

Caracterización de la vegetación de la quebrada El Loro, Bucaramanga, Santander.

Nathalia Andrea Venecia Cogollo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Bióloga

Director

Björn Reu

Doctor en Ciencias Naturales

Codirectora

Zarith Tatiana Villamizar Gómez

Bióloga

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza.

A mis padres Joanne y Jaime, por su apoyo, amor y dedicación en todo proceso de mi vida.

A mis nonos, abuelos, familia y amigos por el amor brindado cada día e impulsarme a dar lo máximo.

Agradecimientos

A mi padres y familia por su amor incondicional, apoyo y ser motor en mi vida.

A mis amigos y a David por cada palabra de aliento, paciencia y cariño incondicional.

A mi director de pasantía de investigación Björn Reu por tenerme en cuenta y darme la oportunidad de trabajar en este proyecto, además de impartir conocimientos y enseñanzas.

A mi cotutora de pasantía Zarith Tatiana Villamizar por brindarme su acompañamiento y apoyo.

A los profesores de la escuela de Biología por la paciencia, dedicación y enseñanzas que hoy me permiten ser bióloga.

Contenido

	Pág.
Introducción	11
Competencias	15
1. Objetivos	15
1.1 Objetivo General	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2. Metodología	16
2.1 Área de estudio	16
2.2 Diseño de muestreo	17
2.2.1 Muestreo en campo	18
2.3 Determinación taxonómica en el herbario	19
2.4 Análisis de datos	20
2.4.1 Estructura florística	20
2.4.2 Diversidad florística	21
2.4.3 Composición florística	21
3. Resultados	22
3.1 Estructura florística	22
3.2 Diversidad florística	29
3.3 Composición florística	30

4. Discusión.....	32
4.1 Estructura florística (IVI).....	32
4.2 Diversidad florística (iNext)	34
4.3 Composición florística (PCoA).....	36
5. Conclusiones	38
Recomendaciones	38
Referencias Bibliográficas	40
Apéndices.....	49

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Área de estudio quebrada El Loro.	17
Figura 2. Levantamiento de los transectos con una soga de 50 m.	19
Figura 3. Riqueza de familias, géneros y especies de la quebrada El Loro.	22
Figura 4. Índice de valor de importancia (IVI) de la quebrada El Loro.	27
Figura 5. IVI del AI (A) y AS (B) de las especies con mayor índice de valor de importancia. ...	28
Figura 6. Riqueza de familias, géneros y especies de la quebrada El Loro Bucaramanga, Santander, dividida en dos áreas: AI y AS.	29
Figura 7. Curvas de rarefacción basadas en el tamaño de la muestra (línea sólida) y extrapolación (línea punteada), los números de Hill de orden $q=0$ riqueza de especies, $q=1$ índice de Shannon y $q=2$ índice de Simpson.	30
Figura 8. Análisis de coordenadas principales (PCoA) de los 15 transectos establecidos en la quebrada El Loro.	31

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Composición de plantas leñosas registradas en la quebrada El Loro.	23
Tabla 2. Composición de epífitas vasculares registradas en la quebrada El Loro.	25

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A Gráfico de PCoA con las especies, especies significativas o que dan soporte a la ordenación resultante del análisis multivariado.....	49
Apéndice B. Tabla de coordenadas de los 15 transectos.	50
Apéndice C. Tabla de epífitas, donde muestra la abundancia de especies encontradas en la quebrada El Loro.....	51

Resumen

Título: Caracterización de la vegetación de la quebrada El Loro, Bucaramanga, Santander*.

Autor: Nathalia Andrea Venecia Cogollo**

Palabras Clave: Quebrada, Bucaramanga, Transectos, Diversidad, Composición, Estructura

Descripción: Se realizó la caracterización de la vegetación de la quebrada El Loro en el municipio de Bucaramanga, Santander, Colombia. Esta zona está declarada como zona general de uso público sujeta a limitaciones, ya que pertenece al Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) de Bucaramanga. En el marco del contrato interadministrativo para realizar la “Revisión y actualización de los estudios y diseños para la construcción de la solución vial de la calle 53-54 conexión oriente-occidente, en el municipio de Bucaramanga”, se determinó la riqueza, diversidad, composición y estructura de la vegetación de la quebrada El Loro, para lo cual se establecieron 15 transectos de 50 x 4 m, modificando el método RAP propuesto por A. Gentry. En el área de influencia del proyecto, con aproximadamente 22 ha, se establecieron 10 transectos, y en el área de sustracción, con 2 ha, se establecieron 5 transectos más. Se muestrearon todos los individuos con un DAP ≥ 2.5 cm y se registraron las epífitas vasculares asociadas a estos. Se registraron 397 individuos, pertenecientes a 57 especies, 52 géneros y 28 familias. Las especies de árboles con mayor importancia ecológica fueron *Dipteryx odorata*, *Leucaena leucocephala* y *Guarea guidonia*. La familia más diversa fue Fabaceae con 9 géneros y 9 especies. Se encontraron 255 individuos de epífitas vasculares, pertenecientes a 12 familias, 15 géneros y 17 especies. Se evidenciaron diferencias en la diversidad, composición y estructura entre las áreas de estudio. Por último, estos resultados muestran que el área de influencia difiere en su composición, estructura y diversidad del área de sustracción dominada por especies no nativas. Por lo que no va en contravía con el trámite de sustracción de 2 ha del DRMI de la quebrada El Loro.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Björn Reu. Doctor en Ciencias Naturales. Codirectora: Zarith Tatiana Villamizar Gómez. Bióloga

Abstract

Title: Characterization of the vegetation of El Loro stream, Bucaramanga, Santander*

Author: Nathalia Andrea Venecia Cogollo**

Key Words: Stream, Bucaramanga, Transects, Diversity, Composition, Estructure

Description: The characterization of the vegetation was made in El Loro stream, located in the municipality of Bucaramanga in the department of Santander, Colombia. This zone is declared as a general zone of public use subject to limitations, since it belongs to the Regional District of Integrated Management (DRMI) of the Bucaramanga city. Within the framework of the interadministrative contract to carry out the "Review and update of the studies and designs for the construction of the road solution for street 53-54 east-west connection, in the municipality of Bucaramanga", the richness, diversity, composition and structure of the El Loro stream was determined, for which 15 transects of 50 x 4 m were established, modifying the RAP method proposed by A. Gentry. In the area of influence of the project, with approximately 22 ha, 10 transects were established, and in the subtraction area with 2 ha, 5 more transects were established. All individuals with a DAP ≥ 2.5 cm were sampled and the vascular epiphyte associated to them were recorded. 397 individuals were recorded, belonging to 57 species, 52 genera and 28 families. The tree species with the greatest ecological importance were *Dipteryx odorata*, *Leucaena leucocephala* and *Guarea guidonia*. The family with the greatest diversity was Fabaceae with 9 genera and 9 species. 255 individuals of vascular epiphytes were found, belonging to 12 families, 15 genera and 17 species. Differences in the diversity, composition and structure of the area of influence with respect to the subtraction area were evidenced and a greater diversity was found in the area of influence. Finally, these results show that the area of influence in its composition, structure and diversity from the subtraction area dominated by non-native species. Therefore, it does not go against the process of subtracting 2 ha from the DRMI of the stream El Loro.

* Degree Work

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Björn Reu. Doctor en Ciencias Naturales. Codirectora: Zarith Tatiana Villamizar Gómez. Bióloga

Introducción

Los parques urbanos son zonas cubiertas de vegetación dentro de las ciudades, áreas abiertas de uso público que proporcionan diferentes servicios a la comunidad como la reducción del ruido, regulación del microclima, purificación del aire y muchas veces son llamados el “pulmón” de la ciudad (Chiesura, 2004; Low, Taplin y Scheld, 2004). Bucaramanga cuenta con 130 parques urbanos y de ahí la representativa mención de “la ciudad de los parques” (Rivera, 2014). El 47% de las especies vegetales encontradas en Bucaramanga y su Área Metropolitana son nativas, y está representada por 32 familias, 72 géneros y 92 especies (Rojas, 2017).

La quebrada el Loro se ubica en el sector centro occidente de la meseta de Bucaramanga, en el departamento de Santander, área que comprende los barrios Real de Minas, Gómez Niño, la Concordia, San Miguel y Candiles (Salguero, 2009; AMB, 2018); es un área declarada zona general de uso público sujeta a limitaciones según el acuerdo de consejo directivo No. 1246 del 31 de mayo del 2013 de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) (Acuerdo 1246 del 2013), siendo una categoría de ordenamiento territorial gracias al acuerdo de área protegida No. 0839 (DRMI- CDMB, 2013; DMI-CDMB, 1996). Además, el parque de la quebrada El Loro se encuentra conectado con un número importante de parques, lo que amortigua la presión antrópica (AMB, 2018).

La quebrada El Loro en la década de los años 20 a los años 60 fue parte del antiguo aeropuerto Gómez Niño (Kilô, 2019). Según pobladores de la zona, hace 50 años se encontraban cultivos de cacao y café, entre otros árboles frutales. En la actualidad es un bosque urbano fragmentado con vegetación secundaria (Fábregas, 2008; Salguero, 2009; AMB, 2018), ya que

presenta características de un bosque seco tropical, con la presencia de especies como *Cecropia peltata*, *Triplaris americana*, *Melicoccus bijugatus*, *Astronium graveolens*, *Hura crepitans*, entre otras (Ideam et al., 2017); y con temperaturas mayores a 24°C, precipitación entre los 700-2000 mm anuales y una altitud entre 0-1000 m.s.n.m (Murphy y Lugo, 1986; Bullock et al., 1995; Dirzo et al., 2011; Pizano y García, 2014).

La cuenca de la quebrada El Loro se encuentra ubicada a una altitud aproximada de 894 m.s.n.m. con una extensión de 24 hectáreas, una temperatura promedio de 24°C y una precipitación mayor a 1000 mm anuales. Es un bosque seco-tropical (Salguero, 2009; AMB, 2018; Fábregas, 2008), donde las familias de plantas leñosas más importantes reportadas son Anacardiaceae, Araliaceae, Moraceae, Euphorbiaceae y Fabaceae, entre otras, siendo esta última la más representativa (Fábregas, 2008; AMB, 2018). El creciente aumento de las actividades antrópicas en la quebrada El Loro ha generado un deterioro progresivo de la zona (Sanchez, 2014). Además, aunque se han realizado estudios en las cañadas de Bucaramanga, no se ha profundizado en el estudio de la vegetación presente de toda la zona de la quebrada El Loro, en parte, como consecuencia de la constante inseguridad en la zona (Salguero, 2009; AMB, 2018).

El bosque seco tropical es el ecosistema terrestre con mayor riqueza de especies y es uno de los ecosistemas más amenazados de Colombia (Pizano y García, 2014); gran parte de su diversidad se encuentra en el dosel; las epífitas vasculares cumplen un papel importante en los bosques tropicales debido a que son excelentes para captar, absorber y almacenar agua, además de proveer recursos a la fauna, ya que son un suministro de alimento y hábitat (Gentry y Dodson, 1987; Ceja et al., 2008; García y Toledo, 2008; Zotz, 2016; Vélez y Medina, 2021). Respecto a la diversidad en la quebrada El Loro, estudios realizados por Fábregas (2008) y el Área Metropolitana

de Bucaramanga (2018), encontraron que las familias más importantes de epífitas vasculares en la zona son Araceae y Bromeliaceae, con una distribución nativa.

Las calles 54-53 entre carreras 17 a 29, el tramo de las calles 53-54-55 entre el empalme con el puente Provincial y la carrera 17 y el costado sur del parque Metropolitano quebrada El Loro, son los lugares donde se llevará a cabo el proyecto para la “Revisión y actualización de los estudios y diseños para la construcción de la solución vial de la calle 53-54 conexión oriente-occidente”. Este proyecto será realizado por la alcaldía municipal de Bucaramanga y será apoyado en aspectos de planificación, revisión y actualización de los estudios y diseños por la Escuela de Ingeniería Civil y el grupo de investigación Geomática de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Para la realización de este proyecto se requiere como insumo un estudio de la vegetación del parque de la quebrada El Loro, para solicitar un trámite de sustracción de 2 hectáreas del DRMI ante la autoridad ambiental de la CDMB (Propuesta, 2021), siguiendo los lineamientos de la metodología de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) (ANLA, 2018). En los últimos años se han realizado varios trámites de sustracción del DRMI en el Área Metropolitana de Bucaramanga, para diferentes tipos de obras en la ciudad (DRMI-CDMB, 2013). Un ejemplo de lo anterior es el acuerdo del Consejo Directivo No. 1351 para la sustracción de 23.68 ha del DRMI de Bucaramanga en el año 2018.

Por tal razón, y para el cumplimiento de la normatividad vigente, en esta pasantía se realizaron estudios para conocer la composición de plantas leñosas y epífitas vasculares, de la quebrada El Loro, en el marco del proyecto anteriormente mencionado. En esta pasantía de investigación se buscó establecer por medio de índices ecológicos la estructura y diversidad de la vegetación presente en la zona.

Competencias

- Adquiere conocimientos en el procesamiento de especímenes con métodos estándares de herbario y determinación del material botánico.
- Profundiza en los conceptos de composición, diversidad y estructura florística.
- Adquiere competencias en el ámbito laboral al desarrollar una pasantía de investigación que requiere una fase de campo.
- Adquiere habilidades con el manejo de herramientas estadísticas para el análisis de datos como el software R y la interfaz gráfica Rstudio.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Caracterizar la diversidad, composición y estructura vegetal de la quebrada El Loro, mediante el uso de herramientas estadísticas para el análisis de datos.

1.2 Objetivos Específicos

Determinar la riqueza, diversidad y composición de las familias, géneros y especies vegetales presentes en la quebrada El Loro.

Determinar las especies más importantes en la quebrada El Loro utilizando el índice de valor de importancia (IVI).

Determinar las diferencias en composición entre el área de sustracción y el área de influencia del proyecto.

2. Metodología

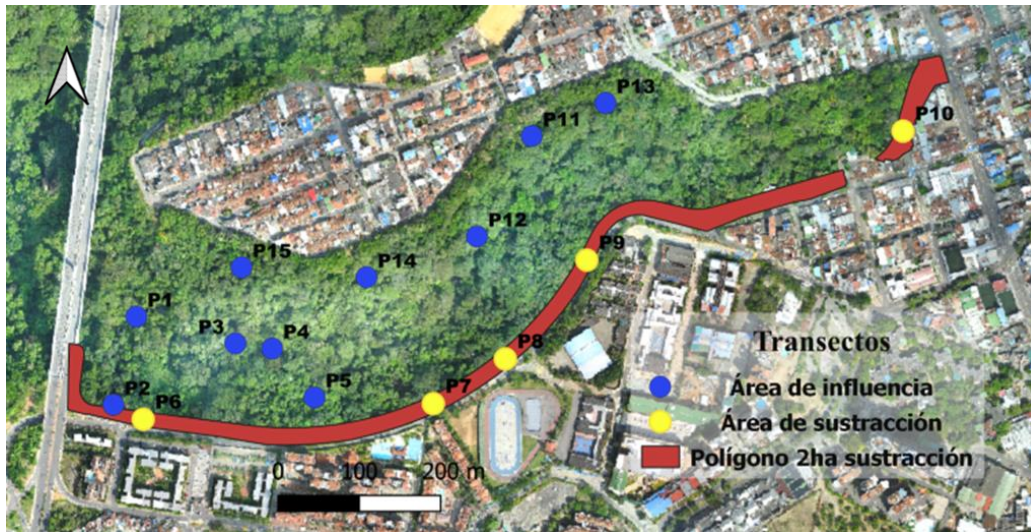
2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la cuenca de la quebrada El Loro ubicada en el Occidente del municipio de Bucaramanga en el departamento de Santander, área que mide 24 ha aproximadamente (Fig. 1), con coordenadas (7.10537233°) latitud norte y (-73.12924644°) longitud oeste y a una altitud entre los 880-930 m.s.n.m. Posee una temperatura promedio de 24°C y precipitación anual promedio de 1159 mm (AMB, 2018). La vegetación de la zona corresponde a un bosque seco Tropical (bs-T) (Fábregas, 2008; Salguero, 2009). El parque de la quebrada El Loro hace parte del DRMI de la ciudad y a través de mapas proporcionados por la alcaldía de Bucaramanga, se identificaron las coberturas vegetales CORINE land cover (IDEAM, 2010) presentes en el área de estudio, siendo estas, tejido urbano continuo en 0.19 ha, red vial, ferroviaria y terrenos asociados en 0.99 ha y bosque denso en 20.7 ha. La autoridad ambiental eligió esa parte del DRMI de la quebrada como área destinada al disfrute (Acuerdo 1246 del 2013).

Se definieron dos zonas de estudio en la quebrada El Loro: el área de influencia (AI) con 22 ha aproximadamente y el área de sustracción (AS) con 2 ha. El AS se definió de esta manera ya que se requiere la sustracción de esta parte del DRMI para la realización de un proyecto de conexión vial, área que presenta poca vegetación, se encuentra cerca al borde de carretera y predomina una vegetación arbustiva, se evidencia mayor intervención antrópica por el paso de caminantes, vertedero de basuras entre otras actividades. Mientras, el AI representa la cobertura más extensa y densa del estudio, con una vegetación arbórea, sin embargo, puede llegar a ser afectada por las obras que se encaminan.

Figura 1.

Área de estudio quebrada El Loro.



Nota. Área de estudio, imagen aérea de la cañada de la quebrada El Loro. En rojo el polígono a sustraer (2 ha). Los puntos amarillos representan la ubicación de los transectos del área a sustraer, y los puntos azules representan los transectos del área de influencia. Imagen suministrada por el Grupo de Investigación Geomática, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

2.2 Diseño de muestreo

Se realizó una salida exploratoria a la quebrada el Loro, para conocer el estado de la zona y hacer observaciones preliminares para el diseño del muestreo. El trabajo en campo tuvo una duración de 4 semanas, donde se llevó a cabo un muestreo preferencial en el remanente de bosque de la quebrada El Loro y zonas de borde, se tuvo en cuenta algunos parámetros que profesionales a cargo seleccionaron, bajo criterios de homogeneidad; por ejemplo, que los transectos no iniciaran o finalizaran en un sendero, borde de quebrada o en un guadual, o que incluyeran coberturas

vegetales diferentes. Por esta razón, la intensidad de muestreo se vio influenciada por los remanentes de vegetación disponibles.

2.2.1 Muestreo en campo

Se establecieron 15 transectos de 50 x 4 m (0,008 ha) modificando el método RAP propuesto por A. Gentry (Mendoza, 2008), modificación que se realizó para ser comparable con otros estudios hechos en la zona previamente (AMB, 2018). Se ubicaron 5 transectos dentro del AS y 10 transectos distribuidos a lado y lado de la quebrada El Loro dentro del AI del proyecto, con una distancia mínima de 50 m entre sí (Fig. 1). Para cada transecto se registraron las coordenadas de inicio y final (Apéndice B).

Para facilitar el muestreo se usó una soga de 50 metros como referencia y se censaron todos los individuos a dos metros de cada lado de la soga (Fig. 2). Para el registro de la información se utilizaron formatos de campo previamente diseñados, que contenían: nombre científico, nombre común, descripción del individuo, número de colecta, número de individuo y las medidas dasométricas (diámetros de las copas, altura total, altura fustal, altura comercial). Estas medidas se tomaron con la ayuda de una cinta métrica y flexómetro en todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3 m del suelo) mayor o igual a 2.5 cm. A los individuos ramificados por debajo de 1.3 m se les tomó la medida a todas las ramificaciones con un DAP \geq 2.5 cm (ISA-JAUM, 2004), para posteriormente realizar la sumatoria del diámetro de cada una. Cada individuo fue marcado con pintura amarilla a base de aceite con el código PX-Y, donde X es el número del transecto y Y es el número del individuo de ese transecto. Por otra parte, en cada transecto se localizaron las epífitas vasculares que estaban a simple vista asociadas a los árboles censados, y

aquellas que se encontraban más distantes se localizaron con binoculares; en una bitácora se tomó el registro de cada especie de epífita vascular y el forófito al que estaba asociada. Esto con la finalidad de conocer la composición de especies de epífitas vasculares de la quebrada El Loro. A las especies vegetales que no fueron determinadas en campo se les colectó una muestra botánica con su respectiva etiqueta, que posteriormente fue procesada utilizando los métodos estándares de herborización (Lot y Chiang, 1986; Vallejo et al., 2005).

Figura 2.

Levantamiento de los transectos con una soga de 50 m.



Nota. Levantamiento de un transecto con una soga de 50 m, muestreo en campo.

2.3 Determinación taxonómica en el herbario

Finalizada la fase de campo, se procedió con la digitalización de los datos registrados en una tabla en el programa Excel con el formato Darwin-Core.

Los especímenes colectados fueron secados, procesados y depositados en el herbario del Jardín botánico Eloy Valenzuela (CDMB) bajo el acrónimo del código de colecta NV (Lot y Chiang, 1986; Vallejo et al., 2005). La identificación se realizó hasta la categoría taxonómica de mayor resolución posible, mediante el uso de claves taxonómicas (Gentry, 1993), plataformas y bases de datos de herbarios virtuales como Trópicos, Jardín Botánico de Nueva York, Herbario Nacional Colombiano (COL) y el catálogo virtual de plantas de Colombia (Bernal et. al, 2019). También se realizó la determinación por comparación con ejemplares depositados en el herbario de la CDMB. Además, se consultó en la página de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), en el decreto 1912 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017) y en la resolución No. 0196 de la CDMB (Tabla de especies en veda) las especies con alguna categoría de amenaza.

2.4 Análisis de datos

Los datos registrados en campo fueron digitalizados y posteriormente depurados a través del programa OpenRefine (SiB, 2019). Los análisis de datos de diversidad, composición y estructura florística se realizaron con el software R v.3.6.3. (R core team, 2020).

2.4.1 Estructura florística

Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) basado en dominancia relativa (área basal), frecuencia relativa y abundancia relativa (Curtis y McIntosh, 1951) para todas las especies

de plantas leñosas. Se realizaron 3 cálculos: 1. IVI de todas las especies de la quebrada El Loro, 2. IVI de las especies del área a sustraer y 3. IVI de las especies del área de influencia.

2.4.2 Diversidad florística

Para considerar la intensidad de muestreo y comparar la diversidad y composición de especies vegetales en las diferentes áreas de estudio, se realizaron análisis en el software R v.3.6.3. (R core team, 2020) usando los números de Hill mediante la librería “iNext” (Hsieh et al., 2016). Donde se utilizaron curvas de rarefacción con los números de Hill para evaluar diferencias en la diversidad, teniendo en cuenta que el esfuerzo de muestreo era diferente entre el AI y el AS. Se estimó la diversidad para cada área utilizando los índices de Shannon ($q = 1$) y Simpson ($q = 2$). Finalmente, se calculó la riqueza de especies ($q = 0$) y la intensidad del muestreo mediante curvas de rarefacción.

2.4.3 Composición florística

Se registró la abundancia de especies, géneros y familias de los diferentes transectos dentro y fuera del área de sustracción de la quebrada El Loro; las comparaciones se hicieron con respecto a la tabla de abundancia de especies de los diferentes transectos, realizando un análisis multivariado de coordenadas principales (PCoA), para ver el grado de diferenciación de los transectos de acuerdo con su composición de especies, donde se usó el paquete Ecodist (Goslee, 2020) y la medida de disimilitud Bray-Curtis (Goslee, 2010).

3. Resultados

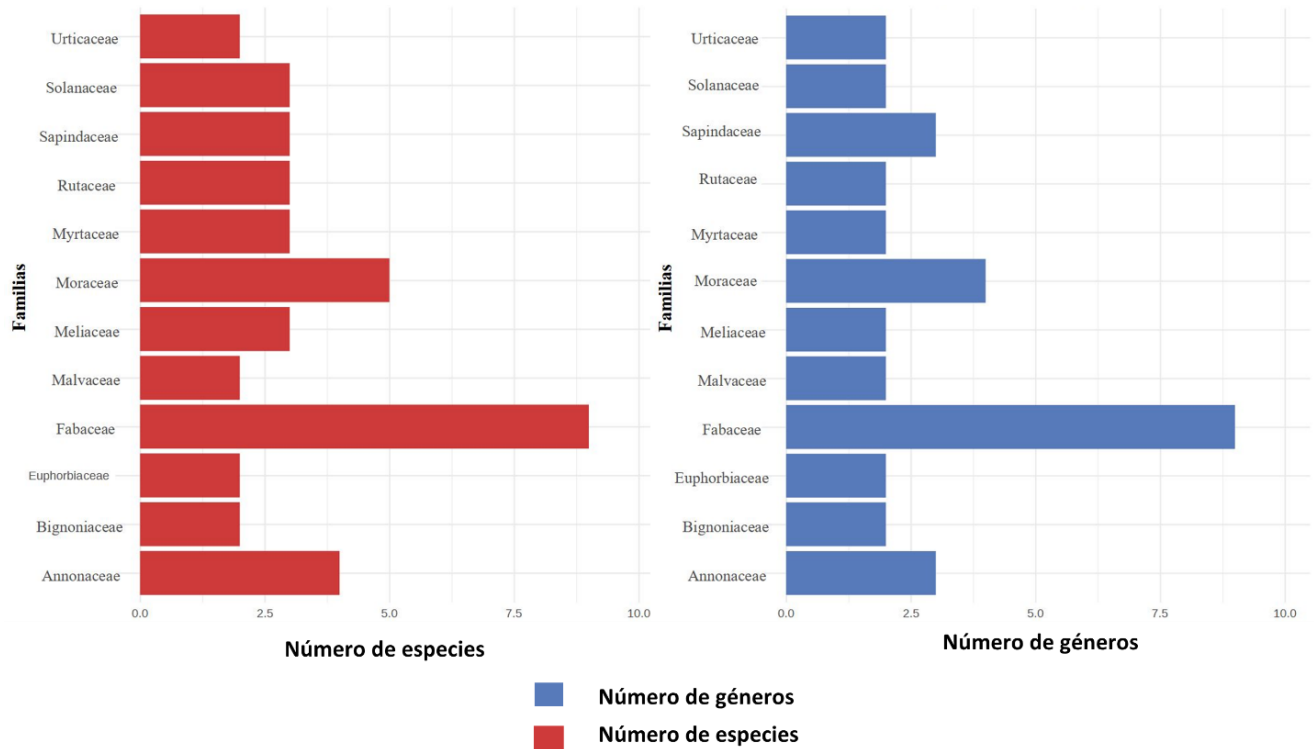
3.1 Estructura florística

En la caracterización de la vegetación de plantas leñosas de la quebrada El Loro se registraron 397 individuos, 57 especies, 52 géneros y 28 familias. La familia con la mayor diversidad fue Fabaceae con 9 especies y 9 géneros, seguida de Moraceae con 5 especies y 4 géneros y Annonaceae con 4 especies y 3 géneros (Figura 3). Para las epífitas vasculares se encontraron 255 individuos, 12 familias, 15 géneros y 17 especies. La familia con mayor diversidad fue Araceae con 3 géneros y 5 especies, seguida de la familia Sapindaceae con 2 géneros y 2 especies (Tabla 2).

En el área de estudio se encontraron 39 especies nativas, de las cuales dos se encuentran en alguna categoría de amenaza según la lista roja de la IUCN. Estas especies son *Cariniana pyriformis* (Abarco) catalogada como casi amenazada (NT) y *Cedrela odorata* (Cedro) catalogada como vulnerable (VU). Adicionalmente, según la resolución número 0196 de la CDMB se encuentran en veda seis especies de plantas leñosas: *Anacardium excelsum* (Caracolí), *C. pyriformis* (Abarco), *C. odorata* (Cedro), *Guatteria hirsuta*, *Jacaranda hesperia* y *Tabebuia rosea* (Guayacán rosado) y dos géneros y una familia de epífitas vasculares: *Monstera*, *Philodendron* y Bromeliaceae.

Figura 3.

Riqueza de familias, géneros y especies de la quebrada El Loro.



Nota. La familia con mayor riqueza de géneros y especies es Fabaceae.

Tabla 1.

Composición de plantas leñosas registradas en la quebrada El Loro.

Familia	Especie	Género	Abundancia	IUCN
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i>	<i>Acalypha</i>	5	LC
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	<i>Anacardium</i>	8	No evaluado *
Annonaceae	<i>Annona sp1.</i>	<i>Annona</i>	20	
Arecaceae	<i>Archontophoenix cf. cunninghamiana</i>	<i>Archontophoe nix</i>	1	LC
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	<i>Artocarpus</i>	13	No evaluado
Fabaceae	<i>Bauhinia picta</i>	<i>Bauhinia</i>	1	LC
Fabaceae	<i>Calliandra pittieri</i>	<i>Calliandra</i>	6	LC
Lecythidaceae	<i>Cariniana pyriformis</i>	<i>Cariniana</i>	1	NT *
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	<i>Cecropia</i>	8	LC
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Cedrela</i>	2	VU *

Familia	Especie	Género	Abundancia	IUCN
Solanaceae	<i>Cestrum spl.</i>	<i>Cestrum</i>	1	
Moraceae	<i>cf. Brosimum</i>	<i>Brosimum</i>	1	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i>	<i>Chrysophyllum</i>	15	LC
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i>	<i>Didymopanax</i>	10	LC
Sapindaceae	<i>Dilodendron costaricense</i>	<i>Dilodendron</i>	3	LC
Fabaceae	<i>Dipteryx odorata</i>	<i>Dipteryx</i>	83	No evaluado
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Enterolobium</i>	1	LC
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i>	<i>Eugenia</i>	4	LC
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	<i>Ficus</i>	3	LC
Moraceae	<i>Ficus spl.</i>	<i>Ficus</i>	1	
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	<i>Guarea</i>	30	LC
Annonaceae	<i>Guatteria hirsuta</i>	<i>Guatteria</i>	13	LC *
Melastomataceae	<i>Henriettea goudotiana</i>	<i>Henriettea</i>	3	LC
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	<i>Hura</i>	2	No evaluado
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Hymenaea</i>	2	LC
Indeterminada	<i>Indeterminada 1</i>	<i>No aplica</i>	2	
Fabaceae	<i>Inga spectabilis</i>	<i>Inga</i>	1	LC
Bignoniaceae	<i>Jacaranda hesperia</i>	<i>Jacaranda</i>	1	LC *
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i>	<i>Lacistema</i>	6	LC
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Leucaena</i>	70	No evaluado
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	<i>Licania</i>	1	No evaluado
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Maclura</i>	1	LC
Sapindaceae	<i>Matayba elegans</i>	<i>Matayba</i>	10	LC
Meliaceae	<i>Meliaceae 2</i>	<i>No aplica</i>	2	
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	<i>Melicoccus</i>	2	LC
Asteraceae	<i>Mikania spl.</i>	<i>Mikania</i>	1	
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	<i>Myrcia</i>	3	No evaluado
Myrtaceae	<i>Myrcia spl.</i>	<i>Myrcia</i>	2	
Primulaceae	<i>Myrsine pellucidopunctata</i>	<i>Myrsine</i>	4	LC

Familia	Especie	Género	Abundancia	IUCN
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Ochroma</i>	2	LC
Malvaceae	<i>Pachira insignis</i>	<i>Pachira</i>	3	No evaluado
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	<i>Persea</i>	1	LC
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus sp1.</i>	<i>Phyllanthus</i>	1	
Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	<i>Samanea</i>	4	LC
Fabaceae	<i>Senna bacillaris</i>	<i>Senna</i>	3	LC
Siparunaceae	<i>Siparuna sp1.</i>	<i>Siparuna</i>	1	
Solanaceae	<i>Solanum cyathophorum</i>	<i>Solanum</i>	5	No evaluado
Solanaceae	<i>Solanum hazenii</i>	<i>Solanum</i>	3	LC
Rutaceae	<i>Swinglea glutinosa</i>	<i>Swinglea</i>	1	No evaluado
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Tabebuia</i>	1	LC *
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	<i>Trema</i>	2	No evaluado
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	<i>Triplaris</i>	3	LC
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	<i>Urera</i>	3	LC
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	<i>Xylopia</i>	3	LC
Annonaceae	<i>Xylopia ligustrifolia</i>	<i>Xylopia</i>	11	LC
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	<i>Zanthoxylum</i>	2	No evaluado
Rutaceae	<i>Zanthoxylum setulosum</i>	<i>Zanthoxylum</i>	3	No evaluado

Nota. Especies de plantas leñosas en la quebrada El Loro. El * junto a la categoría de la IUCN representa que la especie se encuentra en veda por la resolución 0196 de la CDMB.

De los 255 individuos de epífitas encontrados en la zona, la mayoría se encontraban albergados en el forófito *Dipteryx odorata* (Sarrapio) con 36 individuos, seguido de *Guarea guidonia* (Bailador) y *Leucaena leucocephala* con 30 individuos epífitas asociadas a estos. La especie más abundante fue *Philodendron sp1* con 122 individuos.

Tabla 2.

Composición de epífitas vasculares registradas en la quebrada El Loro.

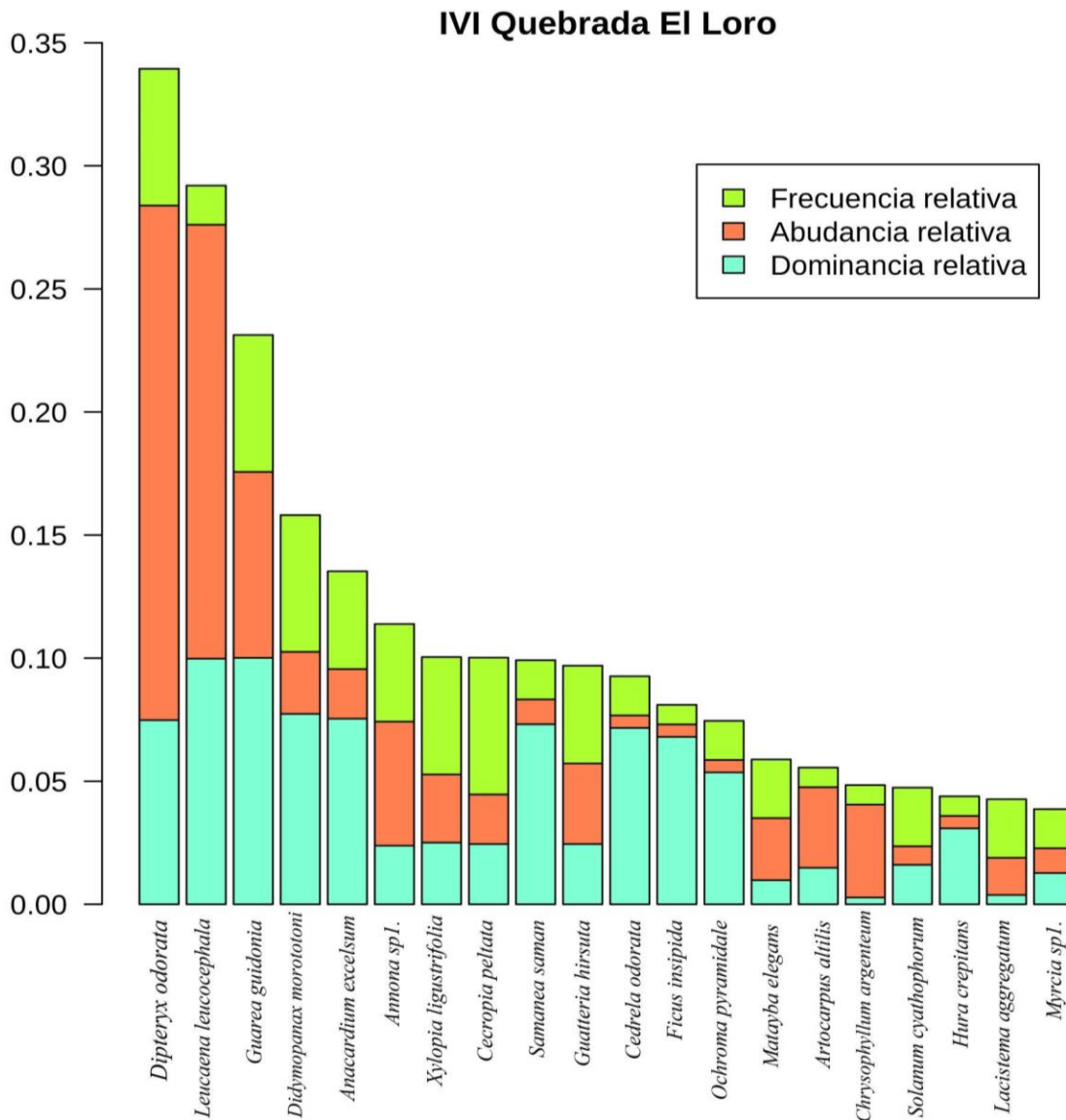
Familia	Género	Especie	Forófito
Apocynaceae	<i>Mandevilla</i>	<i>Mandevilla sp1.</i>	<i>Annona</i>
Araceae	<i>Monstera</i>	<i>Monstera adansonii</i>	<i>Guarea guidonia</i>
Araceae	<i>Monstera</i>	<i>Monstera deliciosa</i>	<i>Dipteryx odorata</i>
Araceae	<i>Philodendron</i>	<i>Philodendron hederaceum</i>	<i>Guarea guidonia, Matayba elegans</i>
Araceae	<i>Philodendron</i>	<i>Philodendron sp1.</i>	<i>Dipteryx odorata</i>
Araceae	<i>Syngonium</i>	<i>Syngonium podophyllum</i>	<i>Dipteryx odorata, Samanea saman</i>
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i>	<i>Aristolochia sprucei</i>	<i>Annona</i>
Bignoniaceae	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Triplaris americana</i>
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>
Commelinaceae	<i>Tradescantia</i>	<i>Tradescantia zebrina</i>	<i>Guarea guidonia</i>
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus</i>	<i>Doliocarpus dentatus</i>	<i>Dipteryx odorata</i>
Fabaceae	<i>Dioclea</i>	<i>Dioclea lehmannii</i>	<i>Cedrela odorata</i>
Menispermaceae	<i>Cissampelos</i>	<i>Cissampelos fasciculata</i>	<i>Dipteryx odorata</i>
Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora suberosa</i>	<i>Calliandra pittieri</i>
Sapindaceae	<i>Cardiospermum</i>	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	<i>Samanea saman</i>
Sapindaceae	<i>Paullinia</i>	<i>Paullinia rugosa</i>	<i>Annona</i>
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	<i>Smilax domingensis</i>	<i>Triplaris americana</i>

Nota. La columna 4 muestra la especie de forófito donde fue encontrada más frecuentemente la epífita vascular, en el caso de las especies con dos forófitos, significa que fue encontrada en igual cantidad en las dos especies de forófitos.

Se observó que en el IVI de la quebrada El Loro las especies más importantes fueron *Dipteryx odorata* (Fabaceae), *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) y *Guarea guidonia* (Meliaceae) con un valor de IVI de 0.34, 0.29 y 0.23, respectivamente. Las especies más frecuentes fueron *D. odorata*, *G. guidonia* y *Didymopanax morototoni*. La especie más dominante fue *L. leucocephala*, adicionalmente, *Samanea saman*, *Cedrela odorata* y *Ficus insipida*, especies dominantes y particularmente grandes pero poco frecuentes y abundantes, lo que las hace aparecer entre las especies más importantes de la quebrada El Loro.

Figura 4.

Índice de valor de importancia (IVI) de la quebrada El Loro.



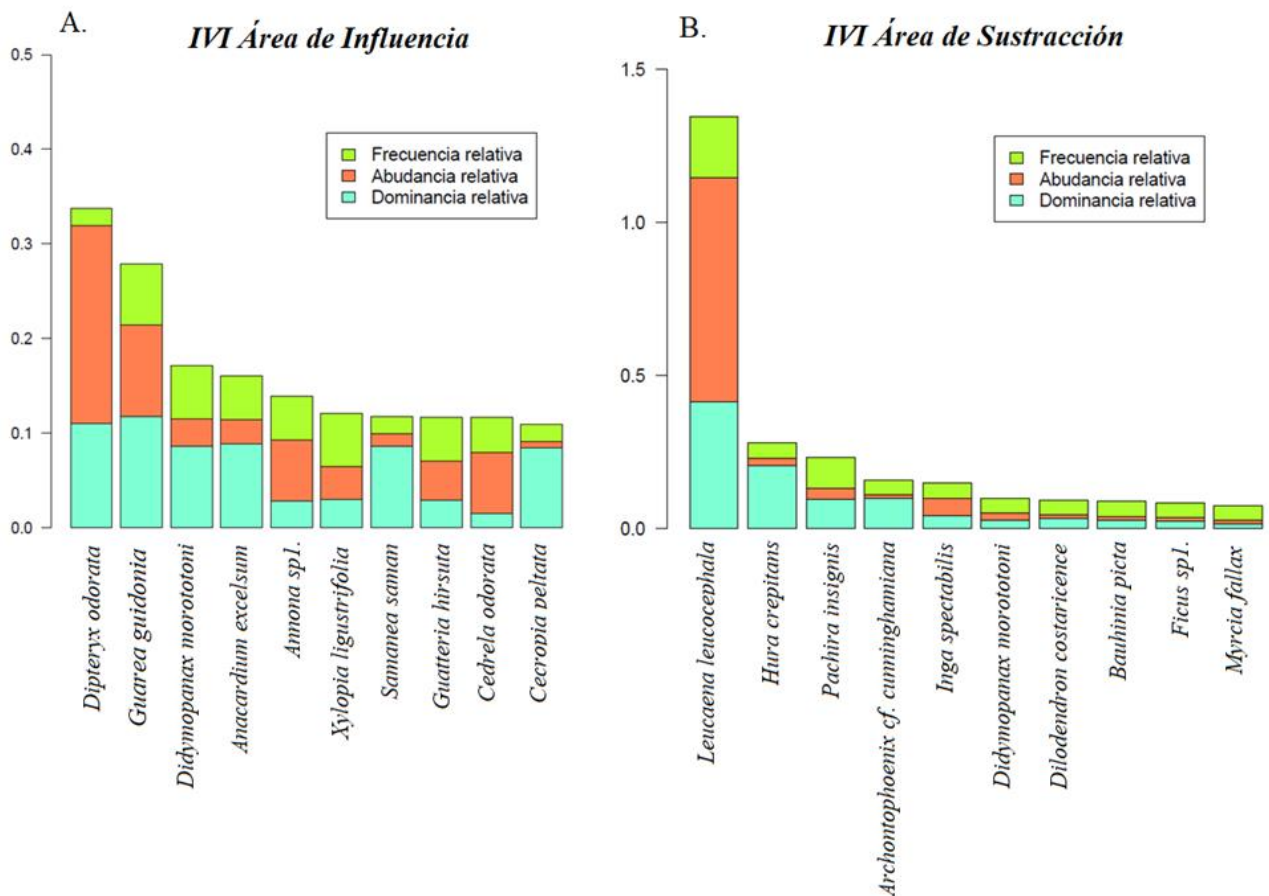
Nota. IVI de la quebrada El Loro, representado en las primeras 20 especies más importantes.

Para el caso del IVI en el AI (Fig. 5A) las especies más importantes fueron *Dipteryx odorata* (Sarrapio) con un IVI de 0.42, *Guarea guidonia* 0.28 y *Didymopanax morototoni* 0.17.

Para el IVI en el AS (Fig. 5B) las especies con mayor índice de valor de importancia son *Leucaena leucocephala* con 1.49, *Hura crepitans* 0.25 y *Pachira insignis* 0.23.

Figura 5.

IVI del AI (A) y AS (B) de las especies con mayor índice de valor de importancia.

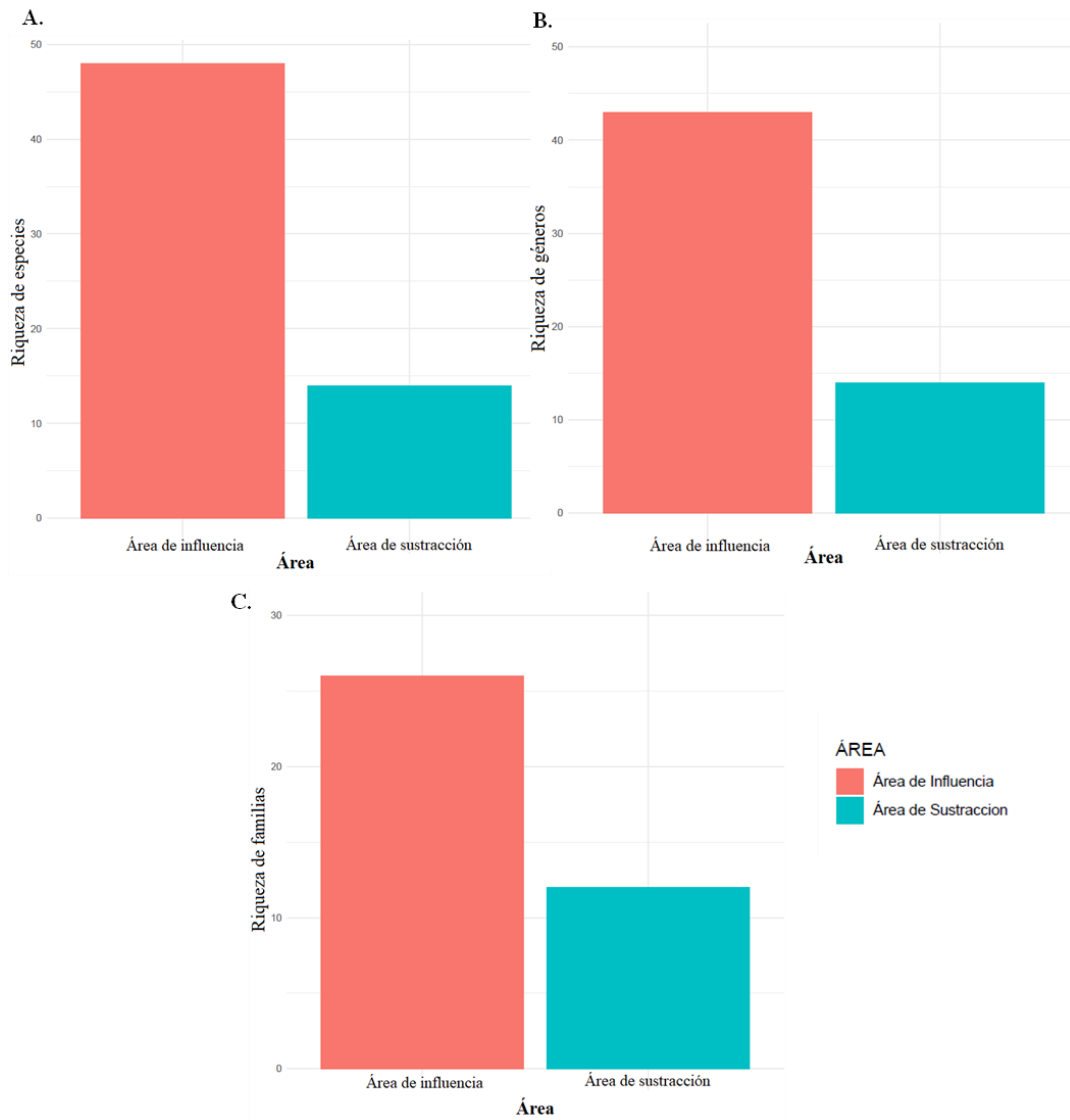


Nota. Comparación del IVI entre áreas (AI y AS).

La mayor riqueza de especies, géneros y familias se encuentra en el AI con un total de 47 especies, 43 géneros y 26 familias. Por otra parte, el área de sustracción registró 14 especies, 14 géneros y 12 familias (Fig. 6).

Figura 6.

Riqueza de familias, géneros y especies de la quebrada El Loro Bucaramanga, Santander, dividida en dos áreas: AI y AS.



Nota. Riqueza de familias, géneros y especies del AI y AS.

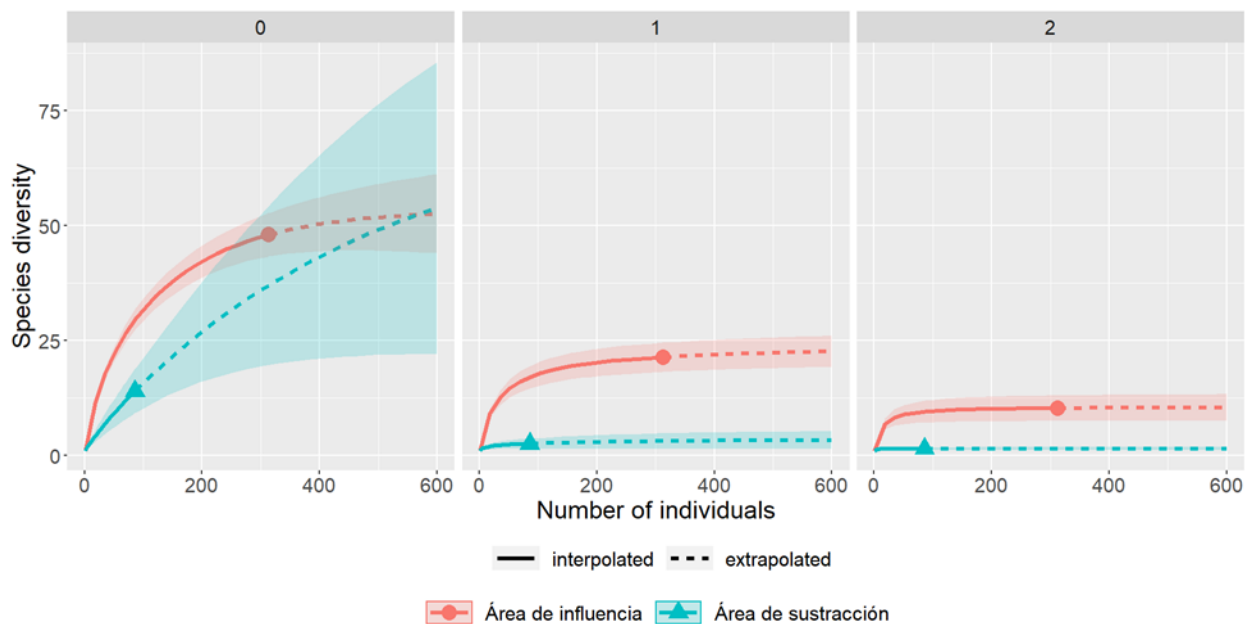
3.2 Diversidad florística

La diferencia en la riqueza de especies ($q=0$) entre el AI y el AS no fue significativa, dado que el muestreo en el AS no fue suficiente, lo cual está causado por la dominancia de pocas

especies. Sin embargo, la diferencia en el índice de diversidad Shannon ($q=1$) y el índice de diversidad de Simpson es clara, siendo mayor en ambos casos en el AI, área que correspondía a un bosque denso.

Figura 7.

Curvas de rarefacción basadas en el tamaño de la muestra (línea sólida) y extrapolación (línea punteada), los números de Hill de orden $q=0$ riqueza de especies, $q=1$ índice de Shannon y $q=2$ índice de Simpson.



3.3 Composición florística

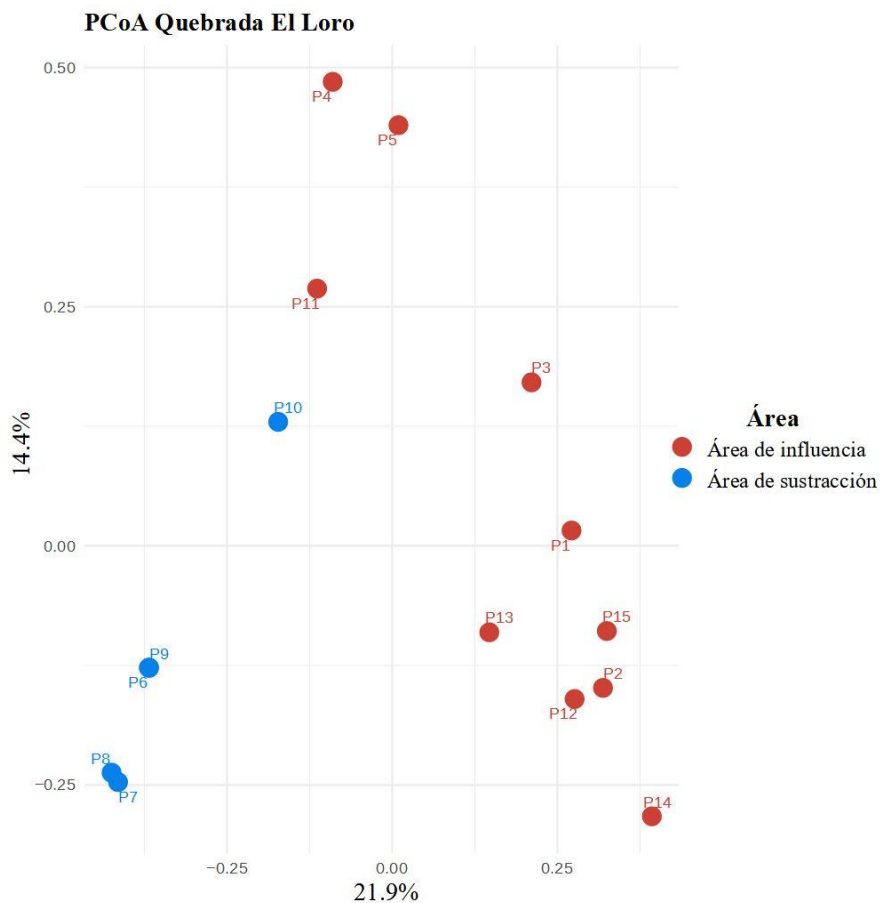
El PCoA mostró diferencias en la composición de especies de los transectos del AS y el AI. Se evidenció la agrupación de los transectos P6, P7, P8 y P9 correspondientes al AS, y los

transectos P1, P2, P3, P12, P13, P14 y P15 del AI. Los resultados del análisis multivariado muestran que el primer componente explica el 22% de la varianza, mientras el segundo componente principal el 14.4% de la varianza; lo cual demuestra que hubo una diferenciación en la composición florística entre el AS y AI a través del primer componente.

Las especies significativas o que dan soporte a la ordenación resultante del análisis multivariado fueron *Pachira insignis*, especie significativa en el AS y *Dipteryx odorata*, especie significativa en el AI (Apéndice A.).

Figura 8.

Análisis de coordenadas principales (PCoA) de los 15 transectos establecidos en la quebrada El Loro.



Nota. Análisis de coordenadas principales de los 15 transectos de la quebrada El Loro.

4. Discusión

En resumen, los resultados basados en los análisis de estructura, diversidad y composición florística reflejan la alta riqueza de especies que existe en la zona, en discrepancia con lo encontrado por el Área Metropolitana de Bucaramanga en conjunto con eQual (2018), donde se habla de baja riqueza y abundancia de especies para la quebrada El Loro. Las diferencias entre las áreas de influencia y sustracción se vieron marcadas en los análisis de estructura (IVI) (Fig. 5), donde se evidencio la presencia de especies no nativas en el AS; hay una clara diferenciación en la diversidad entre el AI y el AS (Fig. 7), siendo mayor la riqueza de familias, géneros y especies en el AI (Fig. 6). El análisis de composición mostró disimilitudes entre áreas (AI y AS), donde la presencia de especies en el AI como *Dipteryx odorata* (Sarrapio), *Guatteria hirsuta*, *Matayba elegans* entre otras, influyen el agrupamiento de sus transectos en el PCoA (Apéndice A.). En los transectos con menor grado de intervención antrópica hubo un mayor número de especies, esto en concordancia con otros estudios donde se establece que los factores antropogénicos amenazan los bosques secos tropicales, por lo tanto, la vegetación presente en ellos (Salguero, 2009; Londoño y Torres, 2015; Sanmartín et al., 2016).

4.1 Estructura florística (IVI)

Las 57 especies de plantas leñosas encontradas en la quebrada El Loro reflejan la riqueza de especies que existe en la zona, mayor a lo encontrado en estudios previos: el Área Metropolitana de Bucaramanga en conjunto con eQual (2018), con 3 transectos ubicados en la quebrada El Loro reportó una riqueza de 38 especies y Fábregas en su estudio donde realizó un tramo de 1 km,

reportó una riqueza de 12 especies para la quebrada El Loro (Fábregas, 2008; AMB, 2018). En esta pasantía se registró una mayor riqueza de especies vegetales, debido a la intensidad del muestreo en la zona, ya que hubo una mayor cantidad de transectos ubicados en el área de estudio y por ende mayor área abarcada (Kattan et al., 2019).

Otros trabajos en las cañadas de Bucaramanga, como es el caso del estudio en la quebrada La Rosita (AMB, 2018) reportó una riqueza de 38 especies, siendo las especie más abundante *Acalypha macrostachya*, seguida de *Guarea guidonia* y *Ficus insipida*; de manera similar, Cáceres y colaboradores en 2021 encontraron que en el bosque Santa Bárbara-UDES, ubicado en Bucaramanga, las especies más importantes fueron *Anacardium excelsum*, *Acalypha macrostachya* e *Inga edulis*; por último, Fábregas en el 2008 reportó para la cañada la Esperanza ubicada en Bucaramanga, a *Anacardium excelsum* (Caracolí), *Acalypha macrostachya* y *Cecropia peltata* como las especies más abundantes. No obstante, en el presente estudio, sólo se encontró concordancia con *Guarea guidonia*, *Ficus insipida* y *Anacardium excelsum*, que mostraron valores altos de IVI, debido principalmente a su alta dominancia. Sin embargo, también se reportó la ocurrencia de las especies anteriormente mencionadas para la quebrada El Loro, especies que no estuvieron dentro de las más importantes ecológicamente, debido a su baja frecuencia, dominancia y abundancia.

El índice de valor de importancia estuvo influenciado por la abundancia de individuos de las especies *Dipteryx odorata* (Sarrapio) y *Leucaena leucocephala*, las cuales representaron los valores más altos con un 0.34% y 0.29%, respectivamente; estas dos especies evidencian que se trata de un bosque en recuperación, puesto que son especies vegetales usadas para la reforestación. *Dipteryx odorata* es una especie promisoría de amplia distribución en Colombia, usada para plantaciones forestales (Brasil et al., 2021) y con caracteres vegetativos que ayudan a su

rendimiento, con una madera altamente resistente, promueve la calidad estructural del suelo y es recomendada en labores de reforestación (Silva et al., 2019; Brasil et al., 2021), por lo que se evidenció que en la quebrada El Loro fue usada anteriormente para este fin.

Por otra parte, *Leucaena leucocephala* es una especie con una distribución cosmopolita según el GBIF (SiB,2019), y con características apropiadas para prosperar en temperaturas cálidas y suelos pobres, ya que tiene raíces profundas que ayuda a la obtención de nutrientes, por lo que progresa en altas temperaturas. Por esta razón, ha sido catalogada por la IUCN como una especie invasora, ya que desplaza a la flora nativa y erosiona el suelo (Shelton y Brewbaker, 1994; Lowe et al., 2004; Vargas, 2015; Ruiz et al., 2018). Otros estudios en las cañadas de Bucaramanga y en la ciudad, además de estudios en bosque seco también han reportado la ocurrencia de esta especie invasora (Fábregas, 2008; Biótica, 2015; Vargas, 2015; Cáceres et al., 2021). No obstante, se desaconseja el uso de *Leucaena leucocephala* para este fin, al tratarse de una especie invasora.

Entre las áreas de estudio (AS y AI) hubo una disimilitud en las especies más importantes, debido a las diferencias en las coberturas vegetales. El AI cuya cobertura correspondía principalmente a un bosque denso, las especies con mayor importancia ecológica fueron *Dipteryx odorata*, *Guarea guidonea* y *Didymopanax morototoni*, el AI se vio representada por especies con valores altos de dominancia. En el AS el área basal de los individuos se vio marcada por diámetros pequeños y por ende, la dominancia relativa se vio influenciada por estos valores, donde solo una especie fue la más abundante, dominante y frecuente, en este caso se habla de *L. leucocephala* por lo que se evidencia un bosque que representa fases tempranas de sucesión (Martínez, 1985; Shelton y Brewbaker, 1994; Fajardo et al., 2017), con árboles distantes entre sí y mayormente vegetación arbustiva.

4.2 Diversidad florística (iNext)

La familia con mayor diversidad fue Fabaceae con 9 géneros y 9 especies, siendo *Dipteryx odorata* (Sarrapio) la especie más abundante con 83 individuos en toda el área de estudio; seguida por la familia Moraceae con 5 especies y 4 géneros. En concordancia con estudios en relictos de bosque seco tropical, donde se menciona igualmente a Fabaceae como la familia más representativa y en algunos se incluye la familia Moraceae en sus resultados (Gentry, 1995; Carrillo et al., 2007; Londoño y Torres, 2015; Vargas, 2015; Sarmiento et al., 2018; Ruiz y Saab, 2020). Esta representatividad se debe a que Fabaceae predomina en los bosques secos de Colombia, por su característica de fijar nitrógeno, la cual se cree está asociada a una adaptación a estos ambientes semi-áridos, además es una familia usada en procesos de reforestación por su alta tasa de reproducción (Gentry, 1995; Patel et al., 2014; Mejía, 2021). Todo esto en concordancia con la tendencia registrada por A. Gentry (Gentry, 1995) donde menciona que las familias más dominantes en los bosques secos son Fabaceae, Bignoniaceae y Sapindaceae, entre otras. Lo que concuerda con lo encontrado para el bosque seco de la quebrada El Loro.

En el análisis de diversidad se evidenció que la curva de rarefacción basada en $q=0$ tiende a estabilizarse para el área de influencia, lo que indica que el muestreo fue representativo con un valor de 0.97, 47 especies observadas de las 49 estimadas. En comparación con otro estudio, los datos obtenidos en la caracterización de la quebrada La Rosita (AMB, 2018) obtuvieron un valor de Shannon de 3.062 que indica que el bosque presenta una alta diversidad, resultado que se asemeja a la alta diversidad encontrada en el AI de la quebrada El Loro.

En el AS la curva de rarefacción obtuvo un valor de 0.87, lo que indica la necesidad de aumentar la intensidad del muestreo. La baja diversidad se debe, en parte, a que la zona contaba

con poca vegetación arbórea y un alto grado de intervención antrópica; características encontradas en otros estudios para bosque seco tropical (Salguero, 2009; Londoño y Torres, 2015).

De los resultados obtenidos para el índice de diversidad de Shannon $q=1$, muestra el AI como el área más diversa y su valor observado fue de 21.3 y el estimado de 23.2; por lo que registró valores altos para la diversidad alfa, representando una comunidad diversa. En concordancia con los resultados obtenidos en otros estudios para bosque seco tropical, en el Cerro Tasajero en Cúcuta (Carrillo et al., 2007) el valor de Shannon fue de 3.52 e indican que fue alto, en similitud con la quebrada El Loro, esto corresponde a que las especies en el bosque se distribuyen uniformemente.

En el caso de $q=2$ índice de diversidad de Simpson, mostró el AI como el área más diversa donde se observó que el 10.2 de las especies son dominantes; mientras que en el caso del AS 1.5 de las especies son dominantes esto debido a que en los transectos hubo la presencia de un único individuo por especie (Hsieh et al., 2016). En concordancia, se encontraron estudios donde se comparó la diversidad del bosque seco tropical en ciudades dando valores de diversidad altos como los encontrados. Además, se llegó a la conclusión que la baja diversidad y dominancia en el AS puede ser debido a las perturbaciones en la zona (Carrillo et al., 2007; Rubio, 2015; Vega, 2020).

4.3 Composición florística (PCoA)

En Colombia el bosque seco tropical tiene una diversidad única de plantas, donde dominan las familias Fabaceae, Araceae, Lauraceae, Malvaceae, entre otras (Pizano y García, 2014; Ideam et al., 2017); familias presentes en el bosque de la quebrada El Loro y en concordancia con lo reportado para bosque seco en otros estudios (Carrillo et al., 2007; Torres et al., 2012; Londoño y Torres, 2015; Villanueva et al., 2015). Con respecto a los resultados de epífitas vasculares, la

diversidad fue alta, representada en 12 familias, 15 géneros y 17 especies; en comparación con otros estudios en la quebrada El Loro, AMB en 2018 reportó dos familias y cinco especies de epífitas vasculares. En esta pasantía se encontró mayor diversidad y abundancia de epífitas, ya que se muestran mayor cantidad de individuos de plantas leñosas (397) y por tanto se encontró mayor cantidad de epífitas asociadas a estos, mientras que el estudio de la AMB en 2018 registró menor cantidad de individuos de plantas leñosas (196), por ende menor cantidad de epífitas. Por último, para la quebrada El Loro se reportaron 210 individuos de epífitas en el AI y 45 individuos de epífitas en el AS.

La familia de epífitas más diversa en la quebrada El Loro fue Araceae, en concordancia con lo planteado para bosque seco tropical en Colombia, donde dominan especies de epífitas vasculares de la familia Araceae y se encuentran especies como *Monstera adansonii* (Ideam et al., 2017) especie abundante en este estudio. Los resultados concuerdan con lo expuesto en otros estudios para bosque seco tropical, donde muestran a Araceae como una de las familias de epífitas vasculares más importantes (García et al., 2008; Vargas, 2015; Villanueva et al., 2015).

Por otra parte, en la comparación entre áreas de estudio (AI y AS), transectos y especies más representativas obtenidas mediante el análisis de PCoA, se encontraron diferencias en las especies asociadas a los transectos, siendo *Pachira insignis* la especie más significativa en el AS y mostrando la presencia de *Leucaena leucocephala* solo en esta área. Mientras en el AI especies como *Dipteryx odorata*, *Anacardium excelsum* y *Senna bacillaris* entre otras, fueron las más significativas para la diferenciación entre áreas. Esto indica que el AS difiere en cobertura con el AI, mostrando así en el AI especies presentes en bs-T (Dirzo et al., 2011). Diferencias dadas entre áreas por la perturbación, pendiente marcada, intervención antrópica, deslizamientos, crecimiento urbano, entre otras (Salguero, 2009), por lo que la cobertura en el AS se vio dominada por especies

no nativas de plantas leñosas, también se vio la marcada diferencia en el número de individuos de epífitas presentes en el AS, siendo menor que en el AI, donde la especie más abundante presente en el AS fue *Tillandsia recurvata*. Lo cual demuestra que la vegetación en el AS se ve marcada por árboles pioneros, menor diversidad y abundancia de plantas leñosas y epífitas vasculares; mientras en el AI las condiciones facilitan el proceso de regeneración. Por lo que los resultados no van en contravía con el trámite de sustracción de 2 ha del DRMI pertenecientes al AS.

En vista de que se encontraron especies de plantas leñosas y epífitas vasculares con alguna categoría de amenaza se sugiere establecer acciones de conservación para estos individuos, como plantean otros estudios para la conservación de epífitas vasculares y plantas leñosas (Rubio, 2015; Avella et al., 2019; Lopez y Mejia, 2014). Por último, Cabe resaltar la frecuencia y abundancia de especies que fueron sembradas por la CDMB con fines de restauración.

5. Conclusiones

Las diferencias en las áreas de estudio (AI y AS) se vieron marcadas en el análisis de composición florística, y estuvieron reflejadas específicamente en las especies presentes en el AI y el AS; siendo así *Dipteryx odorata* especie significativa del AI y *Pachira insignis* la especie significativa del AS. El contraste fue dado por la intervención antrópica y la poca vegetación presente en el AS.

El AI y AS son diferentes en su composición y estructura, esto se evidenció en el análisis de PCoA y en el análisis de estructura (IVI), dado los cambios en la vegetación presente de cada

área; el AS está dominado por especies no nativas. Por último, el análisis de diversidad iNext mostró que el AI es mucho más diversa que el AS.

Ya que el área de la quebrada El Loro está destinada por la autoridad ambiental como área de disfrute, no va en contravía con lo que se plantea hacer a futuro en el contrato interadministrativo de “Revisión y actualización de los estudios y diseños para la construcción de la solución vial de la calle 53-54 conexión oriente-occidente, en el municipio de Bucaramanga”; donde se hará la inclusión de elementos de movilidad sostenible y renovación urbana.

Finalmente, los resultados de la pasantía de investigación “Caracterización de la vegetación de la quebrada El Loro”, se convierten en un insumo importante que puede ayudar a la transformación de quebradas y lugares abandonados, en parques metropolitanos para el disfrute de todos los ciudadanos.

Recomendaciones

Las familias Fabaceae, Araceae, Lauraceae, Malvaceae, entre otras, encontradas en la quebrada El Loro, son familias típicas del bosque seco tropical, uno de los ecosistemas más amenazado y fragmentado en Colombia. Por lo anterior, sería valioso tomar acciones de reforestación con especies nativas en la zona.

Referencias Bibliográficas

Acuerdo consejo directivo número 1373. (2019). *Por el cual se modifica la zonificación de un área del Distrito Regional de Manejo Integrado de Bucaramanga, de preservación a zona general de uso público-subzona para la recreación y se dictan otras disposiciones.*

Acuerdo de Consejo Directivo número 1352. (2018). *Por el cual se sustraen 23,68 ha del área de Distrito Regional de Manejo Integrado de Bucaramanga (DRMI) Bucaramanga y se ajusta la delimitación del Distrito Regional de Manejo Integrado de Bucaramanga (DRMI) Bucaramanga.*

Acuerdo de Consejo Directivo número 1246 de 2013 (2013). *Por el cual se homologa la denominación de Distrito de Manejo Integrado de Bucaramanga con la categoría de área protegida del SINAP Distrito Regional de Manejo Integrado de Bucaramanga (DRMI), Bucaramanga.*

ANLA. (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales.* Área Metropolitana de Bucaramanga AMB, eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S. (2018). *Caracterización de los parques metropolitanos: Río de Oro (sector nor-oriental), El Loro - La Rosita, de la escarpa de Ruitoque o del Parapente, Morrórico y del agua (fase III).* Pp. 2-393.

Bernal, R.; Gradstein, S. R. & Celis, M. (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia.* Instituto de Ciencia Naturale., Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>.

- Biótica Consultores LTDA. (2015). *Caracterización y Manejo de Fauna y Flora Asociada al Proyecto “Construcción del Intercambiador Vial Mesón de los Búcaros”*. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Bullock, S. H.; Mooney, H. A., & Medina, E. (1995). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press.
- Cáceres, L.; Gomez, W.; Mateus, L. y Lizcano, M. (2021). *Estudio detallado y prácticas de investigación de las condiciones ecosistémicas de las áreas pertenecientes al escarpe y los cerros orientales del municipio de Bucaramanga*. Subsecretaria de Ambiente Alcaldia de Bucaramanga
- Carrillo-Fajardo, M.; Rivera-Díaz, O. & Sánchez-Montaño, R. (2007). Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del Cerro Tasajero. San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia. *Actualidades biológicas*, 29(86), 55-73.
- Ceja Romero, J.; Espejo Serna, A.; García Cruz, J., López Ferrari, A. R.; Mendoza Ruíz, A.; & Pérez García, B. (2008). Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias*, 91(091).
- Chiesura, A. (2004). The role of urban Parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68, 129-138.
- Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) (23 de marzo del 2017) *Resolución 0196*
- Curtis, J.T. & McIntosh, R.P. (1951). An upland forest continuum in the pariré forest border region of wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
- Dirzo, R.; Young, H. S.; Mooney, H. A. & Ceballos, G. (2011). *Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation*. Island Press

DMI-CDMB. (1996). *Acuerdo No. 0839*. Por el cual se aprueba el Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables (DMI) de Bucaramanga, declarando mediante Acuerdo No.0839 de 1996 y aprobado mediante Decreto 1539 de 1997.

Fábregas, R. (2008). *Investigación biótica preliminar de vertebrados terrestres y plantas vasculares en cinco cañadas del Área Metropolitana de Bucaramanga*.

Fajardo-Gutiérrez, F., & González-Melo, A. (2019). Patrones de sucesión secundaria en un bosque seco tropical interandino de Colombia: implicaciones para la restauración ecológica. *Caldasia*, 41(1), 12-27.

García-Franco, J. G.; & Toledo, T. (2008). *Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad manejo y conservación*. México: Instituto de Ecología/Instituto Nacional de Ecología, 69-82.

Garnier, E.; Navas, M.-L. & Grigulis, K. (2015). *Plant Functional Diversity: Organism traits, community structure, and ecosystem properties (First edition)*. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.

GBIF. (2022), *Página de Inicio de GBIF*. <https://www.gbif.org> [23 de Marzo de 2022].

Gentry, A.H. & Dodson, C. H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205–233.

Gentry, A. H. & Vasquez, R. (1993). *A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru): with supplementary notes on herbaceous taxa*.

Gentry, A. H. (1995). *Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest*. En: Churchill, S. P., H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn (eds.). *Biodiversity and*

- Conservation of Neotropical Montane Forest: 103-126. The New York Botanical Garden, Nueva York.
- Gentry. (1996). *A field guide to the families and genera of woody plants of northwest south america (Colombia, Ecuador, Peru) a field guide to the families and genera of woody plants of northwest south america (Colombia, Ecuador, Peru): with supplementary notes on herbaceous taxa*. The University of Chicago Press.
- Goslee, S. C. (2010). Correlation analysis of dissimilarity matrices. *Plant Ecology*, 206(2), 279-286.
- Goslee, S. (2020). *Dissimilarity-Based functions for Ecological Analysis*. CRAN- Package Ecodist <https://CRAN.R-project.org/package=ecodist> (accessed on 17 January 2022).
- Hsieh, T.C.; Ma, K.H. & Chao, A. (2016). iNext: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7 (12), 1451-1456.
- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D.C. 72p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2017). *Memoria técnica. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000*. 170 pp.
- ISA - JAUM. (2004). *Propuesta metodológica de parcelas normalizadas para los inventarios de vegetación*. Medellín.
- IUCN. (s.f.). *The IUCN Red List of Threatened Species*. <http://www.iucnredlist.org/>

- Kilô, E. (19 de enero de 2019). *Cuando en la Ciudadela Real de Minas, de Bucaramanga, aterrizaban los aviones*. Vanguardia. Cuando en la Ciudadela Real de Minas, de Bucaramanga, aterrizaban los aviones | Vanguardia.com
- Londoño, V. & Torres, A. M. (2015). Estructura y composición vegetal de un bosque seco tropical en regeneración en Bataclán (Cali, Colombia). *Colombia Forestal*. 18 (1), 71-85.
- Lot, A. & F. Chiang comp. (1986). *Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México. 142 pp
- Low, S.; Taplin, D. & Scheld, S. (2005). *Rethinking Urban Parks: Public Space and Cultural Diversity*: Vol. 1 edition (University of Texas Press, Ed.
- Lowe S.; Browne M.; Boudjelas S. & De Poorter M. (2004) *100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN)*, 12pp. Primera edición, en inglés, Diciembre 2000. Versión traducida y actualizada: Noviembre 2004.
- MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de septiembre de 2017) *Resolución 1912 “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones*. 38 pp.
- Martínez, M. (1985). *Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias*, p.191-240. In: A. Gómez & S. Del Amo (eds.). *Investigaciones*

- sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México, II. Editorial Alambra Mexicana, Xalapa, Veracruz, México.
- Mendoza, H. (2008). *Compilación de los inventarios RAP de vegetación en Colombia*. Sistema de información E Biodiversidad, 1-7.
- Murphy, P. G. & A. E. Lugo. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67–88.
- Neto, A. B. B.; Brasil, N. M. D. Q. X.; de Andrade, P. I. L.; Sampaio, A. C. F.; Noronha, N. C.; Carvalho, E. J. M.; ... & Schwartz, G. (2021). The commercial tree species *Dipteryx odorata* improves soil physical and biological attributes in abandoned pastures. *Ecological Engineering*, 160, 106143.
- Oksanen, J. (2013). *Vegan: ecological diversity*. R project.
- Ortiz, R. del C. & A. Idárraga Piedrahita (2020). *Catálogo de las plantas vasculares del departamento de Antioquia*. *Trópicos*, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA. <https://www.tropicos.org/Project/Catalogo-de-Antioquia> : acceso: 2022-01-19.
- Patel, S. & Shah, D.B. (2014) Phylogeny in Few Species of Leguminosae Family Based on matK Sequence. *Computational Molecular Biology*. 4(4).
- Pizano, C & García, H. (2014). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

- Ramirez, J.; Watson, K.; Thiers, B. & McMilin, L. (2021). *The New York Botanical Garden Herbarium (NY), Versión 1.42*. The New York Botanical Garden. Ocurrence dataset <https://doi.org/10.12468/6e8nje> consultado via GBIF.org el 2022-01-19.
- Rivera M., L. M. (2014). Los parques urbanos como indicadores de calidad de vida, símbolos de bienestar y espacios de uso recreativo: una investigación en Bucaramanga (Colombia). *Universidad y Empresa*, 16(27), 207-229.
- Rojas, A. (2017). *Flora Urbana del Área Metropolitana de Bucaramanga*. Innovaciencia Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. <https://doi.org/10.15649/2346075x.454>.
- Rubio, J. P. (2015). *Evaluación de la efectividad de la normatividad ambiental legal vigente para la preservación de la biodiversidad vegetal epífita*. <http://hdl.handle.net/10654/6390>.
- Ruiz, T.E.; Alonso, J.; Valenciaga, Nurys, Febles, G., Lok, Sandra, Galindo, Juana, Díaz, H., & Lopez, A. (2018). Relation between management and leucaena (*Leucaena leucocephala*) to prevent its transformation into an invasive plant. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(1), 87-96. Recuperado en 11 de julio de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802018000100087&lng=es&tlng=en
- Ruiz-V, R., & Saab-R, H. P. (2020). Floristic diversity of the tropical dry forest in the lower and middle Sinu subregion, Cordoba, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68, 167-179.
- Salguero, A. M. (2009). El caso de las cañadas del Área Metropolitana de Bucaramanga. *Revista M*, 6(1), 48. <https://doi.org/https://doi.org/10.15332/rev.m.v6i1.1031>
- Sánchez, J. (2014). Modelo de Cálculo de Amenazas Naturales y Socio-Naturales en entornos educativos, caso de ejemplos Unidades Tecnológicas de Santander, en Bucaramanga, Colombia. *Revista Desarrollo Local Sostenible*.

- Sanmartín-Sierra, D. R.; Angarita-Hernández, D. F. & Mercado-Gómez, J. D. (2016). Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia). *Ciencia en desarrollo*, 7(2), 43-56.
- Sarmiento, V. (2018). *Estructura, composición florística y diversidad funcional del bosque seco tropical (Bs-T) de Cúcuta*, Colombia.
- Shelton, H. M. & Brewbaker, J. L. (1994). *Leucaena leucocephala*: la leguminosa forrajera más utilizada. *Leguminosas forrajeras en la agricultura tropical*. (Eds. RC Gutteridge y HM Shelton). CAB Internacional. Wallingford, Reino Unido, 15.
- SiB Colombia (2019). *OpenRefine - Guía básica, Limpieza de datos sobre biodiversidad. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia*, Bogotá D.C., Colombia, 22 pp.
- Silva, P. M. F. D.; Silva, E. O.; Rêgo, M. D. S. C.; Castro, L. M. D. R. & Siqueira-Silva, A. I. (2019). Anatomical and histochemical characterization of *Dipteryx odorata* and *Taralea oppositifolia*, two native Amazonian species. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 29, 425-433.
- Torres G., A. M.; Bautista Adarve, J.; Cárdenas, M.; Vargas, J. A.; Londoño, V.; Rivera, K.; Home, J.; Duque, O. L. & González, Ángela M. (2012). Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2). Ra partir de <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/263>
- Tropicos.org. (8 de marzo de 2022) Missouri Botanical Garden. Disponible en: <https://tropicos.org>
- Vallejo, J.; Alvarez, M.; Devia, E.; Galeano, W.; Londoño, G. & López, A. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia (No. LC-0125)*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

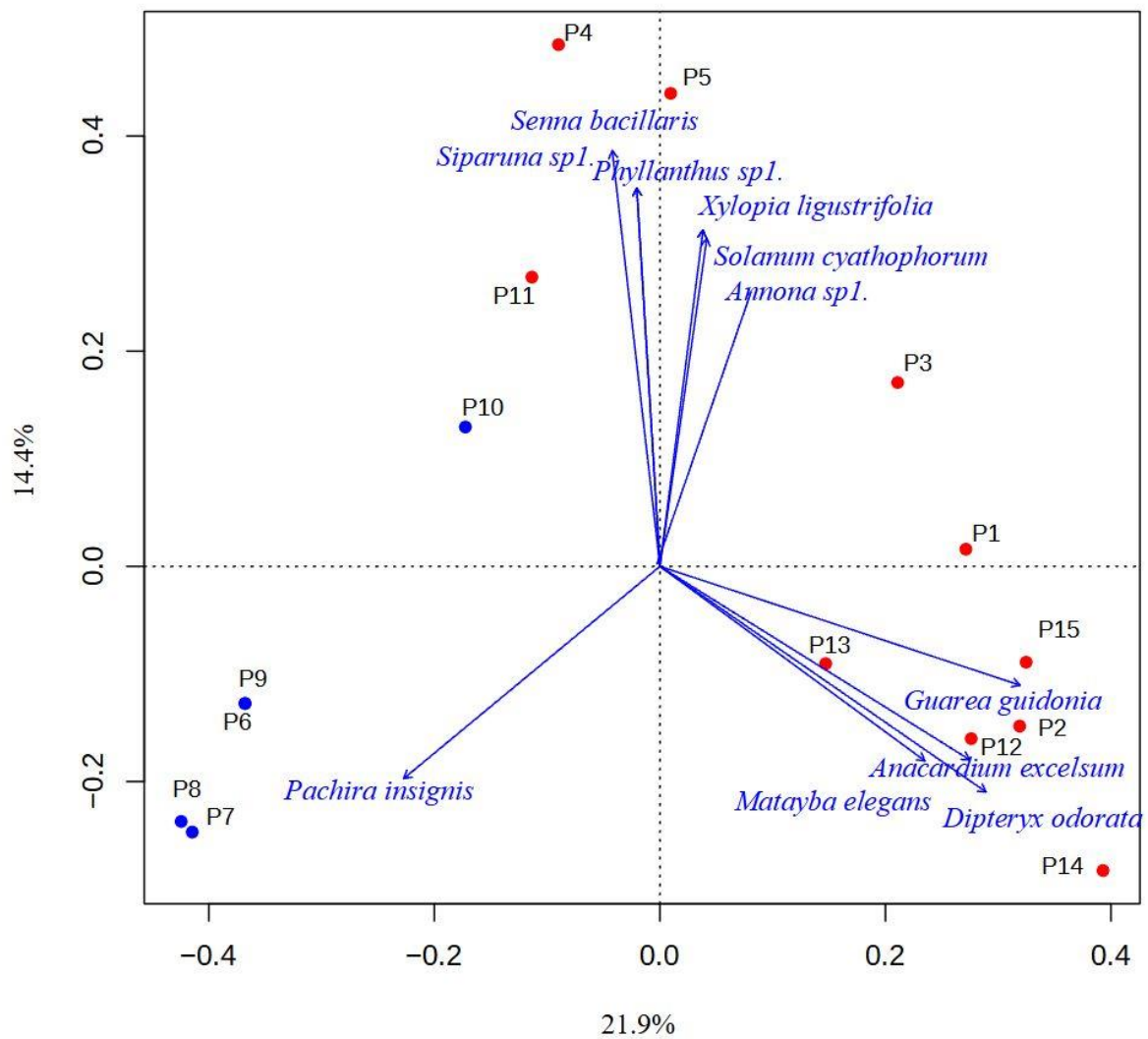
- Vargas, W. (2015). Una breve descripción de la vegetación, con especial énfasis en las pioneras intermedias de los bosques secos de La Jagua, en la cuenca alta del río Magdalena en el Huila. *Colombia Forestal*, 18(1): 47-70
- Vega, R. R. & Saab, H. P. (2020). Diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, Córdoba, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(1), 167-179.
- Vélez Cañaveral, N. A. & Medina Franco, J. J. (2021). Epífitas: indicadores de calidad de los ecosistemas. *Ruta Minera: Un Camino a La Minería Bien Hecha*, 2(1). de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/RM/article/view/4205>
- Villanueva, Melo, O., & Rincon, M. (2015). Estado del conocimiento y aportes a la flora vascular del bosque seco del Tolima. *Colombia forestal*, 18(1), 9–23. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a01>
- Zotz, G. (2016). *Plants on plants. The biology of vascular epiphytes* (Vol. 15, p. 282). Springer International Publishing.

Apéndices

Apéndice A

Gráfico de PCoA con las especies, especies significativas o que dan soporte a la ordenación resultante del análisis multivariado.

Composición florística quebrada el Loro



Apéndice B.

Tabla de coordenadas de los 15 transectos.

Transecto	Latitud inicial (N)	Longitud inicial (W)	Latitud final (N)	Longitud final (w)
P1	7.10636	-73.12930	7.10584	-73.12939
P2	7.10535	-73.12955	7.10592	-73.12917
P3	7.10611	-73.12838	7.10577	-73.12829
P4	7.106028	-73.127896	7.10568	-73.12807
P5	7.105538	-73.12734426	7.10579955	-73.12748146
P6	7.10537233	-73.12924644	7.10522627	-73.12888583
P7	7.10546	-73.12597	7.10571	-73.12563
P8	7.10598	-73.12525	7.10634	-73.12490
P9	7.10704	-73.12430	7.10744	-73.12406
P10	7.10855	-73.12080	7.10905	-73.12057
P11	7.10823	-73.12489	7.107957	73.124984
P12	7.10729	-73.12555	7.10709	-73.12598
P13	7.108710	-73.124096	7.108502	-73.123728
P14	7.10678844	-73.12676878	7.10699306	-73.12644481
P15	7.10712833	-73.12836000	7.10684052	-73.12783621

Apéndice C.

Tabla de epífitas, donde muestra la abundancia de especies encontradas en la quebrada El Loro.

Familia	Género	Especie	Abundancia
<i>Apocynaceae</i>	<i>Mandevila</i>	<i>Mandevila spl.</i>	1
<i>Araceae</i>	<i>Monstera</i>	<i>Monstera adansonii</i>	29
<i>Araceae</i>	<i>Monstera</i>	<i>Monstera deliciosa</i>	10
<i>Araceae</i>	<i>Philodendron</i>	<i>Philodendron hederaceum</i>	11
<i>Araceae</i>	<i>Philodendron</i>	<i>Philodendron spl.</i>	122
<i>Araceae</i>	<i>Syngonium</i>	<i>Syngonium podophyllum</i>	5
	<i>Aristolochia</i>	<i>Aristolochia sprucei</i>	1
<i>Aristolochiaceae</i>			
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Bignoniaceae</i>	1
<i>Bromeliaceae</i>	<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	44
<i>Commelinaceae</i>	<i>Tradescantia</i>	<i>Tradescantia zebrina</i>	1
<i>Dilleniaceae</i>	<i>Doliocarpus</i>	<i>Doliocarpus dentatus</i>	9
<i>Fabaceae</i>	<i>Dioclea</i>	<i>Dioclea lehmanni</i>	1
<i>Menispermaceae</i>	<i>Cissampelos</i>	<i>Cissampelos fasciculata</i>	2
<i>Passifloraceae</i>	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora suberosa</i>	4
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cardiospermum</i>	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	5
<i>Sapindaceae</i>	<i>Paullinia</i>	<i>Paullinia rugosa</i>	8
<i>Smilacaceae</i>	<i>Smilax</i>	<i>Smilax domingensis</i>	1