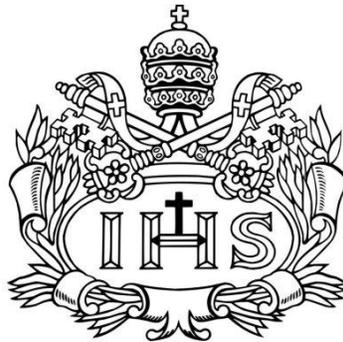


**Identificación de plantas de crecimiento espontáneo encontradas en techos de las localidades de Bosa y La Candelaria (Bogotá, Colombia) y su posible uso en diseño de techos verdes.**

**Ana Maria Cortes Clavijo**

**Título a obtener: Ecólogo**

**Tutor: Carlos Alfonso Devia**



**Pontificia Universidad Javeriana**

**Facultad de Estudios Ambientales y Rurales**

**Carrera de Ecología**

**2014**

**Identificación de plantas de crecimiento espontáneo encontradas en techos de las localidades de Bosa y La Candelaria (Bogotá, Colombia) y su posible uso en diseño de techos verdes.**

**Objetivos**

*General*

Determinar la riqueza y abundancia de especies de plantas de crecimiento espontáneo e identificar su posible uso en el diseño de techos verdes en el distrito de Bogotá.

*Específicos*

1. Identificar las especies vegetales de crecimiento espontáneo presentes en algunos techos de las localidades de Bosa y La Candelaria (Bogotá, Colombia)
2. Describir las condiciones de crecimiento: sustrato, material del techo, profundidad y pendiente en donde crecen las plantas encontradas.
3. Identificar relaciones de las características de crecimiento - especie de acuerdo a la riqueza, abundancia, características morfológicas de las especies vegetales, condiciones del sustrato (material y profundidad) y pendiente de las especies idóneas para el diseño de techos verdes en Bogotá D.C.

**Identificación de plantas de crecimiento espontáneo encontradas en techos de las localidades de Bosa y La Candelaria (Bogotá, Colombia) y su posible uso en diseño de techos verdes.**

**Identification of plants found in ceilings spontaneous growth of Bosa and La Candelaria (Bogotá, Colombia) and its possible use in green roof design.**

Ana Maria Cortes-Clavijo

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá-Colombia, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales.

Correo electrónico: cortes-ana@javeriana.edu.co

**RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue reconocer la riqueza y abundancia de especies de plantas de crecimiento espontáneo en los techos de viviendas de las localidades de La Candelaria y Bosa, ciudad de Bogotá, igualmente reconocer su posible uso en el diseño de techos verdes. El trabajo de campo fue realizado durante los meses de julio y agosto el 2014, se muestrearon un total de 60 casas, 30 para cada localidad. Un total de 22 especies vegetales fueron registradas pertenecientes a once familias y 16 géneros. Se encontró que hay una mayor abundancia en la localidad de Bosa con 789 individuos y ocho especies que en la localidad de La Candelaria donde se encontraron 613 individuos de 21 especies. De las 22 especies encontradas solo cuatro especies son nativas (*Taraxacum officinale*, *Ficus andicola*, *Gnaphalium bogotense* y *Gamochaeta americana*), las restantes 18 son exóticas.

*Palabras claves:* techos verdes, plantas de crecimiento espontáneo, La Candelaria, Bosa

**ABSTRACT**

The aim of this investigation was to recognize the richness and abundance of plant species spontaneous growth in the towns of La Candelaria and Bosa also possible use in the design of green roofs are recognized. Fieldwork was conducted during the months of July and August, a total of 60 houses, 30 for each sampling locality. A total of 22 plant species were recorded belonging to eleven families and 16 genera. It was found that there is a greater abundance in Bosa (789 individuals) in the town of La Candelaria where 613 individuals, of which only 4 species are native (*Taraxacum officinale*, *Ficus andicola*, *Gnaphalium bogotense* and *Gamochaeta American* found), the remaining species are invasive and non-invasive potential.

*Keywords:* green roofs, urban spontaneous vegetation, La Candelaria, Bosa

## Introducción

Durante el siglo XX en América Latina se presenció el drástico crecimiento de las ciudades, que se extendían no solo en términos demográficos, sino también en el campo propiamente urbano (Díaz, s.f.). En la actualidad, el acelerado desarrollo urbano genera una serie de problemas, no sólo sociales y económicos sino también ambientales, especialmente visibles en las ciudades de los países en vía de desarrollo, las cuales carecen generalmente de la infraestructura adecuada para mitigar los efectos de la desordenada expansión urbana (Zielinski, *et al.*, 2012). Con esta concentración de poblaciones con crecimiento acelerado, se genera una proliferación de superficies duras e impermeables que alteran los patrones climáticos naturales, el ciclo del agua, déficit de zonas verdes y disminución de biodiversidad, entre otros (López & Ibáñez, 2008).

El acto de urbanizar está relacionado con el acondicionamiento de una porción de terreno con estructuras que permiten satisfacer las necesidades de vivienda del hombre, lo que genera la sustitución de los hábitats preexistentes en el sitio (Berkowitz *et al.* 2003. Citado por Araujo, *et al.* 2013). La ciudad de Bogotá desde mediados del siglo pasado ha venido experimentando un crecimiento urbano significativo, y factores como el desplazamiento forzado y las migraciones de las zonas rurales agudizan este crecimiento, generando una degradación ambiental del territorio y haciendo que Bogotá como un ecosistema urbano, esté por convertirse en una megalópolis con unos niveles insostenibles en lo ambiental experimentando una creciente oferta ambiental del territorio (Preciado, s.f.). Como respuesta a esta problemática la ciencia ha propuesto nuevas tecnologías como es el incremento de coberturas de áreas verdes (Zielinski, *et al.*, 2012), que como solución, suplen la carencia de tierra y permiten crear un espacio vital sostenible para muchas y variadas formas de vegetación (Carter & Keeler, 2008). Según García (2010) (citado por Zielinski, *et al.*, 2012) una tecnología ecológica reciente es la implementación de techos verdes, que se genera por la necesidad de expansión de áreas destinadas a la vegetación en los ecosistemas urbanos, donde estos techos funcionan como una herramienta nueva para incorporar masas vegetales prestando diferentes tipos de servicios.

Estos espacios naturales han sido cambiados por edificaciones, en las cuales la vegetación es utilizada como un elemento decorativo sin contemplar la importancia que tiene para el ser humano, en términos de mitigación de la contaminación (captura de gases de efecto invernadero y material particulado) y conectividad (como parte de la Estructura Ecológica Principal de las ciudades), entre otros servicios que son considerados como propios de los ecosistemas naturales, pero que poco se ven en los “ecosistemas urbanos” (Bolaños & Moscoso. 2011). Si se empleara esta superficie subutilizada para construir cubiertas verdes, sería posible prevenir e incluso ayudar a corregir algunos de los efectos nocivos de la urbanización, donde los sistemas de cubiertas verdes pueden ser utilizados en edificios nuevos o existentes (López & Ibáñez. 2008).

Según Del Tredici (2010) los hábitats urbanos se caracterizan por altos niveles de perturbación, pavimentación impermeable y la retención de calor, logrando que estos factores, actuando en concierto, alteren el suelo, el agua y las condiciones del aire en formas que promuevan el

crecimiento de plantas tolerantes al estrés, esta vegetación de crecimiento sucesional temprano se da principalmente en tierras abandonadas o en tierras que no requieren de mantenimiento, como muros, pavimentos, tejados (Cervelli, *et al.*, 2013), fachadas y vías. En la mayoría de las áreas urbanas, una matriz cosmopolita de plantas espontáneas proporciona servicios ecosistémicos importantes que, a la luz de los impactos proyectados del cambio climático, son probablemente cada vez más importante en el futuro (Del Tredici. 2010).

## Métodos

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en Las localidades de La Candelaria y la localidad de Bosa en los meses de julio y agosto de 2014. La localidad de la Candelaria está ubicada en el sector centro - oriente de Bogotá y es la localidad más pequeña de la ciudad (figura 1), cuenta con una extensión de 183.89 hectáreas. La Localidad está conformada por los barrios Belén, Las Aguas, Santa Bárbara, La Concordia, Egipto, Centro Administrativo y Catedral (Secretaria de Cultura, Recreación y Deporte). El área total correspondiente es suelo urbano, la localidad no presenta suelo rural ni suelo de expansión y tampoco cuenta con áreas protegidas y se localizan 164 manzanas que en su totalidad ocupan 140.39 ha. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2004.)



**Figura 1.** Lugar de muestreo en la localidad de La Candelaria. Modificado de Google earth.

Ocupa una parte del piedemonte de los cerros de Guadalupe y Monserrate, y el llano fluviolacustre de la sabana de Bogotá, la localidad presenta precipitaciones medias anuales de 1.050 mm en el extremo occidental y en el borde oriental (sector El Molino y la Quinta de Bolívar) presenta hasta más de 1.150mm. La localidad tiene una temperatura media de 14 grados centígrados y una humedad relativa media en los meses secos del 69%, variando en forma inversa con la temperatura del aire durante el día (Alcaldía Local de La Candelaria.s.f.).

La localidad de Bosa está ubicada en el extremo suroccidental de la ciudad de Bogotá, en la periferia de la capital, presenta un territorio plano formado por depósitos aluviales del río Bogotá y el río Tunjuelo (figura 2). Esta localidad cuenta con una extensión total de 2.394 hectáreas donde 508 hectáreas son clasificadas como áreas protegidas y no posee suelo rural. La localidad presenta temperaturas medias anuales de 13.5° y 14.6° y ha sido organizada por cinco Unidades de Planeación zonal (UPZ): Bosa central – UPZ 85, Bosa occidental – UPZ 84, El Apogeo- UPZ 49, El Tintal- UPZ 87 y El Porvenir- UPZ 86 (Secretaria Distrital de Planeación. 2009) (Comisión Ambiental Local. 2012).



**Figura 2.** Lugar de muestreo en la localidad de Bosa. Modificado de Google earth.

## Metodología

El desarrollo de este proyecto contó con tres fases: La fase uno consistió en la selección del área de estudio donde se tuvo en cuenta principalmente las zonas de precipitación que presenta Bogotá, en este caso se muestreó en la localidad de la Candelaria que presenta precipitaciones altas (1200-1300 mm) y la localidad de Bosa que presenta precipitaciones medias (800-900 mm), como se ve en la figura 3. El total de las casas muestreadas fueron 60, 30 para cada localidad, estas fueron identificadas anteriormente por recorridos hechos en las dos localidades, y un factor determinante para su muestreo era el de cumplir con la condición de tener un solo piso, para así tener más fácil acceso para la realización del muestreo, y que en su techo presentaran plantas de crecimiento espontáneo. Debido a la dependencia de las casas de un solo piso para más fácil acceso en el muestreo, el esfuerzo de muestreo está sesgado y no refleja adecuadamente las especies de plantas que puedan estar en techos más altos, techos de instalaciones privadas o pertenecientes al gobierno.

Como parte de esta fase se realizaron tomas de muestras de las especies vegetales encontradas, registrando cierto tipo de información. Las muestras que se tomaron principalmente eran plantas vasculares. Para especies tipo modulares (especies que a partir de un cigoto se desarrolla una unidad de construcción o un módulo) (Collado. 1997), solo se tomó la presencia de estos en las casas. En el muestreo hubo una gran presencia de musgo y líquenes pero estos no fueron identificados. También se tuvo en cuenta las condiciones del sustrato donde las especies crecían, como el tipo y la profundidad de este. En los lugares muestreados se tomaron datos del sitio como: el material del techo y la inclinación.

Los datos registrados para cada casa muestreada incluye la ubicación (dirección de la estructura), edad de la casa (una estimación de la edad aproximada de la estructura), material del techo lo cual se hizo con observación directa, y la inclinación que presentaba el techo la cual se cuantificó por medio de un clinómetro digital. En cada techo muestreado se registraron los siguientes datos: la profundidad del sustrato (escalas de cero a cinco y seis a diez cm) que se cuantificó por medio de un pincho de metal de la vegetación encontrada en los techos.

La fase dos consistió en la identificación de especies vegetales generando un listado preliminar de las especies presentes en los techos de Bogotá cada una con sus respectivas características morfológicas, de sustrato y del sitio muestreado. La identificación de las especies se realizó a partir de la consulta de obras relacionadas con plantas arvenses, plantas de la sabana de Bogotá y literatura especializada de los diferentes grupos vegetales, la identificación se completó y se rectificó con la consulta de especialistas. Estos resultados estuvieron acompañados de un análisis de diversidad para así establecer la riqueza y abundancia de especies.



como los son los requerimientos lumínicos y características secundarias que pueden ser importantes como aislamiento acústico, uso medicinal, atrayente de avifauna, entre otros expuesto en la matriz, de las especies encontradas en las dos localidades. Con esta información se procedió a seleccionar las especies que pueden ser utilizadas en el diseño de techos verdes, por medio de una matriz de selección (Bolaños & Moscoso. 2011) que presenta unas categorías y variables de elementos básicos que son importantes para la selección (tabla 7). La matriz utilizada fue ajustada para excluir variables como requerimientos climáticos, consumo de agua, requerimientos lumínicos, resistencia a vientos y el tipo de suelo que la vegetación necesita.

La matriz por medio de una sumatoria evidencia cuales especies son las más apropiadas (Bolaños & Moscoso. 2011) para el cumplimiento de las condiciones que exige el diseño los techos verdes. Además se descartaron especies a partir de criterios como: especies que son introducidas y tienen potencial invasor, especies que no estén en el rango altitudinal (2600 msnm con límite inferior), especies que requieran suelos de alta calidad y/o sustrato, y vegetación que supere medidas máximas requeridas para el diseño de techos verdes. En esta matriz no se agregaron las cinco morfoespecies que no se pudieron identificar ya que la información requerida por la matriz era específica y esta era complicada de adquirir con familia y/o género.

#### Análisis estadísticos

Teniendo ya identificadas las especies recolectadas se procedió a valorar si las muestras habían sido representativas para cada localidad, se realizaron dos curvas de acumulación de especies para mostrar gráficamente el número de especies que se va acumulando en función del muestreo y el número de especies esperadas a partir del muestreo realizado (Villareal, *et al.*2004). Para los análisis de datos se usó el programa EstimateS versión 7.0 (Cowell, 2004). La curva de acumulación de especies se realizó usando los promedios de los siguientes estimadores: Chao 2, Jacknife 1 y ACE, estos tres índices estiman el número de especies que faltan por coleccionar y se basa en la cuantificación de la rareza de las especies coleccionadas (Rico & Beltrán, 2005).

Chao 2 estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies que aparecen en una muestra (únicas) y el número de especies que aparecen en dos muestras (duplicadas); jackknife 1 considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra y/o que ocurren solamente en dos muestras (Villareal, *et al.* 2004). ACE es un estimador basado en la abundancia que se usan para cuantificar la rareza (Rico & Beltrán, 2005). Cuando la gráfica de la curva de acumulación es una asíntota indica que aunque aumenten las unidades de muestreo, no incrementan las especies coleccionadas (Villareal, *et al.* 2004).

Para los análisis de la diversidad alfa se utilizaron los índices de diversidad de Shannon - Wiener, Berger – Parker, dominancia de Simpson y recíproco de Simpson, para el cálculo de estos índices de diversidad se usó el programa PAST 1.89 (Hammer, *et al.* 2001). Para determinar la diferencia en los factores determinantes (material del techo, inclinación del techo y profundidad del sustrato) y las dos localidades se realizaron análisis de varianza de una vía. También con todos los datos se realizaron pruebas de Kruskal- Wallis, ya que estos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. La prueba de Kruskal Wallis se realizó utilizando el software SPSS Statistic 17.0 (IBM, 2008), y así probar si en función de los factores determinantes había diferencias de respuestas por parte de la vegetación encontrada.

## Resultados

### Composición general de vegetación.

Se registraron un total de 22 especies en las 60 casas muestreadas identificando totalmente 17 de estas y para cinco especies solo se pudieron llegar a familia y/ o género. Esta totalidad de especies encontradas se evidencia en el Tabla 1 donde se muestra que hay vegetación perteneciente a once familias y 16 géneros. Se encontró que la mayor abundancia está en la localidad de Bosa (789 individuos) mientras que en La Candelaria se encontraron 613 individuos.

**Tabla 1.** Especies totales presentes en los techos de las casas de las localidades de La Candelaria y Bosa.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	LOCALIDAD	
			LA CANDELARIA	BOSA
Asteracea	<i>Taraxacum</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	16	22
Fabacea	<i>Trifolium</i>	<i>Trifolium dubium</i>	3	3
Crassulaceae	<i>Echeveria</i>	<i>Echeveria bicolor</i>	36	84
Crassulaceae	<i>Kalanchoe</i>	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	449	631

<b>Polypodiaceae sp1</b>	-	-	X	0
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus</i>	<i>Ficus andicola</i>	2	0
<b>Polypodiaceae</b>	<i>Pleopeltis</i>	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	10	0
<b>Poaceae</b>	<i>Agrostis</i>	<i>Agrostis perennans</i>	X	0
<b>Brassicaceae</b>	<i>Draba</i>	<i>Draba nemorosa</i>	14	0
<b>Asteraceae</b>	<i>Senecio</i>	<i>Senecio madagascariensis</i>	13	0
<b>Asteraceae</b>	<i>Gnaphalium</i>	<i>Gnaphalium bogotense</i>	2	0
<b>Moraceae sp1</b>	<i>Ficus</i>	-	1	0
<b>Fabaceae</b>	<i>Stylosanthes</i>	<i>Stylosanthes guianensis</i>	7	0
<b>Crassulaceae</b>	<i>Kalanchoe</i>	<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	24	0
<b>Commelinaceae</b>	<i>Commelina</i>	<i>Commelina diffusa</i>	2	0
<b>Pteridaceae sp1</b>	-	-	X	X
<b>Poaceae</b>	<i>Pennisetum</i>	<i>Pennisetum clandestinum</i>	X	0
<b>Polypodiaceae sp2</b>	-	-	2	6
<b>Asteraceae</b>	<i>Gamochaeta</i>	<i>Gamochaeta americana</i>	4	0
<b>Onagraceae</b>	<i>Fuchsia</i>	<i>Fuchsia boliviana</i>	1	0
<b>Geraniaceae sp1</b>	-	-	0	1
<b>Asteraceae</b>	<i>Conyza</i>	<i>Conyza bonariensis</i>	20	37

<b>TOTAL</b>	615	789
--------------	-----	-----

Las X representa la presencia de las morfoespecies en las localidades.

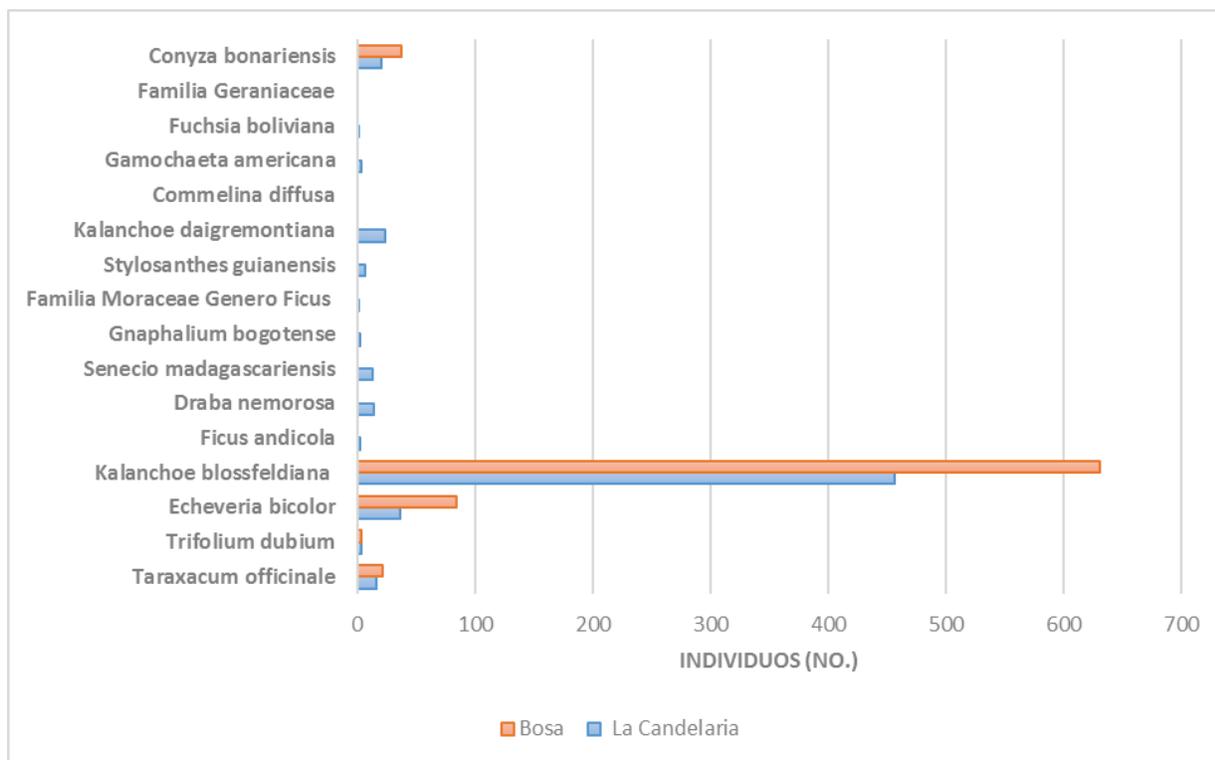
Las tres familias más frecuentes fueron Asteraceae, Crassulaceae y Polypodiaceae (Tabla 1). Para las morfoespecies de la familia Polypodiaceae sp1, Pteridaceae sp1, Polypodiaceae sp2, y las especies *Agrostis perennans* y *Pennisetum clandestinum*, como ya se había mencionado anteriormente por su condición de ser organismos modulares, solo se tomó la presencia de estas en las estructuras. Las morfoespecies perteneciente a la familia Pteridaceae sp1 y Polypodiaceae sp2 se encontraron en las dos localidades, y la morfoespecie Polypodiaceae sp1 y las especies *A. perennans* y *P. clandestinum* se presentan en las dos localidades (Tabla 2).

**Tabla 2.** Presencia de especies modulares en las localidades de La Candelaria y Bosa.

Familia	Genero	Especie	Localidad (No de casas)	
			La Candelaria	Bosa
<b>Polypodiaceae sp1</b>	-	-	1	0
<b>Poaceae</b>	<i>Agrostis</i>	<i>Agrostis perennans</i>	1	0
<b>Pteridaceae sp1</b>	-	-	3	5
<b>Poaceae</b>	<i>Pennisetum</i>	<i>Pennisetum clandestinum</i>	4	0
<b>Polypodiaceae sp2</b>	-	-	2	6

Las especies que mostraron mayor abundancia fueron *K. blossfeldiana* y *E. bicolor* para las dos localidades (figura 4), en la localidad de La Candelaria se presentaron 449 individuos de *K. blossfeldiana* y 36 de *E. bicolor*. En la localidad de Bosa *K. blossfeldiana* presento 631 individuos y *E. bicolor* 84 individuos. Estas dos especies reúnen el 73% para La Candelaria y 78% para Bosa

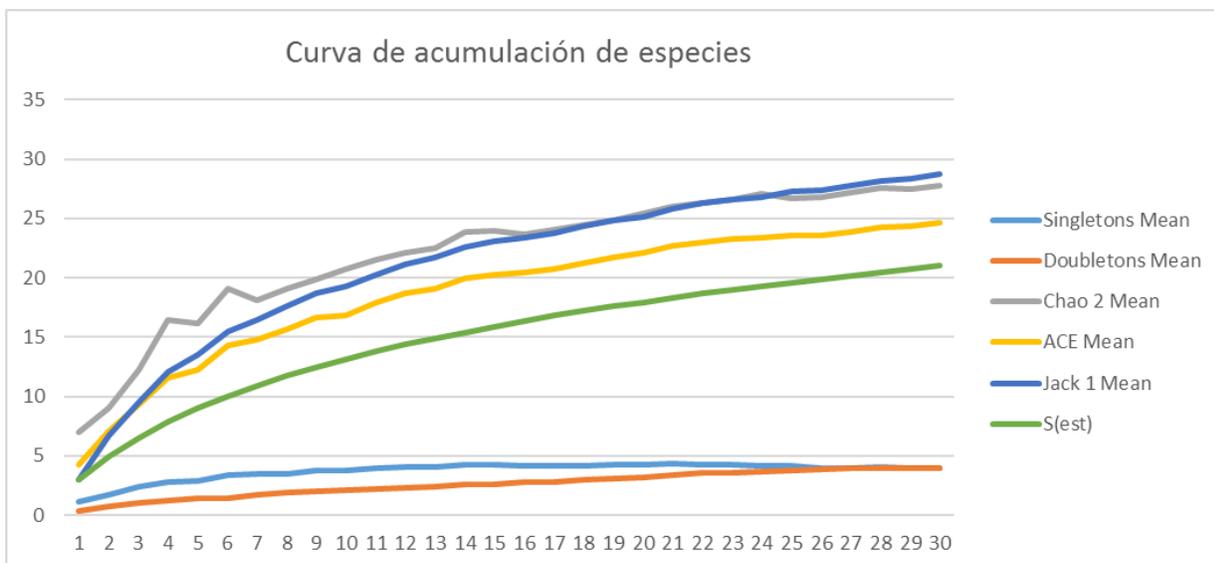
de los individuos colectados, el porcentaje restante de los individuos se reúne en las 21 especies restantes.



**Figura 4.** Comparación del número de individuos por especie en cada una de las localidades muestreadas.

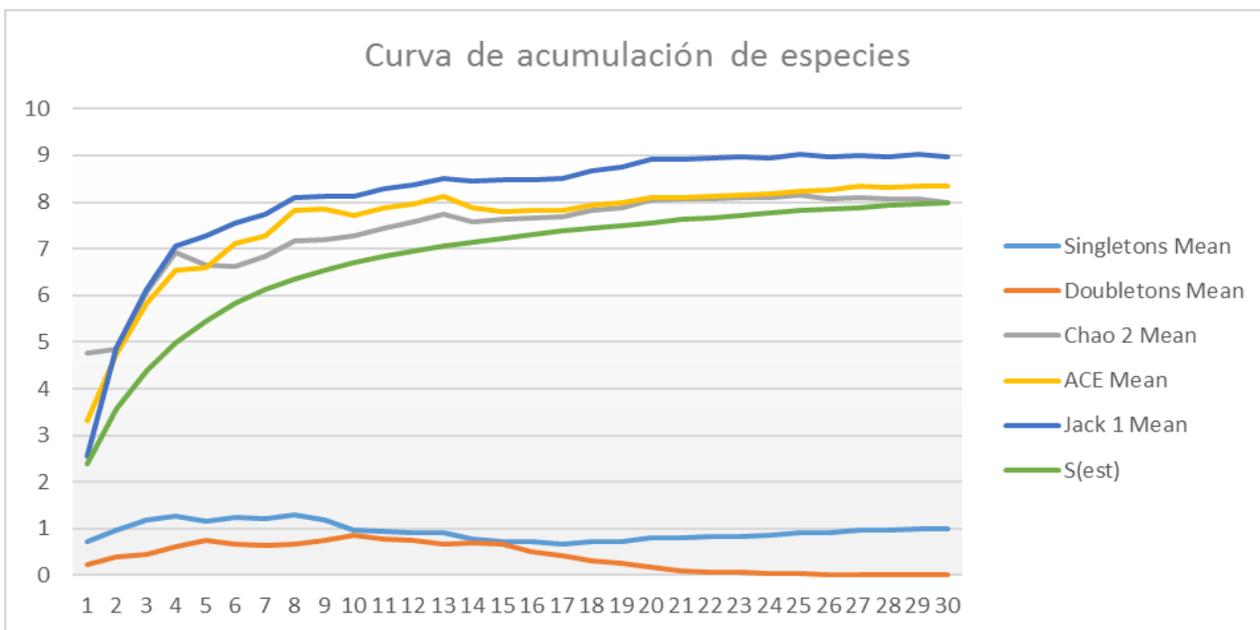
#### *Evaluación de la diversidad alfa*

Con el total de individuos colectados se construyeron dos curvas de acumulación de especies. En las figuras 5 y 6, el muestreo total ( $S$  (est)) se ve representado por la línea verde; las especies raras basadas en las abundancias (singletons y doubletons) con líneas azules claro y rojo, respectivamente. El estimador de riqueza Chao 2 está representado con líneas verde, ACE con la línea morada y Jack 1 por una línea azul claro.



**Figura 5.** Curva de acumulación de especies muestreados en los techos de las casas de la localidad de La Candelaria - Bogotá.

Como se puede ver en la figura 5, las especies raras (Singletons y Dobletons) (líneas azul claro y rojo) presentan una asíntota más baja que los demás estimadores, ya que al aumentar los sitios de muestreo se fueron adicionando individuos de las especies menos comunes, llegando a un punto donde estos individuos llegaron a mantenerse constantes. Todos los estimadores de riqueza de especies están por encima del muestreo total. Chao 2 y Jack 1 están alejados de la riqueza asíntótica, estimando que faltan siete especies más por encontrar. El estimador ACE estima que faltan tres especies por encontrar.



**Figura 6.** Curva de acumulación de especies muestreados en los techos de las casas de la localidad de Bosa - Bogotá.

Los Singletons y Dobletons presentan asíntotas con valores bajos para la figura 6, esto significa que cada vez que se aumentaba los sitios de muestreo se iban adicionando individuos de las especies menos comunes (raras), llegando a un punto donde estas especies no siguieron apareciendo o se mantuvieron constantes. Los estimador Chao 2 predice que el censo de vegetación está completo para la localidad de Bosa, Jack1 y ACE fueron moderados estimando que hace falta una especie más por encontrar para llegar a la cobertura de muestreo.

### Índices de diversidad

**Tabla 3.** Índices de diversidad de las especies vegetales, diferenciando los dos sitios de muestreo.

VARIABLE	LA CANDELARIA	BOSA	Boot p(eq)	Perm p(eq)
<b>Taxa S</b>	21	8	0,001	0,001
<b>Individuals</b>	615	789	0	0
<b>Dominance</b>	0,5412	0,654	0,001	0,001
<b>Shannon H</b>	1,248	0,7593	0,001	0,001

<b>Simpson indx</b>	0,4588	0,346	0,001	0,001
<b>Berger-Parker</b>	0,7301	0,7997	0,002	0,003
<b>Reciproco de Simpson (1/D)</b>	2,180	2,890		
<b>% Mfspp dominante</b>	10,38%	36,12%		

En los índices de diversidad para las localidades de La Candelaria y Bosa, se observa que el índice de Shannon tiene valores de 1,24 y 0,75 respectivamente, de acuerdo con los Bootstrap se presentaron diferencias significativas en las dos localidades (Tabla 3). La dominancia según Simpson para la localidad de La Candelaria es media con una probabilidad de 0,54, al igual que para Bosa con una probabilidad de 0,65. El máximo valor que puede llegar a tomar el índice de Simpson es uno, donde los valores cercanos a uno, la dominancia es alta y la diversidad es baja (Magurran, 2004).

El índice recíproco de Simpson (1/D) permite estimar el porcentaje de las especies que son dominantes (Guisande, *et al.* 2006). En la localidad de La Candelaria el 10,38% de las especies son dominantes (dos especies de 21) y en la localidad de Bosa el 36% (tres especies de ocho) lo que indica que hay mayor dominancia en Bosa.

El índice de Berger- Parker ayuda a identificar la frecuencia de la especie dominante, donde un incremento de este valor se interpreta como una disminución de la dominancia y un aumento en la equidad, este índice maneja valores de cero a uno. El índice de Berger Parker para las dos localidades presenta valores similares, La Candelaria tiene como valor 0,73 y Bosa 0,79, siendo significativamente iguales, indicando que la especie dominante (*K. blossfeldiana*) ésta aportando el 73 % para La Candelaria y 80% para Bosa de abundancia total.

### **Relación de las diferentes variables y las especies encontradas**

#### *Relación de la variable material del techo y las especies encontradas*

La prueba de Kruskal wallis se hizo para probar si en función de las diferentes especies encontradas había una diferencia en las respuestas que tenían éstas ante el material del techo donde se habían encontrado.

En el Tabla 4 se muestra los resultados obtenidos de la prueba Kruskal wallis, donde los valores de significancia ( $p$ ) mayores de 0,05 no muestran diferencia de varianzas, los valores de  $p$  menores de 0,05 muestran una diferencia de varianzas (valores subrayados en la tabla) y esas diferencias responden a la variable independiente, que en este caso es el material del techo. En la localidad de

La Candelaria se observa que especies como: *T. officinale*, *K. daigremontiana*, *C. diffusa* y *G. americana* tienen valor de *p* menores a 0,05 mostrando diferencia de varianzas. En el caso de la localidad de Bosa la única especie que no responde igual que las otras es *T. dubium*.

**Tabla 4.** Preferencia de la variable material del techo en las especies vegetales encontradas en los techos de las casas de las localidades de La Candelaria y Bosa\*.

Material del techo			
La Candelaria		Bosa	
Especie	Significancia (p)	Especie	Significancia (p)
<i>Taraxacum officinale</i>	<b>0,020</b>	<i>Taraxacum officinale</i>	0,790
<i>Trifolium dubium</i>	0,973	<i>Trifolium dubium</i>	<b>0,003</b>
<i>Echeveria bicolor</i>	0,523	<i>Echeveria bicolor</i>	0,515
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	0,543	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	0,823
<i>Polypodiaceae sp1</i>	0,990	<i>Pteridaceae sp1</i>	0,509
<i>Ficus andicola</i>	0,990	<i>Polypodiaceae sp1</i>	0,184
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	0,403	<i>Geraniaceae sp1</i>	0,969
<i>Agrostis perennans</i>	0,990	<i>Conyza bonariensis</i>	0,643
<i>Draba nemorosa</i>	0,053		
<i>Senecio madagascariensis</i>	0,053		
<i>Gnaphalium bogotense</i>	0,990		
<i>Ficus sp1</i>	0,990		
<i>Stylosanthes guianensis</i>	0,990		
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	<b>0,015</b>		
<i>Commelina diffusa</i>	<b>0,003</b>		
<i>Pteridaceae sp1</i>	0,949		
<i>Pennisetum clandestinum</i>	0,920		
<i>Polypodiaceae sp2</i>	0,973		
<i>Gamochaeta americana</i>	<b>0,000</b>		
<i>Fuchsia boliviana</i>	0,990		
<i>Conyza bonariensis</i>	0,593		

\*Prueba de promedios de Kruskal – Wallis

Relación de la variable *Inclinación del techo* y las especies encontradas

Para la inclinación del techo se encontró que en la localidad de La Candelaria y Bosa la totalidad de las especies no muestran una diferencia de varianzas, esto quiere decir que todas las especies responden igual a la inclinación del techo, y que todos los valores de  $p$  son mayores de 0,05 (Tabla 5).

**Tabla 5.** Preferencia de la variable inclinación del techo en las especies vegetales encontradas en los techos de las casas de las localidades de La Candelaria y Bosa\*.

Inclinación del techo			
La Candelaria		Bosa	
Especie	Significancia (P)	Especie	Significancia (P)
<i>Taraxacum officinale</i>	0,25	<i>Taraxacum officinale</i>	0,66
<i>Trifolium dubium</i>	0,71	<i>Trifolium dubium</i>	0,64
<i>Echeveria bicolor</i>	0,82	<i>Echeveria bicolor</i>	0,19
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	0,13	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	0,67
<i>Polypodiaceae sp1</i>	0,42	<i>Pteridaceae sp1</i>	0,54
<i>Ficus andicola</i>	0,42	<i>Polypodiaceae sp1</i>	0,71
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	0,90	<i>Geraniaceae sp1</i>	0,64
<i>Agrostis perennans</i>	0,42	<i>Conyza bonariensis</i>	0,21
<i>Draba nemorosa</i>	0,86		
<i>Senecio madagascariensis</i>	0,67		
<i>Gnaphalium bogotense</i>	0,42		
<i>Ficus sp1</i>	0,42		
<i>Stylosanthes guianensis</i>	0,21		
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	0,82		
<i>Commelina diffusa</i>	0,24		
<i>Pteridaceae sp1</i>	0,82		
<i>Pennisetum clandestinum</i>	0,53		
<i>Polypodiaceae sp2</i>	0,07		
<i>Gamochaeta americana</i>	0,42		
<i>Fuchsia boliviana</i>	0,42		
<i>Conyza bonariensis</i>	0,90		

\*Prueba de promedios de Kruskal – Wallis

#### Relación de la variable profundidad del sustrato y las especies encontradas

Para la variable profundidad del sustrato en el techo se encontró que las especies que muestran diferencias de varianza son *T. dubium* y *K. blossfeldiana* (Tabla 6) para la localidad de La

Candelaria, y para Bosa la especie *K. blossfeldiana*. Estas especies presentan valores de *p* menores de 0,05 evidenciando que estas especies responden diferente a la profundidad del techo (valores subrayados en la tabla).

**Tabla 6.** Preferencia de la variable profundidad del sustrato en las especies vegetales encontradas en los techos de las casas de las localidades de La Candelaria y Bosa\*.

Profundidad del sustrato			
La Candelaria		Bosa	
Especie	Significancia (P)	Especie	Significancia (P)
<i>Taraxacum officinale</i>	0,20	<i>Taraxacum officinale</i>	0,38
<i>Trifolium dubium</i>	<u>0,02</u>	<i>Trifolium dubium</i>	0,22
<i>Echeveria bicolor</i>	0,20	<i>Echeveria bicolor</i>	0,70
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	<u>0,00</u>	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	<u>0,00</u>
<i>Polypodiaceae sp1</i>	0,51	<i>Pteridaceae sp1</i>	1,00
<i>Ficus andicola</i>	0,51	<i>Polypodiaceae sp1</i>	0,71
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	0,09	<i>Geraniaceae sp1</i>	0,22
<i>Agrostis perennans</i>	0,51	<i>Conyza bonariensis</i>	0,39
<i>Draba nemorosa</i>	0,87		
<i>Senecio madagascariensis</i>	0,16		
<i>Gnaphalium bogotense</i>	0,51		
<i>Ficus sp1</i>	0,12		
<i>Stylosanthes guianensis</i>	0,12		
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	0,82		
<i>Commelina diffusa</i>	0,53		
<i>Pteridaceae sp1</i>	0,24		
<i>Pennisetum clandestinum</i>	0,16		
<i>Polypodiaceae sp2</i>	0,53		
<i>Gamochaeta americana</i>	0,12		
<i>Fuchsia boliviana</i>	0,51		
<i>Conyza bonariensis</i>	0,19		

\*Prueba de promedios de Kruskal – Wallis

## Matriz de selección de especies

Para la elaboración de la matriz solo se utilizaron las 17 especies identificadas hasta el rango de clasificación de especie, de las cuales solo cuatro especies son nativas (*T. officinale*, *F. andicola*, *G. bogotense* y *G. americana*), las restantes son especies invasoras con y sin potencial invasor. La mayoría de las especies son de hábito herbáceo, se encontró una especie con hábito árbol de bajo porte (*F. andicola*), donde a su vez es una planta hemiepífita, y una especie tipo epífitas (*P. macrocarpa*) (Tabla 7). La mayoría de las especies entran en el rango de altura de cero a un metro exceptuando de *F. andicola* y *F. boliviana* que son especies que tienen alturas de más de 3,1 metros. Todas las especies cuentan con una propagación por medio de semillas, siendo estas dispersadas en su mayoría por medio del viento, seguidas por aves e insectos, y algunas especies comparten otro tipo de propagación, por ejemplo *K. blossfeldiana* además de propagarse por semillas también lo puede hacer por medio de esquejes al igual que *F. boliviana*. Especies como *K. daigremontiana* y *A. perennans* también tienen la capacidad de propagarse por medio de estacas además de la propagación por semillas.

Con los resultados de la matriz se elaboró una escala subjetiva, donde los valores altos iban de 23 a 20, valores medios de 19 a 17 y valores bajos de 16 a 14, el total de la sumatoria de cada especie indica que las especies con valores altos son las plantas aptas para su utilización en diseños verdes, en este caso *T. dubium* (20), *E. bicolor* (21), *P. Macrocarpa* (20) *S. madagascariensis* (21), *P. clandestinum* (23) y *C. bonariensis* (21) (Tabla 7).

Además de utilizar la matriz de selección también se excluyeron las especies que cumplieron con los criterios de descarte como: especies introducidas y especies con potencial invasor, que se determinó por medio de una revisión bibliográfica previa. Estas especies fueron *T. officinale*, *K. blossfeldiana*, *K. daigremontiana*, *S. magadascariensis* *P. clandestinum* y *C. bonariensis*. Donde las últimas tres estuvieron en el grupo de especies con valores altos en la matriz. Ninguna de las especies totales requiere suelos de alta calidad y *F. andicola* es la única especie que supera las medidas máximas requeridas para el diseño de techos verdes. Todas las especies encontradas se encuentran en el rango altitudinal de la ciudad de Bogotá y casi todas las especies poseen valores agregados, características adicionales que poseen las especies (medicinales, alimento para humanos, atrayente de avifauna, estético).

**Tabla 7.** Matriz de selección de especies vegetales para su posible uso en el diseño de techos verdes.

Categoría	Origen			Hábito						Altura			
	Variable	Nativa	Exótica sin potencial invasor	Exotia con potencial invasor	Hierba	Trepadora	Epífita	Arbusto	Arbol de bajo porte	Arbol	0 - 1,0 m	1,1 - 2,0 m	2,1 - 3,0 m
<b>Escala de valoración</b>	3	2	0	3	3	3	2	1	0	3	2	1	0
<i>Taraxacum officinale</i>			0	3						3			
<i>Trifolium dubium</i>		2		3						3			
<i>Echeveria bicolor</i>	3			3						3			
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>			0	3						3			
<i>Ficus andicola</i>	3					3		1					0
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>		2				3				3			
<i>Agrostis perennans</i>		2		3						3			
<i>Draba nemorosa</i>		2		3						3			
<i>Senecio madagascariensis</i>			0	3						3			
<i>Gnaphalium bogotense</i>	3			3							2		
<i>Stylosanthes guianensis</i>		2		3						3			
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>			0	3						3			
<i>Commelina diffusa</i>		2		3						3			
<i>Pennisetum clandestinum</i>			0	3						3			
<i>Gamochaeta americana</i>	3			3							2		
<i>Fuchsia boliviana</i>		2					2						0
<i>Conyza bonariensis</i>			0	3						3			

Categoría	Propagación			Rango altitudinal		Valor agregado						TOTAL	
	Variable	Semillas	Estacas	Esquejes	Se encuentra en el rango altitudinal	Se encuentra fuera del rango y no puede ser utilizada	Aislamiento o térmico	Aislamiento acústico	Medicinal	Alimento humano	Atrayente de avifauna		Estética
<b>Escala de valoración</b>	3	2	1	3	3	0	3	3	3	3	3	3	
<i>Taraxacum officinale</i>	3				3				3	3			18
<i>Trifolium dubium</i>	3				3				3	3			20
<i>Echeveria bicolor</i>	3				3				3			3	21
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	3			1	3				3			3	19
<i>Ficus andicola</i>	3				3						3	3	19
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	3				3						3	3	20
<i>Agrostis perennans</i>	3	2			3								16
<i>Draba nemorosa</i>	3				3								14
<i>Senecio madagascariensis</i>	3				3				3	3	3		21
<i>Gnaphalium bogotense</i>	3				3				3				17
<i>Stylosanthes guianensis</i>	3				3						3		17
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	3	2		1	3				3				18
<i>Commelina diffusa</i>	3				3				3				17
<i>Pennisetum clandestinum</i>	3	2			3				3	3		3	23
<i>Gamochaeta americana</i>	3				3				3				17
<i>Fuchsia boliviana</i>	3			1	3							3	14
<i>Conyza bonariensis</i>	3				3				3	3		3	21

Modificada de (Bolaños &amp; Moscoso. 2011).

## Discusión

Con la elaboración de las curvas de acumulación de especies se pudo evidenciar que no se consiguió la eficiencia de muestreo, ya que ninguna de las curvas alcanzó la asíntota definida por los estimadores. Señalando que para la localidad de La Candelaria le hicieron falta siete especies para llegar a la eficiencia de muestreo y para Bosa una especie más por muestrear. Esto posiblemente se debió a que las características de las zonas urbanas, zonas donde se muestrearon los techos, son un sistema heterogéneo (Lundholm & Marlin, 2006), por lo que se debió haber necesitado un número más grande de unidades de muestreo para completar el inventario.

Este estudio estableció los primeros datos de diversidad de las especies vegetales de crecimiento espontáneo presentes en los techos de las localidades de La Candelaria y Bosa. En este estudio se encontraron diferencias en cuanto a la abundancia de especies, en la localidad de La Candelaria se encontraron 615 individuos y en Bosa 789, en cuanto a la composición de especies, La Candelaria cuenta con más especies (21) y Bosa cuenta con ocho. Esta diferencia en la composición de riqueza se pudo deber a que La Candelaria ocupa parte del piedemonte de los cerros, lugar donde hay una importante influencia de aire con gran contenido de humedad que se manifiesta en el clima generando más precipitación y humedad atmosférica (Serrada, 2008), presentando precipitaciones entre 1.050 a 1300 mm a diferencia de la localidad de Bosa que presenta valores de 800 a 900 mm (Mahecha *et al.* 2010 & Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2004). La precipitación y la humedad atmosféricas son factores condicionantes para el desarrollo de las comunidades vegetales y establecimiento de plántulas (Aldana, 1994, Zamora & García, 2004); generando mayor riqueza de especies. Demostrándose también en el índice de Simpson, donde para la localidad de La Candelaria indicó que esta era más diversa (0,45) que la localidad de Bosa (0,34), donde esta última compartió la mayoría de sus especies con La Candelaria, exceptuando de la morfoespecie perteneciente a la familia Geraniaceae.

Al analizar los valores de las abundancias de cada localidad, se pudo evidenciar que las especies más abundantes para las dos localidades fueron *K. blossfeldiana* y *E. bicolor*, la presencia de estas dos especies se debió a que estas tienen grandes ventajas en su reproducción, en el caso de *K. blossfeldiana* posee tanto reproducción sexual como asexual, tienen una fácil dispersión (principalmente el viento seguido por aves e insectos), y además existe una alta capacidad para adaptarse a ambientes de estrés, por lo que esta planta aprovecha sus características morfológicas y fisiológicas para convertirse en un elemento dominante dentro de los ecosistemas colonizados (Díaz, *et al.* 2012) siendo esta la especie dominante en las dos localidades. En el caso de *E. bicolor* esta es una planta que crece en sitios rocosos y sectores secos (Vargas, 2002). Con lo anterior se dedujo que los techos muestreados brindan oportunidades para que estas especies puedan colonizar y dominen sobre otras especies.

La tercera especie más abundante para las dos localidades es *C. bonariensis*, su presencia se debió a que esta tiene la capacidad de producir semillas con alta persistencia al suelo que se dispersan fácilmente, y que tienen una amplia distribución geográfica prefiriendo suelos pobres, pedregosos y arenosos, tolerando la falta de agua, convirtiéndola en una especie con una buena adaptabilidad ecológica (Ríos, *et al.* 2012), lo que permite que esta especie crezca y se adapte en lugares perturbados como los techos.

Una de las especies que dominó en las dos localidades fue *K. blossfeldiana* está adaptada a ambientes secos y bien drenados, que en el país está ocupando un amplio espectro de ambientes, teniendo la capacidad de colonizar los techos de las casas rústicas con teja de ladrillo (barro). Además es una especie que recientemente está categorizada como potencial invasor, invade enclaves áridos y áreas urbanas comunes como lo son jardines y techos; en la actualidad está representando una amenaza local y regional, siendo una de las especies invasoras herbáceas con mayor impacto ambiental (Díaz, *et al.* 2012), haciendo de esta una especie no apta para la utilización en el diseño de techos verdes en Bogotá.

En la investigación también se tuvo la presencia de especies modulares, dos especies pertenecientes de la familia de las Poaceae y dos morfoespecies de la familia de las Polypodiaceae, para las dos localidades. Este tipo de especies modulares exploran y colonizan ambientes abiertos donde los vecinos son escasos, desarrollándose por enraizamiento, especialmente en lugares rocosos; su arquitectura expresa las respuestas a las presiones ambientales a las cuales están sometidas (Collado, 1997). Por tanto los techos muestreados cumplieron con estas características, hábitats con altos niveles de perturbación que promovieron el crecimiento de especies tolerantes al estrés, en lugares abandonados o sin mantenimiento (Del Tredici. 2010).

Los resultados de la relación entre las variables y las especies evidenciaron que el tipo de material del techo para la mayoría de las especies no les afectaba, ya que estas plantas silvestres se han especializado en el entorno urbano, y pueden tolerar condiciones adversas (Madre *et al.* 2013) como lo son, los diferentes tipos de material de techo donde la mayoría de estos son rocosos (teja de barro, ladrillo y cemento).

La relación entre la variable inclinación del techo y las especies de las dos localidades respondieron igual a la variable expresando que las especies no se ven afectadas por la inclinación del techo, donde se presentaron inclinaciones desde el 0 ° hasta los 56° y se evidenció que las especies encontradas ya poseían cierto nivel de especialización (Cervelli *et al.* 2013) y que la inclinación de la superficie en donde crecían ya no era un factor determinante para su establecimiento y desarrollo, llegando a tener una facilidad de colonizar estos tipos de hábitats.

Respecto a la relación entre la profundidad del sustrato se vio que las especies *T. dubium* y *K. blossfeldiana* en la localidad de La Candelaria y *K. blossfeldiana* para Bosa, respondieron diferente a esta variable, expresando que la profundidad del sustrato afecta el establecimiento de estas especies. Esto se debió a que la profundidad del suelo es generalmente limitante en ambientes de

superficies duras (Lundholm, 2011), representando el potencial de reproductividad y la disponibilidad de recursos del lugar, donde los suelos más profundos pueden contener más recursos bajo tierra para las plantas en general (Cervelli *et al.* 2013). Pero esto llevo a pensar que la mayoría de las especies encontradas estarían respondiendo igual a la variable profundidad del sustrato, no obstante muchos autores afirman que la profundidad del sustrato es un factor determinante para el establecimiento de la vegetación (McColley. 1970, Madre *et al.* 2013, Hulett *et al.* s.f.). Pero sin más estudio no se pudo generar conclusiones sobre la influencia de la profundidad del sustrato en el establecimiento de plantas de crecimiento espontáneo en los techos de Bogotá.

Para los resultados de la matriz de selección de especies se obtuvo que solo cuatro de las diecisiete especies son nativas y el restante son exóticas. Las especies más frecuentes fueron las especies exóticas, con hábito tipo herbáceo y con dispersión por semillas que son llevadas principalmente por el viento y aves, donde algunas de estas especies comparten otros tipos de propagación y encontrándose todas en el rango altitudinal de la ciudad de Bogotá (2600 msnm).

Según los resultados de la matriz las especies aptas para el diseño de techos verdes son *T. dubium*, *E. bicolor*, *P. Macrocarpa*, *S. madagascariensis*, *P. clandestinum* y *C. bonariensis*. *E. bicolor* es una especie perteneciente en los Andes que crece en lugares rocosos y sectores secos, característica de ecosistema de páramos que se emplea como ornamental y medicina popular (Vargas, 2002), que de las cuatro especies con mayor valor es la única nativa. *S. madagascariensis*, *P. clandestinum* y *C. bonariensis* son especies exóticas con potencial invasor tienen la capacidad de aclimatarse, reproducirse y mantener poblaciones, además tienen grandes capacidades para dispersarse, establecerse y persistir en ecosistemas urbanos, llegando a causar daños a las especies nativas, transformando los ecosistemas y desplazando la vegetación autóctona (Díaz, *et al.* 2012). *T. dubium* y *P. Macrocarpa* son especies exóticas sin potencial invasor que según la matriz resultaron ser aptas para el diseño de techos verdes pero que por ser plantas exóticas se descartaron para su implementación en techos verdes. Otras especies exóticas con potencial invasor que se encontraron fueron *T. officinale*, *K. blossfeldiana* y *K. daigremontiana* donde estas comparten las capacidades anteriormente mencionadas.

*T. officinale* crece de manera espontánea y abundantemente en climas fríos y templados, en lugares como prados, huertas y orillas de camino, distribuyéndose por todo el mundo como maleza (Fonnegra & Jiménez. 2007). *S. magadascariensis* es invasora de áreas disturbadas y se puede dispersar a grandes distancias con sus grandes semillas, esta especie se reporta como invasora y con riesgo de invasión (Díaz, *et al.* 2012), siendo perjudicial para los ecosistemas y las especies nativas (Calderón, 2003). *K. daigremontiana* tiene alto potencial de invadir ecosistemas semiáridos tropicales y tiende a formar parches monoespecíficos (Herrera *et al.* 2011). *C. bonariensis* posee una semilla que es extremadamente liviana que le permite dispersarse grandes distancias antes de caer al suelo (Marzetti. 2012) permitiéndola colonizar lugares lejanos a su medio natural. La especie *P. clandestinum* es un pasto que puede impedir la germinación o el desarrollo inicial de muchas plántulas del bosque andino (Calderón, 2003). Todas estas se pueden considerar malezas

generalistas ya que son vegetación altamente exitosa en ecosistemas altamente perturbados por el hombre sin haber sido sembradas (Rodríguez, s.f), adaptándose perfectamente a las condiciones ambientales ofrecidas por los techos, pero que por sus características anteriormente mencionadas y por ser malezas y especies invasoras no son recomendables en la utilización de diseño de techos verdes en la ciudad de Bogotá.

El restante de las especies que son exóticas sin potencial invasor tienen las mismas capacidades anteriormente mencionadas, pero estas no llegan a afectar ni a modificar el ecosistema ni a las especies nativas. Con 17 especies no nativas encontradas en los techos, se puede deducir que esta dominancia de especies exóticas son un indicador de la degradación de la integridad ecológica de los ambientes (Turner *et al.* 2005) y que la vegetación de crecimiento espontáneo en los techos de las dos localidades estudiadas, pueden ser una potencial fuente de especies invasoras. Sin embargo aun siendo estas especies exóticas con posibles afectaciones en el ecosistema esta vegetación de crecimiento espontáneo hace una contribución de funciones ambientales de igual importancia que las especies nativas (Millard.2004).

Las únicas especies que resultaron ser especies nativas, aparte de *E. bicolor*, fueron *F. andicola*, *G. bogotense* y *G. americana* las cuales mostraron valores intermedios en la matriz. Estas especies por el solo hecho de tolerar hábitats pobres en suelo y perturbaciones ya han sido pre-seleccionadas, y son buenos candidatos para su utilización en diseño de techos verdes. Presentando un rápido crecimiento y una dispersión por aves y/ o insectos, además teniendo otras capacidades como el inicio de plántulas de manera de hemiepífitos, en el caso de *F. andicola*, y *G. americana* creciendo en lugares abiertos y sectores rocosos (Vargas, 2002), siendo estas las únicas cuatro especies aptas de 17 para el uso en el diseño de techos verdes.

Por otra parte, en el transcurso de la fase de muestreo se hizo evidente que al hablar con la gente que habitaba en las localidades, consideraba que este tipo de vegetación es mala y es un signo de descuido estético de las casas muestreadas. Por lo que este tipo de investigaciones debería ser más explorado e impulsado, para así cambiar la idea que se tiene de este tipo de vegetación y se conozca los servicios que puede proporcionar.

## Conclusiones

En este estudio se observó que la mayor diversidad de vegetación de crecimiento espontáneo se encontró en la localidad de La Candelaria, y las abundancias fueron muy similares entre las dos localidades. También se identificó cuatro especies (*E. bicolor*, *F. andicola*, *G. bogotense* y *G. americana*) que pueden ser adaptadas en proyectos de diseño de techos verdes, por ser nativas y estar adaptadas a lugares perturbados. Estas especies podrían ser utilizadas en diseños en los que se tengan condiciones muy específicas, tales como áreas urbanas cercanas a lugares industrializados y/o lugares que necesiten la capacidad de sobrevivir a suelos superficiales. En el caso de *F.*

*andicola*, especie de árbol de porte alto, este puede ser utilizado en la implementación de techos verdes si se le da un manejo de arbusto en los techos verdes. El potencial de uso de estas especies deberá ser explorado por medio de su implementación de techos experimentales en los que se pueda ver la respuesta de estas especies en áreas urbanas y funcionando ya como techos verdes. Además estas especies representan una importante iniciativa ya que para su implementación en diseño de techos verdes en Bogotá no hay que hacer grandes adaptaciones a los techos, ya que como se vio en el estudio, los techos muestreados eran áreas de suelo no administrados y sin ningún tipo de mantenimiento, siendo estos lugares de una fuente importante para el establecimiento de especies vegetales con crecimiento espontáneo.

Las especies más comunes que se encontraron en este estudio eran generalistas y algunas tiene potencial invasor, donde no se puede descartar las grandes capacidades de adaptación con las que cuentan las especies exóticas y su capacidad de contribuir los mismos beneficios que una especie nativa. Estas especies exóticas comunes en la vegetación urbana de Bogotá pueden ser adecuadas para entornos en los que ellas no puedan crecer mucho (ambientes controlados) o entornos donde estas sean nativas, proporcionando servicios ecosistémicos.

### **Agradecimientos**

Agradezco a mi director, Carlos Devia por aceptar realizar esta tesis bajo su dirección. Paula Amaya por su colaboración, asesoría y su apoyo durante la realización de este proyecto. Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron y participaron en la realización de esta investigación, mis más sinceros agradecimientos.

## Referencias

- ALCALDÍA LOCAL DE LA CANDELARIA. (s.f.). Plan Ambiental Local 2013-2016.
- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. (2004.) Recorriendo La Candelaria. Diagnostico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá. D.C. Departamento Administrativo De Planeación Distrital.
- ALDANA, F. (1994). La vegetación. Geografía de la Rioja. Geografía física. 1:165 -190.
- AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. (s.f.). Construcción sustentable: del gris al verde, promoción de cubiertas verdes en la ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires Gobierno de la ciudad. Recurso en línea: <http://estatico.buenosaires.gov.ar>.
- ANZANO, J., (2010). “El proceso de urbanización en el mundo” (Sección Temario de oposiciones de Geografía e Historia), Proyecto **CLÍO** 36. ISSN: 1139-6237. <http://clio.rediris.es>
- ARAUJO, P., ÁLVAREZ, A., ÁVAREZ, S., ARNAO, S., BERMUDEZ, T., BOESING, L., CARO, C., CASTAÑEDA, L., CASTILLO, L., CAULA, S., CERDA, C., CHACON, P., DE LA MAZA, C, DOS ANJOZ, L., FAGGI, A., FLORES, G., HERNANDEZ, H., MACGREGOR, I, MARTINEZ, E., & ORTEGA, A. (2013). Ecología urbana, experiencias en América Latina.
- BOLAÑOS, T & MOSCOSO, A., (2011). Consideraciones y selección de especies vegetales para su implementación en eco envolventes arquitectónicos: una herramienta metodológica. Revista Nodo. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Piloto de Colombia. 5 (10): 5-20.
- BRUNNER, K. (s.f.). Planificación de Bogotá y planificación regional: desarrollo inseparable. Sociedad geográfica de Colombia. Academia de ciencias geográficas.
- CALDERÓN, E. (2003). Plantas invasoras en Colombia: una visión preliminar. Instituto Alexander Von Humboldt. Programa de Biología de la Conservación, Línea de “Especies Focales”.
- CARTER, T., & KEELER, A. (2008). Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems. *Journal of Environmental Management*, 87(3), 350-363. Retrieved May.
- CERVELLI, E., LUNDHOLM J., & DU X. (2013). Spontaneous urban vegetation and habitat heterogeneity in Xi'an, China. *Landscape and urban planning*. 120: 25-33
- COLLADO, L. (1997). Aspectos ecológicos y evolutivos de la arquitectura modular en plantas: perspectivas en algas marinas. *Revista Chilena de Historia Natural*. Universidad Nacional Autónoma de México. 70: 23-39.

COMISIÓN AMBIENTAL LOCAL. (2012). Diagnóstico Ambiental de la Localidad de Bosa. Construcción en el marco de la gobernanza del agua por la ciudadanía y las instituciones. [www.ambientebogota.gov.co/documents/.../PAL+Bosa+2013-2016.pdf](http://www.ambientebogota.gov.co/documents/.../PAL+Bosa+2013-2016.pdf)

CONALEP. (s.f.) Fachadas y azoteas verdes. Secretaria de educación pública. México. Recurso encontrado en web. <http://es.scribd.com>. Documento consultado: 20 de febrero de 2014.

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. (S.F). Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental. Evaluación Ambiental y Plan de Gestión Ambiental. <http://www.car.gov.co>. (Consultado julio 15 de 2014).

COWELL, R. (2004). EstimateS. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 7. Recurso electrónico: <http://viceroy.eed.uconn.edu/estimates>

DEL TREDICI, P. (2010). Spontaneous Urban Vegetation: Reflections of Change in a Globalized World. *Nature + Culture*, 5(3), 299-315.

DÍAZ-ESPINOSA A.M., DÍAZ-TRIANA J.E Y O. VARGAS. 2012. Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia. 248 p.

DÍAZ, C., (S.F.). Algunas características del proceso de urbanización de Bogotá desde 1950 hasta finales del siglo XX. Una mirada desde la marginalidad social urbana. Tesis de pregrado de Licenciatura en Ciencias Sociales. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Febrero 2008.

FONNEGRA, J, & JIMÉNEZ, S. (2007). Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Segunda edición.

GARCÍA, I., (2010). Beneficios de los sistemas de naturación en las edificaciones. **SNES-ABC**, 22

GUISANDE, C., BARREIRO, A., MANEIRO I, RIVEIRO I, VERGARA R, & VAAMONDE A. (2006). Tratamiento de datos. Ediciones Diaz de Santos. España.

HAMMER,O., HARPER,D., & PAUL, R., (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

HERRERA, I., CHACON, N., FLORES, S., BENZO, D., MARTINEZ, J., GARCIA, B., & HERNANDEZ, J. (2011). La planta exótica *Kalanchoe daigremontiana* incrementa el reservorio y flujo de carbono en el suelo. *Interciencia*, Vol. 36, Núm. 12. Asociación Interciencia. Pág. 937-942. Venezuela.

HERRERÓN, J. (2003). Asamblea SUR. Un sueño hecho realidad. Marco del Convenio No. 027-03 del 2003. Alcaldía Local de Tunjuelito. Universidad Francisco José de Caldas.

HULLETT, G., VAN, L. & TOMANEK, W. (s.f.). Soil depth- vegetation relationships on a shallow limy range site in Western Kansas. Division of Biological sciences. Fort Hays Kansas State College, Hays.

JIMÉNEZ. (2009). Hacia la consolidación del territorio urbano del Distrito Capital de Bogotá. Revista de ingeniería. N° 29. Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia.

KUHN, N. (2006). Intentions for the unintentional spontaneous vegetation as the basis for innovative planting design in urban areas. Journal of Landscape Architecture.

LÓPEZ, W., & IBÁÑEZ, R. (2008). Techos vivos extensivos: una práctica sostenible por descubrir e investigar en Colombia. Recurso electrónico: [http://biotecnica.com/Articulo\\_TECHOS\\_VERDES\\_en\\_revista\\_ALARIFerev1.pdf](http://biotecnica.com/Articulo_TECHOS_VERDES_en_revista_ALARIFerev1.pdf)

LUNDHOLM, J., & MARLIN, A. (2006). Habitat origins and microhabitat preferences of urban plant species. Urban ecosyst. 9:139-156.

LUNDHOLM, J. (2011). Vegetation on urban hard surfaces. Urban ecology: patterns processes and applications, Oxford University Press. pp 93-102.

MCCOLLEY, P & HODGKINSON, H. (1970). Effect of soil depth on plant production. Journal of Range Management. 23 (3) Recurso electrónico: <http://www.jstor.org/stable/3896385>.

MARZETTI, M. (2012). Conyza bonariensis o rama negra, una maleza muy problemática. Sitio argentino de producción animal. La Nación. Recurso electrónico [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_combate\\_de\\_plagas\\_y\\_malezas/144-rama\\_negra.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/144-rama_negra.pdf)

MADRE, F., VERGNES, A., MACHON, N & CLERGEAU, P. (2013). Green roofs as habitats for wild plant species in urban landscapes: First insights from a large-scale sampling. Landscape and Urban Planning 122 (2014) 100– 107

MAGURRAN, A. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Science. Oxford. 235p.

MAHECHA, E; BOCANEGRA, F.; CADENA, H.; CASTRO, J.; CHAPARRO, J. MORALES, G.; QUINTERO, M.; SÁNCHEZ, F., TOVAR, G. & VILLOTA, L. (2010). Arbolado urbano de Bogotá, Identificación, descripción y bases de manejo. Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. Secretaria Distrital de Ambiente- Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá. Colombia

MAYA. T. (s.f.). Áreas residenciales y desarrollo urbano en Bogotá. Urbanismos. Maestría en urbanismos. Universidad Nacional de Colombia.

MILLARD, A. (2004). Indigenous and spontaneous vegetation their relationship to urban development in the city of Leeds, UK. *Urban Forestry & Urban Greening*. 3(1): 39-47

MORENO, A. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T. Manuales y tesis SEA. Zaragoza. Vol. 1. 84 pp.

OBERNDORFER, E., LUNDHOLM, J., BASS, B., COFFMAN, R. R., DOSHI, H., DUNNETT, N., GAFFIN, S., KOHLER, M., LIU, K., & ROWE, B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57(10), 823-833.

PINGUELLI, L, MEIMARIDOU, S., ESPÍNEIRA, M., & UGALDE, J. (2002). Techos naturados como herramienta para el desarrollo sustentable en viviendas ecológicas en Brasil. Artículo publicado en el II taller internacional de trabajo social. Brazil.

POP, P., DUMITRAS, A. & SINGUREANU, V. (2011). Ecological and aesthetic of spontaneous flora in urban sustainable landscapes development. *Journal Plant Develop.*18:169-177.

PRECIADO, J. (s.f). Bogotá región: crecimiento urbano en la consolidación del territorio metropolitano. Grupo interdisciplinario de investigación en medio ambiente urbano. Facultad del medio ambiente y recursos naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

RICO, A., & BELTRAN, J. (2004). Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Biota Neotrópica*. [Online]. 2005, vol.5, n.1a [cited 2015-01-24], pp. 99-110. Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-06032005000200009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032005000200009&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 1676-0603. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032005000200009>.

RÍOS, A. (2012). Consideraciones para el conocimiento de yerba carnífera (*Conyza* spp). Primera Jornada Cultivos de Invierno. La estanzuela. INIA Serie de Actividades de Difusión no. 677. Pag 27-41.

ROBINSON, S. L., & LUNDHOLM, J. T. (2012). Ecosystem services provided by urban spontaneous vegetation. *Urban Ecosystems*, 15(3), 545-557. Retrieved Sep.

RODRÍGUEZ, J. (s.f). Las malezas y el agroecosistema. Unidad de malezas, Departamento de protección vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad de la República oriental del Uruguay. Recurso electrónico.<http://www.pv.fagro.edu.uy/Malezas/Doc/LAS%20MALEZAS%20Y%20EL%20AGROECOSISTEMAS.pdf>

SECRETARIA DE CULTURA, RECREACIÓN Y DEPORTE. Página web. <http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/>. Consultado el agosto 5 de 2014.

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. (2013). Informe Sectorial. Bogotá, D.C. Recurso electrónico. [http://ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=fac23731-440c-4f40-8f5b-1d59d0afdb5b&groupId=55886](http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=fac23731-440c-4f40-8f5b-1d59d0afdb5b&groupId=55886)

SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. (2009). Conociendo la localidad de Bosa. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos. [www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/.../07bosa.pdf](http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/.../07bosa.pdf)

SERRADA, R. (2008). Apuntes de selvicultura. Servicio de publicaciones. EUIT Forestal. Madrid.

SICUA, D., & ARIZA, J. (2009). Estrategias de recuperación del Rio Fucha. Proyecto de grado. Especialización en ingeniería ambiental. Universidad Industrial de Santander. Bogota. D.C.

SPSS INC. RELEASED. (2008). SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago: SPSS Inc.

VARGAS, W. (2002). Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Universidad de Caldas. Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ.

VILLAREAL, H., ÁLVAREZ, S., CORDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA, M., & UMAÑA, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. 236 p.

TURNER, K., LEFLER, B. & FREEDMAN, B. (2005). Plant communities of selected urbanized areas of Halifax, Nova Scotia. Canadá. *Landscape and urban planning* 71:191-206.

ZAMORA, R., & GARCIA, P. (2004). Las interacciones planta – planta animal en el contexto de la sucesión ecológica Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. En Valladares, F. (2004). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Pág.371-393. Ministerios de Medio Ambiente, EGRAF, S.A., Madrid.

ZIELINSKI,S., GARCIA,M, & VEGA, J. (2012). Techos verdes: ¿una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Gestión y ambiente*. 15 (1): 91-104. Mayo de 2012, Medellín ISSN 0124.177X.

## Anexos

### 1. Lineamientos de revista

#### INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES DE CALDASIA

**CALDASIA** publica contribuciones originales sobre botánica, zoología, arqueología y disciplinas afines que versen sobre la región neotropical con énfasis en Colombia. Se publican contribuciones en español e inglés; todo artículo debe incluir un título en español e inglés y resúmenes en ambos idiomas. La aceptación de los trabajos para su publicación en Caldasia depende de las evaluaciones del consejo editorial y de dos o más especialistas en la materia. Los manuscritos que no se ajusten a la temática o al estilo de la revista serán devueltos sin pasar a evaluación.

#### PREPARACIÓN DE LOS MANUSCRITOS

Se debe presentar un original y **DOS copias** de cada manuscrito, incluyendo fotocopias de las ilustraciones (NO mande los originales de éstas hasta que el manuscrito haya sido aceptado). Por favor envíenos una versión del manuscrito en disquete, en Word para Windows en letra «Times New Roman» tamaño 12.

El manuscrito debe estar impreso en papel tamaño carta, a **doble espacio** (INCLUYENDO las tablas y la rotulación de las figuras) en un sólo lado de la hoja; debe estar **alineado a la izquierda**, incluyendo los títulos y subtítulos, SIN partir palabras al final de la línea. Deje márgenes de 25 mm de ancho a todos los lados del texto y de las ilustraciones. Todas las páginas deben ir numeradas y llevar el nombre del autor en la esquina superior derecha. Evite las notas de pie de página.

Los manuscritos no deben exceder las 30 páginas, aparte de las tablas y figuras. Trabajos de mayor extensión son apropiados para otras publicaciones del Instituto como Flora y Fauna de Colombia, o la Biblioteca José Jerónimo Triana. Se considerarán contribuciones más extensas para Caldasia únicamente si el autor sufraga los costos de la publicación; para esto consulte con el editor. Contribuciones cortas (manuscritos de menos de 8 páginas con una figura o tabla) serán consideradas como NOTAS BREVES.

**La primera página** de cada ARTÍCULO debe llevar únicamente el título, el nombre y la dirección de cada autor; una versión abreviada del título (no más de 40 caracteres) para el encabezamiento de la página, y la dirección a la cual debe enviarse cualquier correspondencia, si es diferente a la dirección del primer autor; incluya la dirección del correo electrónico. El título también debe estar en inglés y en español. Se recomienda a los autores que usan su segundo apellido (o inicial) ligarlo con un guión al primer apellido; esto evita confusión en las citas de su trabajo en las bases de datos internacionales (que emplean el inglés): Rodríguez-Lara o Rodríguez-L. En vez de Rodríguez Lara o Rodríguez L.

Todo ARTÍCULO debe incluir un **Resumen** en español y un **Abstract** en inglés donde se mencionen los logros alcanzados o los resultados relevantes, deben evitarse las citas largas sobre literatura y aspectos metodológicos. Al pie de cada uno deben ir dos

a cinco **Palabras Clave (Key Words)** en el idioma respectivo, que reflejen el contenido del manuscrito. Comience el texto en una página aparte. El orden de las secciones debe ser: **Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura Citada**; se pueden incluir subtítulos dentro de las secciones principales cuando sea conveniente. Estas secciones van seguidas, sin iniciar nuevas páginas para cada una. Para NOTAS BREVES no es necesario dividir el manuscrito en secciones, excepto para la Literatura Citada. La primera página debe llevar el título (en español e inglés) y el (los) autor(es) y su(s) direcciones, como para un artículo (véase arriba)

El autor y año de cada taxón solo aparecen la primera vez que se menciona en el cuerpo del manuscrito, y no en el título ni en el resumen. Los géneros de los binomios se escriben completos únicamente la primera vez que se usan en el resumen, abstract, texto principal y claves, a menos que haya ambigüedad (v.gr. dos o más géneros que empiecen con la misma letra). Los nombres en latín de los taxones deben estar en letra itálica (cursiva). Aparte de esto, no utilice ningún tipo especial de letra dentro del texto. Recuerde que abreviaturas como sp., nov., spp., etc., NO son nombres propiamente dichos y no van en letra itálica. Note que en castellano, la palabra taxón se escribe con tilde (plural, taxones); en inglés, los términos correspondientes son taxon y taxa. Use el sistema métrico decimal para todas las medidas, excepto en citas textuales, y no utilice puntos después de cada abreviatura (gr, mm, m, etc.); use el sistema europeo para fechas (9 feb 1997). Cuando no van seguidos de unidades, los números enteros hasta quince se escriben con palabra (uno, dos, once). Los decimales se indican con punto y los miles (de 10 000 en adelante) y millones con espacio (84 326.5). Utilice el sistema de 24 horas: 17:30 en vez de 5:30 PM, 06:15 en vez de 6:15 A.M. Las coordenadas geográficas se citan así: 5°45' Norte, 75°45' Oeste.

**TABLAS Y FIGURAS.** Las tablas y las figuras deben estar citadas en el texto; evite redundancia entre tablas, figuras y texto. Enumere las tablas y figuras en el orden en que están citadas por primera vez en el texto. Cada tabla o figura debe presentarse en una hoja por separado. La rotulación de cada tabla debe ir a la **cabeza** de la misma; la simbología debe aparecer al **pie** de la tabla, recuerde que las tablas deben realizarse en Excel para Windows. Todas las ilustraciones incluyendo fotos, diagramas, mapas y gráficas, se clasifican como **figuras**. Los mapas, diagramas **deben estar elaborados en tinta china sobre papel blanco o pergamino de buena calidad**. Cuando utilice figuras en el computador envíelas en el formato original en que se hicieron y **NO las pegue** como imagen en Word o Excel; si por el contrario son escaneadas, por favor envíelas en formato .TIF o .PDF a una resolución mínima de 300 dpi. Las leyendas de las figuras deben ir **todas juntas en una hoja aparte**; se debe marcar en lápiz suave en el lado posterior de cada ilustración el número correspondiente.

Cada ilustración debe llevar una escala métrica y tanto ésta como otras letras o palabras dentro de la ilustración deben hacerse con letras de molde. Las dimensiones de las ilustraciones deben guardar proporción (para una o dos columnas de ancho) con las páginas de la revista, y no exceder una y media veces el tamaño de la página.

Evite figuras pequeñas aisladas: agrupe dibujos o fotografías relacionadas en figuras compuestas rotuladas con letras (por ejemplo: Fig.3a, Fig. 5 d, etc.).

## DESCRIPCIONES DE NUEVAS ESPECIES.

Estas descripciones deben ser divididas en secciones según el siguiente orden: **Nombre** de la especie (los nombres latinos deben ser usados de acuerdo con lo estipulado en el Código Internacional de Nomenclatura pertinente); **Ejemplar tipo** (holotipo) con el número original del colector y el número de la colección en que está depositado (si lo tiene), con los datos de colección- lugar exacto, (país, departamento/estado/provincia, localidad exacta, latitud, longitud, altitud, fecha, etc.; isótupos, alótupos y parátupos (si los hay) junto con los datos de colecta y de la colección en donde están depositados; **Diagnosis** (para plantas, debe incluirse una diagnosis en latín); **Descripción** siguiendo un orden lógico de las estructuras en lo posible (para animales, de anterior a posterior y de dorsal a ventral; para plantas, desde la parte vegetativa a la parte reproductiva); **Etimología** del nuevo nombre; datos sobre su **distribución y ecología**; **Comentarios** sobre sus afinidades taxonómicas, usos, u otras notas pertinentes. Los acrónimos de los herbarios o colecciones zoológicas, deben citarse según el Index Herbariorum (Holmgren et al. 1990) o según Leviton et al. (1980), «Museum acronyms», Herpetol. Rev. 11:93- 102, respectivamente, con las condiciones del caso. Al describir los colores de los especímenes zoológicos, se recomienda además del término en castellano hacer referencia al término o número correspondiente de un catálogo o índice de colores (v. gr. Ridgway 1912, Smithe 1975, 1981, etc).

## CITACIÓN DE ESPECÍMENES.

Para citar especímenes coleccionados en los **tratamientos taxonómicos**, siga en lo posible el siguiente formato: Para especímenes botánicos: **PAÍS. Estado, Departamento o Provincia:** Localidad exacta, coordenadas geográficas, elevación, fecha, Colector (es) número de colector (HERBARIO). Ejemplo: COLOMBIA. Boyacá: Laguna de Tota, 3500 m, 25 ago 1967, R. Jaramillo et al. 2763 (COL).

Para citar especímenes zoológicos: **PAÍS. Estado, Departamento o Provincia:** número (sexo), municipio, localidad exacta, coordenadas geográficas, elevación, fecha, colector (es), número de colector, **COLECCIÓN** y número de catálogo. Ejemplos: Macho adulto. COLOMBIA. Risaralda: Mistrató, 1400 m, 12 dic. 1992, C. Meléndez 202. ICN-MHN 20539 (Vertebrados). COLOMBIA. Cundinamarca: dos machos Yacopí, Guadualito, vereda La Laguna, Quebrada Blanca, 1200 m, 31 nov 1995, C. Ramírez, leg., ICN-MHN-L 10113, 10116 (Insectos).

**CITACIÓN DE ESPECÍMENES.** Para citar especímenes en los catálogos, listas e inventarios de biodiversidad, siga en lo posible el siguiente formato: **FAMILIA. GÉNERO. ESPECIE. AUTOR. PAÍS. ESTADO/DEPARTAMENTO/PROVINCIA. MUNICIPIO. LOCALIDAD. LATITUD. LONGITUD. ALTITUD. COLECCIÓN. INSTITUCIÓN EN LA QUE SE ENCUENTRA LA COLECCIÓN.**

NOTA: Cuando la localidad exacta no aparece en los mapas o cuando hay varios sitios con el mismo nombre, es conveniente dar la distancia y dirección de un sitio que aparece en los mapas más disponibles de la zona. Note que el nombre del colector y su número van en letra itálica.

**CLAVES.** Las claves son discotómicas y numéricas, y sin sangrías. Las dos alternativas de cada inciso van juntas, y se recomienda para claves largas incluir en paréntesis el número del inciso de donde uno llegó al inciso actual. Los nombres de los taxones serán alineados a la derecha, y conectados al inciso respectivo con puntos según el siguiente ejemplo:

2 (1). Largo del ala más 75 mm.....3  
 2'. Largo del ala menos 70 mm.....5  
 3 (2) Color de la parte ventral amarillo.....C. flaviventris  
 3'. Color de la parte ventral blanco.....4

**CITAS DE LITERATURA.** Las citas en el texto están ordenadas cronológicamente y siguen estrictamente el siguiente formato: «...según Chávez (1986) y Ramírez & Alpírez (1993)...» o «...fue encontrado por Ibáñez (1978), Menéndez & Meléndez (1981), López (1983, 1985), Rodríguez et al. (1988)» O «... hay dos especies (Velázquez 1975, Juárez & Suárez 1980, 1983, Martínez et al. (1990)...» **Note el uso de las comas;** para tres o más autores, se usa et al. (En cursivas o itálicas); se usa a, b, c, etc. para distinguir entre varios trabajos del mismo autor y del mismo año. Sólo los trabajos publicados o aceptados para su publicación aparecen en la sección de Literatura Citada. Trabajos inéditos o no aceptados se citan **únicamente** en el texto, como inéditos o datos no publicados: (Pérez, ined. o Pérez, datos no publ.), igual que las comunicaciones personales orales o escritas: (Álvarez, com. pers.).

Las referencias en la **Literatura Citada** están ordenadas alfabéticamente según el nombre del primer autor, y cronológicamente para cada autor o cada combinación de autores; se escriben los nombres de todos los autores, **sin usar et al.** **En todos los casos en que el autor sea una institución, cítelo como Anónimo.** Los nombres de las publicaciones seriales deben escribirse completos. NO abreviados. Siga estrictamente el siguiente formato:

**Para artículos:** Autor o autores (en letra versal o versalita). Año. Título. Revista volumen: páginas.

ORDÓÑEZ, O.A. 1965c. Un nuevo registro de *Menganius fulanii* para Colombia. Revista de Biología Tropical 5: 112-115.

HERNÁNDEZ-NÚÑEZ, R. & G. FERNÁNDEZ-T. 1992. Otros registros de *Menganius* (Coleoptera: Menganiidae) para Venezuela. Beetle Journal 2: 6-8.

NOTA: Cuando un trabajo ha sido aceptado pero todavía no ha sido publicado cítelo en imprenta y **sin fecha**.

BOHÓRQUEZ, T. En imprenta. Otro registro de *Menganius* en Antioquia (Colombia). Caldasia.

**Para libros:** Autor. Año. Título (en itálica o cursiva). Ciudad (Estado o departamento y País sólo si la ciudad no es conocida, o hay ciudades con el mismo nombre en diferentes países o estados). Si se cita un libro colegiado pero no un artículo o capítulo específico, se cita el nombre del editor o editores con (ed. O eds):

BENÍEZ, R. & J. SÁNCHEZ. 1978. Una revisión de los Menganiidae de Colombia. Editorial Oveja Negra, Bogotá.

SMITH, J., P. JONES & E. BROWN (eds). 1976. The Menganiidae of North America. Black Sheep Press, New Jersey.

**Para capítulo o contribuciones dentro de un libro colegiado:** Autor. Año. Título. Páginas en: Editor (ed.). Título. Editorial. Ciudad (con Estado o Departamento y País según las indicaciones para los libros). NOTA: Si su artículo es en español, lo correcto es usar los nombres oficiales de las ciudades y países en este idioma, que aparecen en cualquier atlas (v.gr. Nueva York o Londres, en lugar de New York o London). Se puede omitir el país si no hay ambigüedad.

GONZÁLEZ, R.S. 1993. Los Menganiidae de Risaralda. Págs.234-247 en: R. G. Vázquez (ed.), Avances en el conocimiento de los Menganiidae. Universidad Del Valle, Cali.

CLARK, E. O. 1943. The genus Fulanius in New York. Cap. 12, págs. 23-24 en: J. L. Smith & T. Jones (eds), New studies of Menganiidae. Columbia. University Press, Nueva York.

SEPARATAS. El (los) autor(es) de cada artículo recibirán 50 separatas de su contribución. Si se desea una cantidad adicional de separatas, se solicitarán directamente al Editor con el debido tiempo, por ejemplo al devolver la galera corregida.

## 2. Marco teórico

### Problema de investigación

La urbanización ha generado una demanda de tierras para satisfacer necesidades, una de estas son las zonas donde se puedan desarrollar actividades humanas, demanda de tierras genera problemas como la reducción de áreas verdes, zonas altamente desarrolladas y deterioro del medio ambiente. Los problemas anteriormente mencionados repercuten en el medio provocando altos niveles de perturbación, pavimentación impermeable y retención de calor que genera el crecimiento de plantas tolerantes al estrés, entre las cuales se encuentran las plantas de crecimiento espontáneo. Una solución que se le ha dado a estos problemas, es el desarrollo de alternativas que suplan la carencia de zonas verdes por medio de la construcción de estructuras artificiales, y el posible uso de especies de crecimiento espontáneo para la implementación de techos verdes

### Justificación

La colonización de poblaciones de plantas de crecimiento espontáneo en los techos de Bogotá es poco descrita a pesar de haber una necesidad de estudio. La posibilidad de conocer la riqueza de especies vegetales de crecimiento espontáneo de los techos de Bogotá permitirá un acercamiento al conocimiento de las características morfológicas y condiciones (tipo y profundidad) del sustrato de las especies encontradas en los techos de la ciudad.

Este estudio podría generar una ayuda para determinar cuáles de estas especies son idóneas para el diseño de techos verdes, de esta manera, se podría impulsar la utilización de estas plantas y reforzar sus servicios ecosistémicos. Así mismo, sus condiciones hacen que se puedan generar estrategias de implementación que logren compensar las zonas verdes y espacios sostenibles carecientes en la ciudad.

## Marco teórico

### *Urbanización*

Según Anzano (2010) la ciudad es el elemento articulador más importante de la sociedad humana, en la que el fenómeno de urbanización nace del producto de la historia y las relaciones sociales y que se ha dado de manera progresiva desde que apareció la primera ciudad.

Las regiones urbanas y suburbanas están aumentando en el área (Perspectivas de Urbanización Mundial de las Naciones Unidas, 2009)(Madre, *et al.*, 2013), donde en el 2008, por primera vez, más del 50 % de la población mundial vivía en áreas urbanas, y este porcentaje se prevé que aumente a 70% en 2050, haciendo que estas zonas puedan convertirse en uno de los hábitats más comunes de la Tierra y el entorno más común para las interacciones humanas y las especies

silvestres (Madre, *et al.*, 2013). Este crecimiento demográfico incrementa la necesidad de establecimientos humanos evidenciando un problema de estructura urbana, social (Maya. *s.f.*) y ambiental, como el cambio de las coberturas naturales por superficies duras pavimentadas generando la desaparición de espacios naturales, y cambios sustanciales en las dinámicas ambientales (Bolaños & Moscoso. 2011).

Estas zonas altamente desarrolladas están definidas por la construcción de estructuras artificiales y las superficies impermeables, que son un elemento causal importante del deterioro del medio ambiente en las zonas urbanas (Arnold & Gibson, 1996), donde habitualmente el suelo de las ciudades, en particular el de los centros urbanos, ya tiene una o varias funciones, por lo que ha surgido la posibilidad de integrar más áreas verdes (CONALEP. *s.f.*).

La ciudad de Bogotá constituye la mayor aglomeración de población urbana en el país, así desde la segunda mitad del siglo XX se ha registrado un acelerado crecimiento que sea mantenido hasta el presente (Jimenez.2009), causando la proliferación de superficies duras e impermeables, donde el promedio mundial de estas cubiertas esta entre el 15% y el 35% del paisaje urbano reflejando que las grandes ciudades tienen miles de hectáreas de espacio utilizado (López & Ibanez.2008).

Sin embargo, la creciente preocupación expresada por la población urbana en relación con el impacto de la urbanización en las afueras de las ciudades y la necesidad de la biodiversidad en estas, impone un nuevo desafío para los científicos y los planificadores urbanos: conciliar crecimiento urbano con la preservación de la biodiversidad y los servicios que la biodiversidad proporciona a los seres humanos (denominados servicios de los ecosistemas) (Madre, *et al.*, 2013).

### *Techos verdes*

En respuesta a las problemáticas que enfrenta el fenómeno de la urbanización, la ciencia ha propuesto soluciones relativamente simples, como el incremento de la cobertura de áreas verdes, hasta las tecnologías sostenibles relativamente nuevas como la energía solar, los materiales de construcción que reflejan los rayos solares, la reutilización de aguas lluvias y las técnicas empleadas para el almacenamiento de agua y energía; entre estas tecnologías ecológicas recientes se ha propuesto la implementación de los techos verdes, los cuales nacieron como respuesta a la dificultad de expansión de áreas destinadas a la vegetación en los núcleos urbanos (Agencia de Protección Ambiental. *s.f.*).

Los techos verdes modernos se originaron a finales del siglo 20 en Alemania, donde se ha instalado la vegetación en los techos para mitigar los efectos físicos dañinos de la radiación solar sobre la estructura del techo. En la década de 1970, la creciente preocupación ambiental, sobre todo en las zonas urbanas, creo oportunidades para introducir el pensamiento progresista del

medio ambiente, la política y la tecnología en Alemania, donde surgió la tecnología de azoteas verdes que fue aceptada rápidamente debido a sus beneficios ambientales de amplio alcance (Oberndorfer, *et al.*, 2007).

Los techos verdes, conocidos también como: techos ecológicos, cubiertas verdes, sistemas de naturación y azoteas verdes, son una nueva forma de incorporación de masa vegetal a la vida urbana, en aquellos espacios que han sido poco valorados como los envolventes de las edificaciones (García, 2010). La adición de vegetación en las superficies de los techos puede reducir varios efectos negativos de los edificios sobre los ecosistemas urbanos (Oberndorfer, *et al.*, 2007), siendo nivel trófico básico de este tipo de ecosistemas y donde las especies silvestres son particularmente adecuadas para la diversidad de fauna urbana colonizando espontáneamente los techos y así manteniéndose dentro del paisaje urbano (Madre et al. 2013)

Esta vegetación tiene un impacto neto positivo sobre el ambiente: capturan agua de lluvia, reduciendo así inundaciones y niveles de contaminación; mejoran la aislación térmica de los edificios y enfrían el aire (lo que presupone economía de energía); representan un hábitat para especies nativas o migratorias (Pinguelli, et al.2002). Debido a su pequeña superficie, el papel de los techos verdes como refugio de la biodiversidad parece ser más importante para los organismos que necesitan pequeñas áreas vitales, como los invertebrados o las mismas plantas (Madre et al. 2013).

Otras ventajas de los techos es que pueden ayudar a mejorar la calidad de vida, aumentan el área verde útil de la ciudad y actúa positivamente en el clima de ésta proporcionada por la retención de polvo y de sustancias contaminantes suspendidas en el aire (Agencia de protección ambiental. s.f., Pinguelli, et al.2002).

Esta tecnología ecológica puede llegar a representar hasta un 32% de la superficie horizontal de zonas urbanizadas y son determinantes importantes del flujo de energía y de las relaciones hídricas de los edificios (Oberndorfer, *et al.*, 2007). Si en la actualidad se tiene el reto de hacer una ciudad permeable a la dispersión de las especies y de bienvenida a la vida silvestre, es necesario mejorar la cantidad de espacios verdes y reducir la hostilidad de la matriz urbana, los techos verdes pueden ser una buena herramienta para mitigar la falta de hospitalidad de las zonas urbanas , ya que: (1) el espacio desocupado es escaso en una ciudad densa a nivel del suelo, (2) los techos generalmente representan más del 30 % de la superficie total de las ciudades, y (3) siguiendo los principios de la ecología de reconciliación , su creación también podría tener una función social, ya que es una técnica que puede ser implementada directamente por los ciudadanos o empresas (Madre, *et al.*, 2013).

### *Plantas de crecimiento espontáneo*

Según Kuhn (2006) “la vegetación espontánea se define como todas aquellas plantas que se desarrollan sin intervención hortícola intencional, este tipo de plantas son un elemento característico de los ambientes urbanos y están adecuadas a este tipo de lugares “. Además la vegetación urbana espontánea se compone de plantas que no se propagan intencionalmente por los seres humanos, y, este tipo de vegetación se puede encontrar en cualquier espacio verde dentro de la ciudad, así como las superficies duras tales como los muros, pavimentos y tejados (Cervelli, *et al.*, 2013).

La vegetación espontánea urbana proporciona servicios ecosistémicos tales como: reducción de la temperatura, alimento y/o hábitat para la vida silvestre, control de la erosión en las laderas y suelos, absorción de exceso de nutrientes en los humedales, reducción de sonido, mejoramiento de la calidad del aire y agua, fitoremedación de suelos contaminados (Poreçbska & Ostrowska. 1999) (Citado por Pop, *et al.*, 2011). Proporcionando los mismos beneficios que la vegetación autóctona, incluyendo una contribución a la calidad estética del paisaje urbano y desempeñando un papel importante en la vinculación de parches vegetales (Millar. 2004).

### **Antecedentes**

Con respecto a los antecedentes de ese proyecto se encontró que en Bogotá se ha realizado una investigación sobre techos verdes y la selección de especies para su uso. Bolaños & Moscos (2011) proponen una herramienta metodológica donde se analiza los factores claves a tener en cuenta para incluir especies vegetales en los envolventes de proyectos arquitectónicos, generando una matriz para la selección acertada de las especies vegetales para la implementación de eco-envolventes.

A nivel internacional se han realizado varios estudios relacionados con plantas espontáneas y techos verdes, Andy Millard (2004) publica el trabajo, “Indigenous and spontaneous vegetation: their relationship to urban development in the city of Leeds”, realizado en la ciudad industrial del Reino Unido, el cual pretende examinar y comparar el potencial de la vegetación autóctona y espontánea en sitios previamente desarrollados, examinando, con ayuda de mapas y datos fotográficos. Como resultado se obtuvo que la vegetación espontánea ocupa aproximadamente el 13% del área de los lugares en desarrollo, en cambio solo el 5% es ocupado por vegetación autóctona. Concluyendo que estos tipos de vegetación seminatural pueden hacer contribuciones positivas para el medio ambiente.

Un año después Madre, *et al.* (2013) hace un estudio de 115 techos verdes en el norte de Francia, el cual se centró en las comunidades de plantas silvestres y las variables que dieron forma a su diversidad y sus composiciones taxonómicas y funcionales. Finalmente se demostró que no todos los tipos de techos verdes eran iguales, y que la profundidad de sustrato juega un papel importante en la diversidad de plantas silvestres. También reveló que las comunidades de

plantas silvestres se adaptan a las condiciones abiertas xerotérmicas. Y que los “techos salvajes” destinados a recibir las especies espontáneas podrían desempeñar un papel interesante en la dinámica de la biodiversidad urbana si se continúa con la evolución a gran escala en las ciudades.

Del Tredici (2010) en su texto *“Spontaneous Urban Vegetation: Reflections of Change in a Globalized World”* explica qué es un hábitat urbano y cuáles son sus características principales, y como todos estos factores influyentes promueven el crecimiento de plantas espontáneas, que para él, son plantas tolerantes al estrés de este tipo de ecosistemas. También resalta la importancia de los servicios ecológicos que estas proporcionan y como estas son importantes para el futuro, enmarcado en el cambio climático. Del Tredici concluye que las fuerzas de la urbanización, la globalización y el cambio climático han generado nuevas asociaciones de plantas que se están adaptando a las condiciones ambientales y re evaluar el valor relativo de las especies nativas contra las especies exóticas, y la importancia de la funcionalidad ecológica de la vegetación urbana espontánea. Deja como tarea el enfrentar la idea de que la eliminación de estas plantas no es una solución, si no el cómo gestionar para que se aumenten sus valores ecológicos, sociales y estéticos.

Con esta búsqueda de antecedentes queda explícito que hay vacíos en el estudio de plantas espontáneas en el país, su importancia ecológica y su importancia en la implementación en techos verdes. También se evidencia que hacen falta investigaciones que estén enfocadas a las importancias biológicas y ecológicas de los techos verdes en el país, y estos como podría beneficiar a la fauna y flora autóctona.

## Bibliografía

Agencia de Protección Ambiental- (s.f.). Construcción sustentable: del gris al verde, promoción de cubiertas verdes en la ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires Gobierno de la ciudad. Recurso en línea: <http://estatico.buenosaires.gov.ar>.

Anzano, J., (2010). “El proceso de urbanización en el mundo” (Sección Temario de oposiciones de Geografía e Historia), Proyecto Clío 36. ISSN: 1139-6237. <http://clio.rediris.es>

Bolaños, T & Moscoso, A., (2011). Consideraciones y selección de especies vegetales para su implementación en eco envolventes arquitectónicos: una herramienta metodológica. Revista Nodo. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Piloto de Colombia. N°10, Vol. 5, Año 5: 5-20.

Cervelli, E., Lundholm J., & Du X. (2013). Spontaneous urban vegetation and habitat heterogeneity in Xi'an, China. *Landscape and urban planning*. 120. 25-33

CONALEP. (s.f.) Fachadas y azoteas verdes. Secretaria de educación pública. México. Recurso encontrado en web. <http://es.scribd.com>. Documento consultado: 20 de febrero de 2014.

Del Tredici, P. (2010). Spontaneous Urban Vegetation: Reflections of Change in a Globalized World. *Nature + Culture*, 5(3), 299-315.

García, I., (2010). Beneficios de los sistemas de naturación en las edificaciones. **SNES-ABC**, 22

Jiménez. (2009). Hacia la consolidación del territorio urbano del Distrito Capital de Bogotá. *Revista de ingeniería*. N° 29. Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia.

Kuhn, N. (2006). Intentions for the unintentional spontaneous vegetation as the basis for innovative planting design in urban areas. *Journal of Landscape Architecture*.

López, W., & Ibáñez, R. (2008). Techos vivos extensivos: una práctica sostenible por descubrir e investigar en Colombia.

Madre, F., Vergnes, A., Machon, N & Clergeau, P. (2013). Green roofs as habitats for wild plant species in urban landscapes: First insights from a large-scale sampling. *Landscape and Urban Planning* 122 (2014) 100– 107

Maya. T. (s.f.). Áreas residenciales y desarrollo urbano en Bogotá. Urbanismos. Maestría en urbanismos. Universidad Nacional de Colombia

Millard, Andy, 2004: Indigenous and spontaneous vegetation their relationship to urban development in the city of Leeds, UK. *Urban Forestry & Urban Greening*. 3(1): 39-47

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., et al. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57(10), 823-833.

Pop, P., Dumitras, A. & Singureanu, V. (2011). Ecological and aesthetic of spontaneous flora in urban sustainable landscapes development. *Journal Plant Develop.*18:169-177.