

**Redes ecológicas de insectos: visitantes florales en  
parques y jardines de Bogotá, Colombia**

**Juan Felipe Suárez Guacaneme**

**Trabajo de Grado para optar por el título de Ecólogo**

**Ángela R. Amarillo-Suarez, Ph-D  
Directora del Trabajo de Grado**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y  
RURALES  
CARRERA DE ECOLOGÍA**

**BOGOTÁ, D.C.**

**2018**

## **Redes ecológicas de insectos: visitantes florales en parques y jardines de Bogotá, Colombia**

### **Pregunta-general**

¿Cómo varían las redes ecológicas insecto-planta en parques y jardines en siete localidades del área urbana de la ciudad de Bogotá, Colombia?

### **Preguntas específicas**

¿Cómo varía la estructura de las redes ecológicas insecto-planta entre parques y jardines en siete localidades del área urbana de la ciudad de Bogotá, Colombia?

¿Cómo varía la diversidad de visitantes florales entre parques y jardines en siete localidades del área urbana de la ciudad de Bogotá, Colombia?

¿Cómo varía la estructura de las redes ecológica insecto-planta según la historia y realidades actuales en siete localidades del área urbana de la ciudad de Bogotá, Colombia?

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Analizar y comparar las redes ecológicas insecto-planta en parques y jardines en siete localidades del área urbana de la ciudad de Bogotá, Colombia.

#### **Objetivos específicos**

- . Comparar la estructura de las redes ecológicas insecto-planta entre parques y jardines en siete localidades del área urbana de la ciudad de Bogotá, Colombia.
- . Comparar la diversidad de visitantes florales entre parques y jardines en siete localidades del área urbana de la ciudad de Bogotá, Colombia.
- . Comparar la estructura de las redes ecológica insecto-planta según la historia y realidades actuales en siete localidades del área urbana de la ciudad de Bogotá, Colombia.

- 1. Manuscrito.**
- 2. Anexos**
  - 2.1 Marco teórico.**
  - 2.2 Materiales y Métodos.**
  - 2.3 Referencias.**
- 3. Lineamientos de publicación según Urban Forestry & Urban Greening**

# **1. Manuscrito**

**Redes ecológicas de insectos: visitantes florales en parques y jardines de Bogotá, Colombia**

**Ecological networks of insects: floral visitors in parks and gardens of Bogotá, Colombia**

**Juan Felipe Suárez Guacaneme. Calle 71 # 71-72 Bogotá, Colombia.**

[J-suarezg@javeriana.edu.co](mailto:J-suarezg@javeriana.edu.co)

**Resumen**

Las zonas verdes urbanas como parques y jardines son lugares propicios para la conservación de especies animales, pero a su vez albergan gran cantidad de especies exóticas, debido a la vegetación diversa que se puede encontrar en estos espacios. Así, resulta importante estudiar la diversidad y relaciones ecológicas en estas áreas urbanas que difieren en su administración. Existen estudios sobre el aporte de los jardines en cuanto a la diversidad de plantas en ciudades, pero no se sabe cómo contribuyen estos espacios al establecimiento de especies en este caso insectos visitantes florales y las redes ecológicas en las que estos se encuentran inmersos. Por lo anterior el propósito de este estudio fue analizar y comparar la estructura y diversidad de las redes ecológicas insecto-planta en parques y jardines de 7 localidades de la ciudad de Bogotá, Colombia. Se registraron 178 individuos, de 22 familias y 23 morfoespecies. Se analizó la diversidad alfa de visitantes florales entre localidades para los parques y los jardines. En jardines se registraron valores más altos en Usaquén y La Candelaria. Para parques fueron Barrios Unidos y Puente Aranda. Se analizó la diversidad beta para determinar la afinidad entre las localidades. Barrios Unidos y Usaquén fueron las localidades con más afinidad en parques y Teusaquillo y Puente Aranda en jardines. Las redes ecológicas de visitantes florales se realizaron para parques, jardines y para la totalidad de datos por localidad, analizando y comparando los valores de anidamiento, conectancia, generalidad y diversidad de Shannon. Puente Aranda presentó las redes más diversas, debido a la diversidad de plantas que fueron visitadas en los jardines. Por la misma razón los jardines presentaron redes más diversas que los parques. Lo cual nos permite concluir que zonas con más diversidad y abundancia de plantas y de recursos florales presentaron redes de visitantes florales más diversas y complejas.

**Palabras clave:** Bogotá, Jardines, Parques, Plantas, Redes, Visitantes florales.

## Introducción

Actualmente en las ciudades habita más de la mitad de la población mundial y se estima que dentro de los próximos 30 años más de dos mil millones lleguen a estas zonas (Cohen, 2006) las cuales cubren alrededor del 3 % de la superficie terrestre y a menudo se localizan sobre puntos de biodiversidad alta (Kowarik, 2011). Estas acciones generan alteraciones en los ciclos biogeoquímicos, pérdida de hábitat, y variaciones en la diversidad biológica, fruto de la inclusión de especies exóticas (Barrico et al., 2012), alterando así las relaciones entre poblaciones y su distribución (Nates-Parra, 2006).

La relación insecto-planta representa la base de los ecosistemas, siendo esta parte fundamental de la biodiversidad (Ehrlich and Raven, 1964), ya que cumple un papel crucial en su evolución y mantenimiento (Thompson, 2006). Esta relación se ve fuertemente afectada por la inclusión de especies exóticas, ya que ellas pueden llegar a establecer relaciones con especies locales, alterando así las redes ecológicas nativas insecto-planta.

Dentro de las ciudades podemos encontrar diversas zonas verdes entre las que se encuentran los parques públicos y los jardines domésticos. Los parques públicos son zonas verdes caracterizadas por la presencia de plantas, prados, áreas deportivas, de descanso, bebederos y juegos infantiles, con finalidades sociales y ambientales (Gamboa, 2003). Están bajo el control y manejo del gobierno local. Por su parte, los jardines domésticos son áreas privadas ubicadas en el frente de viviendas domésticas, que pueden ser propias o arrendadas y sobre los cuales el residente tiene autonomía para su manejo (Cameron et al., 2012). Estos últimos contribuyen sustancialmente a las zonas verdes de las ciudades.

La interacción insecto-planta ha sido estudiada en algunas zonas urbanas en años recientes. Por ejemplo, Frankie *et al.*, (2002) estudiaron las abejas de Albany y Berkeley en Estados Unidos y su relación con la vegetación local, demostrando la importancia de los jardines residenciales para el establecimiento de especies de abejas. Junker *et al.*, (2010) analizaron la relación entre los visitantes florales y los aromas de la flor en las redes ecológicas insecto-planta, en el campus de la universidad de Würzburg en Alemania, sugiriendo que esto contribuye a la regulación de la microestructura de la red. Genung *et al.*, (2010) realizaron un estudio sobre el efecto de la diversidad genotípica de plantas en la abundancia floral y los visitantes florales en parcelas con *Solidago altísima*, estableciendo el efecto positivo que

tiene la diversidad de plantas sobre los visitantes florales. Así mismo encontraron que la diversidad genética en plantas puede aumentar la diversidad de visitantes florales, variando las formas florales y la calidad del néctar de las plantas.

Actualmente Bogotá, la capital de Colombia, cuenta con alrededor de 4,93 metros cuadrados de espacio verde por habitante, aunque la Organización Mundial de la Salud sugiere un mínimo de alrededor de 10 metros cuadrados por ciudadano. Esta medida solamente tiene en cuenta las zonas verdes públicas que dependen de la administración distrital, excluyendo así las áreas verdes privadas como los jardines que proporcionan beneficios sociales y ambientales, ya que debido a la diversidad de plantas que albergan, pueden convertirse en refugios importantes para la diversidad (Loram et al., 2007; Sierra and Amarillo, 2013; Goddard, et al, 2013). Bogotá cuenta con una superficie de 307,36km<sup>2</sup> y está compuesta por 20 localidades (Alcaldía de Bogotá, 2017) que están divididas en Unidades de Planeación Zonal (UPZ), 112 en total (Secretaria Distrital de Planeación).

Nates-Parra *et al.*, (2006) realizaron un estudio sobre abejas en la ciudad y sus alrededores, recopilando además información acerca de las plantas visitadas. Algunos de los estudios sobre diversidad de jardines en la ciudad de Bogotá son los de Molina, Uribe y Osorio (1998) quienes presentan un catálogo de flores que incluye 135 especies ornamentales usadas en los jardines de la ciudad. Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013) realizaron una revisión de las especies vegetales encontradas en los jardines del área urbana de la ciudad de Bogotá determinando la estructura, composición y uso de los jardines domésticos en diferentes localidades, generando además un inventario de 238 especies. Aunque se tiene información del aporte de los jardines a la diversidad de plantas en la ciudad, no se sabe cómo contribuyen estos espacios en el establecimiento y mantenimiento de especies de animales, en este caso insectos, en áreas urbanas. También resulta interesantes identificar como varían las redes ecológicas insecto-planta en parques y jardines, estando ambos espacios sometidos a una administración diferente, parques administrados por el gobierno local y jardines administrados por los residentes de las viviendas. Dadas las diferencias en administración de estas áreas es de esperar que la composición vegetal y la diversidad de insectos asociados cambien. Así, el propósito de este estudio fue analizar y comparar la estructura y diversidad de las redes ecológicas insecto-planta en parques y jardines de 7 localidades del área urbana

de la ciudad de Bogotá y contrastar la estructura de estas redes con la historia de las localidades.

## **Materiales y Métodos**

### **Área de estudio**

Bogotá está ubicada en el centro de Colombia en la cordillera oriental de los Andes, siendo la capital del país. Tiene una extensión aproximada de 33 kilómetros de sur a norte y 16 kilómetros de oriente a occidente y una superficie urbana de 307,36km<sup>2</sup>. Cuenta con una altitud media de 2,695 m.s.n.m (Alcaldía de Bogotá, 2010). Está dentro de la zona de confluencia intertropical, produciendo dos épocas de lluvia; la primera a mitad del año en los meses de marzo, abril y mayo y la segunda en los meses de septiembre, octubre y noviembre (Alcaldía de Bogotá, 2010). La ciudad se caracteriza por tener un clima moderadamente frío, con 14°C en promedio, aun así, por ser un clima tropical, el frío se acentúa en jornadas de lluvia o de poco sol (Alcaldía de Bogotá, 2010).

Bogotá fue fundada el 6 de agosto de 1538, y tiene actualmente una población total de 8,080,734 habitantes dentro del área urbana. Cuenta con 20 localidades (Alcaldía de Bogotá, 2017) a su vez divididas en 112 Unidades de Planeación Zonal (UPZ) (Secretaría Distrital de Planeación). Para este estudio se escogieron 7 localidades de las 20 que conforman la ciudad, una UPZ por localidad y 2 barrios por UPZ cada uno con procesos de densificación moderada y consolidación urbanística, con actividad preponderadamente residencial (Sierra-Guerrero and Amarillo-Suárez, 2013) (Figura 1).

### **Muestreo y recopilación de datos**

El muestreo se realizó durante los meses de enero y febrero de 2018. Se visitaron los jardines de las casas previamente muestreadas por Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013) las cuales realizaron una revisión de las especies vegetales en los jardines del área urbana de la ciudad de Bogotá. En este nuevo estudio se capturaron los visitantes florales de las plantas de estos jardines y de los parques aledaños. Dado que la ciudad está atravesando por un proceso de urbanización fuerte, muchas casas han sido demolidas para la construcción de edificios, conjuntos de apartamentos, centros comerciales y hoteles, entre otros. Por esto, algunas de las casas muestreadas por Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013) no fueron encontradas, y por lo tanto fueron reemplazadas en la medida de lo posible por otra casa



dentro del mismo barrio. Por esto en este estudio se logró visitar 57% de los jardines muestreados por Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013). Esto dio como resultado el muestreo de 56 jardines. Adicionalmente, se colectaron insectos visitantes en 14 parques que se encontraban dentro de cada barrio muestreado (Figura 2).

Para acceder a los jardines se realizó el primer contacto puerta a puerta (Daniels and Kirkpatrick, 2006), explicando al residente el propósito del estudio y solicitando permiso para realizar el muestreo de insectos visitantes y tomar fotografías a las plantas. Una vez en el jardín, se identificaron las plantas que poseían flores y se procedió a fotografiarlas para su posterior identificación y a colectar los insectos que visitaron las flores. Posteriormente, se realizó una encuesta al propietario de la casa, en la que se le preguntó sobre modificaciones recientes al jardín, preferencia en las plantas a sembrar (Ornamental, medicinal, cultural, control de plagas, aromáticas o alimenticias), sitio de obtención de las plantas ( vivero, parque, jardín cercano, intercambio u otro), persona encargada del mantenimiento del jardín, avistamiento de fauna ( insectos, aves, etc.) y por último se realizó una pregunta más abierta, indagando por la razón por la que la persona considera importante tener un jardín en su casa. Esta pregunta abierta posibilitó un diálogo más amplio con los residentes sobre diferentes circunstancias que podrían estar determinado la existencia, cuidado y diversidad del jardín. El muestreo de insectos visitantes florales, se realizó durante 30 minutos en cada jardín, con ayuda de una red entomológica. Los insectos recolectados fueron conservados en viales con alcohol, etiquetados e identificados adecuadamente.

Para cada barrio se seleccionó el parque más cercano a las casas muestreadas, midiendo un cuadrante del tamaño promedio de los jardines aledaños. Dentro de este cuadrante se seleccionaron las plantas con flor y durante 30 minutos se recolectaron los insectos visitantes florales y se tomaron las fotografías de las plantas. Los insectos fueron conservados en viales con alcohol, etiquetados e identificados adecuadamente y posteriormente se midió la distancia en metros desde el parque a cada una de las casas muestreadas con ayuda del medidor de distancias de Google Maps ®. Con esta información se realizó una regresión lineal entre la distancia entre parques y jardines y la abundancia de visitantes florales recolectados.

Las especies vegetales se identificaron mediante el catálogo de plantas de los jardines de Bogotá de Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013).

Los insectos transportados al Laboratorio de Ecología Evolutiva y Conservación de la Pontificia Universidad Javeriana fueron identificados a la menor categoría taxonómica posible con ayuda de las claves de Fernández y Sharkey (2006) y Borror y White (1998).

Tanto para parques como para jardines y por cada localidad, se determinó la diversidad alfa y beta de los visitantes florales. La diversidad alfa ( $\alpha$ ) se estimó mediante el índice Shannon-Wiener que relaciona el número de especies y su abundancia. La diversidad beta ( $\beta$ ) se estimó con el análisis de similitud de Bray-Curtis, que tiene en cuenta los valores de riqueza y abundancia (Ramírez, 2006). Estos análisis se realizaron con el programa PAST.exe, Versión 2.17c.

Para determinar la existencia de relaciones entre variables se realizaron dos regresiones lineales. Una primera, entre número de especies con flores dentro del jardín (variable independiente) y la abundancia de visitantes florales (variable dependiente). La segunda, entre distancia entre el jardín y el parque más cercano (variable independiente) y la abundancia de visitantes (variable dependiente).

Con el fin de analizar la relación insecto-planta se realizaron redes ecológicas bipartitas las cuales permiten graficar las interacciones entre nodos de dos grupos diferentes (Medel et al. 2009; Jordano, 1987). Estas se realizaron con los datos de insectos visitantes florales y las plantas en las que fueron encontrados, graficando estas redes, para parques y jardines por localidades y para la totalidad de datos por localidad. En cada caso se estimaron las siguientes métricas: Conectancia, que representa la proporción de interacciones posibles en la red (Harvey et al., 1983; Ings et al., 2009, Blüthgen et al, 2008). Generalidad, que es el número promedio de enlaces por visitante floral (Maunsell et al., 2015; Blüthgen et al, 2008). Anidamiento, es decir, el nivel de compartimentalización de la red (Barbour et al., 2016; Ings et al., 2009; Blüthgen et al, 2008) y el índice de Shannon que mide la diversidad de interacciones dentro de la red (Maunsell et al., 2015; Blüthgen et al, 2008). Finalmente, y a manera de resumen, se realizó una red final de visitantes florales, en la cual se visualizan conexiones por la repetición morfoespecies de visitantes entre localidades y no solo sus conexiones con plantas dentro de la misma localidad (Figura 3), además de una tabla resumen en la cual se pueden ver las plantas con flor registradas en el muestreo y la abundancia y riqueza de visitantes florales para cada una de ellas (Tabla 1).

## **Resultados**

Se registraron 178 individuos, en 22 familias y 23 morfoespecies de visitantes florales. (Tabla 2).

Las abundancias más altas registradas fueron Lonchaeidae (50) y *Apis Mellifera* (23), mientras las familias con abundancias de solo 1 individuo fueron 11 de las 22 encontradas. Usaqué y La Candelaria tuvieron las abundancias más altas, Engativá y Chapinero las más bajas. Por otro lado en cuanto a riqueza en familias y morfoespecies, Barrios Unidos y La Candelaria tuvieron los registros más altos, mientras que la menor riqueza de familias fue registrada en la localidad de Engativá (Tabla 3).

### **Diversidad alfa ( $\alpha$ ):**

Para los jardines, la diversidad más alta estuvo en Barrios Unidos y La Candelaria, mientras que los valores más bajos fueron encontrados en las localidades de Engativá y Usaqué. (Tabla 4). En parques, la diversidad más alta ocurrió en Barrios Unidos y Puente Aranda, mientras que los valores más bajos estuvieron en La Candelaria y Engativá. (Tabla 3). En cuanto a la diversidad total por localidad, Barrios Unidos, Teusaquillo y Puente Aranda mostraron los valores de diversidad más altos, mientras que Engativá y La Candelaria tuvieron los valores más bajos. (Tabla 4). La diversidad total de morfoespecies en parques y jardines, no presentó diferencias sustanciales (Tabla 4).

Puente Aranda fue la localidad en donde se vieron más plantas en los jardines, mientras que La Candelaria tuvo el número más bajo. Teusaquillo fue la localidad que más plantas con flor presentó en sus jardines, seguida por Puente Aranda. La Candelaria y Chapinero registraron el número más bajo. En cuanto a plantas visitadas, Puente Aranda registró la mayor cantidad, seguida por Teusaquillo y Usaqué, mientras que La Candelaria y Chapinero registraron menor cantidad de plantas con visitantes (Figura 4).

### **Diversidad beta ( $\beta$ ):**

Cuando se comparan los visitantes florales en los parques, Barrios Unidos y Usaqué son las localidades con más afinidad con 0,37, seguidas por Engativá y La Candelaria con 0,30. Teusaquillo presentó la mayor disimilaridad (Figura 5A). En jardines, las localidades con mayor afinidad fueron Teusaquillo y Puente Aranda con 0,63, seguido por Engativá y

Chapinero con 0,52, Usaquén presento mayor disimilaridad (Figura 5B). Con los datos totales por localidades, la mayor afinidad se encontró entre Engativá y Chapinero 0,66, mientras que la localidad que mostró mayor disimilaridad fue Usaquén. (Figura 5C).

**Asociación entre el número de especies con flor y la abundancia de visitantes:** No se encontró relación entre el número de especies con flores dentro del jardín y la abundancia de visitantes florales ( $R^2 = 0,0009$ ).

**Asociación entre la distancia entre el jardín y el parque más cercano y la abundancia de visitantes:** No se encontró relación entre la distancia entre el jardín y el parque más cercano y la abundancia de visitantes ( $R^2 = 0,0026$ ).

De otro lado, se encontró que 27% de los jardines presentaron modificaciones en los últimos cinco años. Se prefirió la siembra de plantas con fin ornamental, obtenidas en viveros. El mantenimiento del jardín es realizado principalmente por familiares. El mantenimiento por terceros (jardinero o contratista) se explicó por la falta de tiempo de los residentes, dando valor a la importancia de mantener el jardín. El 65% de las casas presentaron mascota, aunque se manifestó la preferencia por mantenerla alejada del jardín. Por último, en el 85% de los casos los residentes afirman que han observado fauna constantemente, haciendo referencia principalmente a insectos y aves. Sin embargo manifiestan su tendencia a una más baja frecuencia en años recientes (Figura 6).

### **Redes Ecológicas**

Parques: La diversidad más alta fue en Barrios Unidos, mientras que Teusaquillo presentó el valor más bajo. Puente Aranda y Teusaquillo arrojó la mayor conectancia y Barrios Unidos la más baja. El anidamiento más alto fue para La Candelaria mientras que Engativá registró 0 anidamiento. Por último, la generalidad fue más alta en Engativá, mientras que Teusaquillo, Puente Aranda y La Candelaria presentaron los valores más bajos. Al realizar una red total con los datos de los parques de todas las localidades se tuvo una diversidad de Shannon de 2,77, conectancia de 0,218, anidamiento de 28,67 y generalidad de 2,15 (Tabla 5, Figura 7A)

Jardines: La localidad con mayor diversidad fue Puente Aranda, mientras que el valor más bajo lo obtuvo Engativá. La Candelaria registró el valor más alto en conectancia y el más bajo lo tuvo Puente Aranda. El anidamiento más alto se registró en Teusaquillo y el más bajo

en Usaquén. La Generalidad registró el valor más alto en Usaquén y el más bajo correspondió a Barrios Unidos y La Candelaria. Al realizar una red total con los datos correspondientes a las localidades por jardines se tuvo una diversidad de Shannon de 3,74, conectancia de 0,18, anidamiento de 11,16, y generalidad de 5,57 (Tabla 5, Figura 7B)

Redes por localidades: La diversidad fue más alta en Puente Aranda y más baja en La Candelaria. Chapinero tuvo el valor más alto en conectancia y Puente Aranda el más bajo. El anidamiento más alto se registró en Teusaquillo y en Usaquén el más bajo. Por último, Puente Aranda registró la generalidad más alta y La Candelaria la más baja (Figura 7C). Los parámetros de la red con todos los datos de todas las localidades se muestran en la Tabla 3. La Figura 3 muestra las redes de visitantes florales de las localidades, conectadas por medio de líneas entre las morfoespecies de visitantes que se repiten entre estas. Permitiendo ver así las morfoespecies presentes en diferentes localidades, y no solo sus conexiones con plantas dentro de la misma localidad.

## **Discusión**

La mayor diversidad de visitantes florales en jardines se encontró en Barrios Unidos, La Candelaria y Teusaquillo. Esto concuerda con los datos encontrados por Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013) para la vegetación de Bogotá, ya que Teusaquillo y La Candelaria, obtuvieron la diversidad más alta entre localidades, mientras que Barrios Unidos presentó valores intermedios. Mientras que Sierra-Guerrero and Amarillo-Suárez (2013), encontraron que Engativá registró valores altos en plantas en jardines, en este estudio para visitantes florales registró el valor más bajo (Tabla 4).

La Candelaria, localidad que dio origen a la ciudad de Bogotá cuenta con casas desde épocas coloniales con patios y solares amplios supliendo la falta de zonas verdes del sector (Vargas, 2007). Aunque Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013) muestrearon 10 jardines, la realidad de la localidad ha cambiado ya que muchas de las casas se están viendo inmersas en problemáticas de herencias, otras han sido vendidas, convirtiéndose en restaurantes, hostales, hoteles, tiendas, etc., o sencillamente son abandonadas por sus dueños, lo cual ha afectado fuertemente los jardines, debido a la falta de mantenimiento y control de estos espacios.

Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013) mostraron que Teusaquillo contaba con jardines de un tamaño mayor a los encontrados en otras localidades. Sin embargo, 5 años después esto también ha cambiado debido a la fuerte sensación de inseguridad perciben los residentes en algunos sectores. Las casas de este sector cuentan con jardines rodeados por muros bajos tradicionales, y no pueden ser modificadas ya que son patrimonio de la ciudad. Lastimosamente estos espacios se han convertido en ocasiones en escondites, para ladrones y la realización de actos ilícitos, por lo cual muchos jardines han sido abandonados, aunque la casa se encuentre habitada. En otros casos los dueños han decidido cambiar la finalidad de estos espacios sin alterar la infraestructura de la casa, argumentando terminar con sus jardines por “el bien de la comunidad”.

Puente Aranda históricamente era una localidad con varias urbanizaciones en donde en su mayoría las casas contaban con jardín (Vargas, 2007); sin embargo, para el año 2013 ya varias casas estaban siendo modificadas y los jardines estaban desapareciendo (Sierra-Guerrero and Amarillo-Suárez, 2013). En años recientes muchas casas están siendo reemplazadas por edificios de apartamentos. La disminución y pérdida de jardines también se ha dado por el envejecimiento de los propietarios originales, sumado a que al parecer los familiares cercanos no tienen intención de mantener estos espacios y prefieren destinarlos a la construcción de nuevas habitaciones, garajes o cuartos. En muchos casos las casas muestreadas mantienen en buen estado los jardines. En algunos otros también son utilizados como huertas, manifestándose en diferentes ocasiones la importancia que tienen para la comunidad. Por otro lado, en los parques no se evidencian muchas especies de plantas. Los parques contaban en su mayoría con espacios para hacer deporte, y zonas planas para trotar o realizar otras actividades, más que con plantas.

Chapinero en 2013 ya estaba evidenciando pérdida de jardines y casas para la construcción de edificios, aunque históricamente esta localidad presentaba terrenos ocupados por grandes haciendas, las cuales eran usadas en muchos casos como locaciones de veraneo para los habitantes de la ciudad de Bogotá (Vargas, 2007; Sierra and Amarillo, 2013). Varias casas muestreadas por Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013), han sido demolidas, o convertidas en oficinas o edificios de apartamentos, lo cual ha afectado las zonas verdes del sector (parques y jardines). Según los habitantes de la localidad, este fenómeno se ha

potenciado por la llegada de estudiantes, ya que en esta localidad se encuentran varias universidades. También señalan que, aunque los nuevos apartamentos tienen jardín, en su mayoría reciben mantenimiento por el mismo jardinero, quien mantiene las mismas especies de plantas en todos los jardines, lo cual ha producido que la diversidad de plantas del sector disminuya. Adicional a esto, es muy difícil encontrar zonas verdes cerca a los barrios muestreados. Según comentan los habitantes, los barrios contaban con pequeñas zonas verdes que se han ido perdiendo, y las pocas que existen son zonas destinadas para hacer ejercicio lo cual explica a su vez porque esta localidad, junto a Teusaquillo, presenta el valor más bajo en visitantes florales en parques.

Las localidades de Engativá y Usaquén poseen valores de diversidad de visitantes florales en jardines relativamente similares (Tabla 4). Ambas localidades fueron en sus inicios municipios que posteriormente se adjuntaron a la ciudad por lo cual tuvieron un desarrollo fuera del ámbito urbano (Vargas, 2007).

Engativá y Barrios Unidos son localidades que tienen realidades relativamente similares. En su mayoría cuentan con casas familiares, aunque se han construido algunos pequeños edificios de apartamentos, además de que también se han multiplicado las tiendas y zonas de comercio. Aunque difieren en cuanto a parques, Engativá cuenta con parques en los cuales podemos encontrar elementos para hacer ejercicio, como algunas canchas con múltiples usos y árboles que no cuentan con flores. En Barrios Unidos, el proceso de urbanización ha producido “parques de bolsillo” así llamados por las personas del sector, que son parques de menor tamaño ubicados entre casas, en los que se siembran plantas ornamentales y se ubican en su mayoría espacios para descansar y juegos para niños, lo cual nos permite explicar porque esta localidad tiene el valor más alto en cuanto diversidad de visitantes en parques.

Usaquén vive una situación crítica en algunos sectores ya que en barrios en donde hace 5 años Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez, (2013) muestrearon casas con jardines, hoy es difícil encontrar casas familiares ya que muchas han sido vendidas y están abandonadas o han sido reemplazadas por grandes conjuntos de apartamentos.

## **Redes insecto-planta en Localidades**

La diversidad de Shannon dentro de la red se ve afectada según Blüthgen *et al.*, (2008) por las realidades vividas en los puntos de muestreo, lo cual puede afectar los datos recolectados para la producción de la red (Blüthgen et al, 2008). La Candelaria registró la menor diversidad de Shannon, a su vez fue una de las localidades con menos plantas visitadas, lo cual reduce directamente el número de nodos presentes en la red. Esto se debe en gran medida a la problemática que tiene esta localidad, sumado a las pocas zonas verdes públicas que tiene este sector (Tabla 5). La Candelaria registró a su vez el menor número de plantas con flor en jardines (Figura 4), lo cual afecta directamente a los visitantes florales ya que como lo menciona Genung *et al.*, (2010) la abundancia y diversidad floral puede atraer más diversidad de visitantes florales, al ofrecer más variedad y abundancia de recompensas y recursos. Esto también aplicaría para el caso de Puente Aranda, que tiene el valor más alto de diversidad de Shannon (Tabla 5). En ésta última se mantienen en buen estado un buen número de jardines, ya que las personas de esta localidad se reusan a vender sus casas o realizar modificaciones, razón por la cual esta localidad presentó también el valor más alto de plantas en jardines (Figura 4). Esta localidad obtuvo también la mayor generalidad ya que se evidenció poca especialización dentro de la red, debido a la diversidad de recursos y recompensas ofrecidas. Entre tanto, La Candelaria registró el valor más bajo ya que los visitantes florales se vieron ligados dentro de la red a pocas especies vegetales debido a la poca diversidad de plantas con flor (Tabla 5, Figura 7C). Puente Aranda también registró el valor más bajo en conectancia (Tabla 5), ya que esta métrica es fruto de la suma de vínculos de la red dividido por el número de nodos de la misma (Blüthgen et al, 2008), por lo que la red que cuente con más nodos entre visitantes florales y plantas registrará un valor más bajo en esta métrica. Chapinero registró pocas especies de plantas visitadas, poca diversidad de visitantes y poca diversidad de enlaces, por lo que su valor en esta métrica es más alto (Tabla 5, Figura 4). Esto se debe a la disminución de jardines y zonas verdes, lo cual afecta la diversidad de plantas con flor dentro de la localidad (Genung et al, 2010). Según Blüthgen *et al.*, (2008), el anidamiento refleja los nodos especialistas con pocos enlaces y los generalistas con muchos enlaces. Estos “nodos especialistas” en muchas ocasiones son especies que fueron registradas con poca frecuencia. Teusaquillo registró el valor más alto de anidamiento, ya que gran cantidad de los visitantes de esta localidad estaban ligados únicamente a una especie de planta, por lo



cual registra más relaciones especialistas que generalistas. En Usaquén ocurrió lo contrario: se tuvieron más relaciones generalistas que especialistas (Tabla 5).

### **Redes insecto-planta en Parques y Jardines**

En cuanto a diversidad de Shannon dentro de la red podemos ver que los jardines tienen un valor más alto que los parques (Tabla 5). Esto puede deberse a la administración bajo la que se encuentran y a la mayor diversidad de especies vegetales con flor dentro de los jardines lo cual permite mayor diversidad de visitantes florales ya que existe mayor diversidad de recursos, y recompensas para los posibles visitantes. Los parques están sufriendo una fuerte transformación, ya que ahora gran parte de su espacio está destinado a elementos y espacios para hacer ejercicio lo cual hace que la cantidad de especies vegetales se reduzca. Según Genung *et al.*, (2010), Junker and Blüthgen (2010) y Junker *et al.*, (2010) esto afecta directamente la estructura de la red insecto-planta, ya que existe menor diversidad de recompensas y recursos (polen, néctar, etc.) lo cual hace menos atractivos estos espacios para los visitantes florales (Junker et al, 2010; Junker and Blüthgen, 2010; Genung et al, 2010). Lo anterior también afecta el anidamiento, la generalidad y la conectancia, ya que aunque en parques y jardines se encontró la misma riqueza de morfoespecies de visitantes florales, los parques registraron menos especies de plantas con flor visitadas, por lo cual los visitantes florales se vieron ligados en grandes abundancias a pocas plantas. Mientras que los jardines contaron con más diversidad en cuanto a especies de plantas con flor visitadas por lo cual tienen un valor de generalidad más alto y de anidamiento y conectancia más bajo (Tabla 5).

Se sugiere que para próximos estudios se tengan en cuenta otras variables como puede ser por ejemplo la contaminación en las diferentes localidades de la ciudad, los grupos y funciones de los diferentes visitantes florales, al igual que el recurso que ofrecen las diferentes plantas presentes en la ciudad, con el fin de producir así redes ecológicas insecto-planta más precisas, y variadas.

### **Conclusiones**

Los jardines y parques inmersos en la ciudad de Bogotá son tan complejos de analizar como diferentes, cada uno dependiendo de la historia de la localidad, su realidad y en el caso de los jardines, de sus propietarios.

La familia Lonchaeidae presentó la abundancia más alta entre los visitantes registrados, seguida por *Apis Mellifera*, ambas generalistas.

Puente Aranda fue la localidad que presentó las redes insecto-planta más diversas, debido a la diversidad de plantas que poseen en jardines, lo cual facilitó la llegada de visitantes florales.

Aunque los parques tuvieron más visitantes florales, los jardines mostraron redes más generalistas aunque tuvieran menos abundancias, esto fruto de la mayor diversidad de plantas con flor que se encuentran en estos últimos.

Es importante que las nuevas construcciones que surgen dentro de la ciudad como edificios, urbanizaciones, centros comerciales, vías, restaurantes, tiendas, etc., cuenten con espacios verdes que además de ser atractivos estéticamente, ofrezcan variedad de recursos para los otros residentes de la ciudad, como son los insectos, aves etc., de manera que se conviertan en espacios de refugio, con condiciones positivas para el mantenimiento y supervivencia de la fauna.

Finalmente, se percibió una buena disposición de parte de las personas encuestadas, cada una expresando con amor y ternura la importancia de su jardín y porqué lo mantiene aún, y hablando con incomodidad y preocupación sobre el fuerte proceso de urbanización que está viviendo la ciudad. Esto puede facilitar la implementación de diferentes herramientas con el fin de mantener las zonas verdes de la ciudad e involucrar activamente a la ciudadanía en programas de restauración, mantenimiento de la biodiversidad y conectividad ecológica entre otros.

### **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por permitir que todo esto sea posible.

Agradezco a mi familia, por todo el apoyo y cariño que me han brindado.

A la profesora Ángela Amarillo Suárez por las enseñanzas, el apoyo y la comprensión que ha tenido durante todo este proceso.

A Santiago Bustamante por su ayuda en la producción de la red de visitantes final.

A Mariana Camacho, Juan Paez y Angie Castillo por sus consejos, apoyo y ayuda en las diferentes etapas de este trabajo.

Al semillero GeeA: Entomoceno por todo el acompañamiento a lo largo de este semestre.

## **Lista de tablas y figuras**

**Tabla 1.** Morfoespecies de insectos visitantes florales y las plantas las que fueron visitadas en parques y jardines en siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.

**Tabla 2.** Abundancia de Morfoespecies de visitantes florales en parques y jardines en siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.

**Tabla 3.** Abundancia y riqueza de familias y morfoespecies de insectos que visitan las flores en plantas de parques y jardines en siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.

**Tabla 4.** Índices de diversidad Shannon de insectos que visitan las flores en plantas de parques y jardines en siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.

**Tabla 5.** Valores de las métricas de diversidad de Shannon, Conectancia, Anidamiento y Generalidad, para las redes ecológicas de visitantes florales para parques y jardines por localidades y para la totalidad de datos en siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.

**Figura 1.** Ubicación del área de estudio, Colombia, Bogotá D.C por localidades y localidades muestreadas (Fuente Instituto Geográfico Agustín Codazzi <[www.mapascolombia.igac.gov.co](http://www.mapascolombia.igac.gov.co)> Secretaria Distrital de Ambiente <[www.ambientebogota.goc.co](http://www.ambientebogota.goc.co)>)

**Figura 2.** Fotografías de parques (A, B) y de Jardines (C, D) en diferentes localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.

**Figura 3.** Redes ecológicas de visitantes florales con conexiones entre localidades por la repetición de visitantes entre siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.

**Figura 4.** Porcentaje de plantas visitadas o no visitadas por insectos en jardines de siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia (primer número la abundancia de plantas; el segundo valor representa el porcentaje)

**Figura 5.** Similaridad de Bray-Curtis en insectos visitantes florales entre siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia. (A) Parques por localidades (B) Jardines por localidades y (C) totalidad de datos por localidades.

**Figura 6.** Percepciones de los propietarios de las casas sobre la diversidad y manejo que dan a las plantas en los jardines de siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.

**Figura 7.** Redes ecológicas de visitantes florales para (A) Parques por localidades (B) Jardines por localidades y (C) para la totalidad de datos en siete localidades de la Ciudad de Bogotá, D.C., Colombia. En color verde, especies vegetales, en amarillo visitantes florales.

**Tabla 1.**

Plant/Vísdate	Culicidae nfl.	Chrysididae nfl.	Muscidae nfl.	Membridae nfl.	Megachilidae nfl.	Meloidae nfl.	Chrysomelidae nfl.	Dickeloptera nfl.	Syrphidae nfl.	Apis mellifera	Coccinellidae nfl.	Asilidae nfl.	Syrphidae nfl.	Vespa nfl.	Hemiptera nfl.	Beetidae nfl.	Sarcophagidae nfl.	Lamprolidae nfl.	Tachinidae nfl.	Caliphoridae nfl.	Cynipidae nfl.		
Rosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Zantedha aethiops	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geranium sp.	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0
Begonia expeditans	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0
Euphybia nifi	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rosmarinus officinalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Lilium candidum	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Solanum tuberosum	0	1	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	1	0	2	3	19	0	0	0	3	0
Abutilon megapanicum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1
Acacia salicaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Leucanthemum vulgare	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Syringium africanum	0	0	0	22	1	0	0	0	1	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bougainvillea glabra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0
Capparis indica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Fuchsia spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agave attenuata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhododaphne indica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Sambucus nigra	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0
Conoclinium paniculatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Vaccinium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Hibiscus rose-siamensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Tecoma stans	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	3	1	0	0	2	0	0

Tabla 2.

Orden	Morfospecie	Gremio	Trincho	Barris Unidos		Chupiero		England		La Candelaria		Puente Arand		Tescualth		Usaquén		Total				
				Jardines	Parques	Jardines	Parques	Jardines	Parques	Jardines	Parques	Jardines	Parques	Jardines	Parques	Jardines	Parques	Jardines	Parques	Jardines	Parques	Total
				Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Coleoptera	Chrysomelidae nfl	Fróntigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Coleoptera	Coccinellidae nfl	Depredador	1	3	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	2	8		
Diptera	Asilidae nfl	Depredador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Diptera	Calliphoridae nfl	Necrófago	1	0	2	4	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	6	2		
Diptera	Calliphoridae nfl	Necrófago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	2		
Diptera	Culexidae nfl	Coletero- Filizador	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Diptera	Dolichopodidae nfl	Depredador	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Diptera	Hebomyzidae nfl	Fróntigo-Coprolágo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Diptera	Lonchaeidae nfl	Fróntigo-Coprolágo	3	4	7	4	0	2	1	19	20	6	2	8	5	0	5	0	21	29		
Diptera	Muscidae nfl	Derivator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	3	0		
Diptera	Sarcophagidae nfl	Parasito	1	1	2	1	0	0	0	3	3	1	0	1	0	0	5	2	7	8		
Diptera	Sepsidae nfl	Coprolágo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Diptera	Syrphidae nfl	Depredador	0	4	4	4	0	4	5	0	0	1	1	2	0	0	2	3	15	4		
Diptera	Tachinidae nfl	Parasitos	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	2	0	0	0	0	3	1		
Diptera	Tipulidae nfl	Derivator	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Hemiptera	Membracidae nfl	Fróntigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Hymenoptera	Miridae nfl	Fróntigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Hymenoptera	Apis mellifera	Fróntigo	0	7	7	1	0	0	1	0	0	2	0	2	4	0	4	0	7	9		
Hymenoptera	Baculidae nfl	Parasito	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
Hymenoptera	Chrysididae nfl	Parasito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Hymenoptera	Megachilidae nfl	Fróntigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Hymenoptera	Vespa nfl	Depredador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Neuroptera	Chrysopidae nfl	Depredador	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		

**Tabla 3.**

Localidad	Abundancia de Visitantes			Riqueza de Familias			Riqueza de Morfoespecies		
	Parques	Jardines	Total	Parques	Jardines	Total	Parques	Jardines	Total
Engativá	7	8	15	3	3	5	3	3	5
Barrios Unidos	20	9	29	6	7	10	6	7	10
Chapinero	-	15	15	-	8	8	-	8	8
La Candelaria	27	7	34	6	6	10	6	6	10
Usaquén	38	9	47	6	3	7	6	3	7
Teusaquillo	4	16	20	1	6	7	1	6	7
Puente Aranda	5	13	18	4	7	9	4	7	9



**Tabla 4.**

Localidades	Parques	Jardines	Total
Barrios Unidos	1,59	1,83	1,95
Engativá	0,96	0,91	1,36
Chapinero	0	1,59	1,59
La Candelaria	1,05	1,74	1,54
Usaquén	1,24	0,93	1,58
Teusaquillo	0	1,66	1,83
Puente Aranda	1,33	1,63	1,81
Total	2,12	2,22	

**Tabla 5.**

Localidad	Diversidad de Shannon			Conectividad			Anidamiento			Generalidad		
	Parques	Jardines	Total	Parques	Jardines	Total	Parques	Jardines	Total	Parques	Jardines	Total
Barrios Unidos	1,70	1,83	2,36	0,38	0,50	0,28	34,73	43,20	31,54	1,15	1,00	1,51
Usaquén	1,41	1,88	1,99	0,44	0,46	0,26	18,63	25,34	20,83	1,29	2,70	1,79
Engativá	1,27	1,55	2,11	0,66	0,33	0,25	0,00	44,89	32,79	1,43	2,16	2,32
La Candelaria	1,05	1,74	1,70	0,50	1,00	0,40	44,73	-	35,81	1,00	1,00	1,18
Teusaquillo	0,0	2,04	2,13	1,00	0,25	0,20	-	46,9	48,15	1,00	1,51	1,41
Puente Aranda	1,33	2,20	2,55	1,00	0,20	0,19	-	31,06	26,24	1,00	1,96	2,44
Chapinero	-	2,15	2,15	-	0,50	0,50	-	37,64	37,64	-	1,80	1,80
<b>Total</b>	<b>2,77</b>	<b>3,74</b>	<b>3,81</b>	<b>0,21</b>	<b>0,18</b>	<b>0,14</b>	<b>28,67</b>	<b>11,16</b>	<b>8,58</b>	<b>2,15</b>	<b>5,57</b>	<b>5,58</b>

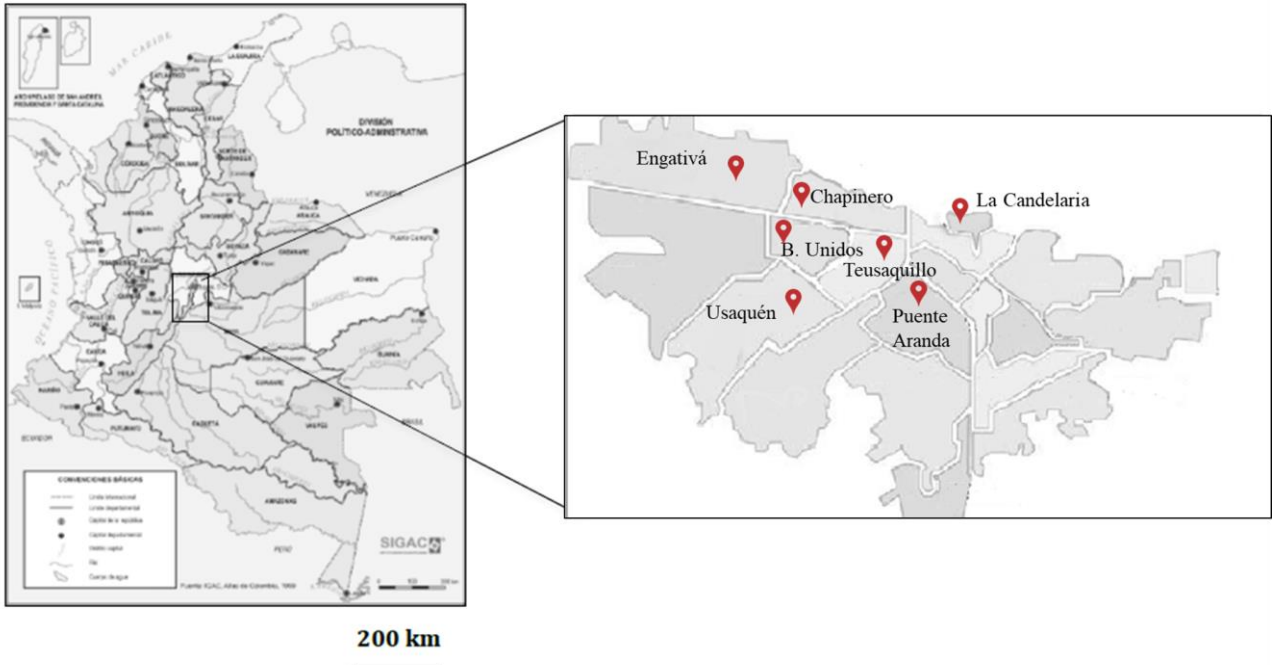
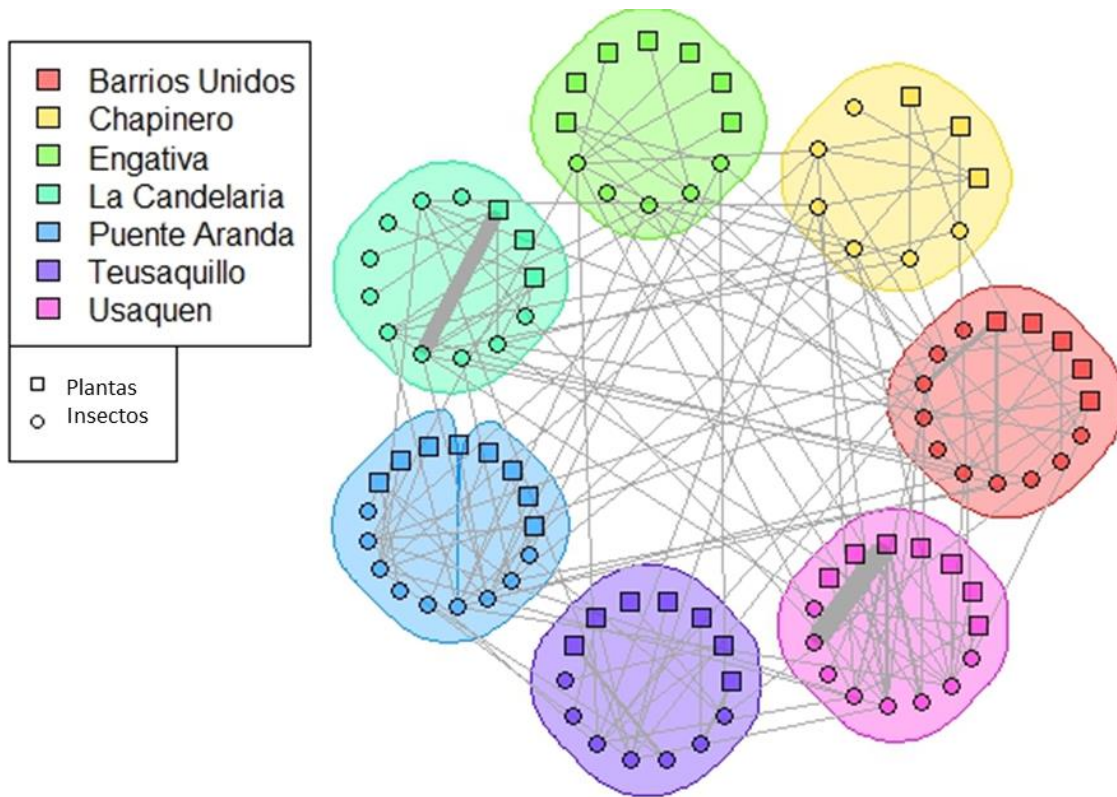


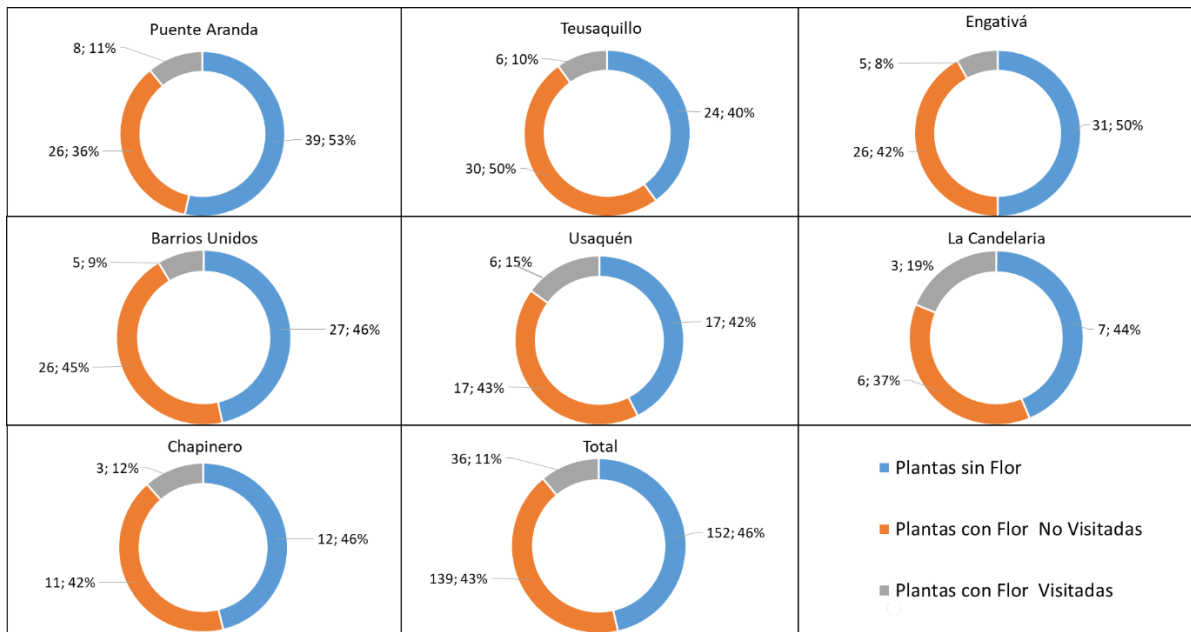
Figura 1.



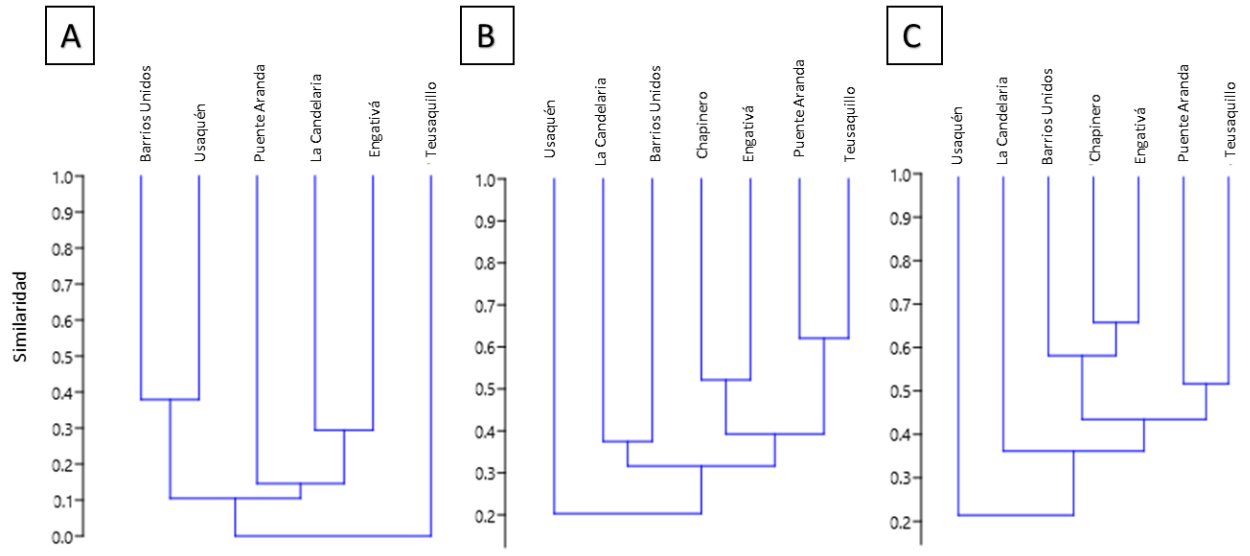
**Figura 2.**



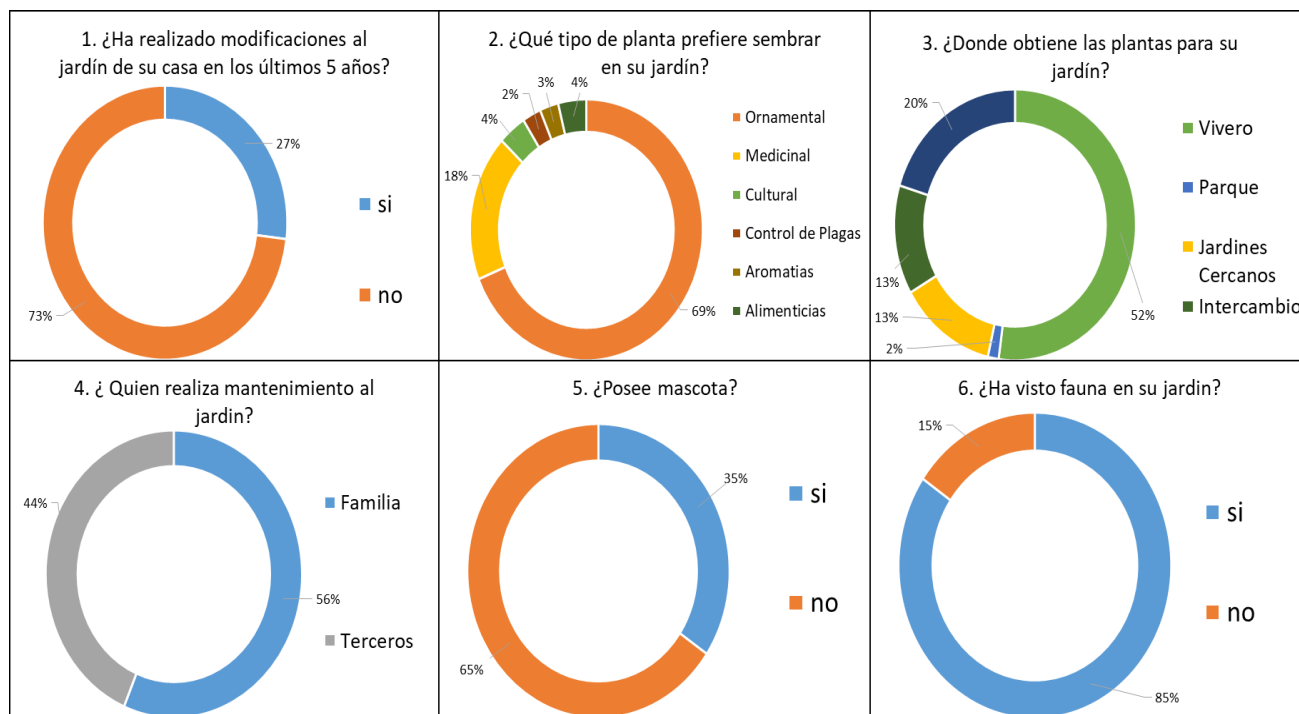
**Figura 3.**



**Figura 4.**



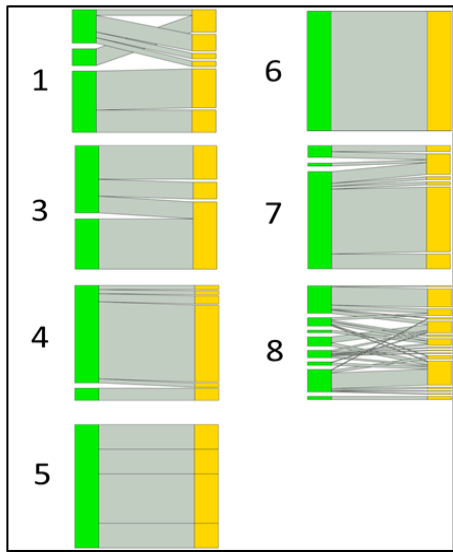
**Figura 5.**



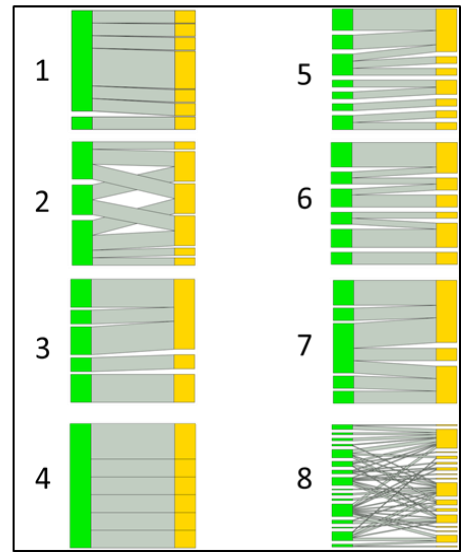
**Figura 6.**



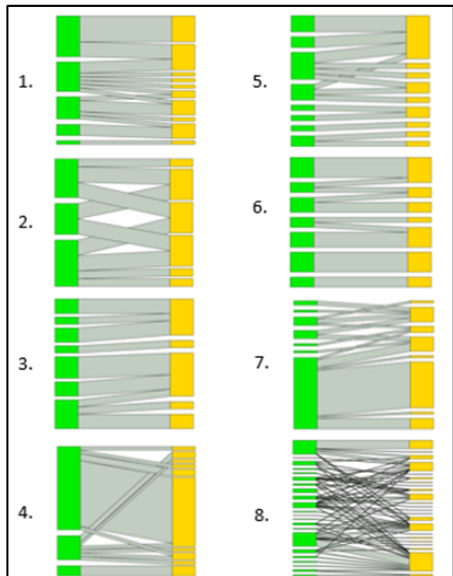
A



B



C



- 1. Barrios Unidos
- 2. Chapinero
- 3. Engativá
- 4. La Candelaria
- 5. Puente Aranda
- 6. Teusaquillo
- 7. Usaquén
- 8. Total Ciudad

Figura 7.

## Referencias

- Barrico, L., Azul, A. M., Morais, M. C., Pereira Coutinho, A., Freitas, H., & Castro, P. 2012. Biodiversity in urban ecosystems: Plants and macromycetes as indicators for conservation planning in the city of coimbra (portugal). *Landscape and Urban Planning*, 106: 88-102.
- Bascompte, J., & Jordano, P. 2008. Redes mutualistas de especies. *Investigación Y Ciencia*, 1–10. Retrieved from [http://www.investigacionyciencia.es/Archivos/09-08\\_Bascompte.pdf](http://www.investigacionyciencia.es/Archivos/09-08_Bascompte.pdf)
- Bascompte, J., Jordano, P., Pascual, M., & Dunne, J. 2007. The Structure of Plant-Animal Mutualistic Networks. *Ecological Networks* , 143–159.
- Bluthgen, N. , Frund J., Vazquez,. D. , & Menzel,. F. 2008. What do interaction network metrics tell us about specialization and biological traits?
- Cameron R. W. F., Blanusa, T., Taylor, J. E., Salisbury, A., Halstead, A. J., Henricot, B., & Thompson, K. 2012. The domestic garden – its contribution to urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11: 129137.
- Cohen, B. 2006. Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. *Technology in Society*, 28: 63-80.
- Daniels, G. D., & Kirkpatrick, J. B. 2006. Comparing the characteristics of front and back domestic gardens in hobart, tasmania, australia. *Landscape and Urban Planning*, 78: 344-352.
- D. J. Borror & R. E. White. 1998. *Insects*. Houghton Mifflin Company 215 Park Avenue South, New York, New York 10003
- Davies, Z. G., Fuller, R. A., Loram, A., Irvine K. N., Sims, V., & Gaston, K. J. 2009. A national scale inventory of resource provision for biodiversity within domestic gardens. *Biological Conservation*, 142: 761-771.
- Ehrlich, P. R., & Raven, R. J. 1964. Butterflies and Plants:A Study in Coevolution, 18(4), 586– 608.
- F. Fernández & M. J. Sharkey. 2006 *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*, Bogotá D. C, Colombia
- Frankie, G. W., Thorp, R. W., Pawelek, J. C., Hernandez, J., & Coville, R. 2009. Urban Bee Diversity in a Small Residential Garden in Northern California. *Journal of Hymenoptera Research*, 18(2), 368–379. doi:10.1080/19397030902947041
- Gamboa Samper, P. 2003. El sentido urbano del espacio público. *Bitácora Urbano-Territorial*, ISSN-e 0124-7913, Vol. 1, No. 7, 2003, Págs. 13-18, 1(7), 13–18.
- Genung M. A., Lessard J., Brown C. B, Bunn W. A., Melissa A. Cregger, Wm. Reynolds N., Felker-Quinn E., Stevenson M. L., Hartley A. S., Crutsinger G. M., Schweitzer J., Baile J. K.. 2010 Non-Additive Effects of Genotypic Diversity Increase Floral Abundance and Abundance of Floral Visitors.

- Goddard, M. A., Dougill, A. J., & Benton, T. G. 2013. Why garden for wildlife? Social and ecological drivers, Motivations and barriers for biodiversity management in residential landscapes. *Ecological Economics*, 86(January), 258–273. doi:10.1016/j.ecolecon.2012.07.016
- Hansson, L., Fahrig, L. y Merriam, G. 1995. (eds.). *Mosaic landscapes and ecological processes*. Chapman & Hall.
- Harvey, P., Colwell, R., Silvertown, J., & May, R. 1983. Null Models in Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 14(14), 189–211. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.14.110183.001201>
- Ings, T. C., Montoya, J. M., Bascompte, J., Blüthgen, N., Brown, L., Dormann, C. F., ... Woodward, G. (2009). Ecological networks - Beyond food webs. *Journal of Animal Ecology*, 78(1), 253–269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01460.x>
- Jordano, P., Bascompte, J., & Olesen, J. M. 2006. Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization. *Plant-Pollinator Interactions from Specialization to Generalization*, (November 2007), 445. doi:10.1650/0010-5422(2006)108[986:BR]2.0.CO;2
- Jordano, P. 1987. Patterns of Mutualistic Interactions in Pollination and Seed Dispersal: Connectance, Dependence Asymmetries, and Coevolution. *American Naturalist*, 129(5), 657–677. doi:10.1086/284665
- Junker, R.R. & Bluthgen, N. 2010. Floral scents repel facultative flower visitors, but attract obligate ones. *Annals of Botany*, in press. doi:10.1093/aob/mcq045.
- Knudsen, J.T., Eriksson, R., Gershenzon, J. & Stahl, B. 2006. Diversity and distribution of floral scents. *Botanical Review*, 72, 1–120.
- Kowarik, I. 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 1974–1983. doi:10.1016/j.envpol.2011.02.022
- Molina, L.F, Uribe, E., Osorio, J. 1998. Las Flores de los jardines de Santa Fe de Bogotá. Departamento técnico administrativo medio ambiente. Santa Fe de Bogotá.
- Nates-Parra, G., Alejandro Parra, H., Rodríguez, A., Baquero, P., & Vélez, D. 2006 . Abejas silvestres (hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá?? y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 77–84.
- Ramirez, A. 2006. *Ecología: Métodos de muestreos y análisis de poblaciones y comunidades*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. D.C. 271 pp.
- Secretaria Distrital de Planeación. 2009. Bogotá Ciudad de Estadísticas: La ciudad verde cuenta y se cuenta. Plan de Ordenamiento Territorial. Alcaldía Mayor de Bogotá, Documento5: 1-27.
- Sierra-Guerrero, M. C., & Amarillo-Suárez, A. R. 2017. Socioecological features of plant diversity in domestic gardens in the city of Bogotá Colombia. *Urban Forestry and*

Urban Greening, 28(October), 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.09.015>

Tewksbury, J. J., Levey, D. J., Haddad, N. M., Sargent, S., Orrock, J. L., Weldon, A., ... Townsend, P. 2002. Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(20), 12923–12926. doi:10.1073/pnas.202242699

Townsend, P. 2002. Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(20), 12923–12926. doi:10.1073/pnas.202242699

Thompson, J. N. 2006. Mutualistic Webs of Species The First Femtosecond in the, (April), 372–374

Vargas, L.J. 2007. Historia de Bogotá. Villegas Editores, Bogotá D.C. 3 v.

# **2. Anexos**

## **2.1 Marco Teorico y Antecedentes**

### **2.1.1 Ecología Urbana**

La ecología urbana es la disciplina que busca equilibrio entre los procesos ambientales y socioeconómicos, por medio de la planificación de los ecosistemas urbanos teniendo en cuenta los diferentes componentes ambientales que se ven afectados con el crecimiento de estas (Tanner et al., 2014). Estos ecosistemas urbanos son zonas en las cuales viven grandes cantidades de personas, en donde las construcciones e infraestructuras cubren gran parte de la superficie terrestre (Pickett, 2011).

Las ciudades han tenido un crecimiento rápido en la últimas décadas (Alberti, 2008), y se prevé que dentro de 20 años más de 5 billones de personas lleguen a ocupar las áreas urbanas. Este aumento poblacional y la demanda espacial que conlleva, hace necesario el estudio de los procesos ecológicos en estas zonas, para mejorar así la toma de decisiones en cuanto a planificación regional y conservación de la biodiversidad (Pickett et al., 2011).

Por esto la ecología urbana abarca el estudio de diferente temas, como infraestructuras, procesos sociales, entre otras, además de los procesos ecológicos, sobre los cuales se estudian las implicaciones de la acción humana (Tanner et al., 2014), en otras palabras la ecología urbana trata la comprensión de los desafíos ambientales que enfrentan las ciudades y las soluciones para mitigar los impactos de las mismas (Grimm, Foster, Groffman, 2008).

Una de las grandes tendencias actualmente es el estudio de la biodiversidad en áreas urbanas, tanto en especies vegetales como animales que interactúan con la especie humana. Ya que en la actualidad muchas especies se ven afectadas por los procesos de urbanización, variando así el número de individuos en sus poblaciones y además de su distribución (Nates-Parra, 2016), en este último por ejemplo con la aparición de nuevos espacios para el establecimiento de especies. Por lo anterior la mejor manera de analizar y ver la relación humano-naturaleza es dentro de los ecosistemas urbanos, (Grimm, Redman, Boone, 2013), ya que en dichos espacios se ven claramente los efectos del hombre sobre el ambiente que lo rodea.

### **2.1.2 Áreas Residenciales**

Son zonas diferenciadas dentro de la ciudad, definidas por su fuerte desarrollo urbano.

Estas áreas son definidas como complejos sistemas socio-ecológicos, los cuales fruto de la diferenciación de estratos sociales, presentan diferencias en cuanto a biodiversidad urbana. Ya que barrios más ricos muestran por lo general mejor cobertura vegetal, mayor diversidad de plantas, y a su vez mayor diversidad de organismos asociados debido a la cantidad y diversidad de recursos que estos espacios pueden ofrecer (Goddard et al, 2013; Genung et al, 2010; Junker and

Blüthgen 2010 ; Junker et al, 2010), por lo cual los hogares con zonas verdes de gran importancia para el comportamiento biofísico del ambiente, al igual que las zonas verdes públicas que rodean estos espacios.

### **2.1.3 Áreas Verdes Urbanas**

Dentro de las ciudades podemos encontrar diversas zonas verdes entre las cuales se encuentran los parques públicos, los cuales son zonas verdes estrechamente ligados a las áreas residenciales que los rodean, son espacios destinados a árboles, prados, áreas deportivas, bancos, bebederos y juegos infantiles, los cuales tienen tanto finalidades sociales como ambientales (Gamboa, 2003) y los jardines domésticos son áreas privadas ubicadas en el frente de viviendas domésticas, que pueden ser propias o arrendadas y sobre las cuales el residente tiene autonomía para su manejo (Cameron et al., 2012). Estos últimos contribuyen sustancialmente a las zonas verdes de las ciudades.

La Organización Mundial de la Salud sugiere un mínimo de alrededor de 10 metros cuadrados de área verde por ciudadano. Esta medida solamente tiene en cuenta las zonas verdes públicas que dependen de la administración distrital, excluyendo así las áreas verdes privadas como los jardines. Estos proporcionan beneficios sociales y ambientales, ya que debido a la diversidad de plantas que albergan, pueden convertirse en refugios importantes para la diversidad (Loram et al., 2007; Sierra and Amarillo, 2013; Goddard, et al, 2013).

Estos espacios verdes urbanos poseen diferentes tipos de administración, lo cual los hace muy diferentes entre sí, por esto es importante entender el papel socio-ecológico que estos espacios están jugando dentro de la dinámica actual del crecimiento urbano y los cambios que esto está generando en la temática ambiental (Qureshi et al., 2010)

Por lo anterior es importante pensar en las zonas verdes de dichas ciudades, ya que juegan un papel importante proporcionando beneficios ambientales y sociales, además de que se convierten en refugios importantes para la biodiversidad (Goddard et al., 2013). Debido a la diversidad de especies vegetales que estos espacios poseen, y la diversidad de recursos que pueden llegar a ofrecer a diferentes especies animales, por lo cual también pueden llegar a albergar gran cantidad de especies exóticas. Resulta importante estudiar la diversidad y relaciones ecológicas en áreas urbanas que difieren en su administración, ya que debido a esto último pueden llegar a tener diferencias en cuanto a especies vegetales y recursos ofrecidos.

### **2.1.4 Visitantes Florales**

Las relaciones entre planta e insecto sustentan la diversidad y funcionalidad de los ecosistemas, ya que cumplen un papel crucial para la evolución y mantenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas terrestres (Thompson, 2006), ya que muchas especies animales depende estrechamente de diferentes recursos que son proveídos por las plantas (Tewksbury et al., 2002; Waser & Ollerton, 2006).

Por esto la interacción entre las plantas y los insectos que visitan su flores han atraído la atención de la comunidad científica recientemente (Gómez, 2002), existen muchos grupos de insectos que explotan recursos florales como el polen y el néctar, para poder alimentarse, por esto deben visitar varias flores para poder satisfacer sus necesidades (Nates-Parra, 2009).

Fruto de las evolución de esta relación insecto-planta , los flores han desarrollado diferentes mecanismos como los colores de los pétalos, olores y “recompensas” de néctar, polen , esencias y aceites entre otros, para atraer la mayor cantidad de insectos posible, y aumentar así la probabilidad de ser polinizada, ya que no todo visitante floral es un polinizador eficiente, en algunos casos los insectos solo recolectan el recurso pero tienen una probabilidad menor de polinizar (Nates-Parra, 2009). Ya que un verdadero polinizador tienen un comportamiento diferente, como una atracción natural a la flor, es un visitante frecuente, posee un tamaño ideal y un comportamiento predeterminado para lograr remover el polen de los estambres de la flor y depositarlos en los estigmas, además de poseer alguna estructura en su cuerpo que le permita transportar cantidades significativas de polen. (Freitas 1998).

Genung *et al.*, (2010) sugiere que los sitios que cuentan con mayor abundancia y diversidad floral llegan a atraer mayor diversidad de visitantes florales, debido a la variedad de recompensas y recursos que pueden llegar ofrecer.

### **2.1.5 Redes ecológicas**

Las interacciones pueden ser expresadas por medio de redes de interacción, las cuales grafican interacciones entre múltiples partes (Medel et al. 2009; Jordano, 1987), el análisis de las interacciones y sus variaciones pueden darse por medio de la elaboración de redes complejas de interacción. Estas redes representan las interacciones por medio de nodos los cuales se conectan entre si utilizando los datos recolectados durante los muestreos previamente realizados, graficando así las interacciones entre especies y diferenciando las relaciones que se repiten en más ocasiones, de las que ocurren con menos frecuencia. Para posteriormente realizar el análisis de dichas gráficas, permitiendo analizar la magnitud, importancia y variación de las relaciones estudiadas.

El análisis de redes se da por medio de las métricas que posee, como pueden ser por ejemplo Conectividad, que representa la proporción de interacciones posibles en la red (Harvey et al., 1983; Ings et al., 2009, Blüthgen et al, 2008). Generalidad, que es el número promedio de enlaces por visitante floral (Maunsell et al., 2015; Blüthgen et al, 2008). Anidamiento, es decir, el nivel de compartimentalización de la red (Barbour et al., 2016; Ings et al., 2009; Blüthgen et al, 2008) y el índice de Shannon que mide la diversidad de interacciones dentro de la red (Maunsell et al., 2015; Blüthgen et al, 2008), fuerza de interacción , la cual se define como la proporción de las interacciones de una especie con una pareja específica, dando valores entre 0 y 1 (Maunsell et al., 2015) Además de esto Bascompte & Jordano (2007) Maunsell I, Kitching, Burwell, & Morris. (2015), han mostrado que dichas redes ecológicas pueden presentar variaciones y cambios fruto de diversas perturbaciones antrópicas y variables en los ecosistemas como pueden ser por



ejemplo la inclusión de especies exóticas, la disponibilidad y diversidad de recursos, barreras, etc.

Además de esto es importante tener especial cuidado con la elección e interpretación de las métricas de la red, ya que en muchas ocasiones se deben realizar muestreos posteriores para dar conclusiones más acertadas aumentando el número de datos y diversificando la red. Ya que en muchas ocasiones los datos de la red se pueden interpretar de forma errada, por ejemplo una especie animal que solamente tiene un registro de interacción con una planta podría llegar a ser considerada una especie especialista, pero esto podría deberse a otros factores como por ejemplo la falta de datos en el muestreo.

### 2.1.6 Diagrama Conceptual

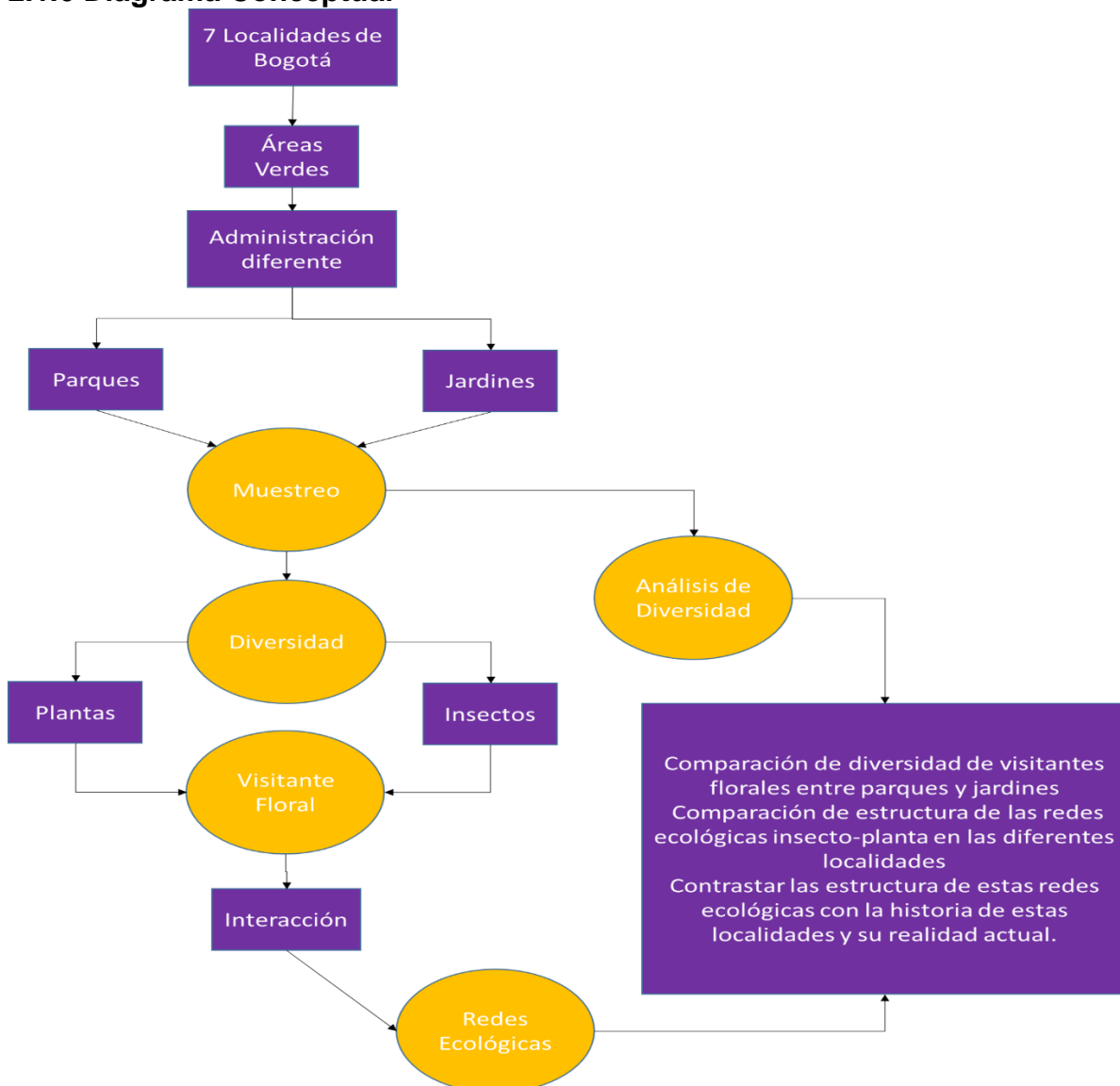


Figura 1. Diagrama Conceptual

### **2.1.7 Antecedentes**

La interacción insecto-planta ha sido estudiada en algunas zonas urbanas en años recientes. Por ejemplo, Frankie *et al.*, (2002) estudiaron las abejas de Albany y Berkeley en Estados Unidos y su relación con la vegetación local, demostrando la importancia de los jardines residenciales para el establecimiento de especies de abejas. Junker *et al.*, (2010) analizaron la relación entre los visitantes florales y los aromas de la flor en las redes ecológicas insecto-planta, en el campus de la universidad de Würzburg en Alemania, sugiriendo que esto contribuye a la regulación de la microestructura de la red. Genung *et al.*, (2010) realizaron un estudio enfocado en el efecto de diversidad genotípica en plantas y el efecto en cuanto a abundancia floral y visitantes florales en parcelas con *Solidago altísima*, determinando el efecto de positivo que tienen la diversidad de plantas sobre la visitantes florales, así mismo determinando que la diversidad genética en plantas puede aumentar la diversidad de visitantes florales, variando las formas florales y la calidad del néctar de las plantas.

Para Bogotá, Nates-Parra *et al.*, (2006) realizaron un estudio sobre abejas en la ciudad y sus alrededores, recopilando además información acerca de las plantas visitadas por las abejas (Nates-Parra *et al.*, 2006). Algunos de los estudios sobre jardines en la ciudad de Bogotá son los de Molina, Uribe y Osorio (1998) quienes presentan un catálogo de flores que incluye 135 especies ornamentales usadas en los jardines de la ciudad. Sierra-Guerrero and Amarillo-Suárez (2013) las cuales realizaron una revisión de las especies vegetales encontradas en los jardines del área urbana de la ciudad de Bogotá determinando la estructura, composición y uso de los jardines domésticos en diferentes localidades de la ciudad, generando además un inventario de las plantas encontradas en los jardines.

Aunque se tiene información del aporte de los jardines a la diversidad de plantas en la ciudad, no se sabe cómo contribuyen estos espacios en el establecimiento y mantenimiento de especies de animales, en este caso insectos, en áreas urbanas. También resulta interesantes identificar como varían las redes ecológicas insecto-planta en parques y jardines, estando ambos espacios sometidos a una administración diferente, parques administrados por el gobierno local y jardines administrados por los residentes de las viviendas. Dadas las diferencias en administración de estas áreas es de esperar que la composición vegetal y la diversidad de insectos asociados cambien.

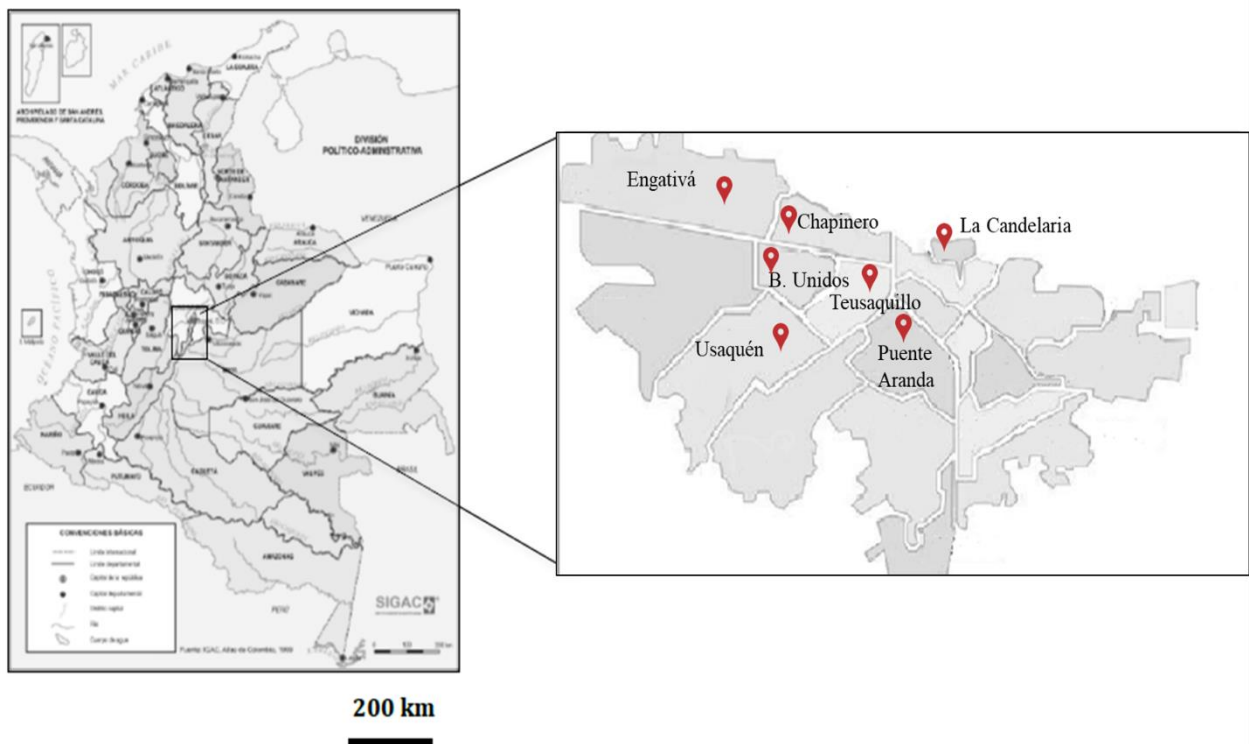
## **2.2 Materiales y Métodos**

### **2.2.1 Área de estudio**

Bogotá está ubicada en el centro de Colombia en la cordillera oriental de los Andes, siendo la capital del país. Tiene una extensión aproximada de 33 kilómetros de sur a norte y 16 kilómetros de oriente a occidente y una superficie urbana de 307,36km<sup>2</sup>. Cuenta con una altitud media de 2,695 metros sobre el nivel del mar (Alcaldía de Bogotá, 2010). Bogotá está dentro de la zona de confluencia

intertropical, produciendo dos épocas de lluvia; en la primera mitad del año en los meses de marzo, abril y mayo y en la segunda en los meses de septiembre, octubre y noviembre (Alcaldía de Bogotá, 2010). La ciudad se caracteriza por tener un clima moderadamente frío, con 14°C en promedio, aun así, por ser un clima tropical, el frío se acentúa en jornadas de lluvia o de poco sol. (Alcaldía de Bogotá, 2010).

Bogotá fue fundada el 6 de agosto de 1538, y tiene actualmente una población total de 8.080.734 habitantes dentro del área urbana. Cuenta con 20 localidades (Alcaldía de Bogotá, 2017) a su vez divididas en 112 Unidades de Planeación Zonal (UPZ) (Secretaría Distrital de Planeación). Para este estudio se escogieron 7 localidades de las 20 que conforman la ciudad, una UPZ por localidad y 2 barrios por UPZ. (Secretaría Distrital de Planeación), los cuales cuentan con área residenciales con casas familiares.



**Figura 2.** Ubicación del área de estudio, Colombia, Bogotá D.C por localidades y localidades muestreadas (Fuente Instituto Geográfico Agustín Codazzi <[www.mapascolombia.igac.gov.co](http://www.mapascolombia.igac.gov.co)> Secretaría Distrital de Ambiente <[www.ambientebogota.goc.co](http://www.ambientebogota.goc.co)>)

### 2.2.2 Metodología

Este trabajo se desarrolló durante el primer semestre de 2018. En la primera fase se seleccionaron las localidades, UPZ y barrios en los cuales se trabajó, en la

segunda fase se produjo la toma y recolección de datos, y en la tercera fase se identificaron las especies y se realizaron los análisis necesarios.

### 2.2.2 Fase 1. Selección de Localidades, UPZ y Barrios

Se escogieron 7 localidades de las 20 que conforman la ciudad y para cada una de ellas una unidad de planeación zonal (UPZ), las cuales fueron divididas en dos barrios con áreas de actividad residencial, siendo barrios con vías y espacio público definido, cada uno con procesos de densificación moderada y consolidación urbanística, con actividad preponderadamente residencial (Sierra-Guerrero and Amarillo-Suárez, 2013). Al igual que lo hicieron Sierra-Guerrero y Amarillo-Suárez (2013), muestreando de estos jardines y parques aledaños.

Posterior a seleccionar las localidades a muestrear, se buscó información sobre la historia de cada una de ellas, como el estilo de casas con que cuentan y el estado de sus jardines, para luego contrastarla con la actualidad de cada una.

Localidad	UPZ	Barrios	
Barrios Unidos	Los Andes	Los Andes	La Castellana
Chapinero	Pardo Rubio	Pardo Rubio	Bosque Calderón
La Candelaria	La Candelaria	La Candelaria	
Engativá	Santa Cecilia	Normandía	Villa Luz
Puente Aranda	Ciudad Montes	Ciudad Montes	La Camelia
Teusaquillo	Teusaquillo	Teusaquillo	Palermo
Usaquén	Usaquén	Bella Suiza	Santa Ana Occidental

**Tabla 1. Localidades, UPZ y Barrios muestreados**

### 2.2.2 Fase 2. Muestreo y Recopilación de datos

Para acceder a los jardines se realizó el primer contacto puerta a puerta (Daniels and Kirkpatrick, 2006), explicando al residente el propósito del estudio y solicitando permiso para realizar el muestreo de insectos visitantes, y tomar fotografías a las plantas. Una vez en el jardín, se identificaron las plantas que poseían flores y se procedió a fotografiarlas y a coleccionar los insectos que visitaron las flores. Posteriormente, se realizó una encuesta al propietario de la casa, en la que se le preguntó sobre modificaciones recientes al jardín, preferencia en las plantas a sembrar (Ornamental, medicinal, cultural, control de plagas, aromáticas o alimenticias), sitio de obtención de las plantas ( vivero, parque, jardín cercano,

intercambio u otro), persona encargada del mantenimiento del jardín, avistamiento de fauna ( insectos, aves, etc.) y por último se realizó una pregunta más abierta, sobre cuál es la razón por la que la persona considera importante tener un jardín en su casa, la cual permitió también conocer más sobre la realidad de la localidad, como problemáticas o razones por las que se habían perdido jardines.

El muestreo de insectos visitantes florales, se realizó durante 30 minutos, con ayuda de una red entomológica. Los insectos recolectados fueron conservados en viales con alcohol, etiquetados e identificados adecuadamente.

Para cada barrio se seleccionó el parque más cercano a las casas muestreadas, midiendo un cuadrante del tamaño promedio de los jardines aledaños. Dentro de este cuadrante se seleccionaron las plantas con flor, durante 30 minutos se recolectaron los insectos visitantes florales y se tomaron las fotografías de las plantas. Los insectos fueron conservados en viales con alcohol, etiquetados e identificados adecuadamente y posteriormente se midió la distancia en metros desde el parque a cada una de las casas muestreadas con ayuda del medidor de distancias de Google Maps ®. Con esta información se realizó una regresión lineal entre la distancia entre parques y jardines y los visitantes florales recolectados por jardín.



**Figura 3. Parques de diferentes localidades de la ciudad de Bogotá**



**Figura 4. Jardines de diferentes casas de la ciudad de Bogotá**

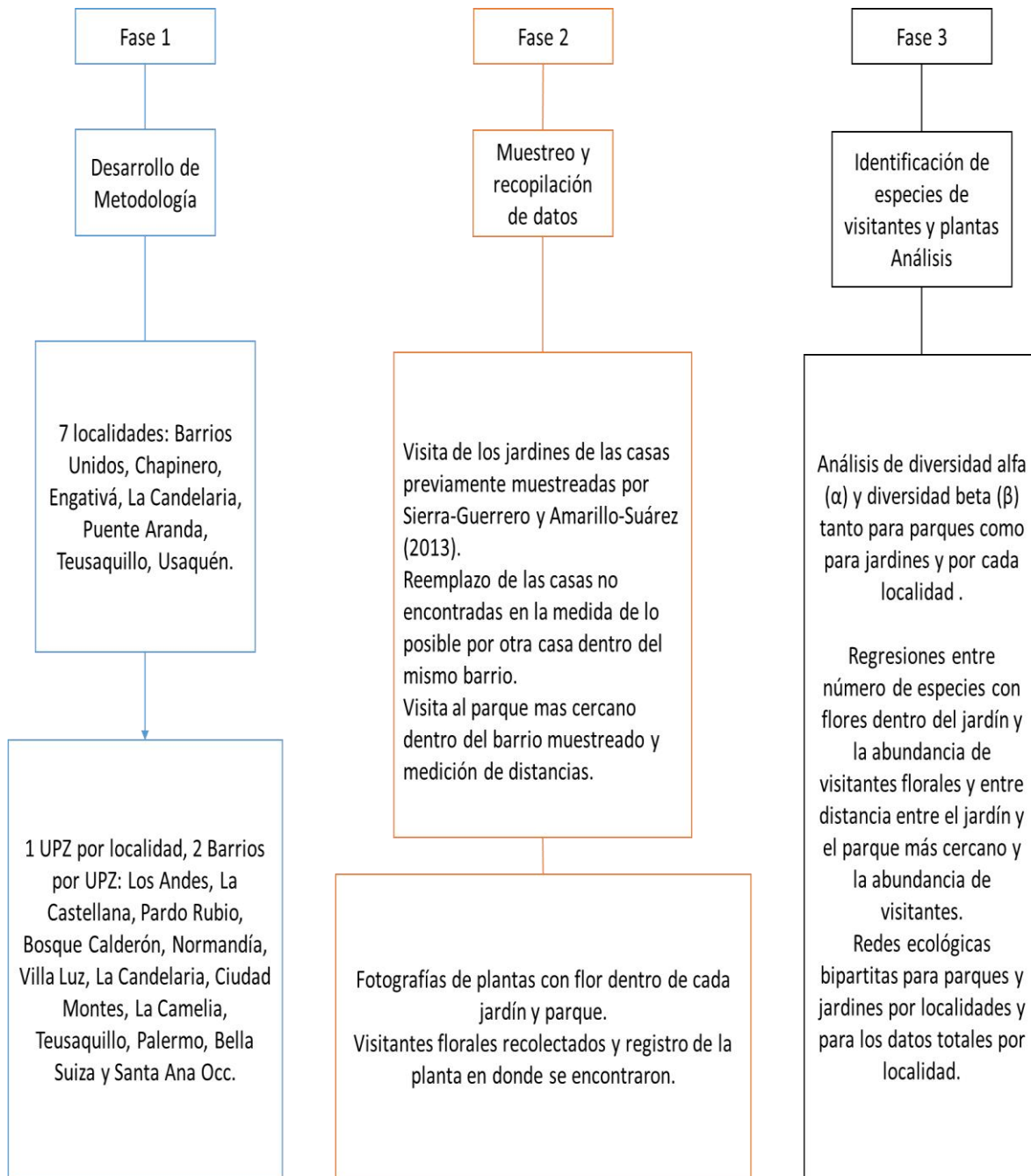
### 2.2.3 Fase 3. Identificación de especies y análisis

Las especies vegetales se identificaron con las fotografías tomadas, mediante el catálogo de plantas de Bogotá de Sierra-Guerrero and Amarillo-Suárez (2013)

Los insectos fueron transportados al Laboratorio de Ecología Evolutiva y Conservación de la Pontificia Universidad Javeriana, en donde fueron identificados a la menor categoría taxonómica posible con ayuda de las claves de Fernández y Sharkey (2006) *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* y Borror y White (1998) *Insects*.

Tanto para parques como para jardines y por cada localidad, se determinó la diversidad alfa ( $\alpha$ ) de los visitantes florales mediante el índice Shannon-Wiener, el cual relaciona el número de especies y abundancia de las mismas. La diversidad beta ( $\beta$ ) se estimó con el análisis de similitud de Bray-Curtis, que tiene en cuenta los valores de riqueza y abundancia (Ramírez, 2006) tanto como parques como para jardines. Estos análisis se realizaron con el programa PAST.exe, Versión 2.17c.

Con el fin de analizar la relación insecto-planta se realizaron redes ecológicas bipartitas las cuales permiten graficar las interacciones entre nodos de dos grupos diferentes (Medel et al. 2009; Jordano, 1987). Estas se realizaron con los datos de insectos visitantes florales y las plantas en las que fueron encontrados, graficando estas redes, para parques y jardines por localidades y localidades totales. Analizando para cada una de estas las siguientes métricas: conectancia, la cual representa la proporción de interacciones posibles en la red (Harvey et al., 1983; Ings et al., 2009, Blüthgen et al, 2008), generalidad, el número promedio de enlaces por visitante floral (Maunsell et al., 2015 ;Blüthgen et al, 2008), anidamiento, el cual es el nivel de la compartimentalización de la red (Barbour et al., 2016; Ings et al., 2009; Blüthgen et al, 2008) y el índice de Shannon que mide la diversidad de interacciones dentro de la red (Maunsell et al., 2015; Blüthgen et al, 2008) para posteriormente comparar los valores de estas métricas entre redes, y contrastarlo con la realidad vivida en cada localidad.



**Figura 5. Diagrama de Flujo Metodologico**

## 2.3 Referencias.

- Alberti, M. 2008. *Advances in urban ecology: Integrating humans and ecological processes in urban ecosystems* Springer Press. Seattle, Washington, USA .366 pp.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. 2010. *Arbolado Urbano de Bogotá, identificación, descripción y base para su manejo*. 389 pp.
- Bascompte, J., & Jordano, P. 2008. Redes mutualistas de especies. *Investigación Y Ciencia*, 1–10. Retrieved from [http://www.investigacionyciencia.es/Archivos/09-08\\_Bascompte.pdf](http://www.investigacionyciencia.es/Archivos/09-08_Bascompte.pdf)
- Bascompte, J., Jordano, P., Pascual, M., & Dunne, J. 2007. The Structure of Plant-Animal Mutualistic Networks. *Ecological Networks* , 143–159.
- Bluthgen, N. , Frund J., Vazquez, D. , & Menzel, F. 2008 What do interaction network metrics tell us about specialization and biological traits?
- Cameron R. W. F., Blanusa, T., Taylor, J. E., Salisbury, A., Halstead, A. J., Henricot, B., & Thompson, K. 2012. The domestic garden – its contribution to urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11: 129137.
- Davies, Z. G., Fuller, R. A., Loram, A., Irvine K. N., Sims, V., & Gaston, K. J. 2009. A national scale inventory of resource provision for biodiversity within domestic gardens. *Biological Conservation*, 142: 761-771.
- D. J. Borror & R. E. White. 1998. *Insects*. Houghton Mifflin Company 215 Park Avenue South, New York, New York 10003
- F. Fernández & M. J. Sharkey. 2006. *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical, Bogotá D. C, Colombia*
- Frankie, G. W., Thorp, R. W., Pawelek, J. C., Hernandez, J., & Coville, R. 2009. Urban Bee Diversity in a Small Residential Garden in Northern California. *Journal of Hymenoptera Research*, 18(2), 368–379. doi:10.1080/19397030902947041
- Freitas. 1998. Avaliação da eficiência de polinizadores potenciais. In *Congresso Brasileiro de Apicultura* (12, 1998). Anais. p. 105-107.
- Gamboa Samper, P. 2003. El sentido urbano del espacio público. *Bitácora Urbano-Territorial*, ISSN-e 0124-7913, Vol. 1, No. 7, 2003, Págs. 13-18, 1(7), 13–18.
- Genung M. A., Lessard J., Brown C. B, Bunn W. A., Melissa A. Cregger, Wm. Reynolds N., Felker-Quinn E., Stevenson M. L., Hartley A. S., Crutsinger G. M., Schweitzer J., Baile J. K.. 2010 Non-Additive Effects of Genotypic Diversity Increase Floral Abundance and Abundance of Floral Visitors.



- Goddard, M. A., Dougill, A. J., & Benton, T. G. 2013. Why garden for wildlife? Social and ecological drivers, Motivations and barriers for biodiversity management in residential landscapes. *Ecological Economics*, 86(January), 258–273. doi:10.1016/j.ecolecon.2012.07.016
- Gómez, J. M. 2002. Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(1), 105–116. doi:10.4067/S0716-078X2002000100010
- Grimm, N. B., Foster, D., Groffman, P., Grove, J. M., Hopkinson, C. S., Nadelhoffer, K. J., ... Peters, D. P. C. 2008. The changing landscape: Ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(5), 264–272. doi:10.1890/070147
- Harvey, P., Colwell, R., Silvertown, J., & May, R. 1983. Null Models in Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 14(14), 189–211. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.14.110183.001201>
- Hansson, L., Fahrig, L. y Merriam, G. (1995) (eds.). Mosaic landscapes and ecological processes. Chapman & Hall.
- Ings, T. C., Montoya, J. M., Bascompte, J., Blüthgen, N., Brown, L., Dormann, C. F., ... Woodward, G. 2009. Ecological networks - Beyond food webs. *Journal of Animal Ecology*, 78(1), 253–269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01460.x>
- Jordano, P. 1987. Patterns of Mutualistic Interactions in Pollination and Seed Dispersal: Connectance, Dependence Asymmetries, and Coevolution. *American Naturalist*, 129(5), 657–677. doi:10.1086/284665
- Jordano, P., Bascompte, J., & Olesen, J. M. 2006. Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization. *Plant-Pollinator Interactions from Specialization to Generalization*, (November 2007), 445. doi:10.1650/0010-5422(2006)108[986:BR]2.0.CO;2
- Junker, R.R. & Bluthgen, N. 2010. Floral scents repel facultative flower visitors, but attract obligate ones. *Annals of Botany*, in press. doi:10.1093/aob/mcq045.
- Kowarik, I.. 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 1974–1983. doi:10.1016/j.envpol.2011.02.022.
- Maunsell, S. C., Kitching, R. L., Burwell, C. J., & Morris, R. J. 2015. Changes in host-parasitoid food web structure with elevation. *Journal of Animal Ecology*, 84(2), 353–363. doi:10.1111/1365-2656.12285
- Nates-Parra, G., Alejandro Parra, H., Rodríguez, A., Baquero, P., & Vélez, D. 2006. Abejas silvestres (hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 77–84.

- Pinilla-Gallego, M. S., & Nates-Parra, G. 2015. Visitantes florales y polinizadores en poblaciones silvestres de agraz (*Vaccinium meridionale*) del bosque andino Colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 112–119.
- Pickett S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Boone, C. G., Groffman P. M., Irwin E., Warren, P. 2011. Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management*, 92: 331-362.
- Qureshil, S., Breuste, J. H., & Lindley, S. J. 2010. Green space functionality along an urban gradient in karachi, pakistan: A socio-ecological study. *Human Ecology*, 38: 283-294.
- Tanner, C. J., Adler, F. R., Grimm, N. B., Groffman, P. M., Levin, S. A., Munshi-south, J., ... Wilson, W. G. 2014. Urban ecology : advancing science and society In a nutshell :, (2008). doi:10.1890/140019
- Tewksbury, J. J., Levey, D. J., Haddad, N. M., Sargent, S., Orrock, J. L., Weldon, A., ... Townsend, P. 2002. Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(20), 12923–12926. doi:10.1073/pnas.202242699
- Thompson, J. N. 2006. Mutualistic Webs of Species The First Femtosecond in the, (April), 372–374.
- Secretaria Distrital de Planeación. 2009. Bogotá Ciudad de Estadísticas: La ciudad verde cuenta y se cuenta. Plan de Ordenamiento Territorial. Alcaldía Mayor de Bogotá, Documento5: 1-27.
- Sierra-Guerrero, M. C., & Amarillo-Suárez, A. R. 2017. Socioecological features of plant diversity in domestic gardens in the city of Bogotá Colombia. *Urban Forestry and Urban Greening*, 28(October), 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.09.015>
- Waser, N.M. & J. Ollerton (Eds.). 2006. Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization. University of Chicago Press, Chicago.

**4. Lineamientos de  
publicación según  
Urban Forestry &  
Urban Greening**



### TABLE OF CONTENTS

• Description	p.1
• Audience	p.1
• Impact Factor	p.1
• Abstracting and Indexing	p.2
• Editorial Board	p.2
• Guide for Authors	p.4



ISSN: 1618-0667

### DESCRIPTION

Urban Forestry and Urban Greening is a refereed, international journal aimed at presenting high-quality research with **urban** and **peri-urban woody** and **non-woody vegetation** and its use, **planning, design, establishment** and **management** as its main topics. Urban Forestry and Urban Greening concentrates on all tree-dominated (as joint together in the urban forest) as well as **other green resources** in and around **urban areas**, such as **woodlands, public and private urban parks and gardens, urban nature areas, street tree** and **square plantations, botanical gardens** and **cemeteries**.

The journal welcomes basic and applied research papers, as well as review papers and short communications. Contributions should focus on one or more of the following aspects: Form and functions of urban forests and other vegetation, including aspects of urban ecology. Policy-making, planning and design related to urban forests and other vegetation. Selection and establishment of tree resources and other vegetation for urban environments. Management of urban forests and other vegetation. Original contributions of a high academic standard are invited from a wide range of disciplines and fields, including forestry, biology, horticulture, arboriculture, landscape ecology, pathology, soil science, hydrology, landscape architecture, landscape planning, urban planning and design, economics, sociology, environmental psychology, public health, and education.

Special attention will be given to interdisciplinary research as developed under the approaches of, for example, **urban forestry, arboriculture, urban greening, urban ecology, urban health, urban agriculture, urban horticulture, urban silviculture, and community forestry**.

### AUDIENCE

Researchers from multiple disciplines dealing with urban forests and trees; policy-makers, planners and designers and higher-level practitioners dealing with urban forests and trees.

### IMPACT FACTOR

2016: 2.113 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2017

## GUIDE FOR AUTHORS

---

### *Your Paper Your Way*

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article.

**To find out more, please visit the Preparation section below.**

### **Introduction**

Urban Forestry & Urban Greening is a refereed, international journal aimed at presenting high-quality research with urban and peri-urban woody and nonwoody vegetation as its main topics. Urban Forestry & Urban Greening concentrates on all tree-dominated (as joint together in the urban forest) as well as other green resources in and around urban areas, such as woodlands, public and private urban parks and gardens, urban nature areas, street tree and square plantations, botanical gardens and cemeteries.

### *Types of paper*

The journal welcomes fundamental and applied research papers, as well as review papers and short communications.

*Book reviews.* Books and monographs for review are welcome and should be sent to the Editorial Office (see address below, in the paragraph "Manuscript submission"). Anyone who wishes to review books for Urban Forestry & Urban Greening should send a curriculum vitae and brief description of their area of expertise to the Editorial Office.

*Review papers.* Review articles present a comprehensive overview of the state-of-art and international literature within a specific area of urban forestry and urban greening. Generally the Editors will invite leading experts to prepare review papers on selected topics, but suggestions for review papers accompanied by a detailed outline can be submitted to the Editorial Office.

*Short communications.* Short communications are brief presentations of innovative research, highly original findings, or novel ideas. They should consist of not more than 4000 words, including references. No more than three figures and/or tables should be used, while references should respect the general guidelines of the journal. Although each short communication should have an abstract, the remainder of the text does not need to be divided into sections as for Research Papers.

### *Page charges*

This journal has no page charges.

### *Submission checklist*

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

### **Ensure that the following items are present:**

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

#### *Manuscript:*

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

*Graphical Abstracts / Highlights files* (where applicable)

*Supplemental files* (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa

- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

## BEFORE YOU BEGIN

### *Ethics in publishing*

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

### *Conflict of Interest*

Public trust in the peer review process and the credibility of published articles depend in part on how well conflict of interest is handled during writing, peer review, and editorial decision making. Conflict of interest exists when an author (or the author's institution), reviewer, or editor has financial or personal relationships that inappropriately influence (bias) his or her actions (such relationships are also known as dual commitments, competing interests, or competing loyalties). These relationships vary from those with negligible potential to those with great potential to influence judgment, and not all relationships represent true conflict of interest. The potential for conflict of interest can exist whether or not an individual believes that the relationship affects his or her scientific judgment. Financial relationships (such as employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony) are the most easily identifiable conflicts of interest and the most likely to undermine the credibility of the journal, the authors, and of science itself. However, conflicts can occur for other reasons, such as personal relationships, academic competition, and intellectual passion.

### *Submission declaration and verification*

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

### *Changes to authorship*

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

### *Article transfer service*

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More information](#).

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information on this](#)). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of user license.

### **Author rights**

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

*Elsevier supports responsible sharing*

Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

### **Role of the funding source**

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

*Funding body agreements and policies*

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of existing agreements are available online.

### **Open access**

This journal offers authors a choice in publishing their research:

#### **Subscription**

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the accepted manuscript in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The published journal article cannot be shared publicly, for example on ResearchGate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peer-reviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below.

#### **Gold open access**

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

#### *Creative Commons Attribution (CC BY)*

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

#### *Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)*

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is **USD 1650**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

#### *Green open access*

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [green open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. Find out more.

This journal has an embargo period of 24 months.

#### *Language (usage and editing services)*

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop.

#### **Submission**

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

For questions about manuscript submission, please contact the Editorial Office at [ufug@woodscape-consult.com](mailto:ufug@woodscape-consult.com)

#### **Correspondence**

Receipt of manuscripts will always be confirmed by e-mail and a manuscript number will be assigned. The name, e-mail-address, full postal address and telephone/fax number of the corresponding author needs to be clearly stated in the covering e-mail or letter. All correspondence concerning submitted manuscripts should refer to the manuscript number and should be sent to the Editorial Office. If the corresponding author's address changes, the Editorial Office should be notified immediately.

#### *Submit your article*

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/ufug>.

#### *Referees*

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

#### **Review process**

Manuscripts are reviewed in a 'double blind' process by two anonymous reviewers, who are leading experts from around the world in the field of study presented. The final decision to accept or reject a manuscript is made by the Editors-in-Chief. The Editorial Office will inform the authors on acceptance, revision, or rejection of manuscripts. The average turn around time from submission of a manuscript until publication is 6 months. In order to facilitate the review process, please include line numbers within the text.



---

### **Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals**

All material submitted to *Urban Forestry & Urban Greening* must conform with the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, as formulated by the International Committee of Medical Journal Editors. These requirements appear in their entirety at <http://www.icmje.org>.

## **PREPARATION**

### **NEW SUBMISSIONS**

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

#### *References*

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

#### *only YPYW (Your Paper Your Way)*

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions.

If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes.

Divide the article into clearly defined sections. In order to facilitate the review process, please include line numbers within the text.

Label each figure with authors names and figure number. Figures should be cited in the text as Fig. 1 or Figs. 1 and 2. Figures should be placed after the References (and Appendices, if any) in the manuscript. They should be preceded by the figure legends on a separate page.

Tables should be submitted at the end of the manuscript, placed on separate pages, double spaced and numbered sequentially.

### **Peer review**

This journal operates a double blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. [More information on types of peer review.](#)

### **REVISED SUBMISSIONS**

#### *Use of word processing software*

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

### **Article structure**

### **Manuscript format**

The maximum length of research papers, including references, tables and figures, is 8,000 words. For review papers, the maximum word count is 10,000. The manuscript should be submitted as MS-word or Rich Text Format (rtf) file. All pages including tables and figures should be numbered.

Manuscripts should be written in concise and grammatically correct English. Either British or American English is accepted, but should be used consistently. Authors who do not have English as a native language are asked to have their manuscript checked by colleagues whose mother tongue is English.

The title of the manuscript and name(s), affiliation(s), and address(es) of the author(s) should be placed in a separate file or on the first page of the manuscript, this information will not be included in the review process. The title should be informative and brief, usually no more than 15 words. Subtitles should be avoided.

#### *Main text*

For research papers, the text should normally consist of five sections: Introduction, Methods, Results, Discussion and References. Primary headings are left justified and in bold, secondary headings are left justified and in italics. Footnotes should be avoided. The International System of Units (SI) should be used for all measurements. Monetary values should be presented either in USD (US Dollar) or in EUR (Euro). Scientific names of genera and species should be given in full with authority when they are cited for the first time. If species names occur repeatedly in the text the genus name may be abbreviated. Common names should be avoided. Italics should be used for secondary headings, scientific names of taxa (genus and lower) and syntaxa, and symbols in formulae.

Formulae should be presented in the text. Complicated formulae should be collected and presented as a figure in camera-ready appearance.

#### *Subdivision - unnumbered sections*

Divide your article into clearly defined sections. Each subsection is given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line. Subsections should be used as much as possible when cross-referencing text: refer to the subsection by heading as opposed to simply 'the text'.

#### *Introduction*

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

#### *Material and methods*

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

#### *Results*

Results should be clear and concise.

#### *Discussion*

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

#### *Conclusions*

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

#### *Appendices*

Information too detailed to be included in the main text, for instance a list of areas sampled, may be presented in appendices which are to be placed before the References. Appendices should be as short and succinct as possible.

### **Essential title page information**

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-

case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

• **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

• **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

For research papers, an Abstract must be included. It should be factual and not exceed 300 words.

#### *Graphical abstract*

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

#### *Highlights*

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view [example Highlights](#) on our information site.

### **Keywords**

Up to six Key words, excluding words from the title, should be provided in alphabetical order below the Abstract.

#### *Abbreviations*

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

#### *Acknowledgements*

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

#### *Formatting of funding sources*

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

#### *Units*

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

#### **Nomenclature**

The basis for the Nomenclature of taxa and syntaxa used should be indicated in the Methods section, as should the latitude and longitude of the study site(s), if appropriate.

*Acknowledgements* and dedications are to be placed after the Main text and before the References.

#### *Math formulae*

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus ( $/$ ) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g.,  $X/Y$ . In principle, variables are to be presented in italics. Powers of  $e$  are often more conveniently denoted by *exp*. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

#### *Footnotes*

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

#### **Artwork**

##### *Image manipulation*

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

##### *Figures*

The maximum type area is 17 cm (6.7 inch) width and 22.5 cm (8.9 inch) height. Figures must be clearly lettered and suitable for reproduction to fit either one column width (8.2 cm or 3.2 inch) or two-columns width (17 cm or 6.7 inch). In addition to the printed version figures can be supplied in digital format (EPS or TIFF format, final resolution 300 dpi for halftones, 1270 dpi for black/white line drawings). If, together with your accepted article, you submit usable colour figures, then Elsevier will ensure, at no additional charge that these figures will appear in colour on the web (e.g., Science Direct and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the print version. Colour figures can be printed only if the costs are covered by the author (EURO 250.00 for the first colour figure, EURO 200.00 for every following colour figure). For further information on the preparation of electronic artwork, please see our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Label each figure with authors' names and figure number. Figures should be cited in the text as Fig. 1 or Figs. 1 and 2. Figures should be placed after the References (and Appendices, if any) in the manuscript. They should be preceded by the figure legends on a separate page.

Indicate in the margins of the manuscript where figures should be placed. Tables should be prepared so that they can be printed in one column or full page width (see above). Tables should be submitted at the end of the manuscript, placed on separate pages, double spaced and numbered sequentially. Indicate in the margins of the manuscript where tables should be placed. Tables should be cited in the text as Table 1 or Table 1 and 2.

##### *Electronic artwork*

###### *General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.

- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files. A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

#### *Formats*

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

#### **Please do not:**

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

#### *Illustration services*

Elsevier's WebShop offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

#### *Figure captions*

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

#### *References*

References to articles and books should be limited to published work, work in press, or theses and dissertations. Citations in the text should be in the following forms: Johnson (1995), Harms and Johnson (1992), or (Johnson, 1995), (Johnson et al., 1998), or (Miller, 1988; Johnston, 1998, 1999).

References in the text should be listed in chronological order. References in the list at the end of the article should be listed in alphabetical order. Names of journals should not be abbreviated. Please make sure before submission of the manuscript that all references are cited, that all citations in the text are included in the References, and that all citations have the correct format.

#### *Reference links*

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

#### *Web references*

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

#### *References in a special issue*

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

#### *Formats for citations*

Bradshaw, A.D., Biddle, P.G., Patch, D., Spurway, P.E., 1988. Arboricultural research: report of the review group on research on arboriculture. *Arboricultural Journal* 12, 307–360.

Gadow, K. von, Puumalainen, J., 2000. Scenario planning for sustainable forest management. In: Gadow, K. von, Pukkala, T., Tomé, M. (Eds.), *Sustainable Forest Management. Managing Forest Ecosystems*, Vol. 1, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 319–356.

Hodge, S.J., 1995. Creating and managing woodlands around towns. *Forestry Commission Handbook*, Vol. 11, HMSO, London.

Holm, S., 2000. Anvendelse og betydning af byens parker og grønne områder (Use and importance of urban parks). *Forest & Landscape Research* No 28-2000, Danish Forest and Landscape Research Institute, Hoersholm. (In Danish, with English summary)

Rydberg, D. 1998. Urban forestry in Sweden -Silvicultural aspects focusing on young forests. Ph.D. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå.

FAO, 2007. *State of the World's Forests 2007*. Retrieved July 22nd, 2008 from <http://www.fao.org/docrep/009/a0773e/a0773e00.htm>.

#### **For reference style 2 Harvard:**

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <http://dx.doi.org/10.17632/xw98nb39r1>.

#### *Data references*

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

#### *Reference management software*

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language](#) styles, such as [Mendeley](#) and [Zotero](#), as well as [EndNote](#). Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of [Mendeley Desktop](#) can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/urban-forestry-and-urban-greening>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the [Mendeley](#) plug-ins for [Microsoft Word](#) or [LibreOffice](#).

#### **Video**

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

### **Supplementary material**

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

### **Research data**

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data page](#).

#### **Data linking**

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

#### **Mendeley Data**

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

#### **Data in Brief**

You have the option of converting any or all parts of your supplementary or additional raw data into one or multiple data articles, a new kind of article that houses and describes your data. Data articles ensure that your data is actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and publicly available to all upon publication. You are encouraged to submit your article for *Data in Brief* as an additional item directly alongside the revised version of your manuscript. If your research article is accepted, your data article will automatically be transferred over to *Data in Brief* where it will be editorially reviewed and published in the open access data journal, *Data in Brief*. Please note an open access fee of 500 USD is payable for publication in *Data in Brief*. Full details can be found on the [Data in Brief website](#). Please use this [template](#) to write your Data in Brief.

#### **MethodsX**

You have the option of converting relevant protocols and methods into one or multiple MethodsX articles, a new kind of article that describes the details of customized research methods. Many researchers spend a significant amount of time on developing methods to fit their specific needs or

setting, but often without getting credit for this part of their work. MethodsX, an open access journal, now publishes this information in order to make it searchable, peer reviewed, citable and reproducible. Authors are encouraged to submit their MethodsX article as an additional item directly alongside the revised version of their manuscript. If your research article is accepted, your methods article will automatically be transferred over to MethodsX where it will be editorially reviewed. Please note an open access fee is payable for publication in MethodsX. Full details can be found on the MethodsX website. Please use this [template](#) to prepare your MethodsX article.

#### *Data statement*

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

### **AFTER ACCEPTANCE**

#### *Availability of accepted article*

This journal makes articles available online as soon as possible after acceptance. This concerns the accepted article (both in HTML and PDF format), which has not yet been copyedited, typeset or proofread. A Digital Object Identifier (DOI) is allocated, thereby making it fully citable and searchable by title, author name(s) and the full text. The article's PDF also carries a disclaimer stating that it is an unedited article. Subsequent production stages will simply replace this version.

#### *Online proof correction*

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

#### *Offprints*

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Webshop](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

### **AUTHOR INQUIRIES**

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also check the status of your submitted article or find out when your accepted article will be published.

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>