

Comunidades de sírfidos (Diptera) asociadas a coberturas influenciadas por actividades antrópicas en los cerros orientales de Bogotá, Colombia

Syrphid (Diptera) communities associated to vegetation covers influenced by anthropic activities in the eastern mountain range of Bogotá, Colombia

Sergio Leonardo Ángel Villarreal ^{1*} | Raúl Giovanni Bogotá-Ángel ¹ | Augusto León Montoya Giraldo ²

- Recibido: 17/oct/2019
- Aceptado: 31/jul/2020
- Publicación en línea: 21/sep/2020

Citación: Ángel Villarreal SL, Bogotá-Ángel RG, Montoya AL. 2021. Comunidades de sírfidos (Diptera) asociadas a coberturas influenciadas por actividades antrópicas en los cerros orientales de Bogotá, Colombia. *Caldasia* 43(1):161-171. doi: : <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v43n1.82464>.

ABSTRACT

Taxonomic and functional diversity of Syrphids make them fundamental in ecosystems. Syrphids are sensible to habitat fragmentation caused by anthropic influence, making them good ecological indicators of the ecosystemic conservation degree. We aim to establish whether syrphid's communities relate to different vegetation covers in a gradient of anthropic intervention in a mountain-forest zone in Bogotá. Vegetation covers were identified following the land use cover methodology and the Corine Land Cover system. Insects were actively sampled during daily high activity peaks in one transitional dry-to-wet period. Syrphid communities were identified and evaluated by Effective Species Numbers while their relationships with main vegetation covers were characterized by Principal Component Analysis (PCA). Three vegetation covers were distinguished: Tall Secondary Vegetation, Discontinuous Urban Fabric, and Riparian Forest. A total of 381 individuals belonging to 24 syrphid species was identified and grouped into two subfamilies. Higher Effective Species Numbers were observed in Tall Secondary Vegetation and Riparian Forest in comparison with Discontinuous Urban Fabric. The PCA suggests a stronger association between *Lejops mexicanus* and *Toxomerus watsoni* with Discontinuous Urban Fabric and Tall Secondary Vegetation, while *Palpada florea*, *Syrphus shorae*, *Orphnabaccha golbachi*, and *Allograpta exotica* are with Riparian Forest. Syrphid abundances are higher in open vegetation areas, their communities were influenced by heterogeneity and anthropization of vegetation covers, pattern first recorded in the Neotropics.

Keywords. Flower fly, floral visitors, montane forests, Neotropic, urban forests

¹ Maestría en Manejo Uso, y Conservación del Bosque, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Carrera 5 Este N° 15 - 82, Bogotá DC, Colombia. sergio_leonardo@hotmail.com*, rgbogota@udistrital.edu.co

² Grupo de Entomología, Universidad de Antioquia (GEUA), Calle 70 No. 52 - 21, Medellín, Colombia. aleon.montoya@udea.edu.co

* Autor para correspondencia



RESUMEN

La diversidad taxonómica y funcional de los sírfidos los hace fundamentales en los ecosistemas. Además, su sensibilidad a la fragmentación del hábitat por factores antrópicos los hace buenos indicadores ecológicos de la conservación ecosistémica. Establecimos si las comunidades de sírfidos están relacionadas con coberturas vegetales en un gradiente de intervención antrópica en un área boscoso-montañosa de la ciudad de Bogotá. Las coberturas vegetales se identificaron con la metodología de coberturas de uso de la tierra y el sistema Corine Land Cover. Los insectos se recolectaron activamente durante los picos de máxima actividad diaria en un periodo de transición seco-húmedo. Las comunidades de sírfidos y su relación con las coberturas se evaluaron estimando el número efectivo de especies y un análisis de componentes principales (ACP). Se identificaron tres coberturas: Vegetación Secundaria Alta, Tejido Urbano Discontinuo y Bosque Ripario. Los 381 individuos recolectados pertenecen a 24 especies agrupadas en dos subfamilias. Las comunidades de sírfidos en la Vegetación Secundaria Alta y el Bosque Ripario presentaron números efectivos de especies superiores a los hallados en el Tejido Urbano Discontinuo. El ACP sugirió una estrecha asociación entre las especies *Lejops mexicanus* y *Toxomerus watsoni* con el Tejido Urbano Discontinuo y la Vegetación Secundaria Alta, mientras *Palpada florea*, *Syrphus shorae*, *Orphnabaccha golbachii* y *Allograpta exotica* lo son con el Bosque Ripario. La abundancia de sírfidos fue más alta en las coberturas con espacios abiertos y su diversidad fue influenciada por la heterogeneidad y antropización de las coberturas, patrón registrado por primera vez en el Neotrópico.

Palabras clave. Bosque montano, bosques urbanos, moscas de las flores, Neotrópico, visitantes florales

INTRODUCCIÓN

Con una distribución cosmopolita las moscas de las flores o zumbadoras (Diptera: Syrphidae) son fundamentales para garantizar la salud y diversidad de los ecosistemas. Syrphidae incluye aproximadamente 6000 especies agrupadas en las subfamilias Microdontinae, Pipizinae, Eristalinae y Syrphinae (Miranda et al. 2013). Los adultos de Pipizinae, Eristalinae y Syrphinae se destacan por ser polinizadores que favorecen el intercambio genético de muchas angiospermas (Holloway 1976, Orford et al. 2015, Hughes 2016). Por su parte, las larvas de Syrphinae y Pipizinae son depredadoras de insectos plaga, mientras las de Eristalinae son mirmecófagas y las de Microdontinae son saprófagas (Sommaggio 1999, Mengual et al. 2015, Speight 2017).

El Neotrópico alberga 1520 especies de sírfidos destacándose Brasil con 503, Colombia con 337 y México con 251; de estas 207, 79 y 115 son endémicas respectivamente en esos países. En Colombia, la mayor diversidad de Syrphidae se ha reportado en la región andina, particularmente en el bosque alto andino y páramo con especies especializadas

y dominantes (Montoya et al. 2012, Montoya 2016). En ecosistemas andinos se registran asociaciones entre sírfidos y las familias botánicas Asteraceae, Acanthaceae, Araliaceae, Hypericaceae, Clusiaceae, Rosaceae, Lamiaceae Fabaceae y Poaceae (Sánchez-N y Amat-García 2005, Zamora et al. 2011, Reina-Ávila et al. 2013). Carabalí et al. (2017) registran para *Persea americana* (aguacate), 26 especies de sírfidos visitantes florales, destacándose los géneros *Palpada*, *Allograpta* y *Toxomerus*.

El conocimiento de la biología, métodos eficientes de captura, y en particular la alta diversidad de especies, comportamientos, grupos funcionales, además de su capacidad de respuesta a variables ambientales y ecológicas como humedad, temperatura y nivel de conservación de un ecosistema, hacen a los sírfidos buenos indicadores ecológicos (McGeoch 1997, Sommaggio 1999, Marcos-García et al. 2012, Radenković 2017). Estudios señalan que su diversidad puede predecir la estructura vegetal (Carey et al. 2017), e incluso su complejidad (Moquet et al. 2018). En ecosistemas boscosos europeos y brasileros la diversidad de sírfidos aumenta con la presencia de espacios abiertos, donde una alta regeneración natural con plantas de

diversos portes garantiza hábitats para el desarrollo de sus adultos y larvas (Gittings *et al.* 2006, de Souza *et al.* 2014). Por su parte, Larrieu *et al.* (2015) identificaron que en áreas forestales la riqueza, abundancia y diversidad funcional disminuye con la homogeneización de las coberturas. Estos indicadores varían según la actividad antrópica. En áreas de manejo que promueven la heterogeneidad estos indicadores de diversidad son altos (Jorge *et al.* 2007), mientras en áreas homogéneas asociadas al aumento de construcciones civiles son bajos (Sommaggio 1999).

Pese a que los sírfidos son un grupo taxonómico estratégico, no se han realizado estudios que evalúen las asociaciones de estas especies en los ecosistemas andinos colombianos. Esto es relevante si se tiene en cuenta que son precisamente los ecosistemas de alta montaña los más amenazados por actividades antrópicas asociadas con el cambio climático (Radenković *et al.* 2017), la fragmentación causada por la minería, el urbanismo, el avance de las fronteras agrícolas, y el uso indiscriminado de herbicidas y plaguicidas que reducen su hábitat y poblaciones naturales (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019). Estas actividades

antrópicas han generado pérdida de la composición, estructura y función ecológica de los bosques naturales, en particular de aquellos cercanos a las grandes urbes (Bellamy *et al.* 2017). El objetivo de este estudio fue determinar cómo la composición e índices ecológicos de sírfidos se relacionan con las coberturas vegetales identificadas en la región montañosa oriental de la ciudad de Bogotá D.C. (Colombia) que ha presentado diferentes tipos de intervención.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la cuenca baja de la Quebrada Las Delicias que nace en los cerros orientales de Bogotá D.C. ($4^{\circ}38'23.36''$ Norte, $74^{\circ}3'16.84''$ Oeste y $4^{\circ}38'14.20''$ Norte, $74^{\circ}3'7.25''$ Oeste) (World Geodetic System 1984, WGS 84), discurre entre 2600 y 2800 m de altitud (Fig. 1). La vegetación potencial del área es bosque andino con diferentes grados de afectación antrópica; se destacan el avance de la frontera urbana, así como la deforestación de coberturas nativas afectadas por la minería de extracción de roca caliza (Bejarano 2014).

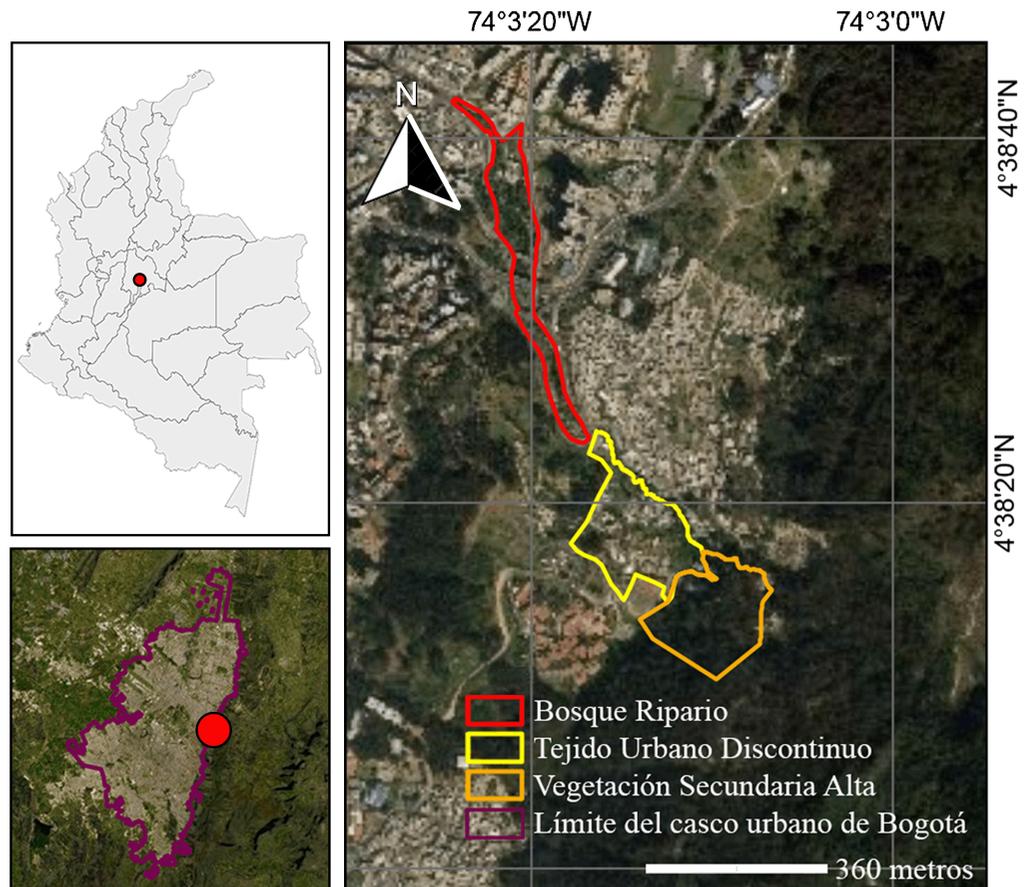


Figura 1. Localización del área de estudio. Coberturas identificadas de la Quebrada Las Delicias. Imágenes satelitales de Google (c2017).

Identificación y caracterización de coberturas vegetales

Para establecer las coberturas se tuvieron en cuenta criterios de accesibilidad, la presencia de espacios públicos y senderos en buen estado. Las coberturas en donde se realizó el proyecto fueron delimitadas con base en la historia ambiental de la Quebrada Las Delicias (Bejarano [c2014](#)). Para el levantamiento de las coberturas se siguió la metodología de interpretación visual de imágenes de sensores remotos propuesta por Melo y Camacho ([2005](#)) y la correspondiente clasificación de coberturas de la tierra Corine Land Cover ajustada a una escala 1:25000 con área mínima de detalle de 2 ha (IDEAM [2010](#)). Se analizó la imagen satelital de Google Earth de la zona para 2015 ([Fig. 1](#)) utilizando los criterios fisionómicos de cada cobertura como altura y densidad de los árboles, además de visitas de campo para verificar lo visto en la imagen satelital y registrar las especies vegetales características. Las especies vegetales se identificaron con guías de campo (García *et al.* [2006](#), Mahecha *et al.* [2010](#), Mahecha *et al.* [2012](#), Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez [2014](#), Carvajal-Rojas [2015](#), Carvajal-Rojas *et al.* [2019](#)). Para delimitar las coberturas se empleó el programa QGIS 3.6.2 (Quantum GIS Development Team [c2016](#)).

Se definieron tres sitios de 2,4 ha representativos de cada cobertura (Anexo 1 del material suplementario, [Fig. 1](#)). La cobertura Tejido Urbano Discontinuo refleja el avance de la construcción de vivienda no planificada sobre la quebrada. La cobertura Vegetación Secundaria Alta corresponde a áreas de extracción minera abandonadas y reforestadas (Plantación forestal de latifoliadas de *Eucalyptus globulus* Labill), actualmente en restauración producto de la tala de árboles en riesgo de caída (Bejarano [c2014](#)). La cobertura Bosque Ripario comprende suelos desnudos intervenidos que reflejan procesos avanzados de restauración y reforestación paisajística (Bejarano [c2014](#)).

Captura de los sírfidos

Los sírfidos adultos se recolectaron con red entomológica pues es el método de muestreo más eficiente (Marcos-García *et al.* [2012](#)). Entre agosto y octubre de 2018 se realizaron muestreos semanales durante las horas más cálidas (10am a 3pm) y por tanto de mayor actividad de los visitantes florales (Hegland *et al.* [2010](#)). La calidad del muestreo se evaluó con: 1) el índice de representatividad o fracción de la riqueza encontrada con respecto a la estadísticamente estimada (Villarreal *et al.* [2006](#)) y 2) índice de integridad de la muestra o fracción de los individuos de las especies muestreadas con relación a la extrapolada (Chao *et al.* [2014](#), Hsieh *et al.* [2016](#)). Para la identificación de los

individuos se utilizaron las claves taxonómicas de Thompson ([1999](#), [2006](#)), Thompson *et al.* ([2010](#)), Miranda ([2017](#)) y Mengual *et al.* ([2018](#)). Para la asignación de rasgos de historia de vida de las larvas de los géneros identificados se siguió a Wallace y Merritt ([1980](#)), Thompson ([2006](#)) y Ricarte *et al.* ([2015](#)).

Análisis ecológico de las comunidades de sírfidos

El análisis se realizó a nivel de especie para relacionarlas con el tipo de cobertura vegetal (McGeoch [1997](#)). Los tres índices ecológicos seleccionados se calcularon para las comunidades de moscas por cobertura.

Curvas de rarefacción - extrapolación y Número efectivo de especies

Una vez obtenidas las curvas de rarefacción – extrapolación, las cuales permiten calcular intervalos de confianza y proveer sustento estadístico a los índices ecológicos de diversidad, se calculó el número efectivo de especies (NE) el cual corresponde a una medida de diversidad que permite evaluar y comparar en términos de número de especies (riqueza: orden $q=0$), especies comunes (Shannon: orden $q=1$) y número de especies dominantes (Simpson: orden $q=2$) una o varias comunidades con igual o diferente tamaño de muestra (Chao *et al.* [2014](#), Hsieh *et al.* [2016](#)). Siguiendo a Hsieh *et al.* ([2016](#)) para la curva de rarefacción relacionada con el orden $q=0$, se extrapoló tres veces la cantidad de individuos muestreados, mientras para los órdenes $q=1$ y $q=2$ se extrapolaron hasta el infinito. Las RE y los NE se calcularon empleando el paquete iNterpolation and EXTrapolation of Hill number (iNext) en el programa Rstudio versión 1.0.153 (RStudio Team [c2015](#)).

Análisis de componentes principales (ACP)

Para identificar el grado de asociación de los sírfidos con las coberturas se utilizó un ACP. Para este análisis se utilizó la abundancia de sírfidos a nivel de especie con el fin de generar vectores que representen las tres coberturas en un gráfico bidimensional cuyos ejes explican la mayor cantidad de variación posible del modelo. Este ejercicio se hizo con la librería factoextra (Kassambara [c2017](#)) en el programa Rstudio versión 1.0.153 (RStudio Team [c2015](#)).

■ RESULTADOS

Caracterización de coberturas vegetales

Se registraron 99 especies de plantas pertenecientes a 86 géneros y 50 familias. Las familias más ricas fueron

Asteraceae (once spp.), Fabaceae (nueve), Solanaceae (cinco), mientras que Brassicaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, y Passifloraceae estuvieron representadas igualmente con cuatro especies. Los hábitos más abundantes fueron los árboles (34 spp.), seguidos por hierbas (30) y arbustos (trece) (Anexo 2 del material suplementario). Las coberturas con más especies y géneros de plantas fueron la Vegetación Secundaria Alta y el Tejido Urbano Discontinuo en contraste con el Bosque Ripario, que tuvo la riqueza más baja (Tabla 1).

Diversidad de sírfidos por tipo de cobertura

En el área de la Quebrada Las Delicias se recolectaron en total 381 individuos de sírfidos agrupados en dos subfamilias, quince géneros y 24 especies/morfoespecies (Tabla 2). La cobertura Tejido Urbano Discontinuo presentó el mayor número individuos (n= 162; 42,52 %), seguida por el Bosque Ripario (n= 128; 33,07 %) y la Vegetación Secundaria Alta (n= 93; 24,09 %). En general el 55,9 % de los sírfidos (n= 213 individuos) pertenecen a la subfamilia Syrphinae agrupados en nueve géneros y quince especies/morfoespecies; los restantes 168 individuos pertenecen a siete géneros y nueve especies/morfoespecies de la sub-

familia Eristalinae (Tabla 2). La subfamilia Syrphinae fue la más abundante en el Bosque Ripario (n= 78; 20,47 %), en tanto que Eristalinae fue la más abundante en el Tejido Urbano Discontinuo (n= 89; 23,35 %).

Los géneros más ricos de Syrphinae fueron *Allograpta* (cuatro spp), *Toxomerus* y *Platycheirus* (dos), mientras de Eristalinae fueron *Copestylum* (tres) y *Palpada* (dos) (Tabla 2). Las especies/morfoespecies más abundantes de Syrphinae fueron *Toxomerus watsoni* (Curran, 1930) (11,28 %), *Syrphus shorae* (Fluke, 1950) (7,87 %) y *Allograpta exotica* (Wiedemann, 1830) (7,61 %), mientras de Eristalinae fueron *Lejops mexicanus* (Macquart, 1842) (19,42 %), *Eristalinus taeniops* (Wiedemann, 1818) (9,71 %) y *Palpada florea* (Hull, 1925) (6,82 %) (Tabla 2). Ocho especies fueron exclusivas, tres para el Bosque Ripario y la Vegetación Secundaria Alta, y dos para el Tejido Urbano Discontinuo (Tabla 2). Basados en la revisión de literatura se tiene que los estados larvarios de las especies de la familia Syrphidae son mayormente entomófagos, aunque se presentan diferencias a nivel de subfamilia. Las larvas de Eristalinae presentan una dieta saprófaga en dos hábitats: la mayoría de géneros habitan en agua estancada y principalmente *Copestylum* habita en agua estancada en bromelias o fruta descompuesta. Por su lado, las de Syrphinae presentan una dieta entomófaga, y ocurrencia principalmente en hojas con hemípteros (Tabla 2).

Tabla 1. Indicadores de diversidad de sírfidos y plantas por cobertura muestreada. BR = Bosque Ripario, VSA = Vegetación Secundaria Alta, TUD = Tejido Urbano Discontinuo.

Comunidades	Indicadores	BR	VSA	TUD
Sírfdos	Individuos	126	93	162
	Géneros	12	13	14
	Especies (S)	19	17	17
	S extrapolado	20,1	18,9	18,8
	S comunes	13,6	15	9,4
	S dominantes	10,5	12,6	5,9
	S únicas	3	3	2
Plantas	Géneros	37	65	46
	Especies (S)	41	70	50
	S árboles	18	29	9
	S arbolitos	4	6	5
	S arbustos	7	7	5
	S arbustos, arbolitos	1	1	1
	S hierbas	8	19	25
	S rastreras	0	2	1
	S sub arbustos	0	2	2
	S trepadoras	3	4	2

Los valores de la integridad y la representatividad del muestreo (Tabla 1) fueron similares entre las coberturas y superaron el 90 %. La mayor integridad la presentó el Tejido Urbano Discontinuo con 98,16 % (Fig. 2a), en tanto que la mayor representatividad la alcanzó la Vegetación Secundaria Alta con 94,52 %. La riqueza de sírfidos y su número efectivo de especies de orden q=0 fueron similares en las tres coberturas vegetales (Tabla 1, Fig. 2b). Por su parte, los números efectivos de especies comunes (orden, q=1, Fig. 2c) y dominantes (orden, q=2, Fig. 2d) además de similares entre el Bosque Ripario y la Vegetación Secundaria Alta, fueron superiores a los del Tejido Urbano Discontinuo.

Los dos primeros ejes del análisis de componentes principales que relacionan la composición y abundancia de sírfidos por coberturas vegetales explicaron el 90,9 % de la variación encontrada (Fig. 3). Se resalta la cercanía entre la Vegetación Secundaria Alta y el Tejido Urbano Discontinuo asociada con la abundancia mayoritaria de las especies *L. mexicanus* (Eristalinae) y *T. watsoni* (Syrphinae). Por su parte, el Bosque Ripario se asoció con la abundancia

Tabla 2. Abundancia (Ab) de las especies de sírfidos encontrados en las tres coberturas vegetales en la Quebrada Las Delicias, BR = Bosque Ripario, VSA = Vegetación Secundaria Alta, TUD = Tejido Urbano Discontinuo. Por especie se provee información de dieta (Sa: saprófaga, En: entomófaga) y hábitat de las larvas (Bb: agua estancada en brácteas de bromélias; Fd: fruta en descomposición, Ae: agua estancada residual, Hh: hojas con presencia de áfidos, psílidos y membrácidos).

Subfamilia	Especies/ Morfoespecie	Abr	Dieta	Hábitat	Cobertura vegetal				Distribución****	
					BR	VSA	TUD	Ab		
Eristalinae	<i>Lejops mexicanus</i> (Macquart, 1842)	Lmexi	Sa	Ae***	4	13	57	74	Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Quindío, Santander, Tolima. 300-2631 m. ^a	
	<i>Eristalinus taeniops</i> (Wiedemann, 1818)	Etaen	Sa	Ae***	13	10	14	37	Europa y Brasil.	
	<i>Palpada florea</i> (Hull, 1925)	Pflor	Sa	Ae***	21	-	5	26	Antioquia, Caquetá. 305-1800 m.	
	<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	Etena	Sa	Ae***	7	4	12	23	Amazonas, Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Quindío, Nariño, Risaralda, Tolima, 15-3150 m. ^a	
	<i>Palpada ruficeps</i> (Macquart, 1842)	Prufi	Sa	Ae***	-	3	-	3	Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Meta, Tolima. 160-3200m. ^a	
	<i>Copestylum cf. virescens</i> (Williston, 1891)	Ccf.	Sa	Bb/Fd**	2	-	-	2	Amazonas, Cauca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte del Santander, Risaralda, Valle del Cauca.	
	<i>Copestylum</i> sp. 1	Csp.1	Sa	Bb/Fd**	1	-	-	1		
	<i>Copestylum</i> sp. 2	Csp.2	Sa	Bb/Fd**	-	1	-	1		
	<i>Mallota inversa</i> Shannon, 1927	Minve	Sa	Ae***	-	-	1	1	Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Risaralda, Santander. 1700-3200 m. ^a	
	Subtotal					48	31	89	168	
	<i>Toxomerus watsoni</i> (Curran, 1930)	Twats	En	Hh [†]	5	13	25	43	Antioquia, Cundinamarca.	
	<i>Syrphus shorae</i> Fluke, 1950	Sshor	En	Hh [†]	20	5	5	30	Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Quindío, Risaralda, Santander, Valle del Cauca. 1001-3200m. ^a	
	<i>Allograpta exotica</i> (Wiedemann, 1830)	Aexot	En	Hh [†]	15	4	10	29	Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Meta. 523-3050 m. ^a	
	<i>Orphnabaccha golbachi</i> (Fluke, 1950)	Ogolb	En	Hh [†]	12	5	4	21	Argentina.	
	<i>Allograpta neotropica</i> Curran, 1936	Aneot	En	Hh [†]	8	9	3	20	Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Tolima, Valle del Cauca. 160-3200m. ^a	
<i>Platycheirus punctulata</i> (Wulp, 1888)	Ppunc	En	Hh [†]	4	5	9	18	Ecuador, Perú, Brasil, Bolivia, Chile.		
<i>Toxomerus paragrammus</i> (Schiner, 1868)	Tpara	En	Hh [†]	3	3	8	14	Venezuela.		
Syrphinae	<i>Argentinomyia altissima</i> (Fluke, 1945)	Aalti	En	Hh [†]	1	9	3	13	Antioquia, Cundinamarca, Tolima. 2200-3610 m. ^a	
	<i>Allograpta obliqua</i> (Say, 1823)	Aobli	En	Hh [†]	2	2	2	6	Antioquia, Cundinamarca, Risaralda, Tolima. 322-1656m.	
	<i>Platycheirus ecuadoriensis</i> (Wulp, 1888)	Pecua	En	Hh [†]	3	3	-	6	Colombia: Antioquia, Cundinamarca. 1200-3500 m. ^a	
	<i>Hybobathus</i> sp.	Hsp.	En	Hh [†]	2	1	1	4		
	<i>Allograpta tectiforma</i> Fluke, 1942	Atect	En	Hh [†]	-	3	-	3	Antioquia. 3050-3500 m	
	<i>Mimocalla gigantea</i> (Schiner, 1868)	Mgiga	En	Hh [†]	2	-	1	3	Antioquia, Boyacá. Cundinamarca, Meta, Risaralda. 1890-2650 m. ^a	
	<i>Toxomerus pallipes</i> (Bigot, 1884)	Tpall	En	Hh [†]	-	-	2	2	Antioquia, Boyacá. Caldas 1750-3200m	
	<i>Leucopodella gracilis</i> (Williston, 1891)	Lgrac	En	Hh [†]	1	-	-	1	Antioquia, Cundinamarca, Quindío. 1560-2300 m.	
	Subtotales					78	62	73	213	

*Thompson (2006), *** Thompson et al. (2010), ** Wallace y Merritt (1980) Ricarte et al. (2015) y ****Montoya (2016), a especie reportada con anterioridad en Bogotá.

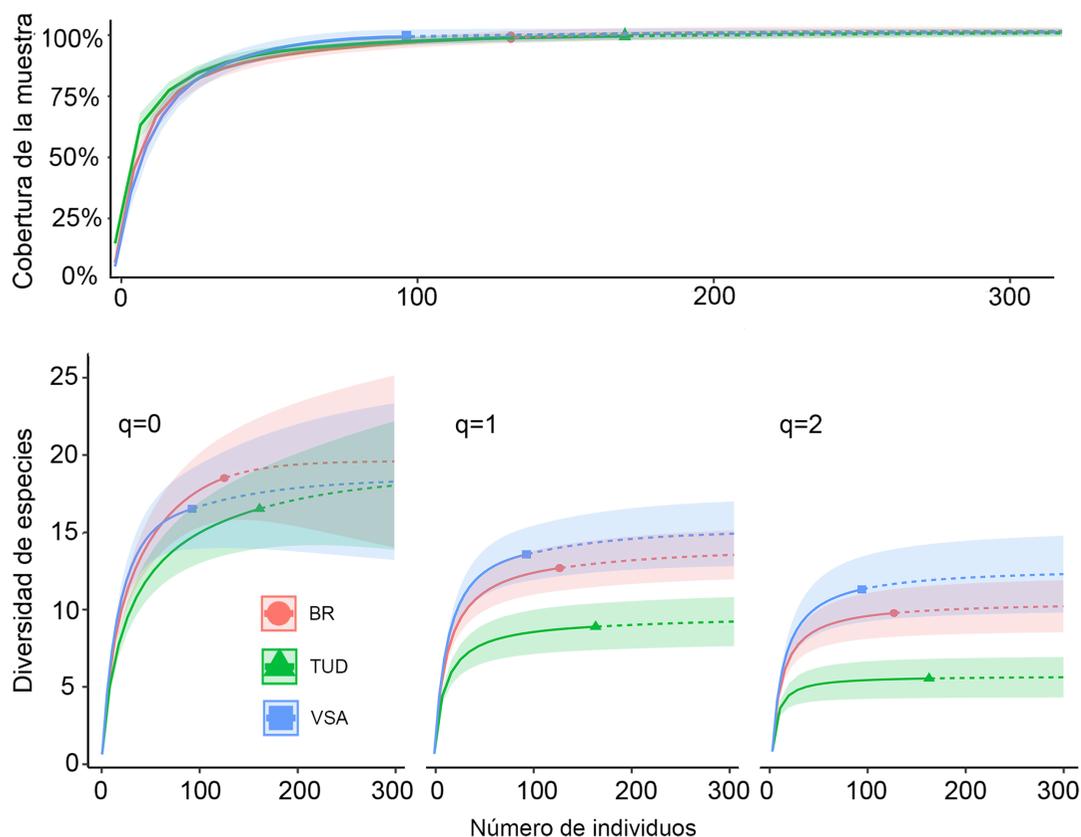


Figura 2. Integridad de la muestra (a) y diversidad de sírfidos en las tres coberturas (TUD = Tejido Urbano Discontinuo, VSA= Vegetación Secundaria Alta, BR= Bosque Ripario) en términos de riqueza (q=0, b), especies comunes (q=1, c) y especies dominantes (q=2, d). Se muestran en línea continua la interpolación y en línea cortada la extrapolación.

de las especies *S. shorae*, *A. exotica*, *O. golbachii* (Syrphinae) y *P. florea* (Eristalinae).

DISCUSIÓN

Este estudio caracterizó la diversidad de las comunidades de sírfidos presentes en coberturas montañas con influencia de la ciudad de Bogotá. Las comunidades de sírfidos encontradas durante la temporada seca a húmeda (agosto - octubre), fueron suficientemente representativas e integrales, y permitieron identificar asociaciones con las coberturas diferenciadas. La representatividad del muestreo (>85 %) superior a la recomendada por Villarreal *et al.* (2006) y la integridad del muestreo alcanzada en las tres coberturas (>95 %) dan fiabilidad al muestreo realizado (Chao *et al.* 2014). Así pues, para optimizar futuros muestreos de sírfidos en el área se deberán recolectar al menos 50 individuos por cobertura (integridad del 88 %; Fig. 2) siempre que se repliquen las condiciones y tipo de muestreo del presente estudio (Chao *et al.* 2014).

El presente estudio abarcó una temporada de tres meses. Aumentar el esfuerzo de muestreo en particular con más temporadas incrementará potencialmente la riqueza de sírfidos en las diferentes coberturas, pues sus poblaciones pueden variar de acuerdo con su fenología y la oferta de recursos (Owen y Gilbert 1989, Sarmiento-Cordero *et al.* 2010). Del mismo modo, el muestreo con trampas Malaise podrá incrementar la representatividad de especies raras (Brown 2005, Marcos-García *et al.* 2012), como las del género *Copestylum* (Restrepo-Ortiz y Carrejo 2009) e incluso registrar cerca de doce géneros más que han sido reportados para la región (ver Gutiérrez *et al.* 2005, Montoya *et al.* 2012, Moquet *et al.* 2018).

Se destacan los primeros registros de los géneros *Hybobathus* reportado hasta los 2000 m de altitud y *Orphnabaccha* registrado desde los 3075 m de altitud (Montoya 2016). De las 24 especies identificadas, diez ya han sido reportadas para Bogotá (Montoya 2016) y diez son nuevos registros para la ciudad. De estas, *E. taeniops*, *O. golbachii*, *P. punctulata* y *T. paragrammus* son inclusive

nuevos registros para Colombia. La riqueza de sírfidos asociada a la Quebrada las Delicias (24 especies) supera a la de otras áreas de Bogotá; casi cuadruplica la identificada en el Humedal Jaboque de Bogotá (siete especies; Sánchez-N y Amat-García 2005) y casi triplicando la reportada en el Jardín Botánico de Bogotá (nueve especies; Zamora et al. 2011).

La mayor abundancia de sírfidos en el Tejido Urbano Discontinuo concuerda con el planteamiento de que su abundancia es promovida por espacios abiertos tales como ecosistemas agrícolas (Power et al. 2016), claros de bosques de coníferas (Jorge et al. 2007, de Souza et al. 2014), y plantaciones forestales (Gittings et al. 2006). Por otro lado, la mayor diversidad de sírfidos (equitatividad y dominancia) en la Vegetación Secundaria Alta y el Bosque Ripario frente a la del Tejido Urbano Discontinuo (Figs. 2c y d) puede obedecer a la mayor heterogeneidad de la composición y estructura vegetal, una condición igualmente presente en los bosques de abetos de los Pirineos Franceses donde se presentó un patrón similar (Larrieu et al. 2015). Además, desde el enfoque del gradiente sucesional, característica propia que permite identificar coberturas vegetales (IDEAM 2010), el Tejido Urbano Discontinuo correspondería a estadios primarios en una sucesión secundaria, con coberturas pobres en especies y estratificación. Por otro lado, la Vegetación Secundaria Alta, producto de la regeneración

natural avanzada en lugares disturbados, y el Bosque Ripario, con mayor riqueza y estratificación, reflejarían etapas posteriores dentro de la misma sucesión. Con este enfoque se refuerza que la diversidad de sírfidos aumenta de una etapa primaria a una secundaria (Jorge et al. 2007).

Se resalta la relación entre *L. mexicanus* y *T. watsoni* con las coberturas abiertas Vegetación Secundaria Alta y Tejido Urbano Discontinuo, concordante con la identificada entre *T. watsoni* y claros de bosques templados (de Souza et al. 2014). Por otro lado, *P. florea*, *S. shorae*, *O. golbachii* y particularmente *A. exotica* se asociaron con el Bosque Ripario (Fig. 3); la última encontrada afín con bordes de bosques de coníferas brasileros (Jorge et al. 2007).

CONCLUSIÓN

Las comunidades de sírfidos, definidas por su composición e índices ecológicos en el sector montañoso de la Quebrada Las Delicias en Bogotá, son reflejo de las coberturas vegetales Tejido Urbano Discontinuo, Vegetación Secundaria Alta y Bosque Ripario. Se resalta, en primera instancia, una riqueza de sírfidos relativamente similar entre coberturas. Sin embargo, la composición de especies de sírfidos se relacionó con dos grupos de coberturas: En el primer grupo, las especies *L. mexicanus*, y *T. watsoni* se relacionaron con

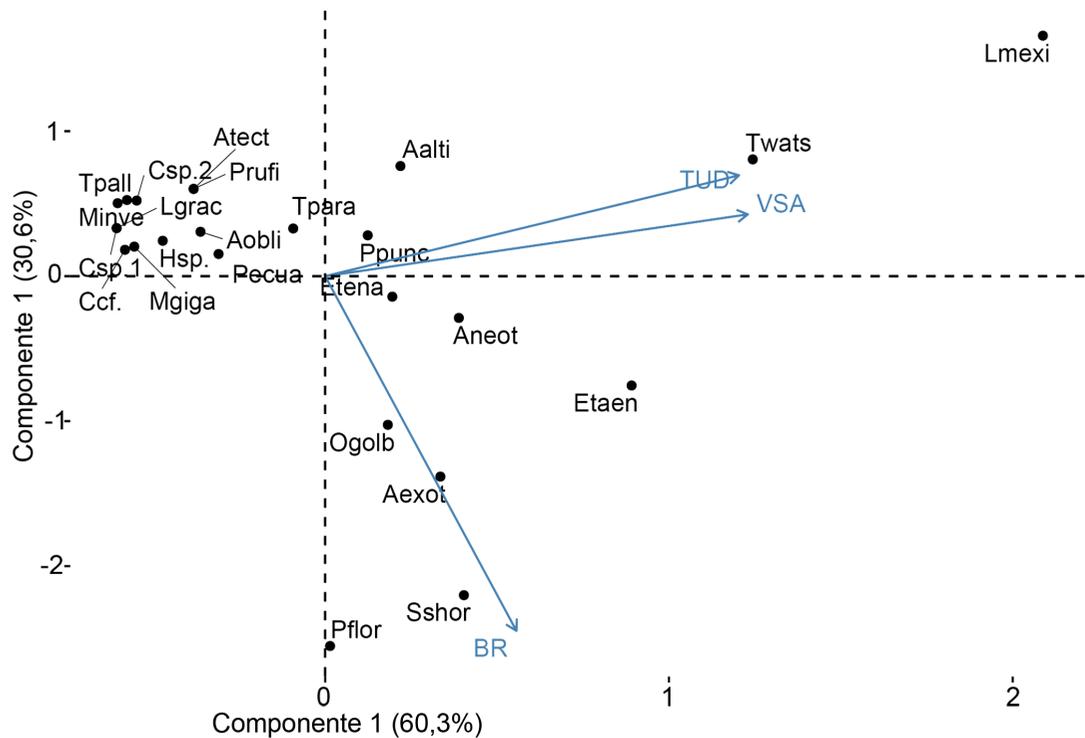


Figura 3. Asociación entre especies de sírfidos y coberturas mediante análisis de componentes principales. Las abreviaturas de las especies se explican en la Tabla 2. Vectores generados por el ACP para las coberturas: TUD = Tejido Urbano Discontinuo, VSA = Vegetación Secundaria Alta, BR = Bosque Ripario.

ecosistemas antropizados (Tejido Urbano Discontinuo) y áreas abiertas (Vegetación Secundaria Alta). En el segundo grupo, las especies *P. florea*, *S. shorae*, *A. exotica* y *O. golbachii* se asociaron con coberturas arbóreas más homogéneas y menos antropizadas (Bosque Ripario). En segunda instancia, la abundancia de sírfidos fue mayor en espacios abiertos y antropizados (Tejido Urbano Discontinuo); mientras su diversidad fue mayor en coberturas con vegetación heterogénea (Vegetación Secundaria Alta y Bosque Ripario). Todo lo anterior apunta a la relevancia del estudio que aun siendo limitado en cobertura y tiempo de muestreo recoge información que enriquece el conocimiento de los sírfidos en el Neotrópico. Así, nuestros hallazgos amplían las asociaciones registradas de algunas especies de sírfidos con estructuras y composiciones vegetales particulares. Se debe investigar si la diversidad y composición de sírfidos adultos se asocia con otros factores como la fenología floral y los ambientes que aseguran los requerimientos de hábitat de sus larvas como aguas estancadas, presencia de bromélias, troncos o fruta en descomposición, abundancia de plagas y presencia de hormigueros.

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Los anexos 1 y 2 se presentan como material suplementario en la url: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/90652/76621>

LITERATURA CITADA

Bejarano P, editor. c2014. Historia ambiental y recuperación integral de los territorios asociados a quebradas y ríos en Bogotá (caso Chapinero). Bogotá, Colombia: Secretaría Distrital de Ambiente, Alcaldía Local de Chapinero y Conservación Internacional Colombia. [Revisada en: 27 Mar 2018]. <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/proyecto-recuperacion-integral-de-las-quebradas-de-chapinero>

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

SLAV concepción, diseño, toma de datos, análisis, y escritura del documento; RGSB concepción, diseño, análisis y escritura del documento; ALMG concepción, diseño, análisis y escritura del documento.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Olga Patricia Pinzón Florián del Laboratorio de Sanidad Forestal y a Diego Tomás Corradine Mora del

Bellamy CC, van der Jagt APN, Barbour S, Smith M, Moseley D. 2017. A spatial framework for targeting urban planning for pollinators and people with local stakeholders: A route to healthy, blossoming communities?. *Environ. Res.* 158:255–268. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.023>

Brown BV. 2005. Malaise trap catches and the crisis in Neotropical dipterology. *Am. Entomol.* 51(3):180–183. doi: <https://doi.org/10.1093/ae/51.3.180>

Carabalí Muñoz A, Pinchao Tenganan S, Lamprea Rodríguez I, Peña Mojica JF, Carabalí-Banguero DJ. 2017. Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia. Mosquera, Colombia: CORPOICA.

Carey JGJ, Brien S, Williams CD, Gormally MJ. 2017. Indicators of Diptera diversity in wet grassland habitats are influenced by environmental variability, scale of observation, and habitat type. *Ecol. Indic.* 82:495–504. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.030>

Carvajal-Rojas L. 2015. Árboles y Arbustos del Bosque alto andino del Sumapaz- Una guía de campo. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Carvajal-Rojas L, Barrientos-Díaz O. 2019. Plantas vasculares sede Macarena, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK, Ellison AM. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecol. Monogr.* 84:45–67. doi: <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>

de Souza JMT, Marinoni RC, Marinoni L. 2014. Open and disturbed habitats support higher diversity of Syrphidae (Diptera)? A case study during three years of sampling in a fragment of Araucaria forest in southern Brazil. *J. Insect Sci.* 14(1):236. doi: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieuo98>

García N, Vargas O, Figueroa Y. 2006. Los cerros orientales y su flora. El Acueducto de Bogotá, sus reservas y su gestión ambiental. Bogotá, Colombia: Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá-EAAB.

Laboratorio de Biología de la sede Porvenir de la Facultad del Medio Ambiente y de Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por facilitar las instalaciones y recursos para el procesamiento y análisis de las muestras. A Ángela Parrado Rosselli docente de la Universidad Distrital por sus comentarios críticos en las versiones preliminares del manuscrito, y a la comunidad del barrio Bosque Calderón. Finalmente, a los revisores anónimos por sus comentarios constructivos y valiosa retroalimentación de este manuscrito.

- Gittings T, O'Halloran J, Kelly T, Giller PS. 2006. The contribution of open spaces to the maintenance of hoverfly (Diptera, Syrphidae) biodiversity in Irish Plantation Forests. *Forest Ecol. Manag.* 237(1-3):290–300. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.052>
- Google. c2017. Google Earth online. [Revisada en: 27 Mar 2017]. <https://earth.google.com/web/>
- Gutiérrez C, Carrejo NS, Ruiz C. 2005. Listado de los géneros de Syrphidae (Diptera: Syrphoidea) de Colombia. *Biota Colomb.* 6(2):173–180
- Hegland SJ, Dunne J, Nielsen A, Memmott J. 2010. How to monitor ecological communities cost-efficiently: The example of plant-pollinator networks. *Biol. Conserv.* 143(9):2092–2101. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.05.018>
- Holloway BA. 1976. Pollen-feeding in hover-flies (Diptera: Syrphidae). *New. Zeal. J. Zool.* 3(4):339–350. doi: <https://doi.org/10.1080/03014223.1976.9517924>
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A. 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods Ecol. Evol.* 7(12):1451–1456. doi: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Hughes CE. 2016. The tropical Andean plant diversity powerhouse. *New Phytol.* 210(4):1152–1154. doi: <https://doi.org/10.1111/nph.13958>
- [IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Jorge CM, Marinoni L, Marinoni RC. 2007. Diversidade de Syrphidae (Diptera) em cinco áreas com situações florísticas distintas no Parque Estadual Vila Velha em Ponta Grossa, Paraná. *Iheringia, Sér. Zool.* 97(4):452–460. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212007000400015>
- Kassambara A. c2017. Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. [cran.r-project.org](https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/factoextra.pdf). [Revisada en: 27 Mar 2018]. <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/factoextra.pdf>
- Larrieu L, Cabanettes A, Sarthou J-P. 2015. Hoverfly (Diptera: Syrphidae) richness and abundance vary with forest stand heterogeneity: Preliminary evidence from a montane beech fir forest. *Eur. J. Entomol.* 112(4):755–769. doi: <https://dx.doi.org/10.14411/eje.2015.083>
- Mahecha G, Sánchez F, Chaparro J, Cadena H, Tovar G, Villota L, Morales G, Castro J, Bocanegra F, Quintero M. 2010. Arbolado Urbano de Bogotá, identificación, descripción y bases para su manejo. Bogotá, Colombia: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Mahecha GE, Ovalle A, Camelo D, Roza A, Barrero D. 2012. Vegetación del territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y sus montañas. Bogotá, Colombia: Corporación Autónoma Regional, CAR.
- Marcos-García MA, García-López A, Zumbado MA, Rotheray GE. 2012. Sampling Methods for Assessing Syrphid Biodiversity (Diptera: Syrphidae) in Tropical Forests. *Environ. Entomol.* 41(6):1544–1552. doi: <https://doi.org/10.1603/EN12215>
- McGeoch MA. 1997. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biol. Rev.* 73(2):181–201. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1997.tb00029.x>
- Melo LH, Camacho M. 2005. Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Mengual X, Miranda GFG, Thompson FC. 2018. Unraveling Ocyptamus and the Baccha legacy (Diptera: Syrphidae): redefinition of groups and new species descriptions. *Zootaxa*, 4461(1):1–44. doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4461.1.1>
- Mengual X, Ståhls G, Rojo S. 2015. Cladistics Phylogenetic relationships and taxonomic ranking of pipizine flower flies (Diptera: Syrphidae) with implications for the evolution of aphidophagy. *Cladistics* 31(5):1–18. doi: <https://doi.org/10.1111/cla.12105>
- Miranda GFG. 2017. Clave de identificación para los géneros de Syrphidae (Diptera) de la Amazonia brasileña y nuevos registros de taxones. *Acta Amaz.* 47(1):53v-62. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201601022>
- Miranda GFG, Young AD, Locke MM, Marshall SA, Skevington JH, Thompson FC. 2013. Key to the Genera of Nearctic Syrphidae. *Can. J. Arthropod. Identif.* 23(23):1–351. doi: <https://doi.org/10.3752/cjai.2013.23>
- Montoya AL. 2016. Catalogue of Diptera of Colombia: Family Syrphidae. *Zootaxa* 4122(1): 457–537. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4122.1.39>
- Montoya AL, Pérez SP, Wolff M. 2012. The Diversity of Flower Flies (Diptera: Syrphidae) in Colombia and Their Neotropical Distribution. *Neotrop. Entomol.* 41(1):46–56. doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0018-z>
- Moquet L, Laurent E, Bacchetta R, Jacquemart A-L. 2018. Conservation of hoverflies (Diptera, Syrphidae) requires complementary resources at the landscape and local scales. *Insect Conserv. Diver.* 11(1):72–87. doi: <https://doi.org/10.1111/icad.12245>
- Orford KA, Vaughan IP, Memmott J. 2015. The forgotten flies: the importance of non-syrphid Diptera as pollinators. *Proc. Biol. Sci.* 282(1805):20142934. doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2934>
- Owen J, Gilbert FS. 1989. On the abundance of hoverflies (Syrphidae). *Oikos* 55(2):183–193. doi: <http://doi.org/10.2307/3565422>
- Power EF, Jackson Z, Stout JC. 2016. Organic farming and landscape factors affect abundance and richness of hoverflies (Diptera, Syrphidae) in grasslands. *Insect Conserv. Diver.* 9(3):244–253. doi: <https://doi.org/10.1111/icad.12163>
- Quantum GIS Development Team. c2016. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. [Revisada en: 27 Mar 2018]. <https://qgis.org/es/site/>
- Radenković S, Schweiger O, Milić D, Harpke A, Vujić A. 2017. Living on the edge: Forecasting the trends in abundance and distribution of the largest hoverfly genus (Diptera: Syrphidae) on the Balkan Peninsula under future climate change. *Biol. Conserv.* 212(Part A):216–229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.06.026>

- Reina-Ávila D, Riaño-Jiménez D, Aguilar L, Cure JR. 2013. Visitantes Florales (Arthropoda: Insecta) En Zona De Sub-Páramo En Los Cerros Orientales De La Sabana De Bogotá, Colombia. [Revisada en: 27 Mar 2018]. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2013/EC/599-604.pdf>
- Restrepo-Ortiz C, Carrejo N. 2009. Listado de especies de *Copestylum* Macquart (Diptera: Syrphidae) de áreas naturales de Colombia. *Osiris* 24:141–149.
- Ricarte A, Marcos-García MA, Hancock EG, Rotheray GE. 2015. Neotropical *Copestylum* Macquart (Diptera: Syrphidae) Breeding in Fruits and Flowers, Including 7 New Species. *Plos One*. 10(11):1–22. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142441>
- RStudio Team. 2015. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston. [Revisada en: 27 Mar 2018]. <http://www.rstudio.com/>
- Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KAG. 2019. Decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biol. Conserv.* 232(4):8-27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Sánchez-N D, Amat-García G. 2005. Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal Jaboque, Bogotá-Colombia. *Caldasia* 27(2):311–329.
- Sarmiento-Cordero M, Ramírez-García E, Contreras-Ramos A. 2010. Diversidad de la familia Syrphidae (Diptera) en la Estación de Biología “Chamela”, Jalisco, México. *Dugesiana* 17(2):197–207.
- Sierra-Guerrero MC, Amarillo-Suárez AR. 2014. Catálogo de la vegetación en jardines domésticos de Bogotá, Colombia. *Biota Colomb.* 15(1):10–46.
- Sommaggio D. 1999. Syrphidae: Can they be used as environmental bioindicators?. *Agr. Ecosyst. Environ.* 74(1–3):343–356. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00042-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00042-0)
- Speight MCD. 2017. Species accounts of European Syrphidae. Dublin: Syrph the Net publications.
- Thompson FC. 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 used. *Contrib. Entomol. Int.* 3:321–378.
- Thompson FC. 2006. Primer Taller de identificación Syrphidae del Neotrópico. February 21th to 27th 2006. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Thompson FC, Rotheray GE, Zumbado MA. 2010. Syrphidae (Flower Flies). En: Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA, editores. *Manual of Central American Diptera*. Ottawa, Canada: NRC Research Press. p. 763–792.
- Villarreal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M, Umaña AM. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Vockeroth JR, Thompson FC. 1987. Syrphidae. In: McAlpine JF editor. *Manual of the Nearctic Diptera*. Ottawa: Research Branch, Agriculture Canada monograph 28. p. 713–743.
- Wallace JB, Merritt RW. 1980. Filter-feeding ecology of aquatic insects. *Annu. Rev. Entomol.* 25(1):103–132. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.25.010180.000535>
- Zamora M, Amat GD, Fernández JL. 2011. Estudio de las visitas de las moscas de las flores (Diptera: Syrphidae) en *Salvia bogotensis* (LAMIACEAE) en el Jardín Botánico José Celestino Mutis (Bogotá D.C., Colombia). *Caldasia*. 33(2):453–470.