



**CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN
LA ZONA DE MANEJO Y PRESERVACIÓN AMBIENTAL
DEL HUMEDAL TECHO**

Proyecto aplicado para optar al título de Ingeniera

Agroforestal

YEXMI IRENE RODRÍGUEZ

MURILLO

**UNIVERSIDAD NACIONAL
ABIERTA Y A DISTANCIA –
UNAD ESCUELA DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS,
PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE – ECAPMA
BOGOTÁ D. C.
2016**

**CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA DE MANEJO Y
PRESERVACIÓN AMBIENTAL DEL HUMEDAL TECHO**

YEXMI IRENE RODRÍGUEZ MURILLO

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE –
ECAPMA
BOGOTÁ D. C.
2016**

**CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA DE MANEJO Y
PRESERVACIÓN AMBIENTAL DEL HUMEDAL TECHO**

YEXMI IRENE RODRÍGUEZ MURILLO

Proyecto aplicado para optar al título de Ingeniera Agroforestal

ASESORES:

WILLIAM RICARDO DÍAZ SANTAMARÍA
Ingeniero Forestal
Especialista en Educación y Gestión Ambiental
Msc en Medio Ambiente y Desarrollo (c)

LORENA CORTES
Ecóloga
Especialista en Derecho Ambiental
Msc en Desarrollo y Medio Ambiente
Líder en Investigación Jardín Botánico José Celestino Mutis

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE –
ECAPMA
BOGOTÁ D. C.
2016

Dedicatoria

“El tiempo de Dios es perfecto, todo tiene su tiempo, y todo lo que se quiere debajo del cielo tiene su hora...”

A mi madre Clara, de quien agradezco una gran memoria, el amor y la paciencia. A mi padre Raúl, quien me regalo la lectura y la creatividad. A los dos, quienes me regalaron la vida, me formaron como ser humano con amor, fortaleza e integridad.

A mi Helen Sofía, por los abrazos, el amor y la compañía perfecta. A mi Andrés Felipe, por su inteligencia, su don de debate y sus matemáticas. A los dos, por ser el amor perfecto, grande y esplendoroso en mi vida.

A mi Wilson, por la paciencia, la entrega, el ánimo, la compañía, la fe, el entusiasmo, las noches de insomnio, los días largos y desgastantes, pero sobre todo por creer en mí, por su amor incondicional, sincero y desinteresado. A ti gracias por siempre mi amor.

Y a la vida... pues cada uno habla del baile según como le fue, ¡Y el mío ha sido grandioso!

Agradecimientos

Para el profesor William toda mi gratitud por su apoyo, su asesoramiento y sus enseñanzas, por darme la confianza de emprender este proceso tan fructífero y enriquecedor tanto profesional como personal, que culmina en un interesante proyecto.

A Alba Luz González por iniciar junto a mí un camino que dio cuerpo y forma a este proceso.

A Lorena por sus enseñanzas, su perfección, su paciencia, por su guía en la culminación exitosa de este hermoso proceso.

A Pedro Mancera por su conocimiento, su tiempo y su colaboración, proceso fundamental sin el cual no podría lograr este comienzo.

Al Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, por los asesores tan preparados que me encaminaron en la realización de este proyecto.

A Piero, Gianluca e Ignazio, que con sus voces endulzaron la travesía de este proceso evolutivo en mi vida, siendo compañía, aliados y cómplices de un momento tan decisivo en mi vida.

A la universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, mi casa profesional, mi hogar intelectual, en quien realice mi meta de ser profesional, que espero representar con orgullo en cada desarrollo de mi actividad como Ingeniera Agroforestal.

Muchas gracias a todos, con todo mi corazón, esto es para ustedes.

Resumen

Los humedales son ecosistemas que conservan, distribuyen y crean el ambiente adecuado para la conservación de agua, fauna y flora en la sabana de Bogotá. El humedal de Techo es uno de los ecosistemas más intervenidos por la afectación antrópica en la ciudad. Por ello, se realizó un estudio florístico y estructural en los tres sectores del humedal (Norte, sur y occidental), en parcelas de 1m x 10m y 8m x 10 m a las estructuras arbóreas y arbustivas, y de 2m x 2m para las herbáceas. Se encontró un total de 548 individuos, distribuidos en 20 familias, 28 géneros y 30 especies. Las familias con mayor riqueza en número de género fueron la Solanaceae (4), la Myrtaceae (3), y la Rosaceae (2), Asteraceae (2) y Leguminosae (2). Los géneros con mayor riqueza de especies fueron *Salix* (2), *Ficus* (2) y *Acacia* (2). El IVI fue en el sector norte y sur para la especie *Acacia melanoxylon* R. Br. Para el sector occidental fue *Ricinus communis* L. Los tres sectores se presentaron una diversidad muy baja y una muy alta dominancia. El mayor porcentaje de cobertura por estratos evidencio el predominio del estrato arbóreo en los sectores norte y sur y el arbustivo en el occidental.

Abstract

Wetlands are ecosystems that preserve, distribute and create the right environment for water conservation and wildlife in the savannah of Bogota. Ceiling wetland ecosystems is one of the most affected by human disturbances in the city. Therefore, a floristic and structural study was conducted in the three sectors of the wetland (North, South and West), on plots of 1m x 10m and 8m x 10 m to the tree and shrub structures and 2m x 2m for herbaceous. A total of 548 individuals, distributed in 20 families, 28 genera and 30 species were found. Families with more

wealth in gender number were Solanaceae (4), the Myrtaceae (3), and the Rosaceae (2), Asteraceae (2) and Leguminosae (2). The genera with highest species richness were *Salix* (2), *Ficus* (2) and *Acacia* (2). The IVI was in northern and southern sector for the species *Acacia melanoxylon* R. Br. For the western sector was *Ricinus communis* L. All three sectors a very low diversity and high dominance was presented. The highest percentage of coverage strata evidenced the predominance of arboreal stratum in the northern and southern sectors and the bush in the Western.

Tabla de contenido

Introducción	1
1. Justificación	5
2. Objetivos.....	6
2.1. General	6
2.2. Específicos.....	6
3. Planteamiento del problema	7
4. Hipótesis	9
4.1. Hipótesis Alterna	9
4.2. Hipótesis Nula	9
5. Marco Teórico	10
5.1 Marco legal y normativo	10
5.1.2. Políticas internacionales.....	10
5.1.3. Políticas nacionales.	11
5.1.4. Políticas Distritales.....	13
5.2. Importancia de los Humedales	14
5.3. Caracterización de la vegetación y diversidad de especies	16
5.3.1. Flora y vegetación.	16
5.3.2. Formación vegetal (F.V.).	17

5.3.3. Caracterización de la vegetación según la fisionomía.....	18
5.4. Métodos para medir composición y estructura.....	19
5.4.1. Composición: Índices de diversidad.....	19
5.4.1.1 Índice de Shannon-Wiener.....	19
5.4.1.2 Índice de Simpson.....	20
5.4.2. Estructura: Índice de valor de importancia.....	20
5.5. Franja terrestre ZMPA en humedales de Bogotá	21
5.5.1. Estructura y diversidad.....	21
5.6. Humedal Techo	22
6. Área de Estudio	25
6.1. Ubicación geográfica.....	26
6.2. Precipitación.....	26
6.3. Temperatura (C°).....	27
6.4. Humedad relativa (%).....	27
6.5. Brillo solar	28
6.6. Evapotranspiración.....	28
6.7. Hidrología e hidrografía	28
6.8. Geología y geomorfología en el área del humedal.....	29
6.8.1. Suelos.....	30
6.9. Franja terrestre ZMPA.....	32

7. Metodología.....	34
7.1. Diseño metodológico.....	34
7.2. Métodos y procedimientos	35
7.2.1. Composición florística en la ZMPA.....	35
7.2.2. Estructura de la vegetación en la ZMPA.....	36
7.2.2.1. <i>Altura.</i>	37
7.2.2.2. <i>Densidad.</i>	37
7.2.2.3. <i>Cuadrantes y parcelas.</i>	38
7.2.2.4. <i>Área basal.</i>	38
7.2.2.5. <i>Cobertura.</i>	39
7.2.3. Diversidad y riqueza de especies en la ZMPA.....	40
7.2.3.1. <i>Índices de diversidad y riqueza</i>	41
7.2.3.2. <i>Índice de valor de importancia.</i>	42
7.3. Restablecimiento de la cobertura vegetal en la ZMPA desde la perspectiva agroforestal.....	42
7.4. Variables e indicadores.....	43
7.4. Población y/o muestra	43
7.5. Síntesis y descripción del proceso metodológico.....	44
8. Resultados.....	45
8.1. Composición florística en la ZMPA.....	45

8.1.1. Riqueza.....	45
8.1.2. Diversidad.....	49
8.1.2.1. <i>Índice de Shannon-Wiener e índice de Simpson</i>	49
8.2. Clasificación de la estructura de la vegetación.....	49
8.2.1. Altura.....	50
8.2.1.1. <i>Estratificación</i>	52
8.2.3. DAP.....	53
8.2.4. Cobertura.....	55
8.2.5. Índice de valor de importancia (IVI).....	58
8.2.4. Diagramas estructurales ZMPA por sector.....	60
8.2.5. Características del estrato herbáceo.....	61
8.2.1.2. <i>Altura de individuos herbáceos</i>	62
8.2.4.2. <i>Cobertura individuos herbáceos</i>	64
8.2. Composición y estructura vegetal en la ZMPA desde la perspectiva agroforestal.	66
Análisis y discusión de resultados.....	68
Conclusiones.....	75
Recomendaciones.....	77
Bibliografía.....	80
Anexos.....	85

Lista de figuras

Figura 1. Transformación histórica humedal de Techo.	24
Figura 2. Ubicación y delimitación actual humedal de Techo en Bogotá, 1: sector norte, 2: sector occidental y 3: sector sur.	25
Figura 3. Precipitación media mensual.	26
Figura 4. Precipitación media mensual estación de monitoreo el Dorado.	27
Figura 5. Delimitación área de estudio ZMPA humedal de Techo (Google earth, 2016). Localización de las parcelas de levantamiento de vegetación.	33
Figura 6. Mapa Conceptual de descripción del proceso	44
Figura 7. Familias con mayor riqueza en número de géneros.....	45
Figura 8. Familias con mayor riqueza en número de especies.....	46
Figura 9. Géneros con mayor riqueza en número de especies	47
Figura 10. Distribución de frecuencias para altura en el sector norte.....	50
Figura 11. Distribución de frecuencias para altura en el sector sur.	51
Figura 12. Distribución de frecuencias para altura en el sector occidental.....	52
Figura 13. Distribución de frecuencias para altura en el sector norte.....	53
Figura 14. Distribución de frecuencias para DAP en el sector sur.	54
Figura 15. Distribución de frecuencias para DAP en el sector occidental.....	55
Figura 16. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector norte.....	56
Figura 17. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector sur.	57
Figura 18. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector occidental	58
Figura 19. Diagrama de cobertura por estrato sector norte.....	61

Figura 20. Diagrama de cobertura por estrato, sector sur y occidental.....	61
Figura 21. Distribución de frecuencias para altura en el sector norte.....	62
Figura 22. Distribución de frecuencias para altura en el sector sur.	63
Figura 23. Distribución de frecuencias para altura en el sector occidental.....	64
Figura 24. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector norte.....	65
Figura 25. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector sur.	65
Figura 26. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector occidental.	66

Lista de tablas

Tabla 1. Interpretación de valores de Índice Shannon-Wiener	20
Tabla 2. Interpretación de valores de Índice de Simpson	20
Tabla 3. Clasificación fisonómica según Dansereau (1957)	22
Tabla 4. Categorías de cubrimiento y su decodificación.	40
Tabla 5. Variables e indicadores	43
Tabla 6. Familias, géneros y especies en los tres sectores.	48
Tabla 7. Índice de Shannon-Wiener e índice de Simpson	49
Tabla 8. Tabulación frecuencia de altura arbórea y arbustiva sector norte	50
Tabla 9. Tabulación frecuencia de altura arbórea y arbustiva sector sur	51
Tabla 10. Tabulación frecuencia de altura arbórea y arbustiva sector occidental	52

Tabla 11.Tabulación	frecuencia	de	DAP	sector	norte	
.....						53
Tabla 12.Tabulación	frecuencia	de	DAP	sector	sur	
.....						54
Tabla 13.Tabulación	frecuencia	de	DAP	sector	occidental	
.....						55
Tabla 14.Cobertura	por	especie	arbórea	y	arbustiva	sector norte
.....						56
Tabla 15. Cobertura	por	especie	arbórea	y	arbustiva	sector sur
.....						57
Tabla 16.Cobertura	por	especie	arbórea	y	arbustiva	sector occidental
.....						57
Tabla 17.IVI				sector		norte
.....						58
Tabla 18.IVI				sector		sur
.....						59
Tabla 19.IVI				sector		occidental
.....						59
Tabla 20.Tabulación	frecuencia	de	altura	herbácea	sector	norte
.....						62
Tabla 21.Tabulación	frecuencia	de	altura	herbácea	sector	sur
.....						63
Tabla 22.Tabulación	frecuencia	de	altura	herbácea	sector	occidental
.....						63

Tabla 23.Cobertura	herbácea	sector	norte	
.....				64
Tabla 24.Cobertura	herbácea	sector	sur	
.....				65
Tabla 25.Cobertura	herbácea	sector	occidental	
.....				66
Tabla 26.Criterios observados en composición y estructura en la ZMPA desde los objetivos agroforestales				67
Tabla 27.Estudios comparativos de familias, géneros y especies.				
.....				68
Tabla 28.Restablecimiento de cobertura basado en parámetros de composición y estructura del humedal de techo desde los objetivos de los sistemas agroforestales.....				77

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Densidad absoluta	37
Ecuación 2. Diámetro a la altura del pecho.....	38
Ecuación 3. Área basal relativa (%).....	38
Ecuación 4. Porcentaje de cobertura de la especie o estrato arbóreo y arbustivo.	39
Ecuación 5. Porcentaje de cobertura de la especie herbácea	40
Ecuación 6. Cobertura relativa (%).....	40
Ecuación 7. Densidad relativa (%).....	40
Ecuación 8. Índice de Shannon-Weaver	41
Ecuación 9. Diversidad específica relativa (Rangel, 1991)	41
Ecuación 10. Índice de Simpson	41
Ecuación 12. Área basal relativa (%).....	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 13. Cobertura relativa (%).....	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 14. Densidad relativa (%).....	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 15. Índice de valor de importancia, IVI. (Finol, 1976)	42
Ecuación 16. Frecuencia relativa (%)	42

Introducción

Los humedales son lugares donde el agua es el principal factor controlador del medio, la vida vegetal y animal asociada a él. Estos son formados donde la capa freática se halla en la superficie terrestre, cerca de ella o donde está cubierta por aguas poco profundas (MCR, 2006).

Los ecosistemas de humedal se encuentran en todas las regiones del mundo, desde la tundra hasta el trópico. No se sabe con exactitud qué porcentaje de la superficie terrestre se compone actualmente de humedales. La convención Ramsar cuenta con 169 partes contratantes o países asociados, los cuales tiene designados 2,240 zonas, con una superficie total de 215, 240,112 hectáreas registradas de sitios protegidos (TLWII, 2016).

En Colombia los humedales ocupan más del 20% de la superficie continental del país. Las llanuras aluviales y planos de inundación del Magdalena Medio, Chocó, Orinoquia, Amazonia e incluso los Altiplanos de la Cordillera Oriental, están sujetos a una dinámica de inundación recurrente que puede llegar a ocupar estacionalmente más del 80% de su superficie (Humbolt, 2014). En su territorio se cuenta con cerca de 20.000.000 de hectáreas de humedales representados por ciénagas, pantanos y turberas, madre viejas, lagunas, sabanas y bosques inundados, los cuales generan a las comunidades locales y nacionales múltiples bienes y servicios para el desarrollo de las actividades económicas (PNHC, 2002).

En estos ecosistemas la vegetación es variada, así como en el cuerpo de agua se pueden encontrar plantas flotantes hasta plantas arraigadas en el fondo y los juncos característicos

que se encuentran en sus orillas, también se evidencian algunas especies de árboles y arbustos en la Zona de Manejo y Preservación Ambiental – ZMPA. Cada humedal posee características propias por lo que las plantas son distintas en cada uno de ellos. Un ejemplo son los lagos de montaña donde la vegetación sumergida es la característica, mientras en los manglares de la costa pacífica es la vegetación arbórea la que predomina en el paisaje (OPEPA, 2016)

La ciudad de Bogotá cuenta con humedales reconocidos que según leyes de ordenación nacional y distrital deben ser entendidos como patrimonio ambiental, social y cultural, son espacios de dominio público, importancia ecológica y sustentada bajo normatividad para ser protegidos, restaurados y preservados (FHB, 2011).

Los humedales de Bogotá pertenecen a un ecosistema alto andino, reconocido como centro de diversidad y especiación a nivel mundial (Beltrán & Barrera, 2014) y la estructura básica de las especies terrestres nativas es arbórea, arbustiva y herbácea. Entre ellas se encuentran: Acacia morada - *Acacia baileyana*, Caucho sabanero - *Ficus andicola*, Falso pimiento - *Schinus molle*, Alcaparro - *Senna viarum*, Chicalá - *Tecoma stans*, Feijoa - *Acca sellowiana*, Cordoncillo - *Piper bogotense*, chilcos - *Baccharis* spp., entre otros (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

El humedal Techo, ubicado en la ciudad de Bogotá, en la localidad de Kennedy, posee tres sectores en los cuales está fraccionado: Sector norte, sur y occidental.

La Política Distrital de humedales de 2007 está enfocada en torno a la conservación de los humedales como ecosistemas estratégicos, por ello en la Resolución 4573 de 2009 “se aprobó el Plan de Manejo Ambiental del humedal Techo”, por medio del cual se da un diagnóstico acerca de los componentes físico (características climáticas, hidrológicas, geomorfológicas), biótico (fauna y flora) y social (comunidad de Kennedy) y se propone un plan de acción que incluye

una recuperación predial del humedal, un saneamiento hídrico eliminando conexiones no pertenecientes a las cuencas del humedal Techo, la restauración de los hábitats acuáticos y la revegetalización de la ZMPA (zona de manejo y preservación ambiental) para la conservación y mantenimiento del cuerpo de agua.

Según el plan de manejo del humedal de 2007, el sector sur está conformado por acacias y unos pocos individuos de sauce (*Salix humboldtii*), sauco (*Sambucus peruviana*), higuierillo (*Ricinus communis*) y guayacán (*Lafoensia acuminata*). Estas coberturas arbóreas y arbustivas cubren menos del 20% del área. La vegetación herbácea es mínima y se concentra a ciertos individuos de margarita de campo (*Senecio madagascarensis*), y un gran predominio del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) como invasor, además de eucaliptos, acacias, jazmín del cabo o urapanes.

El sector occidental esta reducido, presenta una cobertura casi nula en cuanto a árboles y arbustos. Existen uno o dos individuos de acacia, urapán, sauco y retamo espinoso. Se destacan como vegetación herbácea las especies verbena blanca (*Verbena littoralis*Kunth), lulo (*Solanum quitoense*), heno blanco (*Holcus lanatus*) y (*Sonchus oleraceus*L) (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

Por su parte, el sector norte presenta árboles de sauce, acacias, parches pequeños a medianos de retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y liso (*Genista monspessulana* ó *Teline monspessulana*). Inmersos en estas coberturas, se encuentran árboles y arbustos de las especies de arrayán (*Myrcianthes leucoxylla*), carbonero (*Calliandra trinervia*), chicalá (*Tecoma stans* L.) y holly espinoso (*Pyracantha coccinea*) (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

La cobertura herbácea es muy escasa y por lo tanto su densidad poblacional es muy baja y se representa en las especies herbáceas yerba del chivo (*Achyrocline satureioides*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

Este proyecto busca que a partir de la caracterización de la cobertura vegetal de la ZMPA en los tres sectores del humedal Techo: norte, occidente y sur, se pueda evaluar el estado actual de la vegetación en cuanto a la composición, estructura y diversidad de especies, y permita obtener información útil para el proceso de restauración ecológica que el Jardín Botánico de Bogotá adelanta en el humedal, dada su importancia ecológica, social y ambiental. Los resultados serán un insumo para el planteamiento de nuevas estrategias que permitan dar continuidad al proceso de recuperación y conservación de este ecosistema, propuesto en Plan de Manejo Ambiental del Humedal Techo.

1. Justificación

Los ecosistemas de humedal presentan gran importancia en el contexto mundial por ser cunas de diversidad biológica, fuentes permanentes de agua y productividad primaria de las que gran cantidad de especies vegetales y animales dependen para subsistir. Son hogar de altas concentraciones de especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados, así como depósitos de material genético vegetal (MCR, 2006).

El humedal de Techo es un ecosistema vivo de la ciudad de Bogotá, que confluye con el factor social de la zona donde se encuentra ubicado. La intervención antrópica ha deteriorado considerablemente sus límites, disminuyendo la zona hídrica y por ende afectando la flora nativa y la fauna típica que hacen parte integradora del humedal, impidiendo una regeneración natural de las especies típicas de la ZMPA.

Este proyecto busca generar información biológica de las especies vegetales que están presentes en la ZMPA del humedal Techo, tanto nativas como exóticas, generando conocimiento acerca de la cantidad, tipo y estrato del material vegetal, en espera de que se constituya en un aporte significativo al estudio y manejo del humedal de Techo, y en general de los ecosistemas de humedal en la ciudad, pretendiendo que se analicen factores más apropiados de restauración, ubicación y tipo de vegetación idónea para cada sector.

2. Objetivos

2.1. General

Caracterizar la cobertura vegetal en la Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA) del humedal Techo.

2.2. Específicos

2.2.1. Determinar la composición florística en la ZMPA del humedal Techo.

2.2.2. Describir la estructura de la vegetación en la ZMPA del humedal Techo.

2.2.2. Establecer recomendaciones para fortalecer el proceso de restablecimiento de la cobertura vegetal en la ZMPA del humedal Techo.

3. Planteamiento del problema

Los humedales en la ciudad de Bogotá son importantes porque contribuyen a regular los ciclos hídricos al recibir y acumular los flujos de agua en periodos de lluvias y conservar el cuerpo de agua en periodos de sequía; mejoran la calidad del aire al ser un sumidero de carbono y productores de oxígeno por sus especies vegetales, que sirven de hábitat para aves tanto migratorias como endémicas, logrando ser un ecosistema de aprendizaje para la comunidad y de desarrollo de investigación ambiental.

En el humedal Techo las actividades antrópicas han generado disminución del área de la Ronda Hidráulica (RH) y de la Zona de Manejo Ambiental (ZMPA), generando pérdida de su flora y fauna (EAB, 2015). Este humedal es uno de los más afectados en Bogotá con un área de 11,4 ha totales, de las cuales el 44,13% está ocupada por asentamientos humanos. Desde los años 30 comenzó un fraccionamiento de su área que acentuó en los años noventa con la construcción del barrio Lagos de Castilla, la intersección de la carrera 80 que lo dividió en sector norte y sur, y la disminución de su área por la afectación antrópica perdiendo cualquier conexión hídrica que lo abastezca, así como la riqueza y diversidad de la vegetación nativa característica de humedal (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

Teniendo en cuenta las políticas actuales y la misión de la Convención de RAMSAR de 1971 en donde se reclama *“la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”*, una de las medidas para evaluar el estado de la biodiversidad de estos ecosistemas es por medio de las caracterizaciones biológicas.

De acuerdo con lo anterior y atendiendo a la situación actual del humedal techo, es importante caracterizar la vegetación de la ZMPA de este ecosistema, para conocer la composición y estructura de las especies en cada sector del humedal, con el objetivo de determinar el tipo y distribución dentro del ecosistema, generando así, conocimiento acerca de su estado, las posibles medidas de restablecimiento de sus condiciones originales, que favorecen la conservación del ecosistema.

4. Hipótesis

La vegetación en los tres sectores del humedal de Techo (norte, occidental y sur) está reducida por la introducción de especies foráneas, lo que ha generado pérdidas en la vegetación nativa.

4.1. Hipótesis Alterna

La vegetación del humedal Techo se encuentra en buen estado de conservación representado en una estructura y diversidad de especies nativas significativa que responde a los lineamientos establecidos en el plan de manejo del humedal Techo de 2009.

4.2. Hipótesis Nula

La vegetación del humedal Techo no se encuentra en buen estado de conservación debido a que la estructura y diversidad de especies nativas no es significativa y no responde a los lineamientos establecidos en el plan de manejo del humedal Techo de 2009.

5. Marco Teórico

En este apartado se hace un recuento de la definición, importancia y componentes atribuibles a los humedales, donde primero se hace una introducción cronológica en el marco normativo y de protección de los humedales, y posteriormente, se describen las características biológicas que determinan dichos ecosistemas.

5.1 Marco legal y normativo

A continuación, se expondrán las políticas internacionales, nacionales y distritales que hacen referencia a la protección, recuperación y uso racional de los humedales.

5.1.2. Políticas internacionales.

La convención sobre humedales Ramsar celebrada en 1971, pero que entro en vigencia a partir de 1975 tiene como objeto “la conservación y uso racional de todos los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”. La anterior también define los humedales como "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 metros".

En el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) celebrado en Rio de Janeiro en 1992, posee tres objetivos principales: “la conservación de la diversidad biológica, la utilización

sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos” (ONU, 2016).

En el CDB se atribuye a los humedales como áreas con servicios reguladores importantes para el mantenimiento de la diversidad biológica, por ser importantes para el mantenimiento de procesos naturales con el suelo, el agua y/o el aire. (CDB, 1992)

5.1.3. Políticas nacionales.

El Decreto-Ley 2811 de 1974 Congreso de Colombia en el Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente, afirma en el Art. 8, literal f- “considera factor de contaminación ambiental los cambios nocivos del lecho de las aguas... literal g, considera como el mismo de contaminación la extinción o disminución de la biodiversidad biológica.” Art.9 “Se refiere al uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables.” Art.137 “Señala que serán objeto de protección y control especial las fuentes, cascadas, lagos y otras corrientes de agua naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección”. Art 329 “precisa que el sistema de parques nacionales tiene como uno de sus componentes las reservas naturales. Las reservas naturales son aquellas en las cuales existen condiciones de diversidad biológica destinada a la conservación. Investigación y estudio de sus riquezas naturales”

En el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físicos-químicos son: Preservación de Flora y Fauna, agrícola, pecuario y recreativo. El recurso de agua comprende las superficies subterráneas, marinas y estuarianas, incluidas las aguas servidas.”

La Constitución Política de Colombia de 1991 promulgada por el Congreso de Colombia profiere que: Artículo 63: *“Los bienes de uso público, los parques naturales, y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables”* Artículo 79. *“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.”* Artículo 80. *“El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”*. Artículo 366. *“El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable ... el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación”*.

La política nacional de humedales interiores (1992), que en su visión “garantiza la sostenibilidad de sus recursos hídricos mediante el uso sostenible y la conservación de los humedales, como ecosistemas estratégicos dentro del ciclo hidrológico, que soportan las actividades económicas, sociales, ambientales y culturales, con la participación coordinada, articulada y responsable del gobierno, los sectores no gubernamentales, las comunidades indígenas y negras, el sector privado y la academia”.

La Ley 99 de 1993, por la cual se crea en Ministerio del Medio Ambiente, en su artículo 5 numeral 24, establece la responsabilidad de esta entidad en relación con los humedales, y establece que: “le corresponde regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales”.

Colombia incorporó mediante la Ley 357 de 1997 la Convención de Ramsar que entró en vigencia en 1998, como base para el manejo de los humedales del territorio nacional. En el Decreto 062 de 2006, la Resolución 157 de 2004, se reglamentó el uso sostenible, la conservación y el manejo de los humedales y se desarrollaron aspectos relativos a la aplicación de esta convención.

5.1.4. Políticas Distritales.

Las políticas distritales de humedales que rigen para la protección, recuperación y preservación de los humedales están declaradas así:

- El Acuerdo 19 de 1994, del Concejo de Bogotá “declaran como reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento.”
- Decreto 190 de 2004, Artículo 94 declara los humedales como “Parque Ecológico Distrital es el área de alto valor escénico y/o biológico que, por ello, tanto como por sus condiciones de localización y accesibilidad, se destina a la preservación, restauración y aprovechamiento sostenible de sus elementos biofísicos para educación ambiental y recreación pasiva.” Y en el Parágrafo 1. “Los Parques Ecológicos Distritales de Humedal incluyen la zona de manejo y preservación ambiental (ZMPA), la ronda hidráulica y el cuerpo de agua, como una unidad ecológica.”
- Decreto 062 del 2006 por medio del cual “se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración Y ejecución de los respectivos Planes de manejo ambiental para los humedales ubicados dentro del Perímetro urbano del Distrito Capital.”

- Decreto 624 de 2007 “el cual se adopta la visión, objetivos y principios de la Política de Humedales del Distrito Capital.”
- Decreto 386 de 2008, por el cual “se adoptan medidas para recuperar, proteger y preservar los humedales, sus zonas de ronda hidráulica y de manejo y preservación ambiental, del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.”
- Decreto 457 de 2008 por el cual “se declara el estado crítico o alerta naranja en el Humedal de Techo, ubicado en jurisdicción del Distrito Capital.”
- Resolución 4573 de 2009 por el cual “se aprueba el Plan de Manejo Ambiental del humedal Techo.”

De otro lado, existen acuerdos interinstitucionales que favorecen la protección y permiten el manejo integral de estos ecosistemas, un ejemplo de ello radica en el Convenio Interadministrativos No. 9-07-24300-0967-2013 entre el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá, que tiene como objeto “Aunar esfuerzos para realizar manejo adaptativo y mantenimiento de las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA) y Ronda Hidráulica (RH) en los Humedales del Distrito Capital como ecosistemas estratégicos en el ciclo hidrológico y conservación de la biodiversidad, acuerdo sobre el cual la presente investigación de desarrolla.

5.2. Importancia de los Humedales

Según la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Ramsar “los humedales son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.”

El término humedal definido por Ramsar en 2006 dice que son lugares donde el agua es el principal factor controlador del medio, la vida vegetal y animal asociada a él. Estos son formados donde la capa freática se halla en la superficie terrestre, cerca de ella o donde está cubierta por aguas poco profundas (MCR, 2006).

Se ha establecido en la Política Distrital de humedales (DAMA, 2006), al término humedal como “un ecosistema intermedio entre el medio acuático y terrestre, con porciones húmedas, semihúmedas y secas, caracterizado por la presencia de flora y fauna muy singular”; también como “ecosistemas de gran valor natural y cultural, constituidos por un cuerpo de agua permanente o estacional de escasa profundidad, una franja a su alrededor que puede cubrirse por inundaciones periódicas (ronda hidráulica) y una franja o terreno no inundable, llamada zona de manejo y preservación ambiental” .

“La distribución de los humedales del Distrito, en un amplio gradiente altitudinal, hace evidente la importancia de ellos en el cumplimiento de funciones ecológicas estratégicas dentro de la dinámica hidrológica regional, en el desplazamiento de la fauna, en su migración altitudinal, en la diversidad ecosistémica local y como elementos importantes dentro de la red de conectividad de la Estructura Ecológica Principal y Regional” (DAMA, 2006).

Según la Revista digital de Humedales de la empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (revisado en 2016), las funciones, bienes y servicios de los humedales de Bogotá se relacionan con:

- Son reguladores del ciclo hídrico: controlan y previenen inundaciones, retienen sedimentos y nutrientes, contribuyen en la descarga y recarga de acuíferos, funcionan como reservorios de aguas.

- Mejoramiento de la calidad del aire: Son sumideros de CO₂, son retenedores de polvo, regulan la temperatura, son generadores de microclimas, Productores de oxígeno.
- Espacios de conservación biofísica de la región: Refugio de biodiversidad endémica, hábitat esencial de diversas especies residentes y migratorias.
- Espacios pedagógicos: Invitan a la contemplación, la reflexión y la calma, son aulas vivas para el aprendizaje, áreas de recreación pasiva, generadores de conocimiento e investigación.

La caracterización de especies ayuda a comprender la dinámica y los diferentes procesos que se tienen en los ecosistemas. "Los humedales son ecosistemas de gran valor natural y cultural, constituidos por un cuerpo de agua permanente o estacional de escasa profundidad, una franja a su alrededor que puede cubrirse por inundaciones periódicas (Ronda hidráulica) y una franja de terreno no inundable, llamada Zona de manejo y preservación ambiental. Estas áreas (Ronda hidráulica y Zona de manejo y preservación ambiental) deben tener un tamaño acorde con las características ecosistémicas particulares. Estos ecosistemas están asociados a las cubetas y planos de desborde de los ríos, razón por la cual su biota, los flujos de nutrientes, materia y energía están adaptados a las fluctuaciones y comportamientos de sus sistemas hídricos asociados" (DAMA, 2006).

5.3. Caracterización de la vegetación y diversidad de especies

5.3.1. Flora y vegetación.

La vegetación se refiere a los aspectos cuantitativos de la arquitectura vegetal, es decir su distribución horizontal y vertical sobre la superficie, mientras que la flora corresponde a

la definición cualitativa de esta arquitectura, referido a las especies componentes de ella. (Hernández, 2000).

Al evaluar la vegetación se deben considerar: Tipología (especies dominantes), fisionomía o forma de vida (formación vegetal), grado de alteración (artificialización), distribución espacial en el área de influencia (cartografía). Las técnicas absolutas más utilizadas corresponden a las parcelas, en las cuales se registran las coordenadas de ubicación de cada individuo y se determinan características arquitecturales (altura, diámetros mayor y menor); los enfoques relativos pueden emplear técnicas usando parcelas o de tipo cartográficas (evaluando, en ambos casos, porcentualmente cada uno de los parámetros), (Hernández, 2000).

La flora se puede registrar en un inventario de todas las entidades taxonómicas presentes en el área de influencia directa como en la de influencia indirecta, caracterizándose para cada una de ellas aspectos como: listado completo de especies presentes, abundancia absoluta o relativa en el área, origen geográfico (nativa o introducida), estado de conservación de las nativas (Hernández, 2000).

5.3.2. Formación vegetal (F.V.).

La formación vegetal corresponde a aquel conjunto de plantas, pertenecientes o no a la misma especie, que presentan caracteres convergentes tanto en su forma como en su comportamiento, constituyéndose en un enfoque eminentemente fisionómico, el cual basado en los conceptos de estratificación y cobertura, permite obtener una adecuada representación de la disposición vertical y horizontal de la vegetación *in situ* (Hernández, 2000). De esta forma la F.V. quedará bien definida con base a la descripción de los tipos biológicos, su estratificación vertical y su cobertura.

De acuerdo al Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación (Hernández, 2000), se puede clasificar la vegetación en cuatro tipos biológicos fundamentales:

- Herbáceos (H): son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas).
- Leñosos bajos (LB): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura. (Arbustos)
- Leñosos altos (LA): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura. (Árboles)
- Suculentos (S): bajo esta denominación se agrupan principalmente las Cactáceas y Bromeliáceas, especies que presentan una fisiología muy particular, sobre todo respecto a la fijación del anhídrido carbónico. (Cactus o Quiscos y Chaguales o Puyas).

5.3.3. Caracterización de la vegetación según la fisionomía.

Está fundamentada en el estudio de la estructura o arquitectura comunitaria, definida por el ordenamiento en sentido vertical y horizontal de sus componentes. La estructura es el patrón espacial de distribución de las plantas. Está directamente implicada en el mantenimiento de una atmosfera más o menos estable, influye en la radiación incidente, el flujo de la precipitación al interior de la comunidad y sobre la acción del viento. En sentido vertical el atributo que mejor refleja este aspecto es la estratificación. En sentido horizontal los atributos son la densidad, el área basal y la cobertura. (Barkman, 1979 en Rangel & Velásquez, 1997).

Para el estudio de especies vegetales y su muestreo, como cada especie y/o individuo ocupa un espacio específico, es necesario clasificar cada sistema de acuerdo a parámetros que nos den una aproximación a lo que se busca definir.

5.4. Métodos para medir composición y estructura

Para lograr comprender los atributos de las especies vegetales, es importante utilizar métodos para registrar, comparar y medir la composición y estructura que poseen. Para esto se utilizan las diferentes características de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el ecosistema.

5.4.1. Composición: Índices de diversidad.

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie. Para ello se utilizan dos tipos de índice citados a continuación.

5.4.1.1 Índice de Shannon-Wiener.

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988 en Moreno, 2001). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988 en Moreno, 2001).

Tabla 1

Interpretación de valores de Índice Shannon-Wiener

Interpretación Índice Shannon-Wiener	Valor Índice
Muy baja diversidad	>1
Baja diversidad	1-1,8
Diversidad media	1,8-2,1
Diversidad alta	2,1-2,3
Muy alta diversidad	>2,3

Interpretación y valores de dominancia y diversidad. Tomado de Cortés, 2008.

5.4.1.2 Índice de Simpson.

El índice de Simpson es otro método utilizado, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal, que permite medir la riqueza de organismos. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar, pertenezcan a la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974 en Moreno, 2001).

Tabla 2

Interpretación de valores de Índice de Simpson

Interpretación Índice de Simpson	Valor Índice
Muy baja diversidad o muy alta dominancia	0-0,5
Baja diversidad o alta dominancia	>0,5-0,7
Diversidad y dominancia media	>0,7-0,8
Alta diversidad o baja dominancia	>0,8-0,9
Muy alta diversidad o muy baja dominancia	>0,9-1

Interpretación y valores de dominancia y diversidad. Tomado de Cortés, 2008.

5.4.2. Estructura: Índice de valor de importancia.

Hace referencia al ordenamiento en sentido vertical y horizontal de sus componentes, siendo en sentido horizontal el aspecto es la estratificación mientras que, en sentido horizontal se representa en densidad, área basal y cobertura (Rangel & Velásquez, 2007).

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. Para la medición estructural es importante tener como datos principales la altura, CAP y cobertura de las especies; el índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal.

5.5. Franja terrestre ZMPA en humedales de Bogotá

La ZMPA de un humedal hace referencia a la franja terrestre de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente al mantenimiento, protección, preservación o restauración ecológica de los cuerpos y cursos de agua y ecosistemas aledaños (PHDC, 2006).

5.5.1. Estructura y diversidad.

Los humedales en la sabana pertenecen a la cuenca media del río Bogotá (Moreno, 2001). Estos lugares resguardan y alimentan una gran variedad de especies animales y vegetales en sus árboles de gran porte, con un dosel continuo y la presencia de vegetación estratificada, que se distingue por la diversidad biológica de plantas como: el raque - *Vallea stipularis*, encenillo - *Weinmannia tomentosa*, canelo - *Drimys granadensis*, romero - *Diplostegium rosmarinifolium*, aliso – *Alnus acuminata* y varios familiares del sietecueros *Tibouchina spp* (Romero R., 2012).

En la ZMPA de los humedales de la ciudad de Bogotá además de especies nativas, se presentan especies foráneas como los pastizales de kikuyo - *Pennisetum clandestinum*, trébol blanco y rojo - *Trifolium spp.*, sauce – *Salix humboldtiana*, eucalipto - *Eucalyptus spp.*, acacia -

Acacia spp., urapán - *Fraxinus chinensis* Roxb., sauco – *Sambucus peruviana*, principalmente (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

La clasificación fisionómica y estructural de la vegetación de los humedales del Distrito responde a lo propuesto por Danserau (1957), que se expone a continuación (Tabla 1):

Tabla 3
Clasificación fisionómica según Dansereau (1957)

Forma de vida	Árbol, arbusto, herbácea
	Tamaño
Alto	Árbol (+ de 30 m), arbusto (2 - 4 m)
Mediano	Árbol (15 a 30 m), arbusto (1 – 2 m), herbácea (0,5 – 2 m)
Bajo	Árbol (4 – 15 m), arbusto (1m), herbácea (- 0,5 m)
	Cobertura
	Muy compacta (Mayor de 200%)
	Compacta o continúa (de 100 a 200%)
	Abierta o discontinua (de 50 a 90%)
	Dispersa (de 5 a 50%)
	Muy dispersa o desierta (menos de 5%)

Tabla de clasificación fisionómica según la forma de vida Dansereau (1957), tomada de PMAHC, 2009.

5.6. Humedal Techo

Cuando se realizó la delimitación se determinó que su área era de 11.6 hectáreas. Sin embargo, la acelerada urbanización lo dividió en tres fracciones: sector norte, sector occidental y sector sur. (Bonilla, 2011). El acelerado crecimiento poblacional a partir de 1985 en los predios pertenecientes al humedal que se pueden fácilmente reconocer en la figura 1, a raíz de la construcción de viviendas alrededor y dentro del área reconocida, ha generado graves transformaciones en este ecosistema (Bonilla, 2011).

El deterioro ambiental del humedal se inició antes de que se realizaran los rellenos para la construcción del barrio Lagos de Castilla II, con la modificación de los canales de la Hacienda Techo, y la construcción de nuevos canales de aguas negras para el barrio Castilla Real (Perdomo, 2010). Dentro de los problemas más graves diagnosticados en el Plan de Manejo Ambiental, se encuentran la pérdida de especies vegetales nativas, la falta de sensibilización de la comunidad y la mala calidad del agua que entra al humedal. (Bonilla, 2011)

El humedal presenta grandes problemáticas tanto sociales como ambientales que han generado diferentes estudios desde varios enfoques; aunque el tema ambiental abarca zonas inundables, la microfauna o el ecosistema como hábitat de aves, el plan de manejo del Humedal de Techo ha proporcionado información acerca del deterioro del ecosistema, la introducción de especies invasoras, y las posibles especies a implementar en la ZMPA, ya que se ha enfocado en las especies vegetales para restaurar la franja alisal, zona que protege, alberga y proporciona alimentación a la fauna típica de humedal.

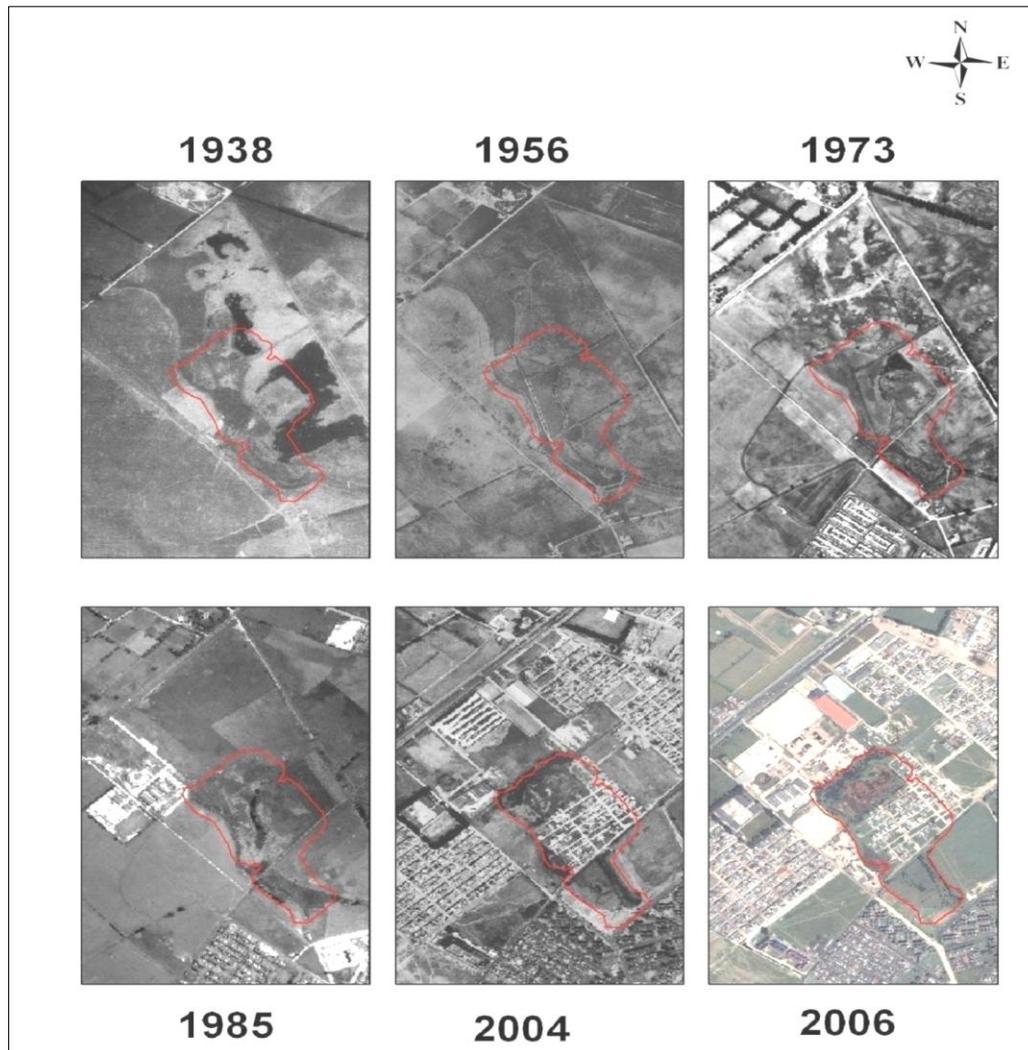


Figura 1. Transformación histórica humedal de Techo. Tomado de (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

6. Área de Estudio

La caracterización de la vegetación se realizó en la ZMPA del humedal Techo, ubicado en la Localidad de Kennedy, barrio Lagos de Castilla, en la ciudad de Bogotá, Colombia (figura 2).

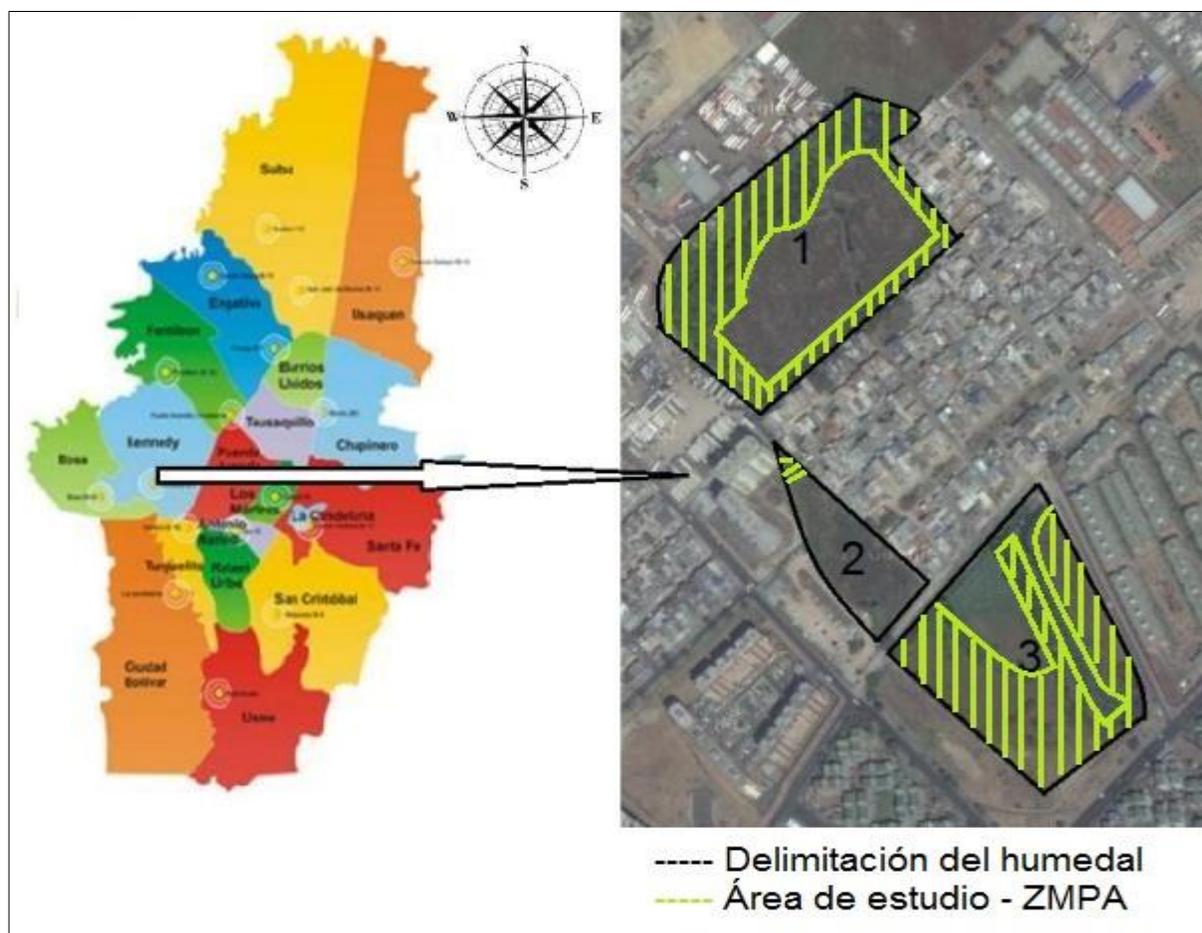


Figura 2. Ubicación y delimitación actual humedal de Techo en Bogotá, 1: sector norte, 2: sector occidental y 3: sector sur. Demarcada la zona de estudio – ZMPA. Mapa de Bogotá en <http://www.bogota.gov.co>

6.1. Ubicación geográfica

El humedal de Techo está localizado dentro del perímetro urbano de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Kennedy, está enmarcado dentro de un área de reciente expansión urbana, delimitada por: la Avenida Boyacá por el sur-orienté, la Avenida Ciudad de Cali por el nor-occidente, el humedal del Burro por el sur-occidente, y el Río Fucha por el Norte. (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

En la formulación del plan de manejo ambiental de humedal de Techo, se describieron las siguientes características climatológicas, obtenidos de la estación de monitoreo Aeropuerto el Dorado (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

6.2. Precipitación

La precipitación media anual es de 652 m.m. Presenta dos períodos húmedos donde las mayores precipitaciones ocurren entre los meses de marzo y mayo, en el primer semestre, y de septiembre a noviembre en el segundo; alternados con dos (2) períodos secos durante los meses de diciembre a febrero, en el primer semestre y de junio a agosto, en el segundo. El mes más lluvioso es octubre, mientras que el más seco es enero.

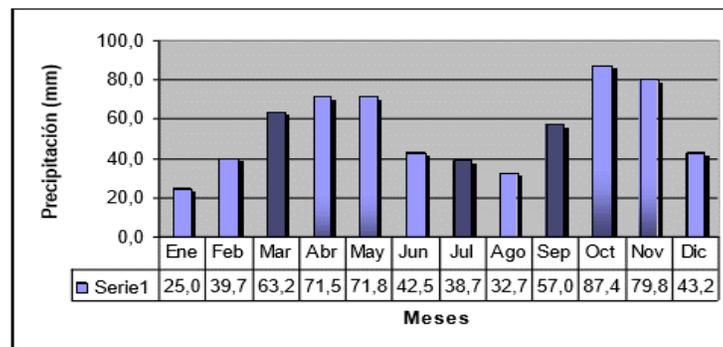


Figura 3. Precipitación media mensual. Tomado de IDEADE, EAB & SDA, 2009.

Para el año en el cual se desarrolló la fase de campo de esta investigación la precipitación presentó variaciones en el régimen de lluvias, pues hubo grandes periodos con ausencias de lluvias, y la precipitación en mm fue menor, dejando al descubierto las zonas de transición inundables del cuerpo de agua.

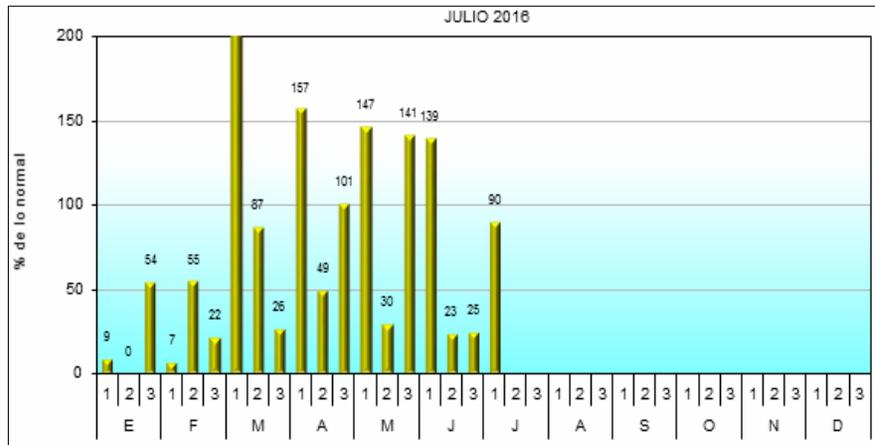


Figura 4. Precipitación media mensual estación de monitoreo el Dorado. Tomado de IDEAM, 2016.

6.3. Temperatura (C°)

La temperatura media anual registrada es de 21.8°C con una diferencia entre el mes más frío y el más caliente de 2°C, siendo los meses de junio a agosto los más fríos y de enero a marzo los más calurosos.

6.4. Humedad relativa (%)

La humedad relativa media anual es de 79%, alcanzando un valor máximo del 83% en noviembre y un valor mínimo del 76% en agosto.

6.5. Brillo solar

El mes de enero en la estación Aeropuerto El Dorado, presenta un valor de 185 horas-mes, registro promedio mensual más alto del año, y el promedio mensual más bajo se presenta en los meses de abril y mayo con valores entre 112 y 118 horas-mes.

6.6. Evapotranspiración

El mes de junio que es considerado un mes seco, se presenta la más alta evaporación, con un valor de 146 mm/mes. Y en términos generales la evaporación acumulada total se estima en 1210 mm/anuales, que representan un volumen de agua de 34000 m³.

6.7. Hidrología e hidrografía

Con base en el plan de manejo ambiental del humedal de techo, se obtuvieron los siguientes factores hidrológicos e hidrográficos acerca de la cuenca que abastece el humedal de Techo (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

La zona urbana de Bogotá es drenada por tres (3) ríos principales, (Tunjuelo, Fucha, Salitre) y otras cuencas menores (Torca-Guaymaral, Conejera, Jaboque y Tintal), todos las cuales desembocan en el río Bogotá, el cual bordea a la ciudad por su costado Occidental.

El humedal de Techo hace parte de la cuenca drenante del río Fucha que es el resultado de la unión de las aguas de los ríos San Francisco y San Cristóbal, que nacen en los Cerros Orientales, atraviesa la ciudad por la Avenida Jiménez y pasa de oriente a occidente paralelo a la calle 11 sur, dentro de un canal cerrado, hasta llegar a la localidad de Fontibón, en donde se vierte en el Río Bogotá que es el eje principal hidráulico del Distrito Capital y actúa como límite occidental de la Capital dividiendo el área urbana de la rural. (IDEADE, EAB & SDA, 2009)

6.8. Geología y geomorfología en el área del humedal

Para el presente estudio se tomaron los datos geomorfológicos plasmados en el plan de manejo ambiental del humedal de techo, donde registra la caracterización de la zona donde se ubica.

El área del humedal reposa sobre la llamada sabana de Bogotá constituida por depósitos de origen fluvio-lacustre. Este potente espesor de sedimentos se depositó sobre un paleo-relieve muy irregular que condicionó su morfología actual, la cual presenta una zona semiplana principal, flanqueada por ramales montañosos. En general, en toda esta morfología se desarrolla una vegetación de pastos cortos y con arbustos sobre una gruesa capa de suelos franco-arcillosos. (IDEADE, EAB & SDA, 2009)

De acuerdo con el plan de manejo del humedal de Techo, se determinó que sobre el área de estudio, se emplazan depósitos del cuaternario, asociados al transporte y depositación de materiales provenientes del arrastre de los ríos que bañan el sector, dentro de los cuales se ostentan las siguientes formaciones: Llanuras de Inundación. Depósitos aluviales más jóvenes de los ríos Bogotá, Tunjuelo y afluentes; y rellenos de excavación. Materiales antrópicos del cuaternario, producto de la excavación para la conformación de urbanizaciones, compuestos por escombros de construcción, en algunos sectores basuras, suelos residuales arcillo limosos de colores predominantemente carmelitos y grises oscuros.

La zonificación geotécnica presenta dos sectores generales, en los cuales los suelos encontrados poseen propiedades físicas y mecánicas diferentes, los que se definen como sectores de relleno antrópicos y zonas de humedal

Por otra parte, la geomorfología del área del Humedal de Techo es un drenaje impedido con afluentes directos de la escorrentía circunvecina, presenta una dirección de SE-NW y se caracteriza por ser una depresión en forma de cárcava, la cual desembocaba en la llanura de inundación del río Bogotá en donde se unía con las aguas trasportadas por el Humedal El Burro y otros cauces de menor tamaño para formar un cauce somero hasta el Río Bogotá.

6.8.1. Suelos.

El fondo arcilloso que se presentó en los sedimentos de la laguna se mezclaron con cenizas provenientes de las erupciones volcánicas en la Cordillera Central, dando paso a un tipo de suelo muy fértil, que se denomina Andisol, el cual cubre grandes áreas en la parte central y oeste de la Sabana (una capa superficial oscura de un espesor entre 50 y 150cm) (Van der Hammen 2003).

En la zona de estudio, de acuerdo a los estudios realizados por Proambiente (2001), se pudo establecer que el suelo que subyace a los cuerpos de agua y hasta una profundidad que oscila entre 1,30m y 3m es un estrato compuesto por lodos y sedimentos de color carmelito en el cuerpo 1 y negro en cuerpo 2 y 3, de humedad alta y plasticidad muy alta que clasifica en el sistema unificado USC como MH-OH. Presenta valores de humedad natural promedio de 170%, límite líquido alrededor de 150%, índice de plasticidad entre 42 y 75% y pasa tamiz #200 cercano al 95%.

A partir del estrato anterior y hasta la profundidad máxima explorada (7m) se encontró un estrato arcilloso de colores gris habano con brechas amarillentas, carmelitas y rojizas, de humedad media a alta, plasticidad alta a muy alta y consistencia media, que clasifica en el sistema unificado USC como CH. Con humedad natural entre 25 y 55%, límite líquido entre 55 y

80%, índice de plasticidad entre 15 y 40%, peso unitario promedio de 1,75 t/m³ y resistencia al corte en condición no drenada promedio de 7 t/m² (Proambiente, 2001)

Es la zona que corresponde tanto a los jarillones perimetrales de los humedales, como a los sectores altamente intervenidos por viviendas y construcciones. Posee una estratigrafía sustancialmente contaminada por basuras, escombros y suelos residuales arcillo limosos altamente orgánicos. Según Proambiente (2001), la secuencia estratigráfica es la que se describe a continuación:

Desde la superficie actual del terreno y hasta una profundidad entre 1,0m y 2,0m se encuentran estratos de rellenos orgánicos compuestos por escombros de construcción, bloques de ladrillo, peñascos de diversidad en sus tamaños, basuras inmersas en una matriz limo arcillosa de color carmelito oscuro con brechas de oxidación, de humedad media a alta, plasticidad media a alta y consistencia media, que clasifica en el sistema unificado USC como MH-OH y en algunos casos ML-OL. Ostenta valores de humedad natural predominantemente entre 30 y 40%, límite líquido entre 50 y 70%, índice de plasticidad entre 15 y 35%, peso unitario promedio de 1,7 t/m³, resistencia al ensayo de penetración estándar entre 5 y 15 golpes/pié y valores de CBR para los apiques ejecutados de 3 y 1,5% en condición natural y sumergida respectivamente.

A partir del estrato anterior y hasta la profundidad máxima explorada (10m) se encuentra una arcilla orgánica con presencia de materiales de relleno, escombros y basuras de color gris y carmelita con lentes amarillentos y rojizos de oxidación, de humedad media a alta, plasticidad media a alta y consistencia media a firme, que clasifica en el sistema unificado USC como CH. En algunos casos (sondeos S-9, 10, 13, 15, 19 y 20) la clasificación se ha definido como MH-OH, conservando los valores típicos y promedio del a Zona geotécnica II. Este estrato,

manifiesta humedad natural entre 20 y 50%, límite líquido entre 50 y 85%, índice de plasticidad entre 15 y 20%, peso unitario promedio de 1,85 t/m³, resistencia al ensayo de penetración estándar entre 10 y 20 golpes/pie y ángulo de fricción interna aproximado de 31° (Proambiente, 2001).

6.9. Franja terrestre ZMPA

Los humedales poseen dos zonas principales: la ronda hídrica y la zona de manejo y preservación ambiental - ZMPA. Están definidas en el artículo 78 del Decreto 190 de 2004 así:

Ronda hídrica: “Zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea de mareas máximas (máxima inundación), de hasta 30 metros de ancho (a cada lado de los cauces, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto Ley 2811 de 1974), destinada principalmente al manejo hidráulico y la restauración ecológica”

Zona de manejo y preservación ambiental - ZMPA: “Es la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico”.

El Jardín Botánico de Bogotá actualmente es quien realiza el mantenimiento a la ZMPA en los tres sectores en que se encuentra fragmentada el área de estudio, por los rellenos a los que ha sido sometido, por la construcción del barrio Lagos de Castilla, el paso del interceptor Kennedy y el acceso al asentamiento localizado dentro de la zona de reserva vial para la futura construcción de la Avenida Agoberto Mejía. (Perdomo, 2010)

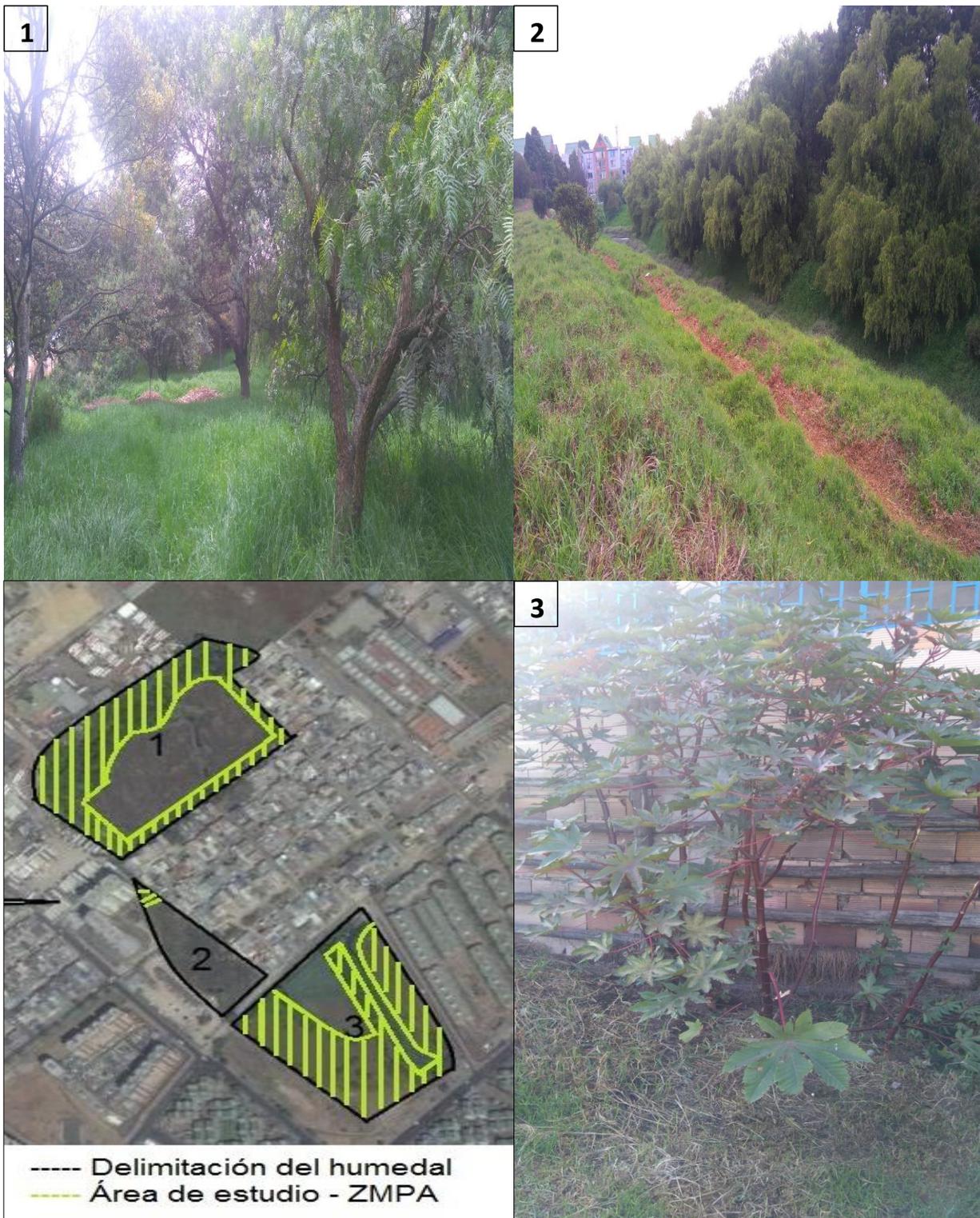


Figura 5. Delimitación área de estudio ZMPA humedal de Techo (Google earth, 2016). Localización de las parcelas de levantamiento de vegetación: 1. Zona norte, 2. sur y 3. occidental. (Fotos tomadas por el autor)

7. Metodología

7.1. Diseño metodológico

El proyecto se enfocó en el método cuantitativo, lo que hace referencia a medir parámetros que son comparables objetivamente, trabajando con datos cuantificables. Se hicieron parcelas en el humedal de Techo donde se obtuvo la información, con datos colectados en campo. El levantamiento de información se realizó en una plantilla con las variables a registrar (especies, altura, estrato, etc.). Estos datos fueron organizados, comparados y analizados para el estudio estadístico y gráfico de la información encontrada.

El humedal Techo se encuentra fraccionado en tres sectores, como consecuencia de la construcción de viviendas dentro del área del humedal, lo que hizo necesario cercar o alindar cada sector, por lo cual hay áreas dentro de cada uno en las que se presentan límites estrechos entre la ZMPA, la ronda hidráulica y el cerramiento. Por ello, aunque la literatura recomienda la realización de parcelas de 10x10m, en el proyecto se realizaron parcelas de un tamaño diferente por cuanto la ZMPA presentaba dimensiones más pequeñas en algunos tramos. Por consiguiente, se llevaron a cabo parcelas de 10x8 y de 10x1 para las arbóreas y arbustivas en los diferentes sectores.

Se ubicaron estacas para delimitar los puntos de muestreo y posteriormente se georreferenciaron mediante GPS. Después se parceló la zona, se realizó la toma de datos directamente en campo por medio de un inventario florístico y se colectaron ejemplares de las especies para ser depositadas en el Herbario del Jardín Botánico de Bogotá.

7.2. Métodos y procedimientos

En este apartado se enumeraron los diferentes métodos y procedimientos utilizados para el levantamiento y análisis de la información.

7.2.1. Composición florística en la ZMPA.

Por medio de un muestreo aleatorio estratificado, se recolectaron las muestras vegetales y se hizo el reconocimiento de las especies presentes. Para el inventario de la vegetación se tomaron muestras que corresponden a la porción terminal de una rama con varias hojas de 30 a 35 cm de longitud aproximadamente, la cual fue cortada limpiamente con las tijeras, dejando el ápice y la base completos. Para cada individuo se colectaron dos duplicados.

Los duplicados se depositaron en una misma bolsa plástica de 30x40 cm aproximadamente, sin anudar, dentro de la cual se adhirió una cinta con el número de colección de la muestra. Después cada muestra se guardó dentro de una bolsa de plástico negra donde se recogieron todas las muestras colectadas en el día.

Las especies identificadas en campo se nombraron, se tomó el registro fotográfico y se enumeraron en orden (UDBC, 2015). Posteriormente, fueron trasladadas al herbario del Jardín Botánico, donde se prensaron en papel periódico individualmente con un consecutivo de colección teniendo en cuenta que el permiso de colección había sido adelantado por el jardín botánico y por esta razón los números de colección se registraron bajo el nombre de la coordinadora de humedales Clara Morales. La colección inició desde el número 022 y llegó al 050, marcándolas con su respectivo número en la hoja individual, se apilaron en este mismo orden, se amarraron todas juntas e introdujeron en dos bolsas gruesas transparentes; luego se alcoholizaron en un 90%, se cerró bien para conservar las muestras y que no se volatilizara el alcohol.

Al día siguiente las muestras fueron llevadas al horno para secado por 24 horas. Pasado este tiempo se sacaron y se archivaron. Se realizaron las etiquetas, se tomaron las muestras y se anexo una a una en su respectiva hoja la etiqueta, para ser anexadas a la colección del herbario.

7.2.2. Estructura de la vegetación en la ZMPA.

Se subdividieron en dos categorías representativas:

Arbóreas y arbustivas: con Diámetro a la Altura del Pecho - $DAP \geq 10$ cm y mayor a 5 metros de altura para arbóreas y con Diámetro a la Altura del Pecho - $DAP \leq 10$ cm y de 1,5 a 5 metros de altura para arbustivas. El área total del humedal es de 11,67, mientras que la ZMPA, el área caracterizada, ocupa el 39,41% representado en 4,6 ha. Se realizaron parcelas de 10x8 m y en las áreas estrechas se tomaron medidas distintas de parcela de 1x10 m. se realizó estimación de la altura con una aplicación para celular llamada Easy Height Measure y se registró si corresponde al estrato arbóreo o arbustivo; se midió los dos ejes principales de la copa (D1 y D2) con cinta métrica para hallar el porcentaje de cobertura. Se midió y registro la Circunferencia a la Altura del Pecho- CAP con cinta métrica para obtener por medio de la ecuación el DAP. Con estos datos se calculó el índice de valor de importancia.

Herbáceas: individuos con altura menor a 1,5 m. Se tomó con cinta métrica la altura, se contaron la cantidad de individuos, se anotó y se registró la medida de la parcela (2x2). Estos datos son usados en las ecuaciones para obtener el porcentaje de cobertura y abundancia e índice de valor de importancia.

Con el uso de índices se pretendió reconocer la diversidad de especies individualmente y en el hábitat, determinar las especies dominantes por su área basal y la frecuencia con que son encontradas en el ecosistema.

7.2.2.1. *Altura.*

La altura de los individuos estimada o medida con vara o clinómetro es útil para conocer la estratificación de la comunidad. Rangel & Lozano (1986) propusieron un arreglo para la distribución vegetal:

- Rasante (r): <0.3 m
- Herbáceo (h): 0.3 – 1.5 m
- Arbustivo (ar): 1.5 – 5 m
- Subarbóreo o de arbolitos (Ar): 5 – 12 m
- Arbóreo inferior (Ai): 12 – 25 m
- Arbóreo superior (As): >25 m

7.2.2.2. *Densidad.*

Referente a la abundancia, efectuada por conteo directo de los árboles, arbolitos y en algunos casos, arbustos y por el uso de escalas de estimación relativa de Braun-Blanquet (1979) para hierbas y arbustos. Para el estudio de densidad, se hace necesario realizar parcelas (para árboles y arbustos) o cuadrantes (para herbáceas).

$$D_a = N_I * m^2$$

Ecuación 1. Densidad absoluta

Dónde:

D_a: densidad absoluta

N_I: número de individuos

7.2.2.3. Cuadrantes y parcelas.

El caso más común de estimación de densidades proviene de superficies o áreas de muestreo. Incluye el uso de cuadrados, rectángulos o círculos, sin descartar otras formas. Para superficies mayores a 1x1 m se denomina parcelas. (Ramírez, 2006)

7.2.2.4. Área basal.

Se refiere a la suma de las áreas del tronco determinadas a la altura del pecho. Se expresa en unidades de superficie y refleja la biomasa o volumen de madera de aquella. El CAP o DAP son medidas relacionadas con el área basal (Ramírez, 2006). El DAP se obtiene con cinta diamétrica, cuando no se tiene, se toma el CAP en centímetros y se calcula el diámetro por medio de la fórmula:

$$DAP = CAP/\pi$$

Ecuación 2. Diámetro a la altura del pecho

- CAP (circunferencia a la altura del pecho) = $2\pi r$
- DAP (diámetro del tronco a la altura del pecho) = $2r$
- Área del tronco a la altura del pecho = πr^2
- Área basal de un ejemplar (cm²) = $CAP^2(\text{en cm a la altura del pecho}) / (4\pi)$
- Área basal de un ejemplar (cm²) = $DAP^2(\text{en cm a la altura del pecho}) * \pi/4$

$$\text{Área basal relativa (\%)} = \text{área basal de la especie} / \text{área basal total} * 100$$

Ecuación 3. Área basal relativa (%)

7.2.2.5. Cobertura.

Obtenida por el cálculo directo en m² del área que proyecta sobre el suelo la copa de cada individuo de los estratos altos y por estimación visual en los bajos. Al finalizar se suman las proyecciones de cada individuo para dar la proyección por especie y se relaciona con respecto al área total muestreada. Con este enfoque, cada estrato alcanza un máximo de cobertura de 100%. Así, la cobertura de una especie es la suma de las coberturas de cada individuo, mientras que la cobertura de un estrato es la suma de las coberturas de las especies que allí se ubican. (Rangel & Velásquez, 2007)

Para los estratos arbóreo y arbustivo en las parcelas se obtienen los datos, se calcula y obtiene el porcentaje a continuación:

$$\begin{aligned} A &\rightarrow 100\% \\ P &\rightarrow X \\ X &= \% \text{ especie o estrato} \end{aligned}$$

Ecuación 4. Porcentaje de cobertura de la especie o estrato arbóreo y arbustivo.

Dónde:

A: Área del levantamiento

P: proyección de la copa sobre el suelo

X: porcentaje de cobertura de la especie o estrato

Para el estrato herbáceo se deben hacer parcelas de 2x2 metros, contar las plántulas y los individuos herbáceos. Al final se tendrá un total de individuos y un cubrimiento estimado por superficie seleccionada. Después se calcula un valor promedio para cada individuo, por lo que se asume que cada individuo tiene la misma cobertura. (Rangel & Velásquez, 2007). Luego de obtener el % de especie, se obtiene el porcentaje de cobertura de la siguiente forma:

$$\%I = X/\text{cantidad de individuos}$$

$$\%E = I \times \% \text{ individuo}$$

Ecuación 5. Porcentaje de cobertura de la especie herbácea

Dónde:

X: porcentaje de cobertura de la especie

%I: individuo

%E: porcentaje de la especie

$$\text{Cobertura relativa (\%)} = \text{Cobertura de la especie (\%)} / \text{Cobertura total de las especies que conforman el estrato} * 100$$

Ecuación 6. Cobertura relativa (%)

$$\text{Densidad relativa (\%)} = N^{\circ} \text{ de individuos de la especie} / N^{\circ} \text{ total de individuos} * 100$$

Ecuación 7. Densidad relativa (%)

Tabla 4

Categorías de cubrimiento y su decodificación.

Cubrimiento (%)	Densidad	Código	Índice
1 – 5	Muy escasa	me	1
5 – 10	Escasa	e	2
10 – 25	Muy clara	mc	3
25 – 50	Clara	c	4
50 – 75	Poco densa	pd	5
75 - 90	Densa	d	6
90 - 100	Muy densa	md	7

Porcentaje de cubrimiento, tipo de densidad e índice numérico, tomada de *Hernández, 2000*.

7.2.3. Diversidad y riqueza de especies en la ZMPA.

Los datos obtenidos en la composición florística y la estructura de la vegetación, se utilizaron para desarrollar las ecuaciones de diversidad y riqueza, obtener por especie el índice de

diversidad, el índice de importancia y la frecuencia con que se encuentra la especie en cada uno de los tres sectores.

7.2.3.1. Índices de diversidad y riqueza

Para calcular diversidad se utilizaron el índice de Shannon-Weaver y para riqueza el índice de Simpson.

$$H' = -\sum (p_i \ln p_i)$$

Ecuación 8. Índice de Shannon-Weaver

Dónde:

$p_i = n_i/N$

n_i/N es una relación de riqueza

$$\text{Diversidad específica relativa} = N^\circ \text{ especies} * 10^{-3} / \text{superficie } m^2$$

Ecuación 9. Diversidad específica relativa (Rangel, 1991)

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Ecuación 10. Índice de Simpson

Dónde:

S = número de especies

N= total de organismos presentes (o unidades cuadradas)

n= número de ejemplares por especie

7.2.3.2. Índice de valor de importancia.

Se calcula para comparar submuestras de una superficie perteneciente a una misma unidad paisajista. Se representa en la ecuación siguiente. La densidad relativa y la dominancia relativa (área basal) se calculan como el IPF (Rangel & Velásquez, 2007).

$$IVI = \text{Densidad relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

Ecuación 15. Índice de valor de importancia, IVI. (Finol, 1976)

$$\text{Frecuencia relativa (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de veces o submuestras en que se repite una especie}}{\text{N total submuestras}} * 100$$

Ecuación 16. Frecuencia relativa (%)

La sumatoria de los valores del IVI para todas las especies que se incluyen en un análisis tiene un valor máximo de 300 (Caín & De Oliveira-Castro, 1959)

7.3. Restablecimiento de la cobertura vegetal en la ZMPA desde los criterios forestales.

Al obtener los resultados de composición y estructura se logra elaborar una tabla, estableciendo desde los criterios forestales, los diferentes manejos que se requieren en el humedal para lograr un proceso adecuado de restablecimiento, conservación y sustentabilidad del ecosistema de humedal, orientados por los objetivos forestales enfocados a la conservación ambiental.

7.4. Variables e indicadores

Las variables medidas para los individuos arbóreos, arbustivos y herbáceos en cada parcela realizada en los tres sectores del humedal, tienen asociados los indicadores que se relacionan a continuación.

Tabla 5

Variables e indicadores

Variable	Indicadores	Estrato
DAP	≥ 10 cm y mayor a 5 m.	Arbóreo y
	≤ 10 cm y de 1,5 a 5 m.	arbustivo
Área basal	área basal ejemplar	Arbóreo y
	área basal especie	arbustivo
Cobertura	% especie	
	% cobertura relativa	
Densidad	% densidad relativa	
Índice de diversidad	diversidad específica relativa	Arbóreo,
Frecuencia	índice de valor de importancia IVI	arbustivo y
	% frecuencia relativa	herbáceo.
Índice de valor de importancia IVI	% densidad relativa	
	% dominancia relativa	
	% frecuencia relativa	

Variables e indicadores utilizados para el estudio de las especies vegetales.

7.4. Población y/o muestra

La población de estudio son las especies vegetales en la ZMPA del humedal Techo, la cual tiene un porcentaje del 39,41% del total del humedal, representado en 4,6 ha.

El muestreo se realizó a tres estratos definidos así:

Para especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm y una altura mayor a 5 metros y especies arbustivas con DAP ≤ 10 cm y entre 1,5 a 5 metros de altura, en parcelas de 10 x 8 m y 1 x 10 m.

Para herbáceas con altura inferior a 1,5 m en parcelas de 2x2 m. Todas las especies fueron igualmente identificadas y contabilizadas.

7.5. Síntesis y descripción del proceso metodológico

Para documentar la caracterización se consultaron los factores biofísicos de fuentes externas. En campo, se demarcaron identificando por georreferencia las parcelas herbáceas, arbustivas y arbóreas, para determinar la composición florística, la estructura de la vegetación, y los índices de diversidad y riqueza de cada especie caracterizada que serán objeto de estudio (Figura 6).

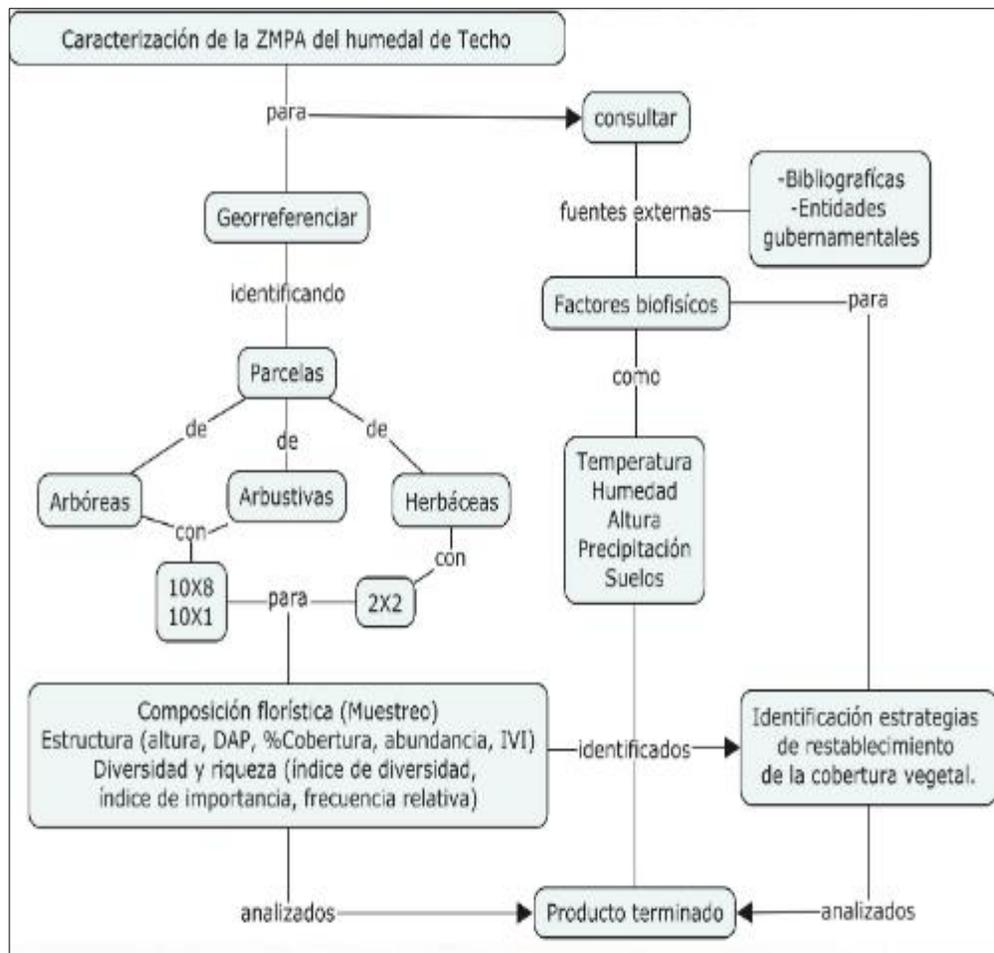


Figura 6. Mapa conceptual de descripción del proceso metodológico.

8. Resultados

8.1. Composición florística en la ZMPA.

En la caracterización florística se evaluaron diferentes aspectos de las especies presentes en los tres sectores del humedal.

8.1.1. Riqueza

En los tres sectores (Norte, sur y occidental) del humedal de Techo, se encontraron 328 individuos en el estrato arbóreo, 111 en el arbustivo y 109 en el herbáceo, distribuidos en 20 familias, representados en 28 géneros y 30 especies totales.

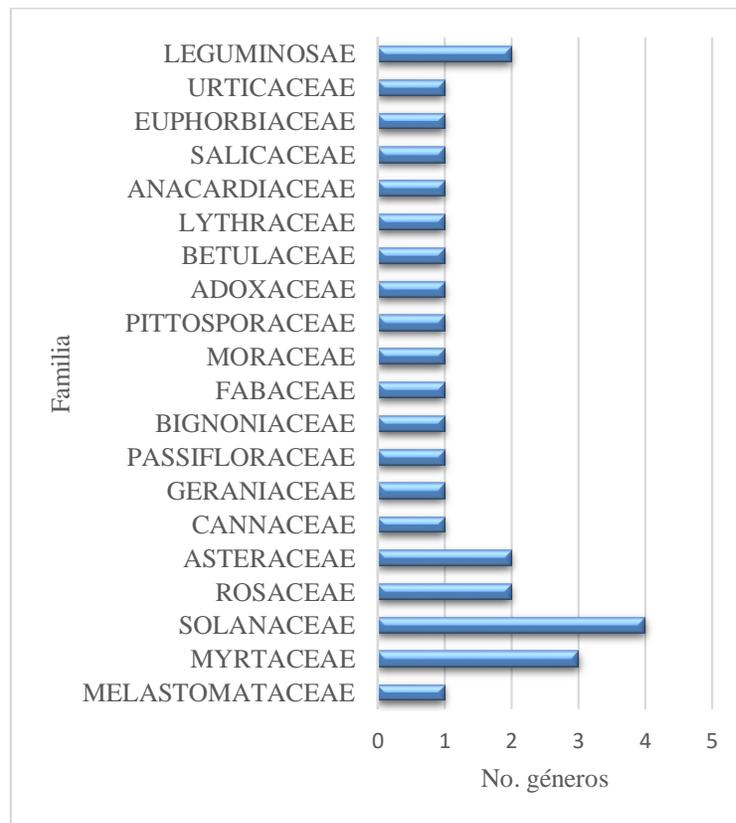


Figura 7. Familias con mayor riqueza en número de géneros

Las familias con mayor riqueza en número de género son cinco (5) como se puede observar en la figura 7, de las cuales la principal es la Solanaceae con cuatro (4) géneros, le siguen la Myrtaceae con tres (3), y la Rosaceae, Asteraceae y Leguminosae con dos (2) géneros respectivamente; las demás familias fueron representadas con un género cada una.

En cuanto a mayor riqueza de especies por familia, las más representativas fueron Solanaceae con cuatro (4) especies, seguida por Myrtaceae con tres (3) especies, Rosaceae, Asteraceae, Fabaceae, Moraceae, Salicaceae y Leguminosae con dos (2) especies cada una.

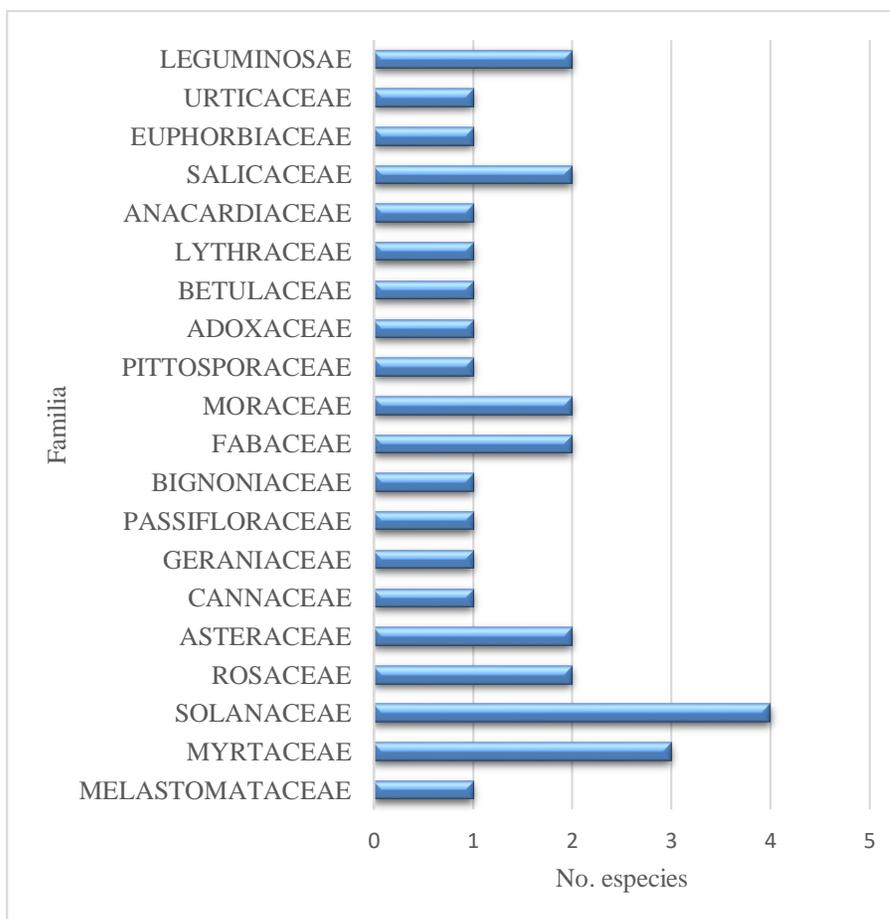


Figura 8. Familias con mayor riqueza en número de especies

Los géneros más representativos fueron *Salix*, *Ficus* y *Acacia* con dos (2) especies respectivamente. Los otros veinticinco géneros están representados cada uno con una especie.

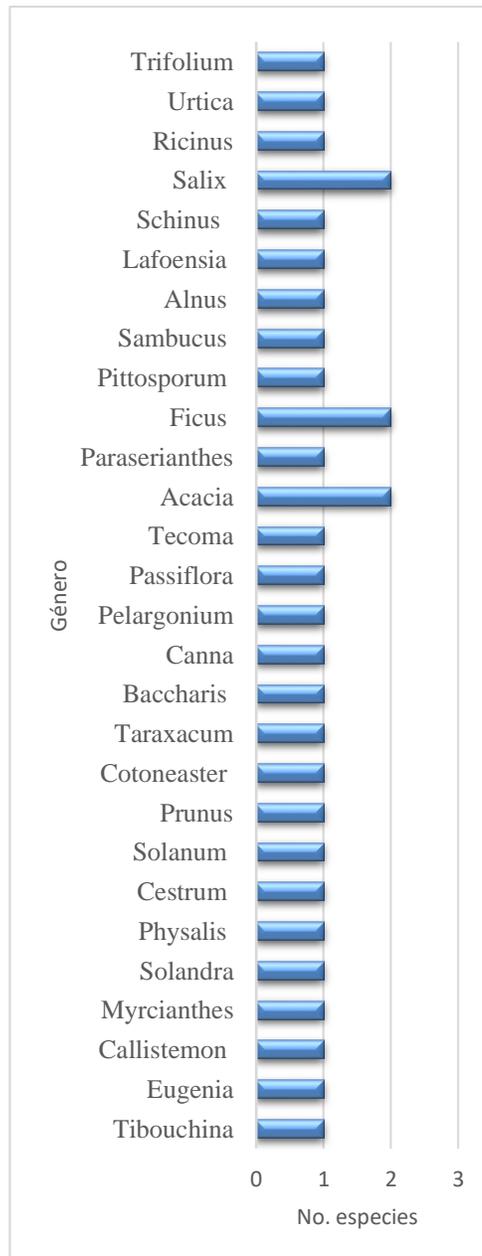


Figura 9. Géneros con mayor riqueza en número de especies

Cada uno de los tres sectores se identifica con taxas diferentes. Es sobresaliente la riqueza del sector norte en número de familias, géneros y especies, seguido por el sector sur y por último el sector occidental.

Tabla 6

Familias, géneros y especies en los tres sectores.

Sector	No. Familias	No. Géneros	No. Especies
norte	20	27	29
occidental	6	6	6
sur	6	7	7

Número de familias, géneros y especies en cada uno de los tres sectores de humedal de techo.

En el sector norte las familias con mayor riqueza en cuanto a género son Solanaceae con cuatro (4) y Myrtaceae con tres (3). Para el sector occidental, la riqueza en familias no es representativa, ya que posee solo un (1) género por cada una de ellas. Mientras que el sector sur tiene su mayor riqueza representada por la familia Rosaceae con dos (2) géneros.

Los géneros más ricos por especie están representados en el sector norte por *Acacia* con dos (2) especies y *Salix* con dos (2), mientras que en el sector sur está el género *Acacia* con dos (2) especies. Para el sector occidental la riqueza por especie no es representativa, pues cada género tiene una sola especie.

Las especies con mayor cantidad de individuos en el sector norte fueron para *Acacia melanoxylon* R. Br., con ciento veintisiete (127), *Cotoneaster pannosus* French, con cuarenta y tres (43), *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. con veintisiete (27), *Acacia decurrens* Willd con veintiséis (26) y *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels con veinticinco (25). En el sector sur *Acacia melanoxylon* R. Br., con ciento veintitrés (123) y *Cotoneaster pannosus* French con dieciocho (18). En el sector occidental *Ricinus communis* L. con siete (7) individuos. Cabe anotar que en los

sectores norte y sur predominan las especies *Acacia melanoxylon* R. Br. y *Cotoneaster pannosus* French.

8.1.2. Diversidad

Para el análisis de la dominancia y diversidad se aplicaron los índices que a continuación presentan los resultados obtenidos.

8.1.2.1. Índice de Shannon-Wiener e índice de Simpson

Para el índice de diversidad de Shannon, se observa que en los tres sectores se presentó una diversidad muy baja, siendo mayor la del sector norte con 1.95, seguido del sur con 0.71 y el occidental con 0.56.

Para el índice de Simpson, el sector norte presento una muy alta dominancia con 0.36, el sector sur mostro una dominancia muy alta con 0.10 al igual que el sector occidental, con 0.10.

Tabla 7

Índice de Shannon-Wiener e índice de Simpson

Sector	Norte	Sur	Occidental
<i>Índice de Shannon-Wiener</i>	1,95	0,71	0,56
<i>Índice de Simpson</i>	0,36	0,10	0,10

Índices de Diversidad de Shannon-Weiner y Simpson en los tres sectores.

8.2. Clasificación de la estructura de la vegetación

Para clasificar la estructura de la vegetación se tomaron los datos de altura, DAP y cobertura de cada sector y se obtuvieron histogramas de frecuencia para cada individuo.

8.2.1. Altura

La distribución de alturas se dividió en los dos tipos de estructuras en que se realizaron los muestreos: arbórea y arbustiva que obtuvo 439 individuos.

La distribución de valores de altura en la estructura arbustiva y arbórea en el sector norte, diferencio 8 intervalos, para el tercer intervalo (5.13 – 6.94) se congregaron 52 individuos siendo este el mayor número y representado principalmente por *Cotoneaster pannosus* French, a diferencia del último intervalo (14.01 - 16.0) que presento 16 individuos.

Tabla 8

Tabulación frecuencia de altura arbórea y arbustiva sector norte

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	1.50	3.31	34
2	3.31	5.13	46
3	5.13	6.94	52
4	6.94	8.75	25
5	8.75	10.56	36
6	10.56	12.38	37
7	12.38	14.19	31
8	14.19	16.0	16

Clase, límite inferior, límite superior, y la frecuencia de recurrencia.

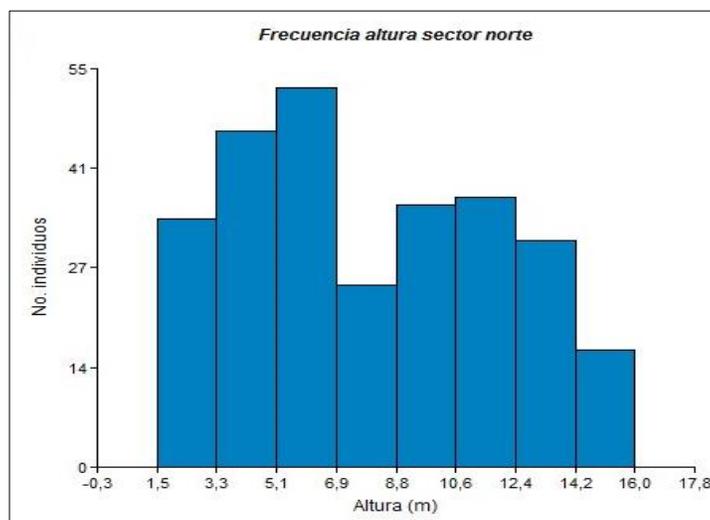


Figura 10. Distribución de frecuencias para altura en el sector norte.

En el sector sur, la distribución de valores de altura fue mayor en el primer intervalo (3.20 - 5.60) en su mayoría de la especie *Cotoneaster pannosus* French, que agrupo 44 individuos, mientras que en el intervalo de clase seis (15.20 - 17.60) se ubicaron 5 individuos.

Tabla 9

Tabulación frecuencia de altura arbórea y arbustiva sector sur

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	3.20	5.60	44
2	5.60	8.00	40
3	8.00	10.40	32
4	10.4	12.8	13
5	12.8	15.20	10
6	15.20	17.60	5
7	17.60	20.00	6

Clase, límite inferior, límite superior, y la frecuencia de recurrencia.

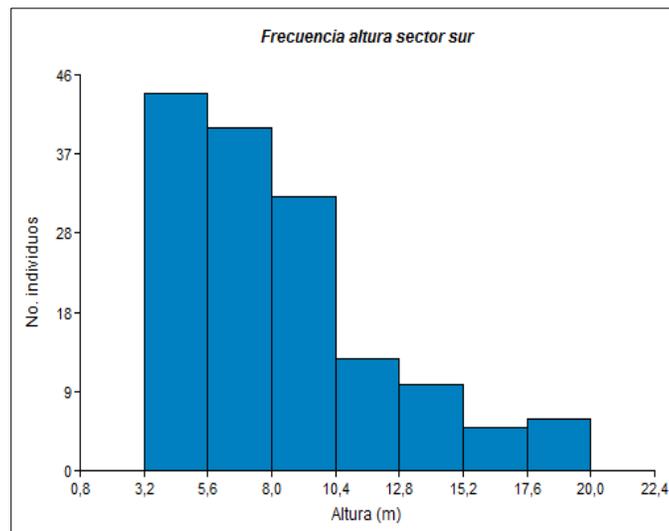


Figura 11. Distribución de frecuencias para altura en el sector sur.

De otro lado, para el sector occidental la altura mayor se presentó en el primer intervalo (1.60 – 2.93) agrupando 5 individuos principalmente de la especie *Ricinus communis* L, mientras que en el segundo intervalo (2.93 – 4.27) se ubicaron 4 individuos y en el tercer intervalo (4.27 – 5.60) se encontraron 3 individuos.

Tabla 10

Tabulación frecuencia de altura arbórea y arbustiva sector occidental

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	1.60	2.93	5
2	2.93	4.27	4
3	4.27	5.60	3

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de recurrencia.

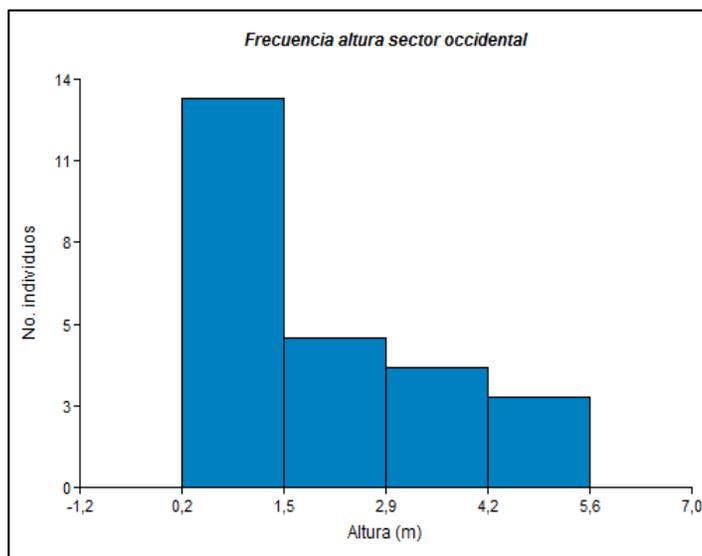


Figura 12. Distribución de frecuencias para altura en el sector occidental.

8.2.1.1. Estratificación

Para los sectores muestreados se diferenciaron los siguientes estratos propuestos por Rangel y Lozano (1986):

Sector norte: rasante (0 - < 1,50m), arbustivo (1,50 - < 5m), subarbóreo o de arbolitos (5 – 12 m) y arbóreo inferior (12 – 25 m).

Sector sur: rasante (0 - < 1,50m), arbustivo (1,50 - < 5m), subarbóreo o de arbolitos (5 – 12 m) y arbóreo inferior (12 – 25 m).

Sector occidental: rasante (0 - < 1,50m), arbustivo (1,50 - < 5m) y subarbóreo o de arbolitos (5 – 12 m).

8.2.3. DAP

Para el DAP en el sector norte se encontró una mayor concentración de individuos en el segundo intervalo (15.68 – 30.72) con 123 individuos, los cuales se representaron en su mayoría por la especie *Acacia melanoxylon* R.Br. El menor número de individuos se registró en los rangos (90,88 – 105.92) y (105.92 – 120.96) con 1 y 3 individuos respectivamente.

Tabla 11

Tabulación frecuencia de DAP sector norte

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	0.64	15.68	65
2	15.68	30.72	123
3	30.72	45.76	51
4	45.76	60.80	14
5	60.80	75.84	11
6	75.84	90.88	9
7	90.88	105.92	1
8	105.92	120.96	3

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de recurrencia.

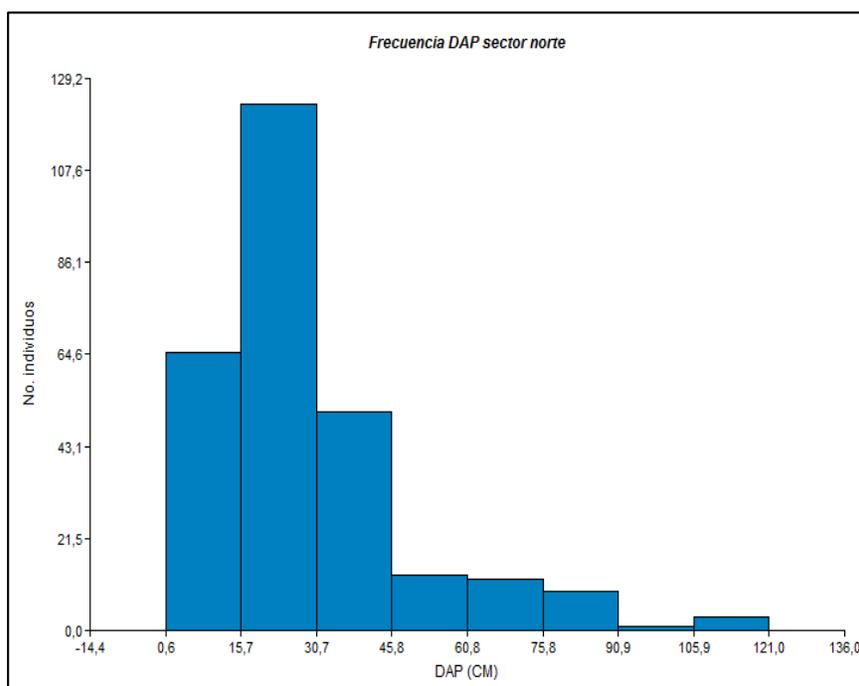


Figura 13. Distribución de frecuencias para DAP en el sector norte.

El sector sur se presentó para el parámetro DAP, mayor concentración de individuos en el segundo intervalo (18.05 – 31.33) con 79 en total pertenecientes en su mayoría a la especie *Acacia melanoxylon* R.Br. Por otro lado, la más baja concentración de individuos estuvo en los rangos (57.89 – 71.16) con 4 y (84.44 – 97.72) con 2 individuos.

Tabla 12

Tabulación frecuencia de DAP sector sur

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	4.77	18.05	28
2	18.05	31.33	79
3	31.33	44.61	24
4	44.61	57.89	7
5	57.89	71.16	4
6	71.16	84.44	6
7	84.44	97.72	2

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de recurrencia.

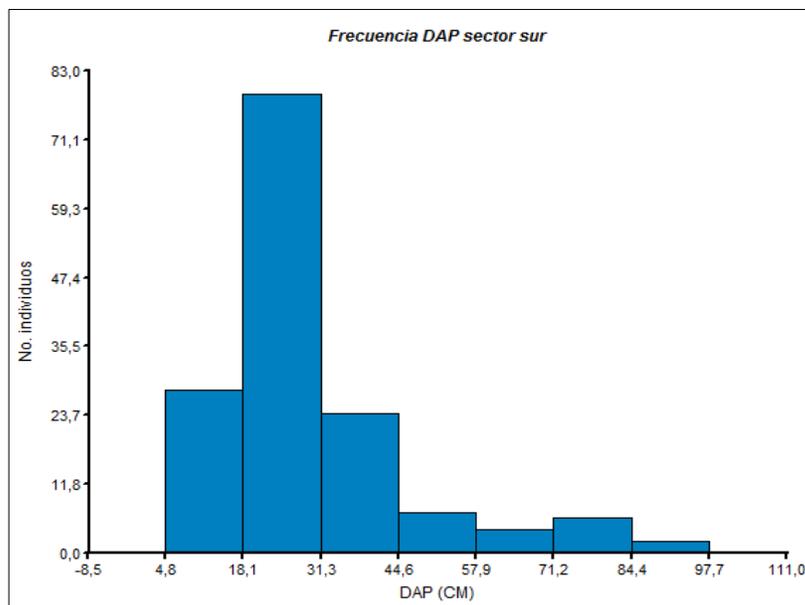


Figura 14. Distribución de frecuencias para DAP en el sector sur.

El parámetro DAP en el sector occidental obtuvo una concentración mayor con 9 individuos pertenecientes a la especie *Ricinus communis* L. en el intervalo (4.46 – 17.61), mientras que en los otros dos intervalos (17.61 – 30.77) y (30.77 – 43.93) concentraron 2 y 1 individuos respectivamente.

Tabla 13

Tabulación frecuencia de DAP sector occidental

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	4.46	17.61	9
2	17.61	30.77	2
3	30.77	43.93	1

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de recurrencia.

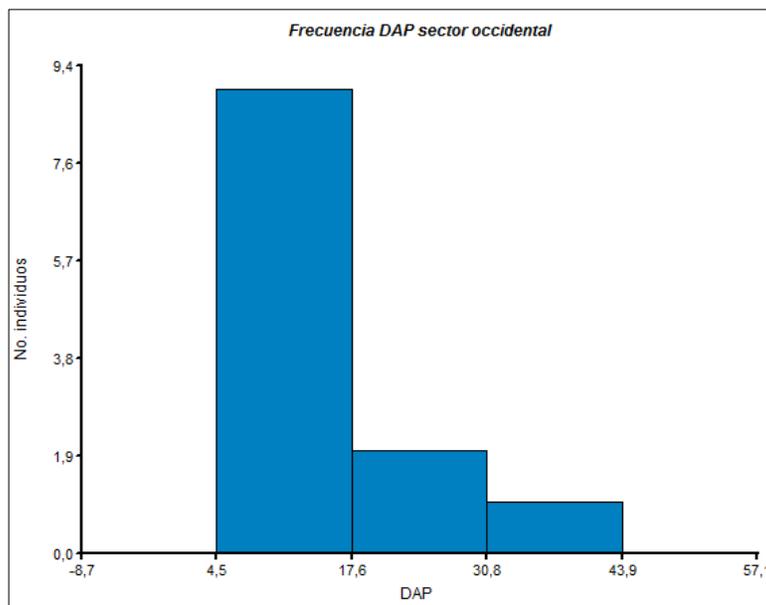


Figura 15. Distribución de frecuencias para DAP en el sector occidental.

8.2.4. Cobertura

Para definir la cobertura vegetal, se tuvo en cuenta la cobertura total por especie arbórea y arbustiva. Al final, se presenta un apartado con los diagramas estructurales de los estratos encontrados en los tres sectores.

Para el parámetro cobertura en el sector norte se encontraron 19 especies en el primer intervalo (0.08 – 1057.79), sin embargo, la mayor cantidad de cobertura por especie se concentró en *Acacia melanoxylon* R.Br. con 4.320 m², *Acacia decurrens* Willd con 1838.51 m² y *Cotoneaster pannosus* French, con 1072,5 m². Por el contrario, la más baja cobertura la presentó la especie *Solandra grandiflora* Sw, con 0.08 m².

Tabla 14
Cobertura arbórea y arbustiva sector norte

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	0.08	1057.79	19
2	1057.79	2115.50	2
3	2115.50	3173.22	0
4	3173.22	4230.93	1

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de cobertura.

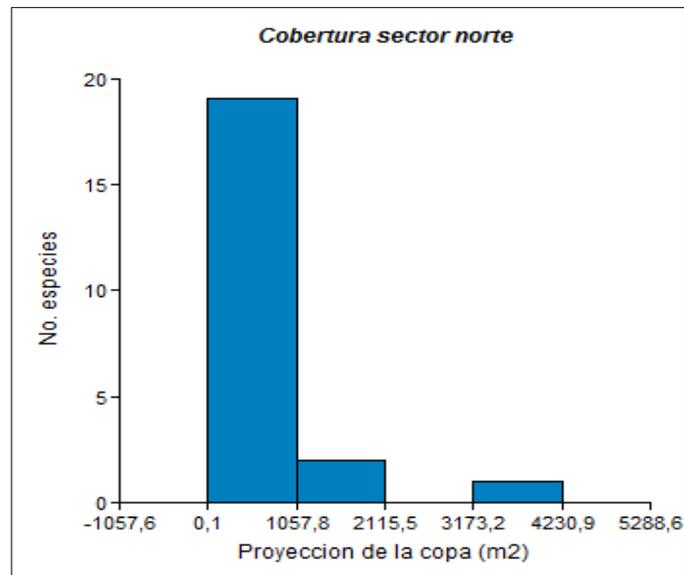


Figura 16. Distribución de frecuencias para cobertura en el sector norte.

En el sector sur, para el parámetro cobertura, el rango con mayor concentración de especies fue el primero (7.92 – 1187,81) con 8 en total. La especie que presentó mayor cobertura

fue *Acacia melanoxylon* R.Br. con 3.547,5 m² y la más baja fue de *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels con 7,91 m².

Tabla 15

Cobertura arbórea y arbustiva sector sur

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	7.92	1187.81	8
2	1187.81	2367.70	0
3	2367.70	3547.59	1

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de cobertura.

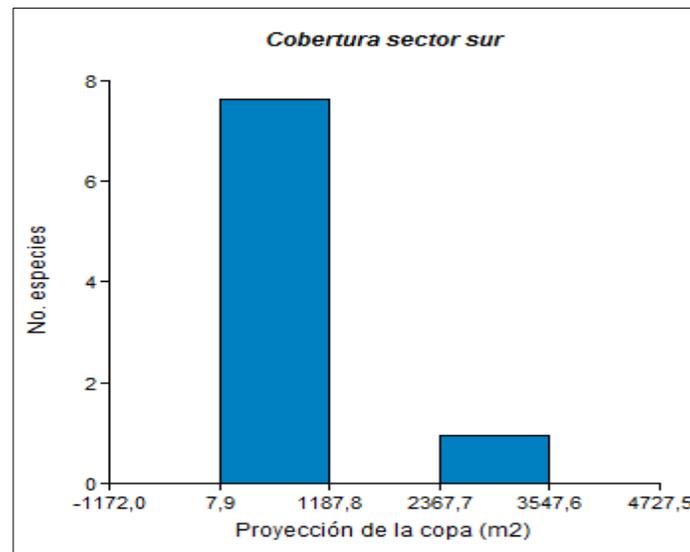


Figura 17. Distribución de frecuencias para cobertura en el sector sur.

El sector occidental presento solo 1 especie en el segundo intervalo y 2 en el primero. La más baja cobertura fue representada por la especie *Eugenia uniflora* L. con 1,74 m², mientras que la mayor cobertura fue para la especie *Ricinus communis* L., con 62,6 m².

Tabla 16

Cobertura arbórea y arbustiva sector occidental

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	1.74	32.18	2
2	32.18	62.63	1

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de cobertura.

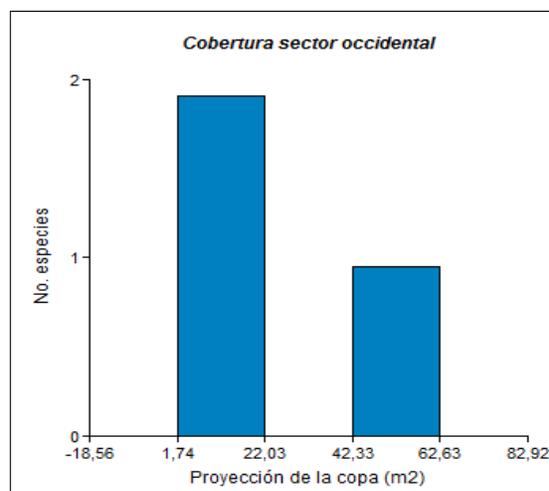


Figura 18. Distribución de frecuencias para cobertura en el sector occidental

8.2.5. Índice de valor de importancia (IVI)

El IVI para la especie de mayor importancia en el sector norte y sur es para *Acacia melanoxylon* R. Br., y la especie codominante fue *Cotoneaster pannosus* French. Para el sector occidental la especie de mayor importancia fue *Ricinus communis* L y la codominante fue *Eugenia uniflora* L.

Tabla 17

IVI sector norte

Especie	No. Árbol	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Área basal relativa	IVI
<i>Acacia decurrens</i>	27	9,7	12,244	17,4	39,395
<i>Acacia melanoxylon</i>	125	45,126	31,292	29,7	106,179
<i>Alnus acuminata</i>	1	0,361	0,680	0,12	1,170
<i>Baccharis latifolia</i>	2	0,722	0,680	3,79	5,194
<i>Callistemon citrinus</i>	24	8,664	9,523	3,03	21,227
<i>Cestrum buxifolium</i>	2	0,722	1,360	0,00038	2,0829
<i>Cotoneaster pannosus</i>	43	15,523	18,367	32,34	66,230
<i>Eugenia uniflora</i>	6	2,166	2,721	0,0267	4,908
<i>Ficus carica</i>	1	0,361	0,680	0,00060	1,041
<i>Lafoensia acuminata</i>	3	1,083	2,040	0,389	3,513

<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	1	0,361	0,680	0,0656	1,106
<i>Paraserianthes lophantha</i>	2	0,722	1,360	0,6087	2,691
<i>Pittosporum undulatum</i>	7	2,527	4,081	0,6847	7,293
<i>Prunus serotina</i>	3	1,083	0,680	0,0198	1,783
<i>Ricinus communis</i>	6	2,166	0,680	0,2877	3,134
<i>Salix humboldtiana</i>	1	0,361	0,680	1,7691	2,810
<i>Salix viminalis</i>	4	1,444	2,040	0,3808	3,865
<i>Sambucus nigra</i>	2	0,722	1,360	5,8629	7,945
<i>Schinus molle</i>	12	4,332	6,122	3,4301	13,884
<i>Solandra grandiflora</i>	1	0,361	0,680	0,0066	1,047
<i>Tecoma stans</i>	2	0,722	0,680	0,0028	1,405
<i>Tibouchina lepidota</i>	2	0,722	1,360	0,0033	2,085
Total	277	100	100	100	300

Índice de predominio fisionómico e índice de valor de importancia especies sector norte

Tabla 18
IVI sector sur

Especie	No. Árbol	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Área basal relativa	IVI
<i>Acacia decurrens</i>	1	0,6666	1,5625	1,3975	3,626
<i>Acacia melanoxylo</i>	123	2	64,062	57,8372	203,899
<i>Callistemon citrinus</i>	2	1,3333	3,125	2,28872	6,747
<i>Cotoneaster pannosus</i>	17	11,333	20,3125	36,1399	67,785
<i>Ficus elastica</i>	1	0,6666	1,5625	0,73318	2,962
<i>Paraserianthes lophantha</i>	3	2	4,6875	0,47451	7,1620
<i>Prunus serotina</i>	1	0,6666	1,5625	0,15526	2,3844
<i>Ricinus communis</i>	1	0,6666	1,5625	0,44465	2,673
<i>Salix humboldtiana</i>	1	0,6666	1,5625	0,52917	2,758
Total	150	100	100	100	300

Índice de predominio fisionómico e índice de valor de importancia especies sector sur

Tabla 19
IVI sector occidental

Especie	No. Árbol	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Área basal relativa	IVI
<i>Eugenia uniflora L.</i>	1	8,333	16,666	14,282	39,282
<i>Paraserianthes lophantha</i>	1	8,333	16,666	1,136	26,136

<i>Ricinus communis</i>	10	83,333	66,666	84,581	234,58
Total	12	100	100	100	300

Índice de predominio fisionómico e índice de valor de importancia especies sector occidental

8.2.4. Diagramas estructurales ZMPA por sector

Para cada uno de los tres sectores se realizó un diagrama estructural, teniendo en cuenta el área total de la ZMPA del sector como el 100% y de allí el porcentaje que ocupaba cada estrato sobre el total. El área de la ZMPA de cada sector está representada así: sector norte con 1,4 hectáreas, sector sur con 3,05 hectáreas y sector occidental con 0,15 hectáreas (IDEADE, EAB & SDA, 2009).

El porcentaje de cobertura para el sector norte del estrato arbóreo fue de 55,7%, siendo este el de mayor porcentaje en los tres, siguiéndolo la cobertura arbustiva con 7,7% y el herbáceo con 0,63%; para el sector sur se obtuvo un 12,8% del estrato arbóreo, un 1,3% del arbustivo y el herbáceo con un porcentaje total de 0,02%; mientras que para el sector occidental el porcentaje del estrato arbustivo fue 4,3% y el herbáceo con 2,06% siendo el más bajo el estrato arbóreo con 0,36%.

Los porcentajes restantes en cada gráfica, 35,97% en el sector norte, 85,8% del sector sur y de 93,28% en el sector occidental, representan a la especie invasora *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., de nombre común pasto kikuyo, que predomina en la mayor parte de la ZMPA del humedal.

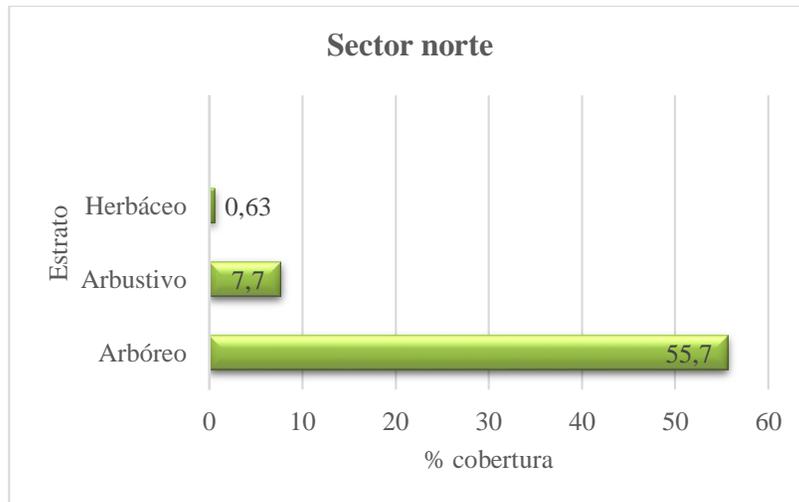


Figura 19. Diagrama de cobertura por estrato sector norte

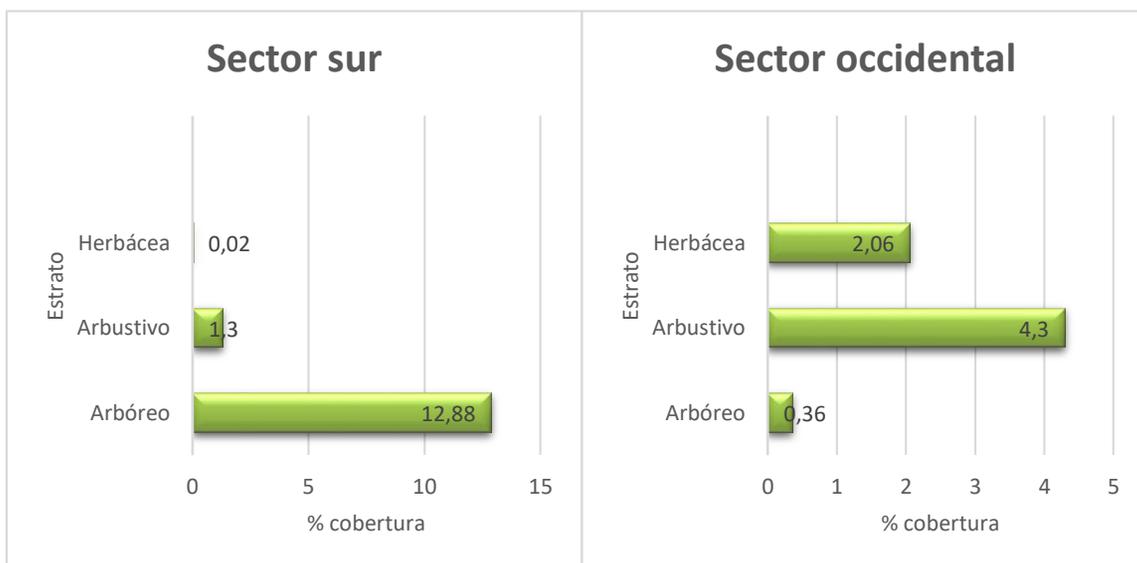


Figura 20. Diagrama de cobertura por estrato, sector sur y occidental

8.2.5. Características del estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo que conto con 109 individuos, encontrados en los tres sectores del humedal, se lograron compilar las siguientes características representativas de su composición estructural.

8.2.1.2. Altura de individuos herbáceos

La distribución de valores de altura en la estructura herbácea en el sector norte, diferencio 6 intervalos, donde el primer intervalo (0.10 – 0.30) se encontró 44 especies representado principalmente por *Urtica dioica* L., el segundo y el cuarto intervalo obtuvieron una frecuencia de 16 cada uno, mientras que el último intervalo (1.10 – 1.30) presento 3 especies.

Tabla 20

Tabulación frecuencia de altura herbácea sector norte

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	0.10	0.30	44
2	0.30	0.50	16
3	0.50	0.70	2
4	0.70	0.90	16
5	0.90	1.10	9
6	1.10	1.30	3

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de recurrencia.

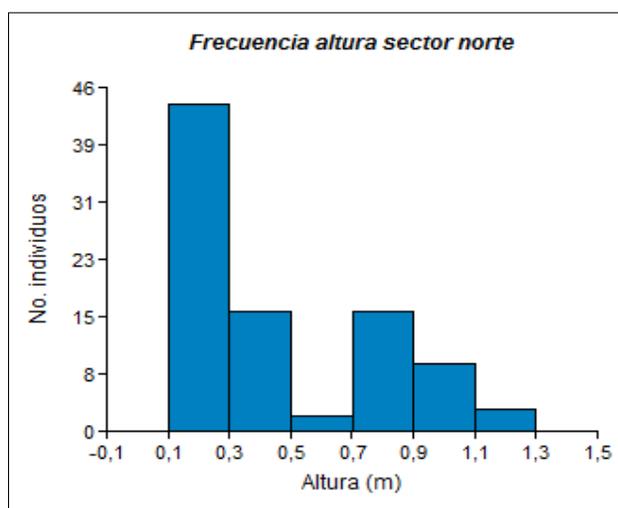


Figura 21. Distribución de frecuencias para altura en el sector norte.

El sector sur solo presento dos intervalos, representado el primero por 4 individuos de la especie *Taraxacum campylodes* G.E.Haglund y el segundo por 2 individuos de la especie *Trifolium repens* L.

Tabla 21

Tabulación frecuencia de altura herbácea sector sur

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	0.10	0.30	4
2	0.30	0.50	2

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de recurrencia.

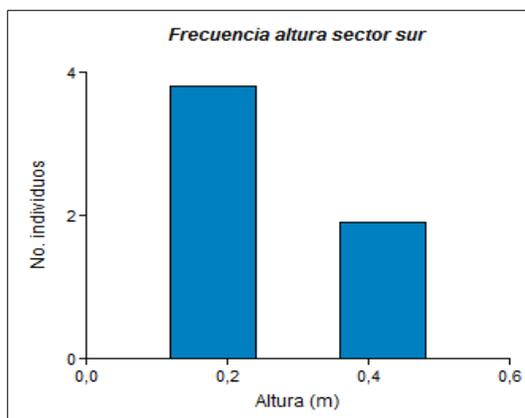


Figura 22. Distribución de frecuencias para altura en el sector sur.

Para el sector occidental los intervalos presentados fueron 3, el de mayor frecuencia fue el último intervalo que tuvo como principal la especie *Pelargonium hortorum* L.H. Bailey con 10 individuos, para el primer intervalo y para el segundo presentaron 1 y 2 individuos respectivamente.

Tabla 22

Tabulación frecuencia de altura herbácea sector occidental

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	0.15	0.57	1
2	0.57	0.98	2
3	0.98	1.40	10

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de recurrencia.

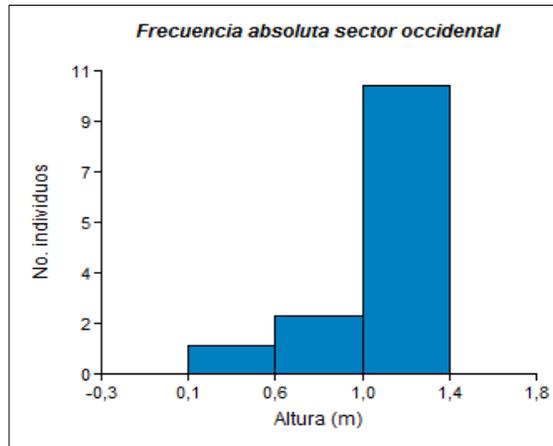


Figura 23. Distribución de frecuencias para altura en el sector occidental.

8.2.4.2. Cobertura individuos herbáceos

Para la cobertura por estrato herbáceo en el sector norte, se encontró que el mayor es de 9 m² pertenecientes a la especie *Physalis peruviana* L. La distribución de frecuencias de cobertura arrojó una mayor agrupación de especies en el intervalo (0.40 – 20.69) con un total de 7, mientras que el último intervalo (40.99 - 61.28) solo contiene una especie, perteneciente a *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.

Tabla 23

Cobertura herbácea sector norte

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	0.40	20.69	7
2	20.69	40.99	0
5	40.99	61.28	1

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de cobertura.

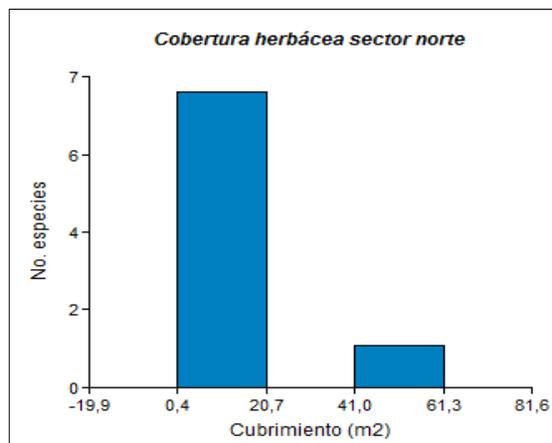


Figura 24. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector norte.

La cobertura herbácea del sector sur está representada principalmente por *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. con 7 m², la cual acompañaba a las especies *Taraxacum campylodes* G.E.Haglund con 0.6 m² y *Trifolium repens* L., con 0.4 m².

Tabla 24

Cobertura herbácea sector sur

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	0,40	3,70	2
2	3,70	7,00	1

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de cobertura.

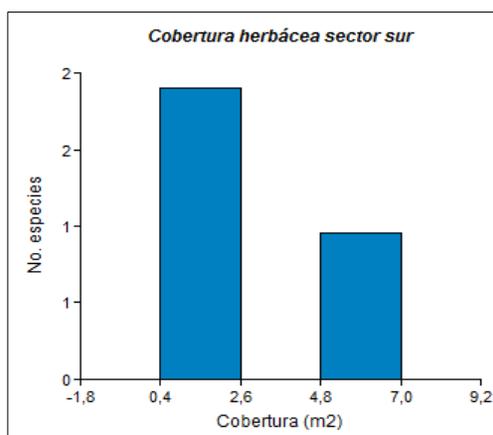


Figura 25. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector sur.

En el sector occidental la mayor cobertura fue de 10.8 m² para la especie *Pelargonium hortorum* L.H. Bailey y *Eugenia uniflora* L. con 10 m². La menor concentración fue en el último intervalo (5.50 – 10.80) representado por las especies nombradas anteriormente.

Tabla 25

Cobertura herbácea sector occidental

Clase	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia
1	0.20	5.50	3
2	5.50	10.80	2

Clase, límite inferior, límite superior y frecuencia de cobertura.

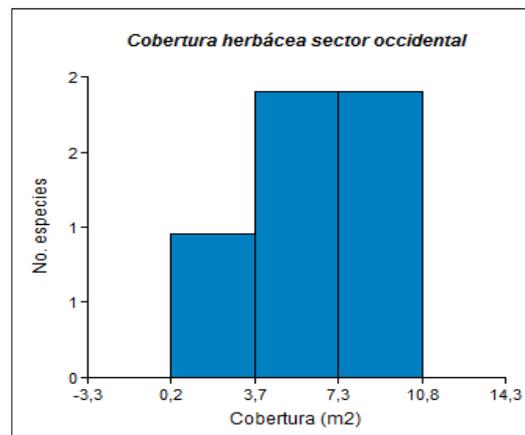


Figura 26. Distribución de frecuencias para cobertura por especie en el sector occidental.

8.2. Composición y estructura vegetal en la ZMPA desde los criterios forestales.

Al obtener los resultados de composición y estructura en la ZMPA, se pueden evidenciar características según criterios desde la perspectiva forestal. Para ello, se determinaron criterios de composición y estructura que se deben cumplir para obtener el objetivo determinado en cada aspecto.

Tabla 26

Criterios forestales observados en composición y estructura en la ZMPA.

Objetivo	Composición	Estructura
Preservar la biodiversidad	Baja cantidad de familias, especies e individuos nativos asociadas a humedales de la sabana.	Diversidad de géneros y especies arbóreas y arbustivas exóticas principalmente. Predominio de especies importantes exóticas.
Conservar o propiciar un microclima	Especies con baja diversidad y alta dominancia que no generan las condiciones para establecer un microclima adecuado al hábitat.	Poca cobertura y especies con estructuras y arreglos espaciales inapropiados para el ecosistema. Disminución de estratos arbóreos y arbustivos que ayudan a conservar y mantener el microclima. Poca cobertura herbácea, predominando los pastos.
Asegurar la sostenibilidad	Mayor riqueza de géneros exóticos como <i>Acacia spp</i> ; Alta dominancia de especies altamente invasoras exóticas, potencialmente invasoras exóticas y potencialmente invasoras nativas de Suramérica.	Predominancia de estratos arbóreo y arbustivo de géneros exóticos, que generan una resistencia y competencia por nutrientes y agua con las especies nativas.
Mitigar los efectos perjudiciales del sol, viento y la lluvia sobre los suelos.	Evidencia da la diversidad y riqueza de especies que afectan la estructura y protección del suelo, incrementando los efectos perjudiciales de los factores climatológicos sobre el suelo.	Distribución y conformación espacial no apropiada de diferentes estructuras de individuos, dejando espacios sin protección.
Regular la escorrentía y minimizar la pérdida del suelo	Alta diversidad de especies que influyen en el proceso de pérdida de suelo y aumento de la escorrentía.	Cobertura de especies sectorizadas, con espacios cubiertos únicamente por pastos.

Descripción de la composición y estructura encontrada en el humedal de Techo desde los criterios forestales.

9. Análisis y discusión de resultados

En el humedal de techo se encontró 439 individuos en los estratos arbóreo y arbustivo y 109 en el estrato herbáceo, para un total de 548 individuos, distribuidos en 20 familias, representados en 28 géneros y 30 especies. Según Chaparro (2003), la composición florística de los humedales de la sabana, está constituida por un total de 35 familias, 69 géneros y 93 especies, en donde las familias con mayor número de especies son Asteraceae y Cyperaceae.

Tabla 27

Estudios comparativos de familias, géneros y especies.

Autor/ Año	Título	Resultados
Chaparro Rico, Beatriz. 2003	Los humedales de Bogotá y de la sabana.	93 especies, 35 familias y 69 géneros.
Cortés Sánchez, Sandra Pilar. 2009	Caracterización fisionómica, estructural y florística de algunas comunidades vegetales en la cuenca media del río Tunjuelo.	58 familias, 109 géneros, 148 especies.
Betancur Quiceno, Ana Melisa. 2012.	Caracterización de la vegetación presente en núcleos de vegetación establecidos como estrategia de restauración en el Parque Forestal Embalse del Neusa, Cundinamarca, Colombia.	18 familias, 45 géneros y 50 especies. Principales: Asteraceae con 13 especies, Poaceae con 6 especies; Lamiaceae, Polygonaceae y Rosaceae con 3 especies cada una; Cyperaceae con 2 especies.
Trujillo Ortiz, Ledy N. 2006	Caracterización florística y estructural, distribución y espacialización de comunidades vegetales en áreas priorizadas para la conservación en el distrito y la región.	43 familias, 27 especies y 194 individuos.
Cortés S., Sandra P. 2003	Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia)	36 géneros y 38 especies.
Yexmi Irene Rodríguez Murillo (2016)	Caracterización de la cobertura vegetal en la zona de manejo y preservación ambiental del humedal Techo.	20 familias, 28 géneros y 30 especies. Principales: Solanaceae con cuatro (4) especies, Fabaceae y Myrtaceae con tres (3) especies,

		Rosaceae, Asteraceae, Moraceae y Salicaceae con dos (2) especies cada una.
--	--	--

Estudios comparados con los resultados obtenidos en la caracterización del humedal de Techo.

En cuanto a riqueza por familia, se identificaron las principales como Solanaceae con cuatro (4) géneros, le siguen la Myrtaceae con tres (3), y la Rosaceae, Asteraceae y Leguminosae con dos (2). Para riqueza de especies encontradas por familia, las más representativas fueron Solanaceae con cuatro (4) especies, seguida por Myrtaceae con tres (3) especies, Rosaceae, Asteraceae, Fabaceae, Moraceae, Salicaceae y Leguminosae con dos (2) especies cada una. En cuanto a los géneros con mayor cantidad de especies sobresalieron *Salix*, *Ficus* y *Acacia* con dos (2) especies.

Estos resultados se encuentran relacionadas con las especies típicas por familia encontradas en humedales de la sabana (Cortes, 2008) zonas de altitudes similares entre bosques bajo andino y alto andino (Rangel, 2008), planicie no inundable como *Baccharis* y bosques de zona inundable (Rangel, 2003) como son la Asteraceae, Rosaceae, y los géneros *Salix*, *Cestrum*, y *Prunus*, y vegetación de pantano o ribera como *Solanum*. Los resultados encontrados contrastan con los estudios encontrados en la cuenca media del río Tunjuelo (Cortes, 2009) y Betancurt (2012) que coinciden en las familias de mayor riqueza con Asteraceae y Rosaceae.

Las especies con mayor cantidad de individuos reportadas en el humedal fueron *Acacia melanoxylon* R. Br., *Cotoneaster pannosus* Franch., *Acacia decurrens* Willd., *Callistemon citrinus* (Curtis) y *Taraxacum officinale* F.H. Wigg, esta última perteneciente a herbáceas. Cabe resaltar que las especies anteriormente nombradas son especies exóticas, que no pertenecen a la vegetación típica de la ZMPA de humedales, y son consideradas como invasoras (Díaz, 2012).

En la caracterización, se encontraron algunas especies nativas como *Salix viminalis* con cuatro (4) individuos, *Lafoensia acuminata* y *Prunus serotina* con tres (3) individuos, *Tibouchina lepidota*, *Myrciantes leucoxila*, *Cestrum mutissi*, *Baccharis latifolia* y *Tecoma stans* con dos (2) individuos cada una; *Alnus acuminata*, *Solanum ovalifolium* y *Salix humboldtiana* con uno (1); de estos géneros, los encontrados típicamente en ecosistemas de humedal son *Baccharis*, *Cestrum*, *Alnus*, *Solanum*, *Salix*, *Prunus* y *Cestrum* como se evidencia en el estudio realizado a los humedales de la sabana (Chaparro, 2003)

Estas cifras, al ser contrastadas con las encontradas en el plan de manejo del humedal de Techo, han disminuido en cantidad de individuos (752 a 542), pero se conserva las franjas de *Acacia* spp. Como se describe en el estudio “memorias de los oasis de la localidad de Kennedy”, ello puede ser debido a culminación del ciclo de vida de varios individuos, la pérdida de terreno del humedal, las condiciones del suelo que son atípicas por ser un terreno ondulado con gran cantidad de sedimentos y rocas provenientes del uso como relleno por parte de los habitantes circundantes y la mala calidad del agua que entra al humedal (Bonilla, 2011).

Para la altura registrada en los tres sectores se evidencio una acumulación mayor de individuos en los rangos más bajos, que van de los estratos rasante hasta subarbóreo o de arbolitos propuestos por Rangel y Lozano (1986), de los 0,10 m a los 0,30 m de las herbáceas, y de entre 3,2 m hasta 6,2 m para los estratos arbustivos y arbóreos, siendo representado principalmente por la especie *Cotoneaster pannosus* Franch, mientras que las mayores alturas las represento la especie *Acacia melanoxylon* con 18 m. Estos rangos de altura son comunes en los bosques andino de zonas bajas, como se ve en la similitud de alturas del estudio de Cortes, (2003).

Esta acumulación de individuos en los estratos subarboreo y de arbolitos, se asemeja a lo encontrado en los estudios realizados en bosques similares (Betancur, 2012), (Trujillo, 2006), (Cortés, 2003) por lo que se sugiere que este tipo de vegetación es adaptable y de mayor regeneración para las condiciones topográficas, confirmando así que las especies arbustivas en la región de la sabana, poseen un alto grado de dominancia. Esto es debido a la altitud y las condiciones climáticas de la zona andina, donde las especies de los estratos bajos predominan por la resistencia a los vientos, a las lluvias, a que los procesos metabólicos son más lentos o por procesos de regeneración natural; también suele mantenerse permanentemente este tipo estructural arbustivo debido a factores como la profundidad efectiva del suelo y a la pendiente (INSAT & G.C., 2006), que para el caso, sería muy acertado por la composición y estructura de los suelos a causa de la intervención antrópica.

El DAP en los tres sectores se concentró con mayor cantidad de individuos entre los rangos 15,3 cm – 31,3 cm pertenecientes en su mayoría a la especie *Acacia melanoxylon* R.Br. Los mayores valores obtenidos se encontraron principalmente en la especie *Sambucus nigra* L. con un máximo de 120,9 cm. Los valores mayores a 44,4 cm presentan una baja concentración de individuos, que podría explicarse por el tipo de vegetación y la juventud de los mismos. El sector occidental presento un rango entre los 4,5 cm y los 17,6 cm en mayor frecuencia de individuos, lo cual se diferencia de los parámetros obtenidos en los sectores norte y sur, debido a la edad y el tipo de especies, principalmente *Ricinus communis* L y *Paraserianthes lophantha* Willd.

Este mismo patrón de rangos se observó en las microcuencas de la Q. Guangua y Suate (Betancur, 2012) de bosque andino y en los estudios de la cuenca del río Tunjuelo (Cortés, 2009), y bosque andino de zonas bajas (Cortés, 2003), donde predominó la vegetación de matorral, que presenta este rango de DAP en su estructura.

La mayor cobertura arbórea y arbustiva estuvo en los rangos entre 7,9 m² – 1187,8 m² en su mayoría de la especie *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels, mientras que la especie con mayor cubrimiento es *Acacia melanoxylon* R.Br. con 4.320 m². La cobertura herbácea mayormente representada por *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov, especie de nombre común kikuyo, el cual predomina en los tres sectores del humedal.

El porcentaje de cobertura en la ZMPA en el sector norte es de 36%, siendo el de mayor cubrimiento vegetal de los tres sectores. Esto es debido a que la zona ha sido intervenida, por la calidad y cantidad de especies que contiene, y por la ubicación de la misma. El sector sur por su parte, tiene un cubrimiento de 14%, debido a la topografía ondulante, ya que era un lugar de relleno de los escombros y desechos de los predios que invadieron la zona del humedal. Al ser recuperada recientemente la parte ocupada por un parque, esta zona no ha sido intervenida. El sector occidental solamente tiene un 5% de cobertura, esto se da por el hecho que la zona principalmente es de inundación, además que se encuentra muy reducida por escombros y la delimitación tanto del barrio como de un conjunto cerrado de apartamentos.

Estos atributivos de cobertura, difieren de los encontrados en Suate (Betancur, 2012) y Chía (Cortés, 2003) donde predomina la cobertura herbácea, y coincide con las zonas de priorización de Bogotá (Trujillo, 2006), donde la estructura arbustiva presento la mayor concentración de individuos para el parámetro cobertura.

El índice de Shannon revelo que los tres sectores presentaron una diversidad muy baja, lo que contrasta con los resultados obtenidos por (Betancur, 2012) y (Cortés, 2009) donde los índices fueron de diversidad alta.

Para el índice de Simpson presentaron una dominancia muy alta los tres sectores, siendo confirmada por la diversidad baja obtenida. Esto está representado en los estudios de (Betancur, 2012) de muy alta dominancia, y contrasta con los resultados obtenidos por (Trujillo, 2006) y (Cortes, 2009) donde los bosques obtuvieron un alto índice de dominancia.

Para el IVI las especies *Acacia melanoxylon* R.Br. arbórea y *Cotoneaster pannosus* Franch arbustiva, son las de mayor importancia en el área del humedal Techo, esto por causa del área basal y la frecuencia con que se encontró la especie en los sectores de estudio. Este es mayor que en especies típicas de la sabana, puesto que en los resultados de (Cortés, 2003) y (Trujillo, 2006), los estratos con mayor IVI son los herbáceos y arbustivo, que caracteriza la vegetación de bosque andino bajo de la sabana. Cabe resaltar que estas dos especies invasoras, son muy abundantes (Diaz, 2012) y encontradas en los humedales de la sabana de Bogotá (Chaparro, 2003), no solo por acciones antrópicas propias, también por la dispersión de semillas involuntariamente al depositar escombros de un bosque de estas especies en otro lugar.

Con respecto a los diagramas estructurales, se observaron los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo propuesto por Rangel & Lozano (1986). Esto es muy similar a lo descrito en las áreas de priorización del distrito por Trujillo (2006), y la cuenca del río Tunjuelo (Cortés, 2009). El sector norte es el que posee más cobertura por sector de los tres, sin embargo, el estrato con mayor cobertura para los sectores norte y sur es el arbóreo, debido a la construcción de jarillones y procesos de reforestación con introducción de árboles exóticos invasores. (Vargas, 2012). En el sector occidental se evidencia mayor cobertura en el estrato arbustivo.

Sin embargo, se logra evidenciar que la cobertura de estos estratos no logra cubrir toda la superficie, puesto que en el terreno hay espacios baldíos, ocupados solamente por pasto

kikuyo, que se asemeja con los resultados del estudio de la vegetación en el humedal Tibanica (SDA, 2009) donde la especie *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov, tiene un gran porcentaje de cobertura siendo un invasor que afecta el crecimiento de especies herbáceas y la regeneración natural de las especies nativas.

En cuanto a los criterios forestales, se puede apreciar que hay una baja diversidad de familias, géneros y especies nativas, reemplazadas por especies exóticas en mayor porcentaje. Así mismo, el microclima es afectado por la falta de la apropiada cobertura, puesto que se encuentran pequeños parches de arbustos y arbóreas que cubren zonas linealmente, dejando zonas despejadas, siendo afectadas por los efectos de la radiación directa sobre el suelo, la influencia del viento y la lluvia, generando degradación del suelo, impactado altamente por la escorrentía la pérdida de suelo, que se agrava por la topografía ondulante y la composición estructural del suelo. Con esto, no es posible asegurar la sostenibilidad del ecosistema, ya que, sin la cobertura, protección y restablecimiento de especies adecuado, no es posible lograr la sostenibilidad del ecosistema, que está gravemente afectado por la influencia antrópica, la pérdida de cobertura, la disminución de especies nativas, la afectación de la fauna y la degradación del suelo, que ha generado la pérdida de gran parte del cuerpo de agua.

10. Conclusiones

Para los tres sectores estudiados se encontró un total de 548 individuos, divididos en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, distribuidos en 20 familias, representados en 28 géneros y 30 especies.

La familia con mayor riqueza de género y especie fue la Solanaceae, mientras que los géneros más representativos por especie fueron *Salix*, *Ficus* y *Acacia*, los cuales se encuentran comúnmente en los humedales de Bogotá.

Los índices de Shannon-Wiener y de Simpson revelaron una diversidad muy baja en el humedal Techo, siendo el sector norte quien tiene un mejor índice de los tres con 1,95, están los otros dos por debajo de uno (1).

Para el parámetro altura, la mayor frecuencia de individuos lo represento la especie *Cotoneaster pannosus* French, y los individuos con mayor altura los represento la especie *Acacia melanoxylon* R.Br.

En cuanto a los parametros de DAP y cobertura, la especie *Acacia melanoxylon* R.Br. y *Cotoneaster pannosus* French, fueron las más representativas en frecuencia y con mayores valores.

La composición estructural de altura, DAP y cobertura mostro que los valores siempre mantienen el rango estructural arbustivo, posiblemente por los procesos de revegetalización por parte de la comunidad y la intervención antrópica que ha sufrido el ecosistema.

La especie con mayor importancia ecológica fue *Acacia melanoxylon* R. Br., y la especie codominante fue *Cotoneaster pannosus* French. Esto sugiere que el proceso de intervención antrópica ha generado el incremento de la población de especies exóticas invasoras que son fácilmente adaptables y de mayor reproducción, que no representan las especies nativas de los humedales de la sabana de Bogotá.

El sector norte posee las mejores condiciones de los tres, en cuanto a composición y estructura, puesto que contiene la mayor cantidad de individuos, la mejor cobertura, riqueza y porcentaje de cobertura de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, por ser el sector con mejor disponibilidad de entrada y salida de agua, mejor ubicación y con cerramiento adecuado.

El humedal posee gran cantidad de especies invasoras exóticas y potencialmente invasoras, lo que genera una baja diversidad con respecto a las especies que son propias de la sabana inundable, perdiendo así cada vez más el espejo de agua.

Las condiciones anteriores, afectan la biodiversidad del humedal, generan pérdida de flora y fauna, imposibilitan una regeneración natural, disminuyen las condiciones adecuadas para un microclima, permitiendo que los factores ambientales como sol, viento y lluvia, degraden los suelos, imposibilitando la retención adecuada y la escurrentía positiva, que permita la sostenibilidad del cuerpo de agua en los sectores.

11. Recomendaciones

Realizar estudios florísticos en los humedales de la sabana, para lograr comparar entre estos la acción de las especies invasoras y detener su implementación, crecimiento y propagación.

Generar acciones de restablecimiento con cobertura de individuos nativos de la sabana y de humedal, permitiendo la sostenibilidad y diversificación de las especies vegetales del humedal y a la conservación del ecosistema.

Cerramiento adecuado de cada uno de los sectores, para impedir la afectación de los individuos que se planten, la acumulación de basuras y escombros y el deterioro del humedal por estrés con ruido e intervención antrópica por las viviendas y los vehículos que circulan por la zona contigua.

Eliminación manual de la vegetación invasora en etapas tempranas de especies como la *Acacia spp*, Holly, etc., para evitar su propagación, y disminuir la población de estas especies exóticas que afectan la composición del ecosistema.

Para el restablecimiento de la cobertura, se dispuso un cuadro donde se relacionan la composición y estructura encontrada en el humedal Techo, buscando cumplir cada aspecto para lograr el objetivo planteado por los sistemas agroforestales.

Tabla 28

Restablecimiento de cobertura basado en parámetros de composición y estructura del humedal de techo desde criterios forestales.

Objetivo	Composición	Estructura
Preservar la biodiversidad	Enriquecer el ecosistema con la plantación de individuos propios de	Plantación de árboles y arbustos que generan cobertura, mayor

	<p>bosque inundable de aliso pertenecientes a este ecosistema, que como su nombre indica lo domina <i>Alnus acuminata</i>, acompañado de <i>Miconia reclinata</i>, <i>Myrcianthes leucoxylla</i>, <i>Cestrum buxifolium</i>, <i>Baccharis latifolia</i>, etc., para conservar las características que contribuyen a la conservación florística y de fauna de la ZMPA del humedal.</p>	<p>disponibilidad de refugio, protección y aislamiento del ruido, y producción de alimento para aves, roedores e insectos que tienen como hábitat la ZMPA, aumentando la población, generando un incremento en el intercambio de nutrientes, propiciando la conservación del ecosistema de humedal.</p>
<p>Conservar o propiciar un microclima</p>	<p>Aumentar los individuos en cada uno de los sectores, a través de la reforestación con especies nativas de familias como Myrtaceae, Solanaceae, Salicaceae, Asteraceae, Rosaceae y Betulaceae.</p>	<p>Plantar árboles y arbustos como aliso, tinto, arrayán, cerezo, cucharo, mano de osos, sauce, tabaquillo y chilco, que poseen mayor cobertura vegetal para aumento y cuidado del cuerpo de agua por escorrentía, conservación del sombrío y protección de las especies de fauna acuáticas y terrestres que habitan en el humedal de los impactos climatológicos de la zona andina como son las épocas de lluvias y de sequías, manteniendo el equilibrio ecológico del humedal.</p>
<p>Asegurar la sostenibilidad</p>	<p>Controlar especies invasoras que se encuentran actualmente en el humedal, catalogadas así: Especies exóticas altamente invasoras como <i>Acacia melanoxylon</i>, <i>Acacia decurrens</i>, <i>Paraserianthes lophantha</i> y <i>Pennisetum clandestinum</i>. Especies potencialmente invasoras exóticas <i>Pittosporum undulatum</i>, <i>Ricinus communis</i>, <i>Cotoneaster pannosus</i> y <i>Sambucus nigra</i>. Especies potencialmente invasoras nativas de Suramérica como <i>Canna indica</i> y <i>Passiflora tripartita</i> (Vargas, 2012).</p>	<p>Establecimiento de especies de estratos arbóreo y arbustivo nativas, con mayor resistencia, propagación y regeneración natural, asegurando la sostenibilidad del ecosistema en el tiempo. Deshierbe de especies como</p>
<p>Mitigar los efectos perjudiciales del sol, viento y la lluvia sobre los suelos.</p>	<p>Realizar en forma de cerca vivas y cortinas rompevientos un cerramiento perimetral de cada sector con especies como <i>Baccharis latifolia</i>, <i>Alnus acuminata</i>, <i>Oreopanax floribundum</i>, <i>Smallantus pyramidalis</i>, <i>Myrsine ferruginea</i>.</p>	<p>Los árboles y arbustos con un buen desarrollo radical, una buena ramificación y doseles abundantes, sirven para protección del suelo de la incidencia directa de la radiación del sol, disminuyen la erosión generada por el viento al detener su entrada con fuerza en el ecosistema y cubrir el suelo con capas de material vegetal que disminuyen el impacto de las lluvias directas sobre el suelo y ayudan a mantener la infiltración del agua, disminuyendo la cantidad</p>

		y velocidad, mejorando la capacidad de infiltración del suelo.
Regular la escorrentía y minimizar la pérdida del suelo	Influencia de las especies arbóreas y arbustivas sobre la distribución de las lluvias.	Amortiguan el impacto de las lluvias al reducir la escorrentía superficial y la retención de agua, por el cubrimiento con material orgánico y el aumento de la biomasa del suelo, mejorando sus propiedades físicas.

Restablecimiento de la cobertura vegetal del humedal de techo, desde la composición y estructura.

Bibliografía

Arias, H. (2003). Los humedales en Bogotá. Personería de Bogotá. Bogotá, D.C. 203 pp.

Acueducto. Agua, Alcantarillado y Aseo de Bogotá. (2015) Revista digital: Humedales. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de: http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/swf/revistas/revista_hum/HUMEDALES.html

Alcaldía de Bogotá. (2006). Decreto 062 De 2006: Por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de Manejo Ambiental para los humedales ubicados dentro del perímetro urbano del Distrito Capital. Recuperado el 10 de octubre 2015 de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19659>

Alcaldía de Bogotá. (2007). Decreto 624 De 2007: Por el cual se adopta la visión, objetivos y principios de la Política de Humedales del Distrito Capital. Recuperado el 10 de octubre 2015 de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=28132>

Betancur, A. (2012). Caracterización de la vegetación presente en núcleos de vegetación establecidos como estrategia de restauración en el Parque Forestal Embalse del Neusa, Cundinamarca. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. Pág. 62.

Bonilla M, L. (2011). Tesis de grado “La vaca, el burro y techo: memorias de los oasis de la localidad de Kennedy”. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Comunicación Social y Lenguaje. Bogotá.

Centro de escritura Javeriano (Ed.). (2013). Normas APA. Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 20 de marzo de 2015 de: <http://portales.puj.edu.co/ftpcentroescritura/Recursos/Normasapa.pdf>

Chaparro, B. (2003). Los humedales de Bogotá y la sabana. Reseña de la vegetación en los humedales de la sabana de Bogotá. Acueducto de Bogotá. Bogotá, Colombia. Pág. 71

CONAFOR (2011). Manuel y procedimientos para el muestreo de campo. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. México.

Cortes, S. P. (2003). Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Caldasia. Vol. 25, No. 1. pp. 119-137

Cortes, S. (2009). Caracterización fisionómica, estructural y florística de algunas comunidades vegetales en la cuenca media del río Tunjuelo. José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. Pág. 85

DAMA (2006). Política de humedales de Distrito Capital. Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá D. C. Colombia.

Dansereau, P. (1957). Biogeography an ecological perspective. The Royal Press. New York, USA.

Díaz, A. & Díaz, E. (2012). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Segunda parte. Grupo de restauración ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaria Distrital de Ambiente. Bogotá, DC. Colombia. 248 pág.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (2009). Plan De Manejo Ambiental Humedal Capellanía. Bogotá. 105 pág.

Hermelin, Michel. (2005). Universidad EAFIT. Desastres de origen natural en Colombia. 1979-2004, Julio/05.

Hernández, J. (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. Chile.

INSAT & Gobernación de Cundinamarca. (2006) mapa de cobertura vegetal y cuerpos de agua del departamento de Cundinamarca. Bogotá, Colombia. 42 pp.

Instituto Humboldt (2006). Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (2015). Humedales de techo. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de: <http://www.jbb.gov.co/jardin/45-humedales-techo>

Ministerio del Medio Ambiente - Colombia (2002). Política Nacional para Humedales interiores de Colombia: Estrategias para su conservación y uso sostenible. 53 pág.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Moreno, V. & Garcia, J.F., Villalba, J.C. (2001). Descripción general de los humedales de Bogotá, D.C. Sociedad geográfica de Colombia, academia de ciencias geográficas.

OpEPA. (2016). Humedal - Descripción Completa. Organización para la Educación y Protección Ambiental. Bogotá, Colombia. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de: http://www.opepa.org/index.php?Itemid=31&id=197&option=com_content&task=view

Perdomo, A. Y. (2010). Tesis de grado “Diagnóstico socioambiental del barrio lagos de castilla sector II, a partir del proceso de protección del humedal de Techo, localidad de Kennedy, Bogotá D.C.” Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Humanas. Bogotá D.C. 123 pp.

Pontificia Universidad Javeriana & Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (2009). Plan de Manejo Ambiental del Humedal de Techo: Diagnostico y Plan de Acción. Bogotá. 105 pág.

Proambiente Ltda. & EAAB. (2001). Elaboración de los Diseños Detallados del Humedal de Techo. Bogotá – Colombia.

RAMSAR (2015). La Convención de Ramsar y su Misión. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de: <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convenci%C3%B3n-de-ramsar-y-su-misi%C3%B3n>

RAMSAR (2015). La Importancia de los Humedales. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de: <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>

Rangel, O. (2003). Los humedales de Bogotá y la sabana. El antiguo lago de la sabana de Bogotá, su vegetación y flora en el tiempo. Acueducto de Bogotá. Bogotá, Colombia. Pág. 53.

Rangel, O. (2008). Patrones en la distribución de la vegetación en áreas de páramo de Colombia: heterogeneidad y dependencia espacial. Caldasia. Vol 30, No. 2. pp.355-411.

Moreno, V. & García, J.F.& Villalba, J.C. (2000). Descripción General de los Humedales de Bogotá. SOGEOCOL. Bogotá.

Rangel, O. & A. Velásquez (1997). Métodos de estudio de la vegetación. 59-87 pp. En: J.O. Rangel-Ch (ed.), Diversidad Biótica II. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente, SDA (2008). Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente, SDA. (2009). Plan de Manejo Ambiental del Parque Ecológico Distrital Humedal Tibanica. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente, SDA. (2015). Humedales. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de <http://ambientebogota.gov.co/humedales>.

Secretaría Distrital de Ambiente, SDA. (2015). Normatividad. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de <http://ambientebogota.gov.co/normatividad2>

Trujillo, O. (2006). Caracterización florística y estructural, distribución y espacialización de comunidades vegetales en áreas priorizadas para la conservación en el distrito y la región. Subdirección científica jardín botánico de Bogotá “José Celestino Mutis”. Colombia. pág. 59.

Vargas, O. & Díaz, A. (2012). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Primera parte. Grupo de restauración ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaria Distrital de Ambiente. Bogotá, DC. Colombia. 14-23 pp.

Anexos

1. Formatos de levantamiento de la información cobertura arbórea, arbustiva y herbácea.

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN CARACTERIZACIÓN HUMEDAL TECHO COBERTURA ARBÓREA Y ARBUSTIVA



HOJA DE DATOS ____ DE ____

		FECHA								
ZONA			ÁREA PARCELA (M ²)							
PROFESIONAL					INSTRUMENTOS DE MEDIDA					
No.	PARCELA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ALTURA	ESTRATO	D1 (CM)	D2 (CM)	CAP (CM)	FOTO No.	OBSERVACIONES
1										
2										
3										

- D1:** Distancia de copa mayor (cm)
D2: Distancia de copa menor (cm)
CAP: Cintura del tronco a la altura del pecho

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN CARACTERIZACIÓN HUMEDAL TECHO COBERTURA HERBÁCEA



HOJA DE DATOS ____ DE ____

		FECHA					
ZONA			ÁREA PARCELA (M ²)				
PROFESIONAL					INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
No.	PARCELA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ALTURA	CI	FOTO No.	OBSERVACIONES
1							
2							
3							

CI:

Cantidad de individuos

2. Listado especies recolectadas herbario Jardín Botánico José Celestino Mutis.

Familia	Especie	No. colección
MELASTOMATACEAE	<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	022
MYRTACEAE	<i>Eugenia uniflora</i> L.	023
	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	037
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i> (Ortega) McVaugh	043
SOLANACEAE	<i>Solanandra grandiflora</i> Sw.	024
	<i>Physalis peruviana</i> L.	030
	<i>Cestrum buxifolium</i> Kunth	034
	<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	044
ROSACEAE	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	025
	<i>Cotoneaster pannossus</i> Bunge	036
ASTERACEAE	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	026
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	048
CANNACEAE	<i>Canna indica</i> L.	027
GERANIACEAE	<i>Pelargonium hortorum</i> L.H. Bailey	028
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora tripartita</i> (Juss.) Poir.	029
BIGNONIACEAE	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	031
FABACEAE	<i>Acacia decurrens</i> Willd	032
	<i>Acacia melanoxylo</i> R. Br.	035
MORACEAE	<i>Ficus carica</i> L.	033
	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	050
PITTIOSPORACEAE	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	038
ADOXACEAE	<i>Sambucus nigra</i> L.	039
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	040
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.)	041
ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i> L.	042
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	045
	<i>Salix viminalis</i> L.	046
LEGUMINOSAE	<i>Paraserianthes lophantha</i> (Willd.) I.C. Nielsen	047
EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus communis</i> L.	049

3. Familias, géneros y especies por sector.

Familia	Sector Norte		Sector Occidental		Sector Sur	
	Género	Especie	Género	Especie	Género	Especie
MELASTOMATACEAE	<i>Tibouchina</i>	<i>lepidota</i>				
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i>	<i>uniflora</i>	<i>Eugenia</i>	<i>uniflora</i>	<i>Callistemon</i>	<i>citrinus</i>
	<i>Callistemon</i>	<i>citrinus</i>				
	<i>Myrcianthes</i>	<i>leucoxylla</i>				
SOLANACEAE	<i>Solanandra</i>	<i>grandiflora</i>	<i>Physalis</i>	<i>peruviana</i>		
	<i>Physalis</i>	<i>peruviana</i>				
	<i>Cestrum</i>	<i>buxifolium</i>				
	<i>Solanum</i>	<i>ovalifolium</i>				
ROSACEAE	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>			<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
	<i>Cotoneaster</i>	<i>pannosus</i>			<i>Cotoneaster</i>	<i>pannosus</i>
ASTERACEAE	<i>Taraxacum</i>	<i>campylodes</i>	<i>Taraxacum</i>	<i>campylodes</i>		
	<i>Baccharis</i>	<i>latifolia</i>				
CANNACEAE	<i>Canna</i>	<i>indica</i>				
GERANIACEAE	<i>Pelargonium</i>	<i>zonale</i>	<i>Pelargonium</i>	<i>zonale</i>		
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora</i>	<i>tripartita</i>				
BIGNONIACEAE	<i>Tecoma</i>	<i>stans</i>				
FABACEAE	<i>Acacia</i>	<i>melanoxyllon</i>			<i>Acacia</i>	<i>melanoxyllon</i>
		<i>decurrens</i>				
MORACEAE	<i>Ficus</i>	<i>carica</i>			<i>Ficus</i>	<i>elastica</i>
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum</i>	<i>undulatum</i>				
ADOXACEAE	<i>Sambucus</i>	<i>nigra</i>				
BETULACEAE	<i>Alnus</i>	<i>acuminata</i>				
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia</i>					
ANACARDIACEAE	<i>Schinus</i>	<i>molle</i>				
SALICACEAE	<i>Salix</i>	<i>humboldtiana</i>				
		<i>viminialis</i>				
EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus</i>	<i>communis</i>	<i>Ricinus</i>	<i>communis</i>	<i>Ricinus</i>	<i>communis</i>
URTICACEAE	<i>Urtica</i>	<i>dioica</i>	<i>Urtica</i>	<i>dioica</i>		
LEGUMINOSAE	<i>Trifolium</i>	<i>repens</i>				
	<i>Paraserianthes</i>	<i>lophantha</i>			<i>Paraserianthes</i>	<i>lophantha</i>

