubérculo con prominencia, concavo, negro brillante medialmente y lateralmente negro con pilosidades de color amarillo; genas negras, pilosidad amarilla (figura 13a); lúnula brillante negra, vertex negro, pilosidad café y amarilla; frente negra, pilosidad amarilla y negra (figura 13b); antenas con arista subbasal dorsal, desnuda; antenas de color café oscuro excepto basoflajelomero bicolor café-amarillo y aristas amarillas; presencia de tubérculo antenal; bases antenales brillantes con hoyos confluentes; ojos compuestos sin pilosidades (figura 13c); occipucio negro, pilosidad amarilla en los bordes exteriores (figura 13d).

Tagma torácico: postpronotum negro, pilosidad amarilla y negra (figura 13e); scutum negro, con vetas polinosas amarillas; scutellum negro, pilosidad amarilla extensivamente; pleura extensivamente negra, pilosidades amarillo-café (figura 13f); caliptra blanca con borde café, pilosidad blanca-amarilla; halterio amarillo (figura 13g). Alas: Alula más ancha que la celda basal medial; vena R4+5 fuertemente sinuada apicalmente; celda R1 abierta (figura 13h). Patas: Extensivamente negras excepto tibias y tarsos con zonas de color amarillo y café, pilosidades amarillas extensivamente; metafemur hinchado con parches de setas negras basoventrales (figura 13i, 13j y 13k).

Tagma abdominal: Abdomen del macho con 4 segmentos pregenitales no modificados; 5 tergum no visible en vista dorsal; 1 tergum café con fascia amarilla posterior y lateralmente, pilosidad negra; 2 y 3 terga café excepto maculas laterales separadas medialmente, pilosidad amarilla; 4 tergum café con pilosidad amarilla; abdomen ventral negro excepto dos vetas laterales que lo atraviesan de color café claro.



*Platycheirus* sp. 1



a) Vista lateral del tagma cefálico; b) Vista frontal del tagma cefálico; c) Vista posterior del tagma cefálico; d) Postpronotum, escutum y escutellum; e) Meron y metasternum; f) halterio; g) Propata; h) Mesopata; i) Metapata; j) Ala y k) Abdomen. Fotografías: Mónica Zamora.

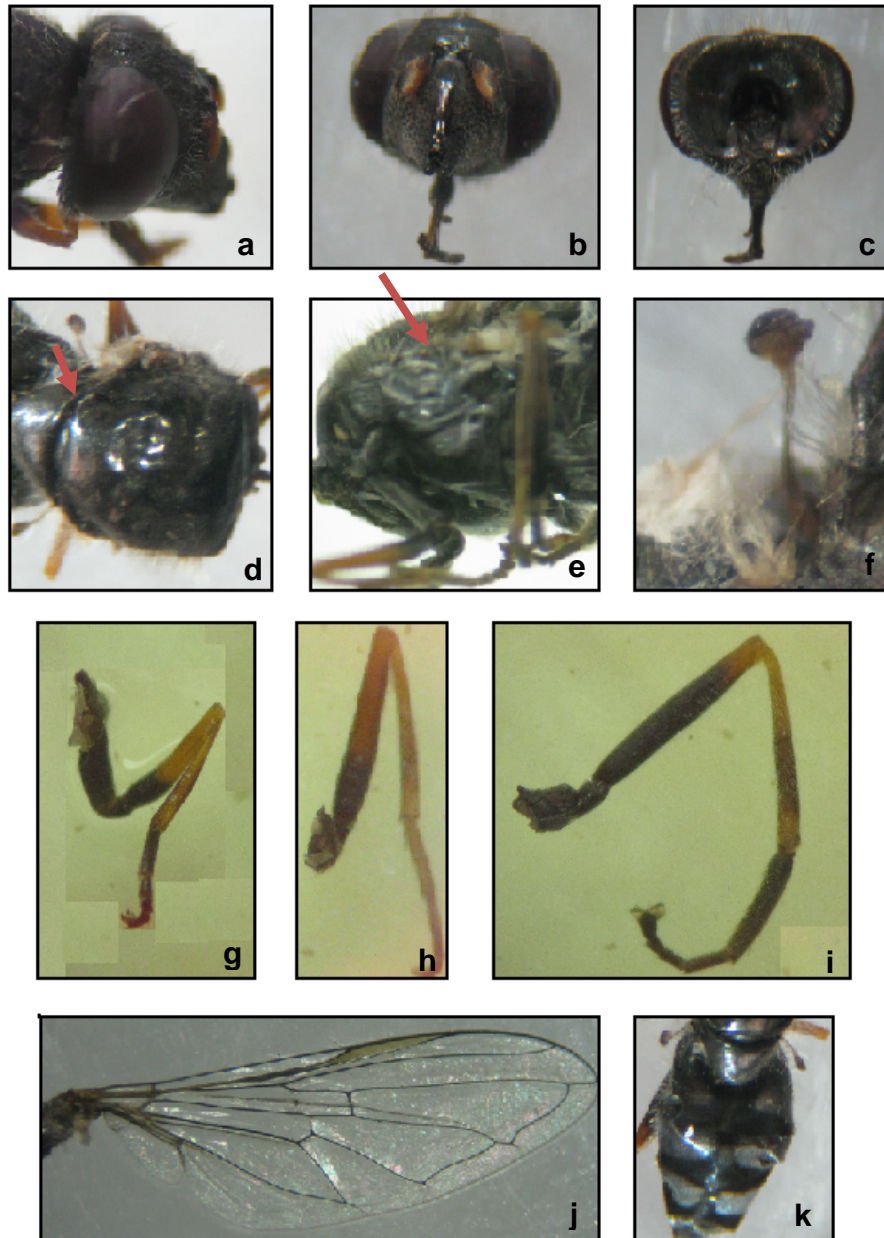
**Figura 14.** Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Platycheirus* sp. 1.

Tagma cefálico: Rostro con proyección anterior; presencia de tubérculo negro muy desarrollado, polinosidades grises (figura 14a); antena café excepto basitarso amarillo-café; hoyos antenales negros y ampliamente separados; lúnula negra brillante margen oral más prominente que las bases antenales; vertex negro, pilosidad negra; frente negra, pilosidad negra y amarilla genas negras, polinosidad gris-plata; pilosidad blanca (figura 14b); occipucio negro, pilosidad amarilla en todo el margen exterior excepto en la parte superior que es negra (figura 14c).

Tagma torácico: Postpronotum negro, sin pilosidad (figura 14d); notopleura antes de la sutura transversa negra, pilosidad negra; scutum negro, brillante, pilosidad negra-amarilla; scutellum negro, brillante, presencia de pelos largos negros en el borde posterior; anepisternum anterior negro, sin pilosidad; anepisternum posterior negro, mechones blancos; katepisternum negro, mechones blancos; katepimeron negro, mechones blancos; anepimeron negro, mechones blancos; metasternum y meron negro, brillante, sin pilosidad (figura 14e); katatergum negro, pilosidad blanca; anatergum negro, mechones blancos; metapleura negra, sin pilosidad; caliptra blanca delineada en café, pilosidad blanco-amarillo; plúmula blanca; halterio café excepto la base amarilla (figura 14f). Alas: Vena R4+5 casi recta, alula más ancha que la celda basal medial; celda R1 abierta (figura 14j). Patas: Coxas, trocánteres y fémures con pelos largos, pilosidad extensivamente amarilla; pro y meso fémur café excepto negro apicalmente; metafemur negro extensivamente; pro, meso y metatibia café claro, protibia con 4 setas largas negras; tarsos café (figuras 14g, 14h y 14i).

Tagma abdominal: Con márgenes paralelos; 1 tergum negro, pilosidad blanca, mechones blancos en las esquinas basalmente; 2, 3 y 4 terga negro excepto maculas grises basales ampliamente separadas, pilosidad negra-amarilla; 5 tergum negro, pilosidad negro-amarilla; 9 segmento de la hembra negro, pilosidad amarilla (figura 14k); pleura abdominal amarilla y abdomen ventral café, pilosidad amarilla.

*Platycheirus* sp. 2



a) Vista lateral del tagma cefálico; b) Vista frontal del tagma cefálico; c) Vista posterior del tagma cefálico; d) Escuto y escutelo; e) Meron y metasternum; f) halterio; g) Propata; h) Mesopata; i) Metapata; j) Ala y k) Abdomen. Fotografías: Mónica Zamora.

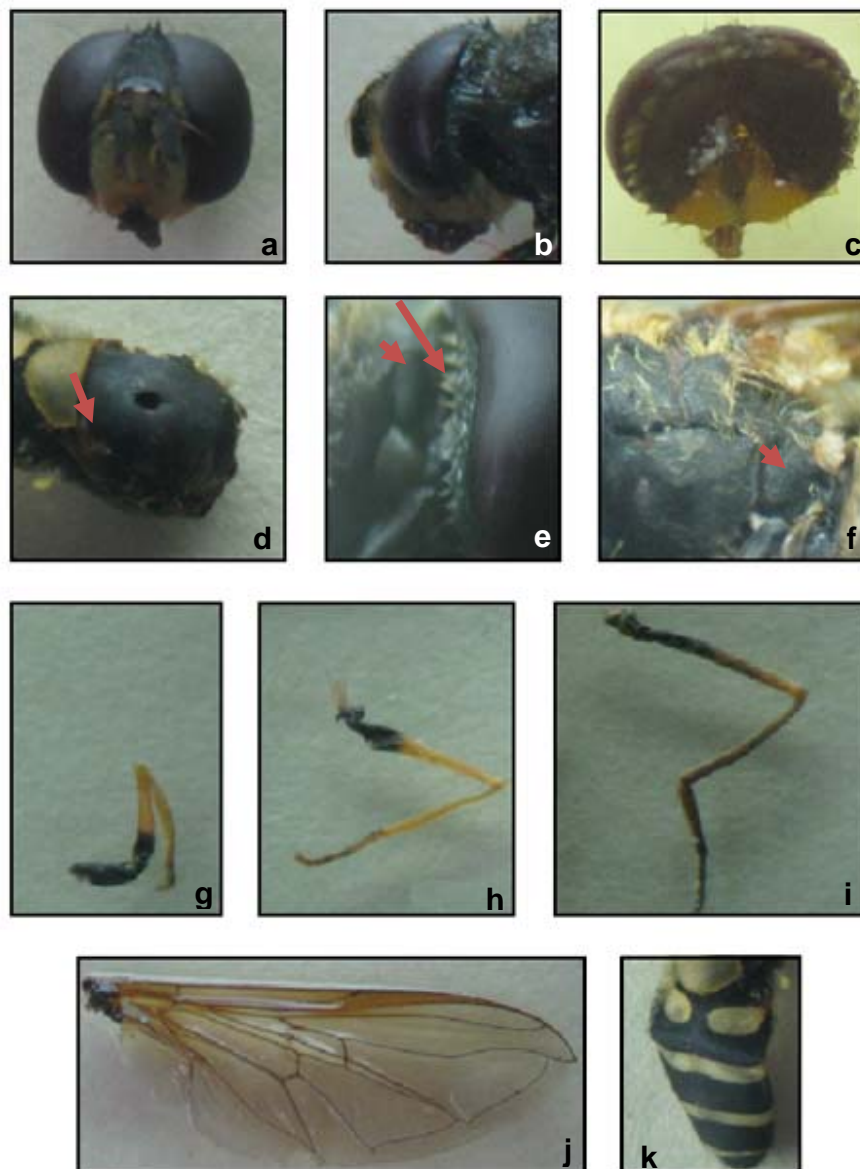
**Figura 15. Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Platycheirus* sp. 2.**

Tagma cefálico: Proyección anterior y prominencia central; presencia de tubérculo muy desarrollado; ojos sin pilosidad (figura 15a); vertex negro, pilosidad negra-amarilla; frente negra, pilosidad negra; antena café negro excepto basitarso amarillo café; bases antenales negras brillantes; hoyos antenales negros ampliamente separados; lúnula negra, brillante; sin tubérculo antenal; genas negras, pilosidad blanca; apertura oral tres veces el ancho (figura 15b); occipucio negro, pilosidad blanca lateral y dorsalmente, pilosidad negra y amarilla en la vista dorsal (figura 15c).

Tagma torácico: Postpronotum negro excepto pequeña mancha amarilla, sin pilosidad; notopleura antes de la sutura transversa negra, pilosidad amarilla; scutum y scutellum negro, brillante, pilosidad negra-amarilla (figura 15d); anepisternum anterior negro, pilosidad blanca; anepisternum posterior negro, mechones blancos; katepisternum negro y mechones blancos; katepimeron negro, pilosidad negra; anepimeron negro, mechones blancos; metasternum y meron negro, brillante (figura 15e); espiráculos con mechones amarillos; caliptra blanco-amarillo, pilosidad blanca-amarilla; halterio café-amarillo (figura 15f). Alas: Vena R4+5 casi recta, álula mas ancha que la celda basal medial, celda R1 abierta (figura 15j). Patas: Coxas negras, polinosidades grises y mechones blancos; trocánteres negros, pilosidad blanca; fémures café y negro, pilosidad café y amarillo; tibias y tarsos café y negro, pilosidad amarilla y café (figuras 15g, 15h, 15i).

Tagma abdominal: con márgenes paralelos; 1 tergum negro, pilosidad blanca, mechones blancos en las esquinas basalmente; 2, 3 y 4 terga negro excepto maculas naranja basales ampliamente separadas, pilosidad negra-amarilla; 5 tergum negro, pilosidad negro-amarilla (figura 15k); abdomen ventral café, brillante, pilosidad amarilla; pleura abdominal café oscuro.

***Syrphus* sp. 1**



a) Vista lateral del tagma cefálico; b) Vista frontal del tagma cefálico; c) Vista posterior del tagma cefálico; d) Escuto y escutelo; e) Anepisternum; f) Metasternum y meron; g) Propata; h) Mesopata; i) Metapata; j) Ala y k) Abdomen. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 16.** Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Syrphus* sp. 1.

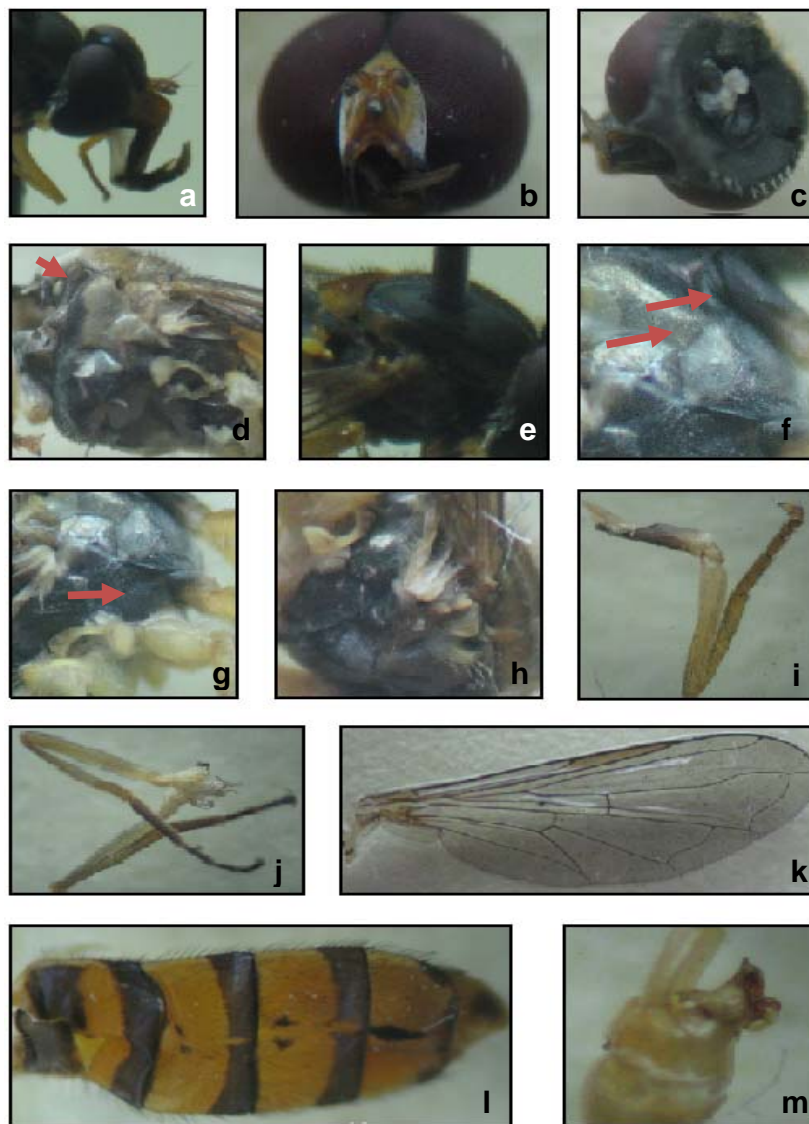
Tagma cefálico: rostro proyectado anteriormente; presencia de prominencia central (figura 16a); presencia de tubérculo antenal; frente negra, pilosidad negra; vertex negro, pilosidad negra; genas amarillas, pilosidad amarilla; antenas amarillo-café; hoyos antenales café; lúnula negra; ojos desnudos (figura 16b); occipucio negro excepto amarillo debajo del agujero occipital (figura 16c).

Tagma torácico: postpronotum sin pilosidad negro brillante; notopleura antes de la sutura transversa amarilla, pilosidad amarilla; scutum negro, pilosidad amarilla; scutellum amarillo, pilosidad negra postero-lateral (figura 16d); anepisternum anterior negro, sin pilosidad; anepisternum posterior negro, pilosidad amarilla larga; katepisternum, anepimeron, katepimeron, katatergum, anatergum negro, pilosidad amarilla; pleura metatorácica desnuda; metasternum y meron negro sin pilosidad (figura 16f); metapleura negra sin pilosidad; caliptra amarilla, pilosidad amarilla; lóbulo ventral de la caliptra con largos pelos amarillos; halterios amarillos, plúmula amarilla. Alas: Alula más ancha que la celda basomedial, vena R4+5 casi recta, vena M1 ligeramente sinuada (figura 16j). Patas: coxas y trocánteres negros, pilosidad amarilla; profemur amarillo y apicalmente negro, pilosidad extensivamente amarilla; protibia amarilla, pilosidad amarilla, presencia de pequeñas setas espinosas apicalmente; protarso amarillo-café, pilosidad amarillo-café; mesofemur amarillo y apicalmente negro; mesotibia amarilla, pilosidad amarilla; mesotarso amarillo-café, pilosidad amarilla; metafémur café excepto área apical negra; metatibia café, pilosidad amarilla; metatarso café, pilosidad amarilla (figura 16g, 16h y 16i).

Tagma abdominal: oval, con lados paralelos; 5 tergum se observa en vista dorsal; 1 tergum negro, presencia de mechones amarillos en los márgenes laterales, pilosidad amarilla; 2 tergum negro excepto maculas amarillas laterales, pilosidad amarilla; 3, 4 y 5 terga negros excepto fascias amarillas (figura 16k), abdomen ventral amarillo excepto dos bandas laterales café claro, pilosidad amarilla.



*Toxomerus* sp. 1



a) Vista lateral del tagma cefálico; b) Vista frontal del tagma cefálico; c) Vista posterior del tagma cefálico; d) Postpronotum; e) Vista dorsal del tórax; f) Detalle del anepisternum; g) Metasternum, meron; h) Halterio, caliptra; i) Propata; j) Mesopatas; k) Ala; l) Abdomen y m) Genitalia del macho. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 17.** Algunos caracteres diagnósticos de la especie *Toxomerus* sp. 1.

Tagma cefálico: Rostro proyectado anteriormente; con tubérculo; presencia de prominencia central (figura 17a); ojos sin pilosidad; triangulo vertical negro, pilosidad negra; triangulo frontal negro, pilosidad amarilla; antenas amarillo café; hoyos antenales ampliamente separados (figura 17b); occipucio negro con pilosidad blanco amarillo en el borde exterior (figura 17c).





Tagma torácico: Postpronotum amarillo, sin pilosidad (figura 17d); notopleura antes de la sutura transversa amarilla con pequeñas áreas café, pilosidad amarilla; scutum negro, pilosidad amarilla y scutellum amarillo, pilosidad negra (figura 17e); anepisternum anterior negro anteriormente y amarillo posteriormente, pilosidad amarilla; anepisternum posterior amarillo anteriormente y negro posteriormente; pilosidad amarilla; katepisternum negro excepto pequeñas áreas amarillas (figura 17f); metasternum y meron negros (figura 17g); katepimeron negro, pilosidad amarilla; katatergum negro, pilosidad amarilla (figura 17h); anatergum negro excepto pequeñas áreas amarillas; plúmula amarilla; caliptra amarilla, pilosidad amarilla; halterios amarillos. Alas: vena R4+5 casi recta; celda R1 abierta (figura 17k). Patas: Pulosidad extensivamente negra; procoxas café y amarillo (figuras 17i y 17j); protrocanter amarillo y café; profémur amarillo; protibia amarilla; protarso café; mesocoxas amarillo y café; mesotrocanteres amarillos; mesofémures amarillos; mesotibias amarillos; mesotarsos café y con pequeñas áreas amarillas; metacoxas amarillas; metatrocanteres amarillos; metafémures amarillos; metatibias amarillas; metatarsos cafés.



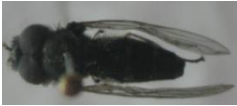


Tagma abdominal: Pulosidad amarilla en el primer tergum y negra en el 2, 3, 4 y 5 terga; 1, 2, 3, 4 y 5 terga amarillas excepto fascia posterior negro café; 3 y 4 tergum con un par de vetas paralelas longitudinales de color negro café ubicadas basomedialmente; 5 tergum con veta longitudinal negro café ubicada medialmente (figura 17l); cercos y surstilos amarillos con pilosidad amarilla (figura 17m); Abdomen ventral amarillo, pilosidad amarilla.



#### 4.1.1. Caracteres diagnósticos en campo

Tabla 2. Caracteres diagnósticos en campo para la identificación de las morfoespecies de la familia Syrphidae que realizan visitas a *S. bogotensis*

Morfoespecie	Caracteres diagnósticos
 <p><i>Allograpta</i> sp. 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fondo del abdomen en color café con maculas y fascias de color amarillo, ausencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Vetas mediales paralelas conectadas a oblicuas en el 5 y 6 terga</li> <li>- Ausencia de pilosidad en el postpronotum</li> </ul>
 <p><i>Allograpta</i> sp. 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fondo del abdomen en color negro</li> <li>- Escutelo amarillo</li> <li>- Ausencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Vetas mediales paralelas conectadas a oblicuas en el 5 y 6 terga</li> <li>- Ausencia de pilosidad en el postpronotum</li> </ul>
 <p><i>Allograpta</i> sp. 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fondo del abdomen en color negro</li> <li>- Escutelo delineado en color amarillo</li> <li>- Ausencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Vetas mediales paralelas conectadas a oblicuas en el 5 y 6 terga</li> <li>- Ausencia de pilosidad en el postpronotum</li> </ul>
 <p><i>Allograpta</i> sp. 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fondo del abdomen en color negro</li> <li>- Escutelo amarillo</li> <li>- Presencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Ausencia de pilosidad en el postpronotum</li> </ul>

 <p><i>Lejops</i> sp. 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuerpo de color negro</li> <li>- Presencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Condición dicóptica en machos</li> <li>- Vetas amarillas polinosas en vista dorsal del tórax</li> <li>- Presencia de pilosidad en el postpronotum</li> </ul>
 <p><i>Platycheirus</i> sp. 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fondo del abdomen en color negro con maculas de color amarillo</li> <li>- Escutelo negro</li> <li>- Presencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Ausencia de pilosidad en el postpronotum</li> </ul>
 <p><i>Platycheirus</i> sp. 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Escutelo negro</li> <li>- Ausencia de pilosidad en el postpronotum</li> <li>- Fondo del abdomen en color negro con maculas de color gris</li> </ul>
 <p><i>Syrphus</i> sp. 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fondo del abdomen en color negro</li> <li>- Abdomen oval</li> <li>- Ausencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Ausencia de pilosidad en el postpronotum</li> </ul>
 <p><i>Toxomerus</i> sp. 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Margen lateral del ojo en forma triangular</li> <li>- Presencia de tubérculo en el tagma cefálico</li> <li>- Presencia de pequeñas vetas longitudinales paralelas negras ubicadas centralmente en algunos terguitos abdominales</li> <li>- Ausencia de pilosidad en el postpronotum</li> </ul>

## **4.2. Algunos aspectos de la biología reproductiva de *S. bogotensis***

### **4.2.1. Descripción de estructuras reproductivas de *S. bogotensis***

*S. bogotensis* se propaga sexualmente por semilla y asexualmente por acodo (figura 18a y 18b). Esta especie posee inflorescencias abiertas en donde el eje o raquis de la inflorescencia crece indefinidamente y paralelamente a los costados se desarrollan flores. Estas inflorescencias son verticilastros (figura 18e). Las flores tienen guías del néctar (figura 18c), son de color azul-violáceo, zigomorfas (simetría bilateral), el cáliz es pubescente y bilabiado, posee cinco pétalos soldados, connados y bilabiados (el labio inferior se extiende hacia abajo y afuera compuesto de tres pétalos y el labio superior se extiende hacia arriba y se arquea en forma de casco o galea compuesto de dos pétalos, este último tiene vellosidades en la superficie externa en donde quedan los granos de polen que traen diferentes visitantes florales, hermafroditas, poseen hercogamia por aproximación (estigmas por encima de las anteras), las anteras están cubiertas por la corola superior. Los estambres están reducidos a dos, son fértiles y forman palancas estaminales (figura 18d) que se dirigen en dirección contraria al gineceo cuando son activadas por los insectos. El ovario es súpero de dos carpelos soldados con cuatro cavidades cada una con un ovulo basal. El estilo es ginobásico que nace de la base y entre los lóbulos del ovario. El estigma se ubica por fuera del labio superior y se ramifica en dos partes, una larga exerta a la corola superior y otra más corta en dirección contraria a la primera. En la base del ovario se encuentra el néctar. El fruto es un tetraquenio con cuatro semillas.

En promedio una planta en el sistema de estudio tuvo  $11,3 \pm 2,55$  (n=50) niveles por inflorescencia, 2 (n=20) racimos por nivel,  $15,22 \pm 2,56$  (n=50) nudos florales por nivel,  $14,06 \pm 2,52$  (n=50) centímetros de longitud de inflorescencia al detenerse el crecimiento,  $3,6 \pm 2,3$  (n=50) flores abiertas por inflorescencia,  $4 \pm 0$  (n=50) semillas por fruto,  $214,4 \pm 54$  (n=50) botones por inflorescencia,  $8 \pm 2$

(n=50) frutos formados por inflorescencia, 1,3 centímetros de longitud entre nudos de la inflorescencia y un 3,77% de formación de fruto.



a) Reproducción asexual por acodos; b) Semilla; c) Guías florales; d) Palancas estaminales; e) Inflorescencia; f) Vista ecuatorial del grano de polen y g) Vista polar del grano de polen. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 18.** Algunos aspectos de la biología de *S. bogotensis*

El grano de polen de *S. bogotensis* posee las siguientes características: Es de tipo mónada, isopolar, radiosimétrico; con tipo de abertura estefanocolpado; ámbito circular; exina microreticulada, tectada. Las medidas son  $24,2 \mu \pm 1,31$  (n=10) de longitud del eje ecuatorial;  $24,4 \mu \pm 1,41$  (n=10) de longitud del eje polar;  $24,5 \mu \pm 1,5$  (n=10) de diámetro ecuatorial,  $11,8 \mu \pm 2,48$  (n=10) de longitud de lado apocálpico;  $1,83 \mu \pm 0,23$  (n=10) de exina total (figura 18f y 18g).

#### **4.2.2. Porcentaje de autofecundación en *S. bogotensis***

En el primer ensayo (plantas propagadas por semilla) se observó un 0% de formación de fruto en inflorescencias sin polinización cruzada artificial y un 23% en inflorescencias con polinización cruzada artificial (Ver anexo 6). Según la prueba de Kruskal-Wallis se presentaron diferencias altamente significativas (H=6,81  $p < 0,01$ ).

En el segundo ensayo (plantas que ya se encontraban sembradas) al evaluar esta variable se observó un 0% de formación de fruto en flores sin polinización cruzada artificial y un 75% con polinización cruzada artificial (Ver anexo 6). Según la prueba de Kruskal-Wallis se presentaron diferencias altamente significativas (H=32,33  $p < 0,005$ ).

#### **4.2.3. Síndrome de la entomofilia**

En esta variable se observó que las inflorescencias visitadas por insectos presentaron formación de fruto y las inflorescencias en ausencia de insectos presentaron aborto floral. Según la prueba de Kruskal – Wallis se presentaron diferencias altamente significativas (H=24  $p < 0,005$ ) (figura 19).

Las familias que se observaron durante las visitas florales fueron Syrphidae, Apidae (figura 20a), Antophoridae (figura 20b), Halictidae (figura 20c) y Megachilidae (figura 20d).



a) Plantas con aborto floral debido a la ausencia de polinizadores y b) Inflorescencias en proceso de formación de fruto debido a la presencia de polinizadores. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 19.** Resultados de los tratamientos del ensayo de síndrome de la entomofilia



a) Insecto de la familia Apidae, b) Insecto de la familia Anthophoridae, c) Insecto de la familia Halictidae, d) Insecto de la familia Megachilidae. Fotografías: Mónica Zamora.

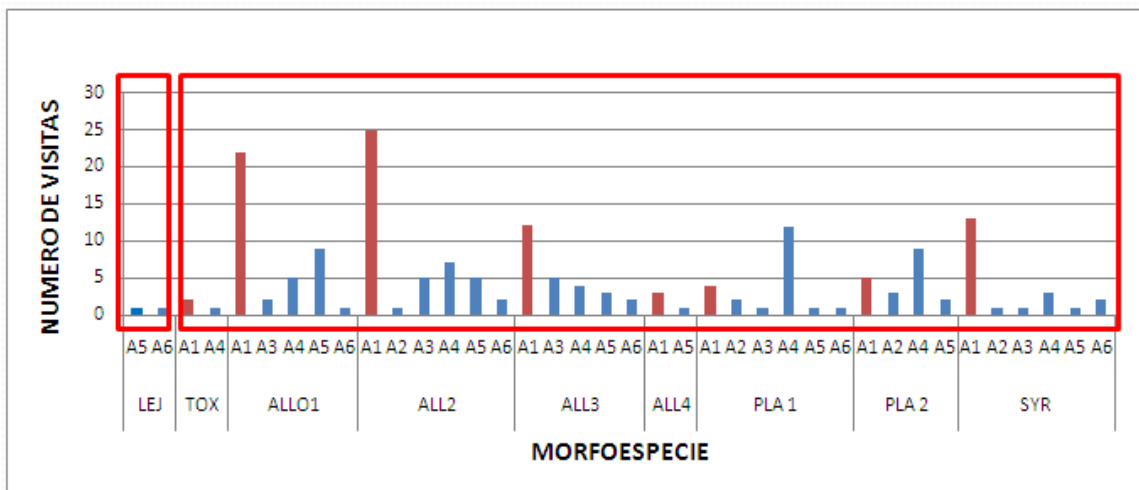
**Figura 20.** Insectos de la superfamilia Apoidea que presentaron visitas florales a *S. bogotensis*

### 4.3. Muestreo del pecoreo

#### 4.3.1. Comportamiento de pecoreo

##### Patrones de comportamiento en la planta

Durante las observaciones solo se registró presencia de adultos y actividades relacionadas con el pecoreo. No se observó actividades de precópula, cópula o postcópula o de control biológico. Todas las morfoespecies presentaron visitas florales excepto *Lejops* sp. 1.



LEJ: *Lejops* sp. 1; TOX: *Toxomerus* sp. 1; ALL1: *Allograpta* sp. 1; ALL2: *Allograpta* sp. 2; ALL3: *Allograpta* sp. 3; ALL4: *Allograpta* sp. 4; PLA1: *Platycheirus* sp. 1; PLA2: *Platycheirus* sp. 2; SYR: *Syrphus* sp.1. A1: El insecto se dirigió directamente a la flor; A2:El insecto se posó en un tallo y luego se dirigió a la flor; A3:El insecto se poso en una hoja y luego se dirigió a la flor; A4:El insecto se acercó a varias flores se alejó y luego se dirigió a una flor determinada; A5: El insecto se poso en un tallo u hoja y se alejó; A6:El insecto se acercó a varios tallos y se alejó; barras rojas :el insecto se dirigió directamente a la flor; barras azules: el insecto no se dirigió directamente a la flor.

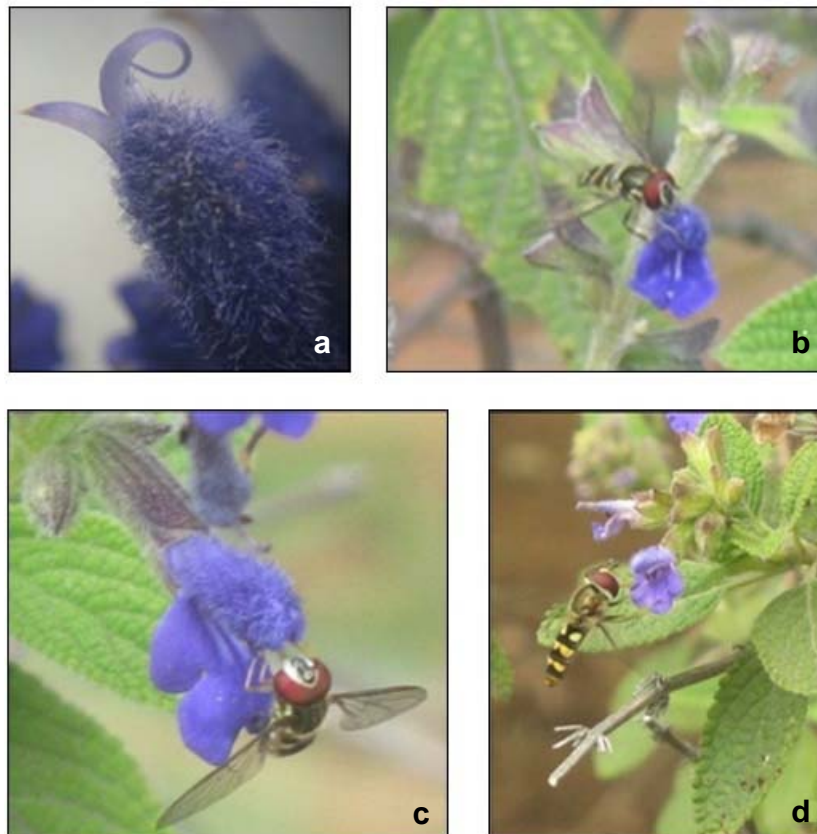
**Figura 21.** Relación entre la frecuencia de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) y sus actividades en *S. bogotensis*.

Los patrones de comportamiento de sirfidos encontrados sobre *S. bogotensis* fueron: El insecto se dirigió directamente a la flor (A1) en un 47,7% (barras rojas) y el insecto no se dirigió directamente a la flor en un 52,3% (barras azules). En este último caso los comportamientos registrados fueron 1) El insecto se posó en un tallo y luego se dirigió a la flor (A2) en un 3,89%, 2) El insecto se posó en una hoja



y se dirigió posteriormente a la flor (A3) en un 7,78%, 4) El insecto se acercó a varias flores y se alejó y luego se dirigió a una flor determinada (A4) en un 22,78%, 5) El insecto se posó en un tallo u hoja y se alejó en un 12,78%, 6) El insecto se acercó a varios tallos y se alejó en un 5% (figura 21).

### Patrones de comportamiento en la flor



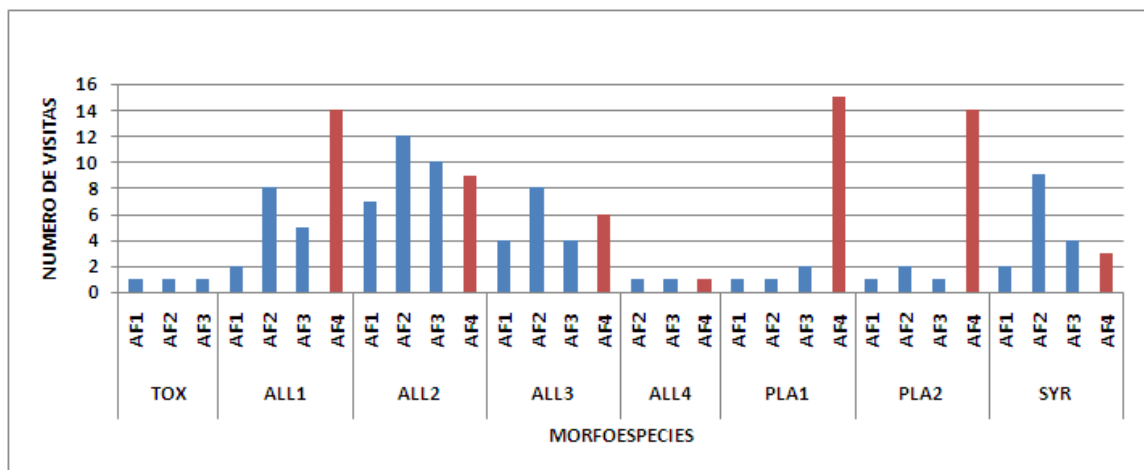
a) Polen en las vellosidades de la corola superior; b) Sirfido que consumió polen de las vellosidades de la corola superior; c) Sirfido que consumió polen de las anteras de la flor; d) Sirfido acercándose a las guías del néctar. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 22.** Algunos patrones de comportamiento de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) en la flor de *S. bogotensis*

Los patrones de comportamiento de sirfidios encontrados sobre flores de *S. bogotensis* fueron: (figura 22 y 23): 1) El insecto llegó a la corola superior y consumió granos de polen (figura 22b) que se encontraron en las vellosidades de



esta (AF1) en un 12% (figura 22a), 2) El insecto realizó la actividad anterior y posteriormente se dirigió a consumir polen directamente de las anteras (AF2) en un 28% (figura 22b y 22c), 3) El insecto se acercó a las guías del néctar (figura 22d) y luego consumió polen de las anteras (AF3) (figura 22c) en un 18,66% y 4) El insecto llegó a la flor y consumió polen directamente de las anteras (AF4) en un 1,3% (figura 22d). En todas las morfoespecies se observó restricciones en la toma de los recursos florales (AF1, AF2 y AF3).



LEJ: *Lejops* sp. 1; TOX: *Toxomerus* sp. 1; ALL1: *Allograpta* sp. 1; ALL2: *Allograpta* sp. 2; ALL3: *Allograpta* sp. 3; ALL4: *Allograpta* sp. 4; PLA1: *Platycheirus* sp. 1; PLA2: *Platycheirus* sp. 2; SYR: *Syrphus* sp.1. AF1: Consumo de polen de las vellosidades de la corola superior; AF2: Consumo de polen de las vellosidades de la corola superior y las anteras; AF3: Acercamiento a las guías florales y posterior consumo de polen; AF4: Consumo de polen de las anteras; barras azules: comportamientos relacionados con la óptima toma del recurso; barras rojas comportamientos relacionados con la restricción de la toma de recursos florales.

**Figura 23.** Relación entre la frecuencia de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) y sus actividades en las flores de *S. bogotensis*.

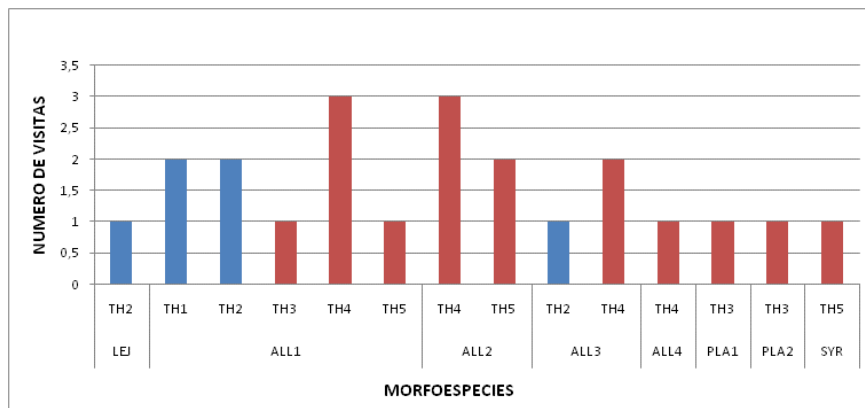
### Patrones de comportamiento en hojas y tallos

Los patrones de comportamiento de sirfidos sobre hojas (figura 24a) y tallos (figura 24b) de *S. bogotensis* fueron (figura 25): 1) Excreción (TH1) en un 9,09%, 2) Movimiento abdominal vertical (TH2) (figura 24c y 24d) en un 18,18%, 3) Movimiento de las patas anteriores y posteriores la una contra la otra (TH3) (figura



a) Sírfido posado en una hoja; b) Sírfido posado en un tallo; c) Movimiento abdominal hacia arriba; d) Movimiento abdominal hacia abajo; e) Movimiento de las patas posteriores la una contra la otra; f) Movimiento de las patas anteriores la una contra la otra; g) “limpieza” del abdomen con las patas posteriores; h) “Limpieza” del tagma cefálico con las patas anteriores. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 24.** Algunos patrones de comportamiento de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) en el conjunto de tallos y hojas de *S. bogotensis*



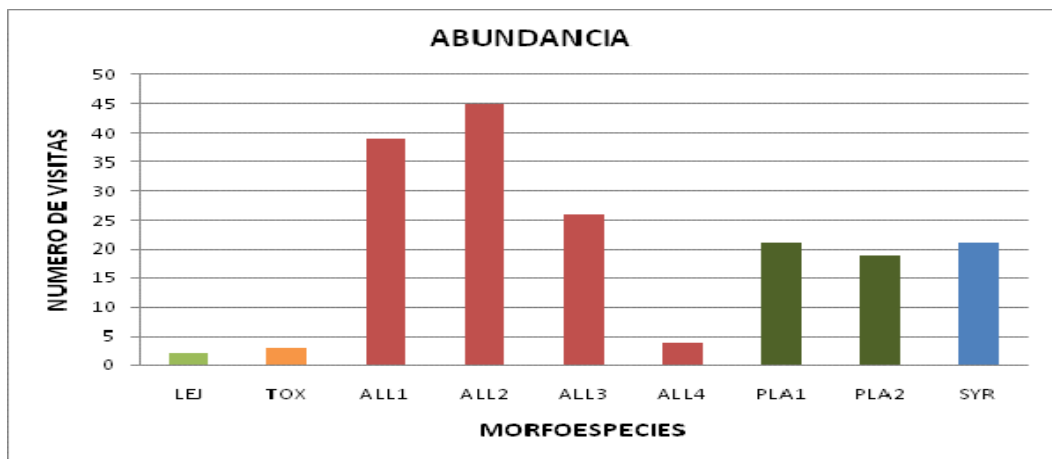
LEJ: *Lejops* sp. 1; TOX: *Toxomerus* sp. 1; ALLO1: *Allograptia* sp. 1; ALL2: *Allograptia* sp. 2; ALL3: *Allograptia* sp. 3; ALL4: *Allograptia* sp. 4; PLA1: *Platycheirus* sp. 1; PLA2: *Platycheirus* sp. 2; SYR: *Syrphus* sp.1; TH: Actividad en tallos u hojas; TH1: Excreción; TH2: Movimiento abdominal vertical; TH3: Movimiento de patas anteriores y posteriores la una contra la otra; TH4: Limpieza del abdomen con las patas posteriores; TH5: Limpieza del rostro con las patas anteriores; barras rojas: Visitas relacionadas con actividades de limpieza y barras azules visitas que están relacionadas con actividades diferentes a limpieza de sus cuerpos.

**Figura 25.** Relación entre la frecuencia de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) y sus actividades en tallos y hojas de *S. bogotensis*.

24e y 24f) en un 13,64%, 4) Limpieza del abdomen con las patas posteriores (TH4) en un 10,91% (figura 24g), 5) Limpieza del rostro con las patas anteriores (TH5) en un 18,18% (figura 24h). En total un 72,73% de las actividades en hojas y tallos correspondieron a actividades de “limpieza” (figura 24e, 24f, 24g y 24h).

#### 4.3.2. Abundancia

Las morfoespecies que presentaron mayor abundancia corresponden al género *Allograpta* Osten Sacken (ALL1, ALL2, ALL3 y ALL4) en un 63,33% seguidas de los géneros *Platycheirus* Lepeletier (PLA1, PLA2) en un 22,22%, *Syrphus* Fabricius (SYR) en un 11,7%, *Toxomerus* Macquart (TOX) en un 1,67% y *Lejops* (*Aemosyrphus*) (LEJ) en un 1,11% (figura 26). Según la escala de frecuencia de visitas de insectos polinizadores que uso Obregon, (2007) con los siguientes grados: Baja: < 3 insectos/5 minutos, Media: 4-8 y Alta: > 8, los sírfidos estudiados están en el rango más bajo. En la siguiente tabla se observa los datos de visitas promedio por cada cinco minutos para cada una de las morfoespecies estudiadas:



LEJ: *Lejops* sp. 1; TOX: *Toxomerus* sp. 1; ALL1: *Allograpta* sp. 1; ALL2: *Allograpta* sp. 2; ALL3: *Allograpta* sp. 3; ALL4: *Allograpta* sp. 4; PLA1: *Platycheirus* sp. 1; PLA2: *Platycheirus* sp. 2; SYR: *Syrphus* sp.1. Barra verde claro género *Lejops* (*Aemosyrphus*), barra amarilla *Toxomerus* Macquart; barras rojas género *Allograpta* Osten Sacken; barras verdes *Platycheirus* Lepeletier Enderlin y barra azul *Syrphus* Fabricius.

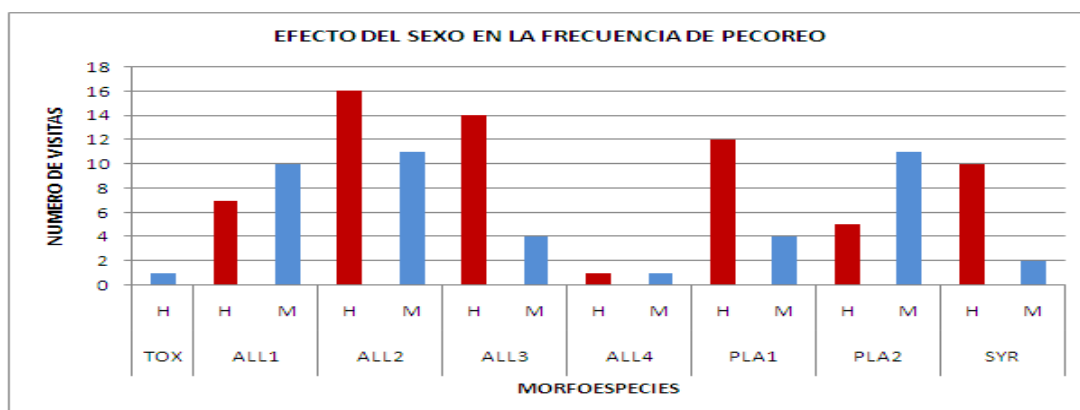
**Figura 26.** Patrones de abundancia relativa en cada una de las morfoespecies de moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) en sus visitas a *S. bogotensis*.

**Tabla 3. Patrones de tasas de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) a *S. bogotensis***

Especies	Número de visitas promedio cada cinco minutos
<i>Toxomerus</i> sp . 1	0,0021
<i>Allograpt</i> a sp . 1	0,0031
<i>Allograpt</i> a sp . 2	0,0406
<i>Allograpt</i> a sp . 3	0,0469
<i>Allograpt</i> a sp . 4	0,0271
<i>Platycheirus</i> sp. 1	0,0042
<i>Platycheirus</i> sp . 2	0,0219
<i>Syrphus</i> sp . 1	0,0198

#### 4.3.3.Frecuencia de pecoreo

En conjunto a nivel de la familia (9 morfoespecies) el mayor número de visitas correspondió a las hembras (60,55%) (figura 27). Y a nivel de la morfoespecie, solamente *Allograpt*a sp. 1 y *Platycheirus* sp. 2 presentaron un mayor número de visitas florales por los machos (figura 28). Según la prueba de Kruskal-Wallis no se presentaron diferencias significativas ( $H=1,48$ ,  $p>0.05$ ).



LEJ: *Lejops* sp. 1; TOX: *Toxomerus* sp. 1; ALL1: *Allograpt*a sp. 1; ALL2: *Allograpt*a sp. 2; ALL3: *Allograpt*a sp. 3; ALL4: *Allograpt*a sp. 4; PLA1: *Platycheirus* sp. 1; PLA2: *Platycheirus* sp. 2; SYR: *Syrphus* sp.1; H:Hembras; M:Machos.

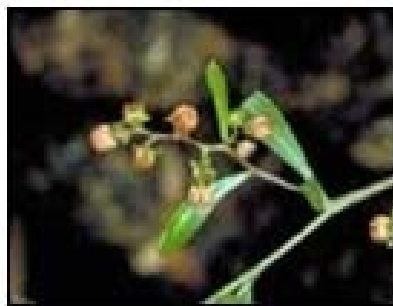
**Figura 27.** Frecuencia de pecoreo en función de la morfoespecie y el sexo de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) a *S. bogotensis*.

#### 4.3.4. Efecto de la vecindad ecológica

En los días que *Acaciella boltonii*, *Dodonea viscosa* y/o *Cleome anómala* L. (figura 28) se encontraban en floración la tasa de visitas y riqueza promedio de las moscas de las flores asociadas a *S. bogotensis* fue mayor. Según la prueba de Kruskal-Wallis se presentaron diferencias altamente significativas en la tasa de visitas ( $H=13$   $P<0.005$ ) y en la riqueza ( $H= 35,10$   $P<0.005$ ) (Anexo 10).



*Acaciella boltonii*



*Dodonea viscosa*



*Cleome anomala*

Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 28.** Efecto de la vecindad ecológica sobre el número de visitas de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae) a *S. bogotensis*.

#### 4.3.5. Factores competitivos

En ninguna observación se presentó competencia por interferencia, es decir, cuando un insecto trata de llegar a una flor en la cual se encuentra otro insecto en actividad de pecoreo. Hubo competencia por explotación del recurso (Tabla 4) sin embargo en ningún caso se presentó limitación del mismo. Los porcentajes se observan en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Datos de evaluación de patrones competitivos por explotación del recurso observados entre los visitantes florales de *S. bogotensis***

Número de la planta	Flores evaluadas	Flores que presentaron explotación por recurso	Tasa de competencia por explotación del recurso
1	20	3	15%
2	20	5	25%
3	20	1	5%
4	20	0	0%

#### 4.4. Uso del recurso

Al evaluar esta variable se observó que estos insectos presentaron restricciones en cuanto al consumo de néctar debido a que la longitud del aparato bucal  $2,53 \pm 0,95$  (n=41) fue muy inferior a la profundidad de la corola  $7,36 \pm 0,56$  (n=50) y la longitud del ancho del tagma cefálico  $2,4 \pm 0,48$  (n=51) fue superior al ancho de la abertura floral  $2,2 \pm 0,4$  (n=50). En la tabla 5 se encuentran los valores por morfoespecie. En cuanto al consumo de polen los sirfidos tuvieron acceso a este.

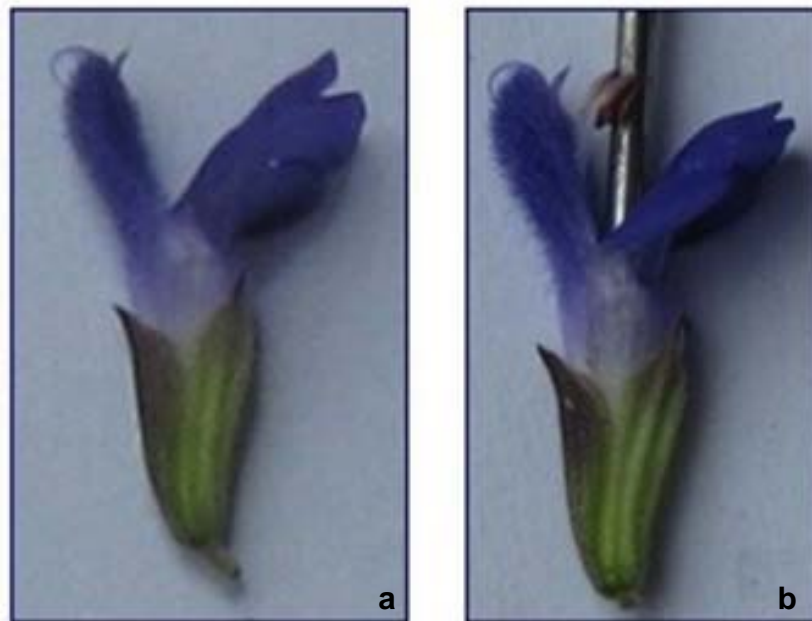
**Tabla 5. Valores de longitud promedio de probóscidas de las morfoespecies de sirfidos encontradas en actividad de pecoreo en *S. bogotensis***

Morfoespecies	Promedio de longitud de aparato bucal
<i>Lejops</i> sp. 1	$3,12 \pm 0$ (n=1)
<i>Toxomerus</i> sp. 2	$3,36 \pm 0$ (n=1)
<i>Allograptia</i> sp. 1	$1,76 \pm 0,22$ (n=13)
<i>Allograptia</i> sp. 2	$2,57 \pm 0,36$ (n=4)
<i>Allograptia</i> sp. 3	$2,53 \pm 0,45$ (n=2)
<i>Allograptia</i> sp. 4	$3,40 \pm 1,09$ (n=3)
<i>Platycheirus</i> sp. 1	$2,40 \pm 0,30$ (n=5)
<i>Platycheirus</i> sp. 2	$3,66 \pm 1,06$ (n=8)
<i>Syrphus</i> sp. 1	$1,89 \pm 0,65$ (n=4)
Promedio total	2,53
Desviación estándar total	0,95

#### 4.5. Eficiencia de polinización

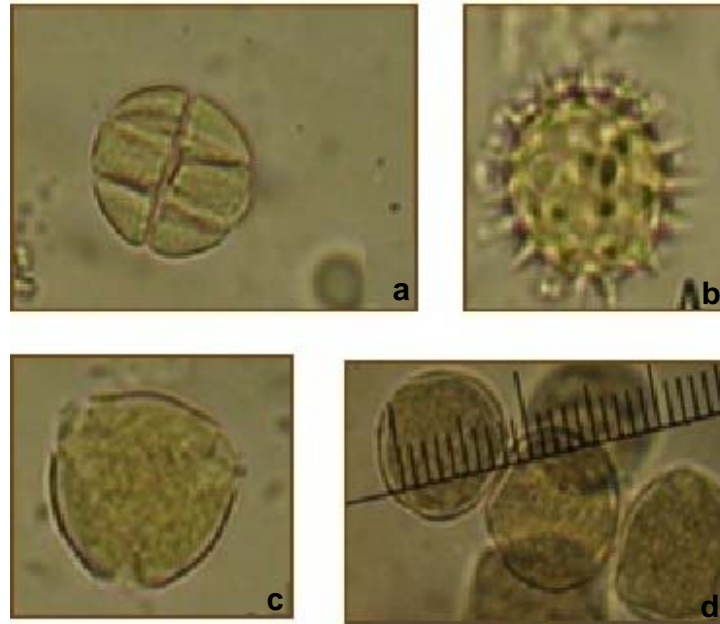
La eficiencia en la polinización se determinó con base en la tasa de visitas, el porcentaje de activación de las palancas estaminales (figura 29), el porcentaje de formación de frutos en flores visitadas por sírfidos y las cargas polínicas efectivas.

El número de visitas (escala de Obregon, 2007), no se observó activación de las palancas estaminales en ninguna de las morfoespecies de la familia Syrphidae que visitan *S. bogotensis* (n=58 flores) (figura 30). Tampoco se observó formación de fruto y se encontró una carga de polen muy baja en *S. bogotensis* (6 granos en 52 insectos observados), sin embargo se observó polen de otras especies de plantas (Ver anexo 9 y figura 30).



Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 29.** Detalle de la morfología y simulación artificial del mecanismo de activación de las palancas estaminales en *S. bogotensis*.



a) Grano de polen de la familia Mimosaceae; b) Grano de polen de la familia Asteraceae; c) Grano de polen de la familia Moraceae y d) Grano de polen de la familia Euphorbiaceae. Fotografías: Mónica Zamora.

**Figura 30.** Granos de polen encontrados en insectos visitantes florales de la familia Syphidae a *S. bogotensis*



## 5.DISCUSIÓN

### 5.1. Componente insecto

La riqueza de la familia Syrphidae asociada a *S. bogotensis* es alta, a pesar que el sitio de estudio es un ambiente urbano. La familia Syrphidae presentó nueve morfoespecies, mientras que otras familias pertenecientes a la superfamilia apoidea presentaron una o dos morfoespecies. Según Arrignon *et al.* (2007) muchas especies de la familia Syrphidae se han adaptado a ambientes intervenidos por el hombre debido a su multiplicidad de hábitos. El alto número de especies de la subfamilia Syrphinae en *S. bogotensis* es un indicativo del efecto positivo de esta planta en estos insectos, los cuales según Vockeroth y Thompson (1987) cumplen importantes papeles como polinizadores y depredadores de insectos plaga.

En este estudio se presentó un 0% de competencia por interferencia y un 10% de competencia por explotación, pero sin limitación del recurso. No se llegó a la capacidad límite de carga ya que *S. bogotensis* produce gran cantidad de flores por planta en todas las épocas del año. Según Gilbert *et al.* (1985) en la familia Syrphidae no se da el “principio de exclusión competitiva” sino el “principio de coexistencia”, lo cual coincide con otros estudios en los cuales se encontró un alto número de especies de sírfidos en una determinada especie vegetal (Morales y Köhler, 2006 y Grim, 2006).

Las morfoespecies que presentaron visitas florales a *S. bogotensis* fueron de la subfamilia Syrphinae posiblemente porque este taxón posee una mayor abundancia y riqueza en la naturaleza que la subfamilia Eristalinae (Gilbert *et al.*, 1985) y según Gittings *et al.* (2003) especies vegetales de porte bajo y biotipológicamente similares a *S. bogotensis* favorecen la presencia de insectos de

la subfamilia Syrphinae.

## 5.2. Componente planta

En este estudio se observó que *S. bogotensis* no presentó autofecundación lo cual es muy común en el género *Salvia* según Mann, (1959) debido a mecanismos que favorecen la alogamia tales como la protandria, hercogamia o androesterilidad. Los pocos casos de autofecundación se dan en especies con presencia de homostilia y el pequeño tamaño de las flores (Rodríguez-Riaño y Dafni, 2007).

Plantas de *S. bogotensis* presentaron formación de semilla solo en presencia de insectos; en consecuencia se concluye que el síndrome de *S. bogotensis* es la entomofilia. Heywood, (1985) afirma que en el género *Salvia* los mecanismos de polinización están asociados con insectos y aves. Las especies que presentan ornitofilia tienen corolas en forma tubular de color escarlata, características que no presentó *S. bogotensis*. Según Walker y Sytsma (2007) las especies del género *Salvia* que han coevolucionado con los insectos, presentan palancas estaminales activas y encerramiento de los estambres por la corola superior, lo cual coincide con este estudio. Según Claßen-Bockhoff y Wester (2007), las plantas deben hacer un balance en el uso del polen para atraer los insectos ofreciéndoles alimento y también para reproducirse, en este sentido las palancas estaminales y el encerramiento de los estambres en la corola superior son adaptaciones de las salvias para la economía del polen y favorecer la polinización cruzada mediante los insectos. Otros rasgos que favorecen la alogamia en *S. bogotensis* con los insectos como vectores del polen son las guías del néctar, el color azul-violáceo de la corola, la presencia de hercogamia y la corola bilabiada dispuesta a modo de plataforma que usan los insectos buscadores de néctar.

En *S. bogotensis* además de la reproducción sexual se da la asexual por acodos. Según Claßen-Bockhoff, (2007) el balance entre la reproducción sexual y asexual

es indispensable porque los mecanismos asexuales aseguran la conservación de las características genéticas de la especie a través del tiempo y los segundos incrementan la variabilidad genética que favorecen los procesos de especiación, la radiación adaptativa y la adaptación a cambios ambientales. La reproducción sexual también permite la colonización de nuevos hábitats mediante la dispersión de las semillas mediante vectores como los animales o el viento.

### **5.3. Interacción insecto-planta**

#### **Características morfológicas y comportamentales de las moscas de las flores (Diptera:Syrphidae)**

Holloway (1976) relaciona características morfológicas y comportamentales de estos insectos con la eficiencia en la polinización, mediante la clasificación de las moscas de las flores en dos grupos: El primer grupo incluye la subfamilia Syrphinae y se caracteriza por: 1) Tener aparatos bucales cortos por lo cual tiene restricciones en la toma de los recursos florales y adquieren estos, de plantas que los tienen expuestos en la superficie floral, como especies de las familias apiaceae, compositae, berbenaceae, 2) presentan baja pilosidad por lo cual poseen una menor eficiencia en la carga de polen en comparación a la familia Eristalinae y 3) Las actividades de "limpieza" son muy frecuentes y consisten en la recolección de los pocos granos de polen que se adhieren a este, agrupación en las patas anteriores y posterior consumo, debido a sus limitaciones en la toma de los recursos florales. Otras características mencionadas por otros autores es la preferencia por el polen de algunas especies de gimnospermas (Leereveld, 1982) y un bajo número de casos de polinización (Shi *et al.*, 2009). El Segundo tipo incluye la subfamilia Eristalinae y se caracteriza por: 1) Tener aparatos bucales largos por lo cual puede acceder a los recursos florales de un alto número de especies y 2) Poseen una alta pilosidad que les permite la eficiente carga del polen.

En este estudio se observó la presencia de visitantes de Tipo I los cuales presentaron los siguientes comportamientos: 1) No siempre llegaron directamente a la flor (52,3% de las actividades registradas en la planta), 2) No consumieron néctar y presentaron consumo de polen adherido a la corola superior y estigmas (12% de las actividades registradas en la flor), 3) Presentaron actividades de limpieza (72,73% de las actividades registradas en tallos y hojas). El hecho de que especies de la subfamilia Syrphinae gasten bastante tiempo en actividades de limpieza, implica que poseen baja eficiencia como vectores del polen, debido a la baja tasa de visitas florales y porque los pocos granos que se adhieren a su cuerpo son consumidos y por lo tanto dejan de ser destinados a la polinización.

#### **Sobre la tasa de visitas de las moscas de las flores (Diptera: Syrphidae)**

La tasa de visitas de la familia Syrphidae en *S. bogotensis* es muy baja (Obregon, 2007). Esto puede ser debido a tres razones, la primera es que las sustancias que atraen a los sírfidos se producen en una baja cantidad. Según Waser (2006), aun cuando las plantas tienden a ser generalistas suelen producir en mayor cantidad los olores o sustancias que atraen los mejores polinizadores (Dudareva y Pichersky, 2006). Estos olores, junto con otros atractivos, los rasgos de la flor, la inflorescencia y la planta en general están sujetos a procesos de selección natural de tal manera que las plantas que poseen los rasgos que atraen a los mejores polinizadores, tienen mayor probabilidad de pasar los genes a la siguiente generación (Barret y Harder, 1996). La segunda razón es por el limitado acceso que tienen los sírfidos al néctar y al polen de *S. bogotensis*. Ya que ningún sírfido evaluado pudo consumir néctar y algunos tuvieron limitaciones en alcanzar las anteras de la flor, lo cual implica un bajo nivel de preferencia por parte de las moscas de las flores. Según Obregon (2007) en un estudio de *Apis mellifera* las plantas que presentan un mayor número de visitas florales fueron las que tenían disponible el néctar y polen para estos insectos.

En este estudio se presentó efecto de la vecindad ecológica, aunque la tasa de visitas siguió en el nivel más bajo. Este efecto se observó en la mayor abundancia y riqueza de morfoespecies de la familia Syrphidae en *S. bogotensis* cuando *Acaciella boltonii*, *Dodonea viscosa* y/o *Cleome anómala* L. se encontraban en floración. El efecto de la comunidad se ve reflejado en la conducta, demografía y estructura de la comunidad de los polinizadores, por lo general a mayor número de especies en floración se presenta una mayor tasa de visitas de insectos (Barret y Harder, 1996; Sjödin *et al.*, 2008; Frank, 1999).

En estudios realizados por Harder y Barret (2006) y MacLeod (1999) se observó que si hay una mayor diversidad de especies, son más frecuentes las visitas de los polinizadores y hay menos limitaciones en la formación de la semilla. Por lo general el éxito reproductivo es mayor en comunidades de plantas que en poblaciones de una sola especie.

El hecho de que los sírfidos observados consuman recursos florales de dos o más especies puede ser debido a: 1) Los polinizadores tienden al generalismo para asegurar su supervivencia en caso de que una especie vegetal se extinga o no este en período de floración (Waser, 2006), 2) Las moscas de las flores consumen recursos florales de un amplio número de especies vegetales (polilécticas) (Irvin *et al.*, 1999) y 3) Un polinizador puede consumir recursos florales de varias especies que son complementarios en su dieta y no sustituibles (Geber y Moeller, 2006).

### **Hábitos de pecoreo y activación de las palancas estaminales**

Los adultos de las subfamilias Syrphinae y Eristalinae se encuentran asociados principalmente a plantas con flores y los componentes de su dieta son néctar y polen (Vockeroth y Thompson, 1987). El néctar es una fuente de energía y el polen es una fuente de proteína para el macho en la espermatogénesis y para la hembra en la formación de los huevos (Goulson y Wright, 1998).

En este estudio se observó que los sírfidos visitantes consumieron polen de las vellosidades de la corola superior, estigmas y las anteras de la flor de *S. bogotensis*, lo cual es característico de la subfamilia Syrphinae como ya se había mencionado. Las hembras visitaron con mayor frecuencia a *S. bogotensis* probablemente, porque tienen una mayor preferencia por el consumo del polen (Hickman *et al.*, 1995; Irvin *et al.*, 1999) y el polen fue el único recurso que tuvieron acceso los sírfidos. Estos resultados coinciden con un estudio de Morales y Köhler (2006) en el cual las hembras presentaron el mayor número de visitas con consumo de polen.

Los organismos se adaptan a su ambiente y esto usualmente se ve reflejado en rasgos morfológicos. Análisis estadísticos han demostrado la relación entre morfología y ecología en la familia Syrphidae. En organismos que tienen actividades de pecoreo, se debe focalizar la atención en el aparato bucal (Gilbert, 1985 a, b). El efecto de la longitud de la probóscide y de la corola de la flor son bien conocidos en los modelos de tasas de visitas y hábitos de pecoreo en la familia Syrphidae (Gilbert *et al.*, 1985 y Holloway, 1976). Un ejemplo de esto son, los sírfidos más primitivos que aparecieron hace 70 millones de años, los cuales fueron pequeños, tuvieron aparatos bucales cortos y por ende solo consumían polen (Gilbert, 1985 b), características similares a la actual subfamilia Syrphinae que según análisis filogenéticos de Guinilla (2003) efectivamente es un grupo más basal que Eristalinae.

Respecto al consumo de néctar, los sírfidos se acercaron a las guías florales y trataron, de tener acceso al néctar pero no alcanzaron el recurso puesto que la longitud de la probóscide fue inferior a la longitud de la corola y el ancho del tagma cefálico fue superior al ancho de la corola. La desventaja de la probóscide corta de estos sírfidos es que no pueden alimentarse de néctar de un alto rango de angiospermas a diferencia de la subfamilia Eristalinae, sin embargo, la abundancia

y riqueza de esta subfamilia tienen valores más altos que la subfamilia Eristalinae, por efecto de la dieta en estado larval (Gilbert *et al.*, 1985).

El hecho de que las moscas de las flores no puedan alcanzar este recurso debido a las limitaciones en cuanto a la longitud del aparato bucal, implica la falta de activación de las palancas estaminales las cuales son una innovación clave del género de las salvias que permite la adherencia del polen al insecto y por ende la polinización cruzada.

Los estambres se encuentran dentro de la corola superior para evitar el consumo de polen por parte de insectos poliníferos y cuando el polinizador consume el néctar, las palancas estaminales son activadas de tal manera que las anteras se proyectan al exterior, entran en contacto con el cuerpo del insecto y adhieren los granos de polen en el dorso del tagma cefálico del visitante, lugar en el cual el insecto no puede tener acceso para su consumo; lo cual aumenta la probabilidad de que el polen sea llevado al estigma de otra flor. El primero en estudiar el papel de las palancas estaminales en la biología reproductiva de las plantas fue Sprengel, (1793) mencionado por Walker y Sytsma (2007). Posteriormente, Wester y Claßen–Bockhoff (2007) denominaron las palancas estaminales una innovación responsable de la alta radiación adaptativa del género con cerca de 1000 especies que hacen de este género el más diverso de la familia Lamiaceae.

### **Sobre la capacidad de carga y formación de fruto**

Los sírfidos visitantes tuvieron un escaso contacto del cuerpo con las anteras de la flor (Sólo probóscide), por otro lado la baja pilosidad de estos no les permite una eficiente carga del polen. Núñez y Rojas (2008), establecieron el Índice de valor de importancia de los polinizadores (IVIP) que es igual al producto de la abundancia, la carga de polen, la constancia y la fidelidad, por lo cual se infiere que para el caso de estudio este tiende a cero ya que los visitantes florales tienen una

abundancia muy baja y una casi ausente capacidad de carga de granos de polen de *S. bogotensis*. Esto se corrobora con la ausente formación de frutos en flores visitadas por insectos de la familia Syrphidae.



## 6. CONCLUSIONES

1. En *S. bogotensis* se observaron 9 morfoespecies correspondientes a: 4 del género *Allograpta* Osten Sacken, 1 del género *Lejops* (*Aemosyrphus*), 2 del género *Platycheirus* Lapeletier, 1 del género *Syrphus* Fabricius y 1 del género *Toxomerus* Macquart.

2. *S. bogotensis* es una especie que no presenta autofecundación y la formación de semilla depende de la presencia de insectos polinizadores, en consecuencia posee síndrome de la entomofilia. Dentro de los insectos visitantes presentes en el lugar de estudio se observaron especies de las familias Syrphidae, Apidae, Antophoridae, Halictidae y Megachilidae.

4. Las moscas de las flores se acercaron a las guías florales pero no tuvieron acceso al néctar debido a que la longitud de la probóscide fue inferior a la longitud de la corola y el ancho de la apertura floral fue inferior a la longitud del ancho del tagma cefálico.

5. Las moscas de las flores no actúan en la polinización de *S. bogotensis* debido a sus características morfológicas y comportamentales pero se ven beneficiadas en cuanto al consumo de polen sin generar limitación del recurso, ni interferir en el crecimiento de la planta, por lo cual se infiere que la relación es de comensalismo en el sistema de estudio.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Estudiar el efecto de *Apis mellifera* en la formación de fruto, ya que posiblemente esta especie es la responsable en mayor grado de la polinización de *S. bogotensis*, debido a que tiene una alta tasa de visitas, posee alta pilosidad, tiene la capacidad de activar las palancas estaminales y posee una alta capacidad de carga.
2. Realizar estudios de diversidad y ecología de insectos con potencial en la polinización y control biológico en zonas urbanas con el objeto de conservarlos, ya que estos han tenido un proceso de adaptación a condiciones de urbanización.
3. *S. bogotensis* es endémica de la Cordillera Oriental por lo cual es importante realizar este estudio en un ecosistema natural y comparar los resultados con este trabajo, para observar el efecto antrópico en la relación Syrphidae-*S. bogotensis*.
4. Realizar estudios en otras especies de plantas con el objeto de determinar que especies favorecen en mayor grado el fitness de la familia Syrphidae y estudiar también el efecto que tienen estos insectos en la polinización de plantas tanto nativas como cultivadas.
5. Efectuar estudios con colegios y otras instituciones urbanas con el objeto de sensibilizar a la comunidad en general sobre la necesidad de conocer y conservar la diversidad de polinizadores en ambientes urbanos.
6. Realizar un etograma de cada una de las morfoespecies observadas en este estudio.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Protocolo de toma de datos de variables de caracterización cuantitativa de estructuras reproductivas en *S. bogotensis*

NUMERO DE	NRN	NFN	NFI	NS	LTF	NN	NBI	FF	PF	EN	AA	LF
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												

NRN=Número de racimos por nivel  
 NFN=Número de flores por nivel  
 NFI=Número de flores abiertas por inflorescencia  
 NS=Número de semillas  
 LTF=Longitud tallo floral  
 NN=Número de nudos  
 NBI=Número de botones por inflorescencia  
 FF=Frutos formados por inflorescencia  
 PF=Porcentaje de formación de fruto  
 EN=Espacio entre nudos (cm)  
 AA=Ancho de la abertura floral  
 LF=Longitud de la flor (mm)

## **Anexo 2. Protocolo de acetólisis (Erdtman 1969)**

1. Preparar los morteros limpios y secos, rotular con marcador indeleble y colocar una muestra en cada uno.
2. Colocar las flores en el mortero y agregar hidróxido de potasio al 10% hasta cubrir la muestra (10 a 20 cc). Agitar y tratar de macerar con la mano del mortero y/o con agitador de vidrio.
3. Llevar los morteros a la estufa o plancha previamente calentada y recubierta con papel aluminio. El proceso dura aproximadamente cinco minutos. Es preferible que el material no se recocine. Si se evapora el hidróxido de potasio, completar el volumen con agua destilada.
4. Previamente se deben alistar tubos plásticos de ensayo limpios, debidamente rotulados y ordenados según las labores de administración. Como colador se utilizan las mallas de anejo nuevas, (o si son usadas deben ser flameadas a rojo vivo para destruir restos de contaminantes). Colocar la malla dentro de los embudos y este sobre los tubos de ensayo. Verter el contenido en los tubos, los restos adheridos a la pared del mortero y el anejo y jugar con agua destilada sobre el tubo de ensayo.
5. Centrifugar el filtrado a 4500 rpm durante cinco minutos. Si aún quedan restos del primer filtrado agregar al precipitado resultante previo descarte del sobrenadante de la primera centrifugación.
6. Jugar dos veces el filtrado con agua destilada, en cada caso es necesario antes llevar a la centrífuga, agitar con una varilla de vidrio el respectivo tubo o con el agitador automático. Después de cada lavada llevar a la centrífuga, agitar con una varilla de vidrio el respectivo tubo o con el agitador automático. Después de cada lavada llevar a la centrífuga a 4500 rpm por cinco minutos.
7. Una vez se halla lavado dos veces, a este precipitado agregar ácido acético glacial al 96%. Siempre se debe buscar el equilibrio en el volumen de los tubos. Luego llevar los tubos a centrífuga a 4500 rpm durante cinco minutos.

8. Para el proceso de la acetólisis preparar una mezcla de ácido acético anhídrido y ácido sulfúrico en proporción 9:1. Luego efectuar la aplicación con una varilla de vidrio que sirve para que las gotas resbalen lentamente, para evitar producir turbulencia, pues el contacto de los ácidos puede ocasionar explosión. Colocar la probeta luego con el ácido acético dentro de un recipiente con agua, para que sirva como refrigerante.

9. Colocar en cada tubo de seis a siete milímetros esta solución de manera muy cuidadosa, tratar de calibrar muy bien los tubos. Colocar en la gradilla y llevar a baño maría por cinco minutos a 60-70 grados celsius, poner a cada tubo un agitador de vidrio para revolver de vez en cuando. Evite que estos hiervan.

10. Una vez enfríen los tubos, llevar a la centrífuga a 4500 rpm durante cinco minutos.

11. Descartar el sobrenadante. El precipitado jugar lo dos veces con agua destilada, en cada caso se centrífuga a 4500 rpm por 5 minutos y con una varilla de vidrio, revolver el precipitado para procurar una mayor efectividad.

12. Lavar dos veces con alcohol etílico con el fin de arrastrar el agua. Como en los casos anteriores después de cada enjuague llevar los tubos a la centrífuga a 4500 rpm durante cinco minutos y eliminar el sobrenadante.

13. Al precipitado de cada tubo agregar 2 ml de ciclohexano y agitar con el agitador automático o con la varilla de vidrio. Centrifugar a 4500 rpm durante cinco minutos y eliminar el sobrenadante.

14. Adicionar a cada tubo alcohol y agitar posteriormente, trasvasar cada tubo a otro más pequeño, previamente rotulado y colocar en tubos nodriza (iguales en volumen a los utilizados hasta ahora a los cuales se les ha rellenado la tercera parte de su volumen con algodón compacto) y centrifugar a 4500 rpm durante un minuto. Eliminar el sobrenadante.

15. A cada tubito adicionar dos gotas de glicerina y llevar a la estufa a 40 grados celsius durante doce horas para evaporar restos de agua y alcohol.

**Anexo 3. Protocolo de toma de datos de interacción entre las moscas de las flores y *S. bogotensis***

Fecha: \_\_\_\_\_

Presencia de visitas en plantas aledañas: \_\_\_\_\_

Activación de las palancas estaminales: \_\_\_\_\_

Número del muestreo: \_\_\_\_\_

Número de la planta: \_\_\_\_\_

Número de observación	Hora	Número de captura	Presencia o ausencia	Número de la especie	Sexo	Número de la actividad	Longitud del aparato bucal	Longitud del ancho de la cabeza
	08:00							
	08:05							
	08:10							
	08:15							
	08:20							
	08:25							
	08:30							
	08:35							
	08:40							
	08:45							
	08:50							
	08:55							
	09:00							
	09:05							
	09:10							
	09:15							
	09:20							
	09:25							
	09:30							
	09:35							
	09:40							
	09:45							
	09:50							
	09:55							
	10:00							
	10:05							
	10:10							
	10:15							
	10:20							
	10:25							
	10:30							
	10:35							
	10:40							
	10:45							
	10:50							
	10:55							
	11:00							
	11:05							
	11:10							
	11:15							
	11:20							
	11:25							
	11:30							
	11:35							
	11:40							
	11:45							
	11:50							
	11:55							
	12:00							

Notas: Presencia de competencia por interferencia y otras observaciones

**Anexo 4. Datos de caracterización de *S. bogotensis***

NRN	NFN	NFI	NS	LTF	NN	NBI	FF	PF	EN	AA	LF
2	13	5	4	9	11	143	8	5,59	1,22	2	6
2	13	5	4	13,5	17	221	9	4,07	1,26	3	7
2	10	4	4	8	10	100	7	7,00	1,25	3	8
2	16	5	4	9	11	176	9	5,11	1,22	3	8
2	14	5	4	11,5	14	196	8	4,08	1,22	2	7
2	12	3	4	12	19	228	9	3,95	1,58	2	7
2	11	4	4	12	12	132	7	5,30	1,00	3	8
2	18	6	4	9	14	252	4	1,59	1,56	3	7
2	18	3	4	11	13	234	8	3,42	1,18	2	7
2	18	4	4	8	13	234	9	3,85	1,63	2	7
2	18	4	4	13	18	324	9	2,78	1,38	2	8
2	18	2	4	8,5	14	252	5	1,98	1,65	2	7
2	16	3	4	11	10	160	9	5,63	0,91	2	8
2	8	2	4	10	17	136	8	5,88	1,70	2	8
2	14	2	4	10,5	16	224	6	2,68	1,52	2	7
2	16	3	2	7	13	208	5	2,40	1,86	2	7
2	17	1	4	15	13	221	15	6,79	0,87	2	7
2	20	2	4	11	14	280	5	1,79	1,27	3	8
2	20	3	4	12	15	300	6	2,00	1,25	2	7
2	17	1	4	13,5	15	255	8	3,14	1,11	2	7
2	15	1	4	14	16	240	5	2,08	1,14	2	7
2	18	3	4	12,5	16	288	2	0,69	1,28	2	7
2	16	2	4	13	16	256	6	2,34	1,23	3	8
2	16	2	4	9,5	14	224	8	3,57	1,47	2	7
2	15	1	4	7	15	225	8	3,56	2,14	2	7
2	18	3	4	7,5	12	216	9	4,17	1,60	2	6
2	12	2	4	6,5	15	180	5	2,78	2,31	2	8
2	16	2	4	7	11	176	9	5,11	1,57	2	8
2	14	1	4	14,5	15	210	8	3,81	1,03	2	7
2	13	8	2	15,5	16	208	6	2,88	1,03	2	7
2	12	7	4	9	9	108	7	6,48	1,00	2	7
2	13	8	4	10,5	13	169	12	7,10	1,24	2	8
2	16	8	4	10	12	192	8	4,17	1,20	2	8
2	13	8	4	11	11	143	9	6,29	1,00	2	7
2	14	2	4	10	11	154	7	4,55	1,10	2	8
2	15	1	4	12,5	9	135	5	3,70	0,72	2	7
2	14	2	4	13	13	182	6	3,30	1,00	3	8

2	12	1	4	13	15	180	4	2,22	1,15	2	8
2	16	6	4	14	11	176	8	4,55	0,79	2	7
2	14	4	4	16	18	252	8	3,17	1,13	3	8
2	16	3	4	10	14	224	9	4,02	1,40	2	7
2	18	5	4	10,5	15	270	8	2,96	1,43	3	8
2	18	4	4	14,5	16	288	9	3,13	1,10	2	8
2	16	5	4	10	14	224	7	3,13	1,40	2	7
2	15	4	4	11	18	270	8	2,96	1,64	2	7
2	14	10	4	14	13	182	9	4,95	0,93	2	8
2	13	8	4	10,5	17	221	8	3,62	1,62	2	8
2	16	1	4	11,5	15	240	9	3,75	1,30	2	7
2	18	1	4	14	15	270	7	2,59	1,07	2	7
2	18	1	4	17	19	342	8	2,34	1,12	2	7

NRN: Número de racimos por nivel; NFN: Número de flores por nivel; NFI: Número de flores abiertas por inflorescencia; NS: Número de semillas; LTF: Longitud de inflorescencia (cm); NN: Número de nudos; NBI: Número de botones por inflorescencia; FF: Frutos formados por inflorescencia; PF: Porcentaje de formación de fruto; EN: Espacio entre nudos (cm); AA: Ancho de la abertura floral (mm); LF: Longitud de la flor (mm).



**Anexo 5. Datos de muestreo de pecoreo de la familia Syrphidae en *S. bogotensis***

NN	NM	GEN	MOR	SEX	O/C	ACT PLA	ACT FLO	USO	PTS ALED	ACT TALL HOJ
1	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	1	4		1	
1	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5			1	1
2	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	1	4		1	
3	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	4	1		1	
1	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	6			1	
4	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	1	2		1	
2	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5			1	2
3	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	1	4		1	
1	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5			1	3
3	5	<i>Allograpta</i>	All 1		O	1	4		1	
4	5	<i>Toxomerus</i>	Tox	PERDID O	C	4	2		1	
1	5	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	3		1	
3	5	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	4	4		1	
1	6	<i>Allograpta</i>	All 1	H	C	1	4		2	
3	6	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	1	2		2	
1	6	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	4	4		2	
1	6	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	4	2		2	
1	6	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5			2	2
3	6	<i>Allograpta</i>	All 1	H	C	1	1		2	
3	6	<i>Allograpta</i>	All3		O	5			2	4
4	6	<i>Allograpta</i>	All3		O	1	4		2	
2	7	<i>Allograpta</i>	All4	H	C	1	4		2	
1	7	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	1	4		2	
3	7	<i>Allograpta</i>	All3		O	1	2		2	
4	7	<i>Allograpta</i>	All3		O	5			2	4
1	7	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	4		2	
1	7	<i>Allograpta</i>	All 1	H	C	1	4		2	
1	7	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	3		2	
4	8	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	2		2	
4	8	<i>Allograpta</i>	All3		O	5			2	2
1	8	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	4	4		2	
4	8	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	1	2		2	

1	8	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	4	4		2	
1	8	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	2		2	
3	8	<i>Allograpta</i>	All 1		O	1	3		2	
2	9	<i>Allograpta</i>	All 1		O	4	3		2	
3	9	<i>Platycheirus</i>	Pla1		O	5			2	3
3	9	<i>Allograpta</i>	All 1		O	4	4		2	
1	9	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5			2	4
3	9	<i>Allograpta</i>	All 1		O	1	3		2	
3	9	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5			2	5
4	9	<i>Allograpta</i>	All 1		O	4	4		2	
1	10	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	4	4	2	1	
4	10	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	4	2	1	
3	10	<i>Toxomerus</i>	Tox	H	C	1	1	2	1	
4	10	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	2	2	1	
1	10	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	4	2	1	
4	10	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	3	2	1	
3	10	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	1	4	2	1	
1	10	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	2	2	1	
2	10	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	4	4	2	1	
4	10	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	2	2	1	
3	10	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	2	1	1	
1	10	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	2	1	1	
2	10	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	3	1	1	
3	10	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	3	1	1	
4	10	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	H	C	1	4	1	1	
1	11	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	4	4	2	1	
1	11	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	4	4	2	1	
2	11	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	4	2	1	
4	11	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	1	4	2	1	
4	11	<i>Allograpta</i>	All 1	H	C	4	4	2	1	
2	11	<i>Allograpta</i>	All4		C	1	3	2	1	
3	11	<i>Allograpta</i>	All4	M	C	1	2	1	1	
3	11	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	3	1	1	
1	11	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	3	1	1	1	
4	11	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	2	1	1	
3	11	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	4	4	1	1	
1	12	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	1	2	2	1	
2	12	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	H	C	4	4	2	1	

3	12	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	3	2	1	
3	12	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	4	4	2	1	
2	12	<i>Allograpta</i>	All 1	H	C	3	3	2	1	
3	12	<i>Syrphus</i>	Syr	M	C	1	1	1	1	
3	12	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	4	2	1	1	
1	12	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	3	1	1	
4	12	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	4	1	1	
4	12	<i>Platycheirus</i>	Pla1	M	C	1	4	1	1	
3	12	<i>Platycheirus</i>	Pla1	M	C	4	4	1	1	
1	12	<i>Platycheirus</i>	Pla1	M	C	4	4	1	1	
1	13	<i>Platycheirus</i>	Pla 2		O	4	4		1	
4	13	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5			1	1
3	13	<i>Platycheirus</i>	Pla 2		O	5			1	3
1	13	<i>Allograpta</i>	All 1	H	C	1	4	2	1	
2	13	<i>Allograpta</i>	All3		O	1	3		1	
3	13	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	1	2	2	1	
4	13	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	H	C	2	2	2	1	
1	13	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	4	4	2	1	
2	13	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	1	4		1	
2	13	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	1	1	1	1	
3	13	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	1	4	1	1	
4	13	<i>Allograpta</i>	All2	M	C	1	2	1	1	
1	13	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	1	4	1	1	
4	13	<i>Platycheirus</i>	Pla 2		O	1	4	1	1	
1	14	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	1	2	2	1	
3	14	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	3	2	2	1	
3	14	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	1	2	1	
4	14	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	3	2	1	
4	14	<i>Allograpta</i>	All2		O	5		0	1	5
4	14	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	3	3	2	1	
3	14	<i>Allograpta</i>	All2		O	3	2	0	1	
1	14	<i>Toxomerus</i>	Tox		C	1	3	0	1	
1	14	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	1	2	1	1	
2	14	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	4	1	1	
4	14	<i>Allograpta</i>	All2		O	5		0	1	4
3	14	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	2	1	1	
1	14	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	4	1	1	
4	14	<i>Allograpta</i>	All 1	H	C	1	2	1	1	

2	15	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5			2	4
4	15	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	1	3	2	2	
4	15	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	1	2	2	2	
3	15	<i>Syrphus</i>	Syr		O	5			2	5
4	15	<i>Allograpta</i>	All 1		O	1	2		2	
2	15	<i>Allograpta</i>	All2		O	6			2	
2	15	<i>Syrphus</i>	Syr		O	1	2	1	2	
4	15	<i>Allograpta</i>	All4		O	5			2	4
1	15	<i>Syrphus</i>	Syr		O	6			2	
3	15	<i>Syrphus</i>	Syr		O	1	2	1	2	
3	16	<i>Syrphus</i>	Syr		O	1	2	1	2	
3	16	<i>Syrphus</i>	Syr		O	1	3		2	
4	16	<i>Allograpta</i>	All2		O	5			2	4
1	16	<i>Allograpta</i>	All3		O	3	2		2	
3	16	<i>Allograpta</i>	All3		O	6			2	
4	16	<i>Allograpta</i>	All3	M	C	4	1	2	2	
4	16	<i>Allograpta</i>	All3	M	C	1	1	2	2	
4	17	<i>Allograpta</i>	All2		O	4	2		2	
4	17	<i>Allograpta</i>	All2		O	6			2	
1	17	<i>Allograpta</i>	All3	M	C	1	4	1	2	
1	17	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	1	4	1	2	
4	17	<i>Allograpta</i>	All2		O	1	4		2	
2	17	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	3	2	1	2	
4	17	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	1	4	2	2	
2	17	<i>Syrphus</i>	Syr	M	C	4	2	2	2	
3	17	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	4	4	2	2	
4	18	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	4	4	1	2	
2	18	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	4	4	1	2	
3	18	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	3	1	1	2	
4	18	<i>Syrphus</i>	Syr		O	6			2	
1	18	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	3	2	1	2	
4	18	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	H	C	4	1	1	2	
2	18	<i>Syrphus</i>	Syr		O	4	3		2	
4	18	<i>Allograpta</i>	All2		O	5			2	4
4	19	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	4	1	2	
2	19	<i>Allograpta</i>	All2	H	C	1	1	1	2	
4	19	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	4	1	1	2	
2	20	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	3	3	1	2	

4	20	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	1	4	1	2	
2	20	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	H	C	2	2	1	2	
3	21	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	2	3	1	2	
4	21	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	4	4	1	2	
4	21	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	3	2	1	2	
2	21	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	4	4	1	2	
3	21	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	4	3	1	2	
4	21	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	1	4		2	
2	21	<i>Allograpta</i>	All 1	M	C	1	4	1	2	
3	21	<i>Platycheirus</i>	Pla1	M	C	4	4	1	2	
2	22	<i>Platycheirus</i>	Pla1	H	C	2	3	1	2	
3	22	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	2	3	1	2	
1	22	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	3	2	1	2	
2	22	<i>Allograpta</i>	All3	H	C	4	3	0	2	
1	22	<i>Syrphus</i>	Syr	H	C	1	4	1	2	
1	22	<i>Platycheirus</i>	Pla 2	M	C	5	4	1	2	
2	22	<i>Allograpta</i>	All3	M	C	6	4	1	2	
1	23	<i>Allograpta</i>	All2		O	1	1	0	1	
1	23	<i>Platycheirus</i>	Pla1		O	2	1	0	1	
4	23	<i>Allograpta</i>	All2		O	1	2	0	1	
3	23	<i>Lejops</i>	Lej 1		O	5		0	1	2
4	23	<i>Allograpta</i>	All2		O	3	2	0	1	
3	23	<i>Allograpta</i>	All2		O	4	1	0	1	
1	23	<i>Syrphus</i>	Syr		O	1	3	0	1	
1	23	<i>Allograpta</i>	All2		O	2	1	0	1	
1	23	<i>Allograpta</i>	All2		O	3	1	0	1	
4	23	<i>Platycheirus</i>	Pla1		O	4	4	0	1	
1	23	<i>Lejops</i>	Lej 1		O	6		0	1	
1	23	<i>Platycheirus</i>	Pla1		O	4	4	0	1	
1	23	<i>Allograpta</i>	All2		O	4	3	0	1	
1	23	<i>Allograpta</i>	All2		O	1	2	0	1	
1	24	<i>Platycheirus</i>	Pla1		O	6		0	2	
4	24	<i>Allograpta</i>	All 1		O	5		0	2	4
2	24	<i>Allograpta</i>	All2		O	5		0	2	5

NN: Número de la planta; NM: Número del muestreo; GEN: Género; MOR: Morfoespecie; SEX: Sexo; O/C: Observado o capturado; ACT PLA: Actividades en

la planta; ACT FLO: Actividades en la flor; USO: Uso; PTS ALED: Plantas aledañas; ACT TALL HOJ: Actividades en tallos y/o hojas; Lej1: *Lejops* sp. 1; Tox: *Toxomerus* sp.1; All1: *Allograpt* sp. 1; All2: *Allograpt* sp. 2; All3: *Allograpt* sp. 3; All4: *Allograpt* sp. 4; Pla1: *Platycheirus* sp.1; Pla2: *Platycheirus* sp.2; Syr: *Syrphus* sp.1.

## Anexo 6. Datos del primer ensayo de autofecundación

1 Ensayo: (Con plantas propagadas por semilla)

Tratamiento	Repetición Número de la inflorescencia	Flores polinizadas artificialmente	Número de frutos formados	Porcentaje de formación de fruto
1	1	24	4	16,67
1	2	24	6	25,00
1	3	24	7	29,17
1	4	24	6	25,00
1	5	24	5	20,83
2	1	0	0	0
2	2	0	0	0
2	3	0	0	0
2	4	0	0	0
2	5	0	0	0

### Anexo 7. Datos del segundo ensayo de autofecundación

2 Ensayo (Plantas que ya estaban sembradas):

Tratamiento	Repetición Número de la planta	Flores polinizadas artificialmente	Número de frutos formados	Porcentaje de formación de fruto
1	1	30	23	77,60
1	2	30	24	80
1	3	30	22	73,30
1	4	30	21	70
2	1	0	0	0
2	2	0	0	0
2	3	0	0	0
2	4	0	0	0



### Anexo 8. Datos del ensayo de síndrome de la entomofilia

Datos del síndrome de la entomofilia en presencia de insectos

<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición Número de la planta</b>	<b>Número de flores observadas en tres inflorescencias</b>	<b>Número de frutos formados</b>	<b>Porcentaje de formación de fruto</b>
1	1	280	40	14,28
2	2	300	48	16
3	3	240	28	11,66
1	1	220	0	0
2	2	280	0	0
3	3	260	0	0

Anexo 9. Datos de carga de polen

Morfoespecie de la familia Syrphidae	Familia de las especies vegetales	Número de insectos observados	Número de granos de polen encontrados
<i>Lejops</i> sp. 1	Asteraceae	2	10
<i>Toxomerus</i> sp. 2	Asteraceae	2	8
<i>Allograptia</i> sp. 1	Moraceae	7	3
<i>Allograptia</i> sp. 2	Euphorbiaceae	4	4
<i>Allograptia</i> sp. 3	Asteraceae	8	10
<i>Allograptia</i> sp. 4	Asteraceae	2	8
	Lamiaceae	2	4
<i>Platycheirus</i> sp. 1	Asteraceae	8	8
	Moraceae	8	2
<i>Platycheirus</i> sp. 2	Asteraceae	7	12
<i>Syrphus</i> sp. 1	Fabaceae		6
	Lamiaceae	2	2
	TOTAL	52	77

**Anexo 10. Tasa de visitas en función de la vecindad ecológica**

<b>NUMERO DEL MUESTREO</b>	<b>PRESENCIA O AUSENCIA DE PLANTAS ALEDAÑAS EN FLORACIÓN</b>	<b>NUMERO DE VISITAS</b>	<b>NUMERO DE ESPECIES</b>
M1	PRESENCIA	13	4
M2	AUSENCIA	8	4
M3	AUSENCIA	7	4
M4	AUSENCIA	7	5
M5	AUSENCIA	7	2
M6	PRESENCIA	15	5
M7	PRESENCIA	11	5
M8	PRESENCIA	12	5
M9	PRESENCIA	14	6
M10	PRESENCIA	14	5
M11	AUSENCIA	10	5
M12	AUSENCIA	7	3
M13	AUSENCIA	9	4
M14	AUSENCIA	8	5
M15	AUSENCIA	3	2
M16	AUSENCIA	3	3
M17	AUSENCIA	8	4
M18	AUSENCIA	7	4
M19	PRESENCIA	14	4
M20	AUSENCIA	3	3

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Arrignon, F., M. Deconchat, J. Sarthou, G. Balent, y C. Monteil. 2007. Modelling the overwintering strategy of a beneficial insect in a heterogeneous landscape using a multi-agent system. *Ecological Modelling*. 205: 423-436.
- Barret, S., L. Harder y A. Worley. 1997. Capítulo 6: The comparative biology of pollination and mating in flowering plants. pp. 57-77 En: M. Silvertown, M. Franco y J. Harper (eds). *Plant life histories*. Cambridge, University press.
- Barroso, P., H. Murcia, N. Vega, y G. Pérez. 2005. Obtención y purificación de IgY dirigidas contra la lectina de *Salvia bogotensis*. *Biomédica*. 25:496-510.
- Carrejo, N., J.R. Vockeroth, E. Geoffrey, L. Marioni, C. Perez, S. Rojo, G.E. Rotheray, G. Stahl, F.C. Thomson y M. A. Zumbado, 2006. Primer Taller de Identificación. Syrphidae del Neotropico. Universidad del Valle. Cali-Colombia. Febrero 21-27.
- Carver M. y F.C. Thomson. 2003. Two new species of Syrphidae (Diptera) from Australia. *Studia dipterologica*. 1: 37-41.
- Castella, E. y M. Speight, 1996. Knowledge representation using fuzzy coded variables: an example based on the use of Syrphidae (Insecta: Diptera) in the assessment of riverine wetlands. *Ecological Modelling*. 85:13-25.
- Claßen-Bockhoff y P. Wester. 2007. Floral diversity and pollen transfer mechanism in bird-pollinated *Salvia* species. *Annals of botany*. 100:4701-421.
- Dudareva, N. y E. Pichersky. 2006. *Biology of floral scent*. Taylor y Francis group, United States. pp. 150-155.

- Faegri, K. y L. Van Der Pijl. 1979. The Principles of Pollination Ecology. Tercera edición revisada. Pergamon press. London. 244 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). Biodiversidad para un mundo sin hambre. En:<http://www.fao.org/biodiversity/components/polinizadores/es/>; consulta: septiembre 2010.
- Fernández-Alonso, J. L. 2008. Estudios en labiatae – VI. Hibridación en el género *Salvia* en Colombia y su interés horticultural. *Caldasia* 30:21-48.
- Frank, T. 1999. Density of adult hoverflies (Diptera : Syrphidae) in sown weep strips and adjacent fields. *J. Appl. Ent.* 123, 351-355.
- Geber, M. A. y D. A. Moeller. 2006. Capítulo 6: Pollinator responses to plant communities and implications for reproductive character evolution. pp. 102-116. En: Harder, L. D. y Barret, S. C. *Ecology and Evolution of Flowers*. Oxford, New York. 370 p.
- Gilbert, F. S. 1981. Foraging ecology of hoverflies: morphology and the mouth parts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. *Ecological Entomology*. 6: 245-262.
- Gilbert, F. S. 1985 (a). Ecomorphological relationships in hoverflies (Diptera:Syrphidae). *Proc. R. Soc. Lond.* 224: 91-105.
- Gilbert, F. S. 1985 (b). Morphometric patterns in hoverflies (Diptera, Syrphidae). *Proc. R. Soc. Lond.B* 224: 79-90.
- Gilbert, F., E. Harding, J. Line y L. Perry. 1985. Morphological approaches to community structure in hoverflies (Diptera, Syrphidae). *Proc. R. Soc. Lond. B* 224: 115-130.
- Gilbert, F. y J. Owen, 1990. Size, shape, competition and community structure in hoverflies (Diptera:Syrphidae). *Journal of Animal Ecology*. 59:21-39.
- Golding Y., R. Ennos, M. Sullivan y M. Edmunds. 2005. Hoverfly mimicry deceives humans. *J. Zool., Lond.* 266: 395–399.
- Gittings, T., J. Halloran, T. Kelly, y P. Giller. 2006. The contribution of open spaces to the maintenance of hoverfly (Diptera : Syrphidae) biodiversity in Irish plantation forest. *Ecology and Management*. 237: 290-300.

- González y Carrejo. 1992. Introducción al conocimiento de los Diptera. Universidad del Valle. Serie Investigaciones. pp. 1-2.
- Goulson, D. y N. Wright. 1998. Flower constancy in the hoverflies *Episyrphus balteatus* (Degeer) and *Syrphus ribesii* (L.) (Syrphidae) Behavioral Ecology. 9: 215-219.
- Grim, 2006. An exceptionally high diversity of hoverflies (Syrphidae) in the food of the reer warbler (*Acrocephalus scirpaceus*). Biologia Bratislava. 61:235-239.
- Guinilla S. H. Hippha , G. Rotheray, J. Muona y F. Gilber. 2003. Phylogeny of Syrphidae (Diptera) inferred from combined analysis of molecular and morphological characters. Systematic Entomology. 28:433–450.
- Haque, M. y K. Goshal. 1981. Floral biology and breeding system in the genus *Salvia* L. Proc. Indian Natn. Sci. Acad. 47:716-724.
- Hernández-Gómez, J.A., S. Miranda-Colín, y A. Peña-Lomelí. 2008. Cruzamiento natural de Chía (*Salvia hispanica*) L. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 14:331-337.
- Heywood, V. H., 1985. Las plantas con flores. Editorial Reverte. 235 pp.
- Hickman, J. M.; G. L. Lovei, y S. D. Wratten. 1995: Pollen feeding by adults of the hover fly *Melanostoma fasciatum* (Diptera : Syrphidae). New Zealand Journal of Zoology. 22: 387-392.
- Holloway, B. 1976. Pollen-feeding in hover-flies (Diptera: Syrphidae). New Zealand Journal of Zoology. 3: 339-350.
- Howarth, B., M. Edmunds, y F. Gilbert. 2004. Does the abundance of overfly (Syrphidae) mimics depend on the numbers of their Hymenopteran models?. Evolutions. 58: 367-375.
- Irvin, N. A., S. D. Wratten, C.M. Frampton, M. H. Bowie, A. M. Evans y N. T. Moar. 1999. The phenology and polen feeding of thress hover fly (Diptera:Syrphidae) species in Canterbury New Zealand. Journal of Zoology. 26:105-115.

- Leereveld, H. 1982. Anthecological relations between reputed anemophilus flowers and syrphid flies. III World wide survey of crop and intestine contents of certain anemophilus syrphid flies. Tijdschrift Entomol. 125:25-35.
- Lunau, K. 2004. Adaptive radiation and coevolution — pollination biology case studies. *Organisms Diversity and Evolution*. 4: 207-224.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2007. Términos de referencia de la convocatoria nacional para la cofinanciación de programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el sector agropecuario por cadenas productivas. [http://sigp.minagricultura.gov.co/soporte/antecedentes/01\\_Terminos\\_de Referencia\\_VI\\_Convocatoria\\_2007.pdf](http://sigp.minagricultura.gov.co/soporte/antecedentes/01_Terminos_de_Referencia_VI_Convocatoria_2007.pdf); consulta: noviembre 2009.
- MacLeod, L. 1999. Attraction and retention of *Episyrphus balteatus* DeGreer (Diptera : Syrphidae) at an arable field margin with rich and poor floral resources. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 73: 237-244.
- Mann, P. 1959. Systematics of flowering plants. Methuen and Co. Ltd. London. pp. 254-255.
- Marquinez, X; R. Sarmiento, y K. Lara. 2009. Fenología floral y visitantes florales en *Drimys granadensis* L. f. (Winteraceae). *Acta biol. Colomb.* 14 : 47-60.
- Morales M.N. y A. Köhler. 2006. Espécies de Syrphidae (Diptera) visitantes das flores de *Eryngium horridum* (Apiaceae) no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre. 96:41-45
- Muñoz, A. 2005. Polinización de los cultivos. Ediciones Mundi-prensa. 38-39 pp.
- Núñez, L. y R. Rojas. 2008. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma mil pesos *Oenocarpus bataua* en los andes Colombianos. *Caldasia*. 30:101-125.

- Obregon, D. 2007. Calendarios florales prelimares para las zonas asociadas a apiarios en los municipios de Paico, Gigante y Garzón Huila. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 59 p.
- Owen, J. 1981. Trophic variety and abundance of hoverflies (Diptera : Syrphidae) in an English suburban garden. *Ecography*. 4: 221 – 228.
- Rodríguez-Riaño, T. y A. Dafni. 2007. Pollen–Stigma Interference in Two Gynodioecious Species of Lamiaceae with Intermediate Individuals. *Annals of Botany*. 100:423-431.
- Rojo, S., F. Gilbert, M. Marcos-García, J. Nieto, y M. Mier,. 2003. A world review of predatory hoverflies (Diptera, Syrphidae : Syrphinae ) and their pray. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad. España. 319 p.
- Sadeghi, H. y F. Gilbert. 2000. Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. *Journal of Animal Ecology*. 69: 771-784.
- Schneider, 1969. Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. *Anu. Rev. Entomol.* 25:103-124.
- Shi, J., Y.B. Luo, P. Bernhardt, J.C. Ran, Z.J. Liu y Q. Zhou. 2009. Pollination by deceit in *Paphiopedilum barbigerum* (Orchidaceae): a staminode exploits the innate colour preferences of hoverflies (Syrphidae). *Plant Biol (Stuttg)*. Jan;11:17-28.
- Sjödin, N., J. Bengtsson y B. Ekbom. 2008. The influence of grazing intensity and landscape composition on the diversity and abundance of flower-visiting insects. *Journal of Applied Ecology*. 45: 763–772.
- Sommagio, D. 1999. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*. 74: 343-356.
- Speight, 2008. Database of Irish (Syrphidae : Diptera) Wildlife Manual No.36, Environment, Heritage and Local Government. 338 p.
- Stone, G., P. Willmer, y A. Rowe. 1998. Partitioning of pollinators during flowering in an Afrikan Acacia community. *Ecology*. 79: 2808-2827.



- Thompson, F. C. 1999. A key to the genera of the flower flies (Diptera:Syrphidae) of the Neotropical region including descriptions of new genera and species and a glossary of taxonomic terms contributions on Entomology Internacional. 3:321-378.
- Vockeroth J.R. y F.C. Thompson. 1987. Syrphidae. Chapter 52 pp. 713-743 En: J.F. McAlpine, (Ed.) Manual of the Nearctic Diptera, Vol 2, Research Branch, Agriculture Canada monograph 28, Ottawa. 713-718 pp.
- Walker, J.B., L. Kenneth, J. Sytsma, J. Treutlein, y M. Wink, 2004. *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematic, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Mentheae. American Journal of Botany. 91:1115-1125.
- Walker, J.B. y K.J. Sytsma, 2007. Staminal Evolution in the Genus *Salvia* (Lamiaceae): Molecular Phylogenetic Evidence for Multiple Origins of the Staminal Lever. Annals of Botany. 100(2):375-391.
- Waser, N. M. 2006. Capitulo 1: Specialization and generalization in plant – pollinator interactions: A historical perspective. Wasser, N. pp. 3-18. En: Waser, N. M. y J. Ollerton. Plant-pollinator interactions from specialization to generalization. The University of Chicago. London. 445p.
- Wester, P. y R. Claßen–Bockhoff. 2007. Floral diversity and pollen transfer mechanism in bird-pollinated *Salvia* species. Annals of Botany. 100:401-421.
- Wiegman, B. M., y D. K. Yates . (2004). Brachycera. En: <http://tolweb.org/Asilidae>; consulta en: noviembre de 2009.